



Consigli per l'aerazione in scuole e giardini d'infanzia

Dati, fatti e raccomandazioni



Sommario

1 I nostri bambini hanno abbastanza aria?

Perchè è importante una buona qualità dell'aria 4

2 Secca o umida, fresca o viziata

Cosa identifica una buona qualità dell'aria?..... 4

3 Aria viziata nelle aule scolastiche

Le conseguenze di un microclima abitativo malsano 14

4 L'importanza dell'aerazione quando fa caldo

Possibilità e limiti dell'aerazione libera 19

5 Troppo rumore rende più difficile lo studio

Bambini in zone soggette ad inquinamento acustico 22

6 Suggerimenti per un microclima abitativo sano 24

1. I nostri bambini hanno abbastanza aria?

Perchè è importante una buona qualità dell'aria

Nel corso delle modifiche economiche, negli ultimi decenni si è modificata anche la vita quotidiana dei bambini. Trascorrono sempre più tempo in **asili** e **scuole** – non ultimo anche per il maggior utilizzo del tempo – e devono quindi essere soddisfatte crescenti specificazioni delle prestazioni in particolare nell'arco dell'intera giornata scolastica. Il processo di sviluppo ed apprendimento può svolgersi in modo ottimale solo se il cervello viene sufficientemente rifornito di **ossigeno**.

Per scuole e asili ciò significa che solo una qualità dell'aria sufficientemente elevata in **aule** e **locali comuni** crea i presupposti ambientali per consentirlo. Uno sguardo alla realtà mostra che questo aspetto sta ricoprendo una sempre maggior rilevanza per i decisori pubblici ed in ambito normativo, tuttavia finora solo una percentuale relativamente limitata di installazioni soddisfa i presupposti per un ricambio d'aria basato sul reale fabbisogno.

2. Secca o umida, fresca o viziata

Cosa identifica una buona qualità dell'aria?

L'uomo trascorre circa il 95 % della sua vita all'interno di ambienti chiusi. Un sano **microclima abitativo** è perciò particolarmente importante per il suo **benessere** e la sua **salute**. Quali fattori debbano essere particolarmente monitorati per evitare disturbi e favorire le prestazioni, emerge da numerose ricerche scientifiche.

Per un microclima abitativo sano e confortevole è al primo posto il cosiddetto **comfort termico**. Ne consegue la soggettività della soddisfazione nei confronti del proprio microclima ambientale.

Questa soddisfazione dipende, tra le altre cose, dalla **temperatura ambiente**, dalla **corrente d'aria** percepita (cioè dalla velocità dell'aria), dall'**umidità** relativa così come dall'attività svolta.

Diversamente dal **comfort termico**, il parametro della qualità dell'aria descrive il grado di inquinamento, ad esempio dovuto a fuliggine, polvere, gas oppure sostanze odorose. Mentre la normativa relativa alle emissioni formula obiettivi ed attività vincolanti per l'aria esterna, non esistono attualmente criteri di valutazione vincolanti per l'aria interna. Passare dalla mancanza di prescrizioni legislative all'inerzia nell'agire sarebbe tuttavia avventato: in base alle sostanze inquinanti contenute nell'aria, in presenza di particolari concentrazioni, l'aria interna può essere più inquinata di quella esterna.

2.1 Temperatura ed umidità dell'aria sono determinanti

Con una **umidità relativa** di circa 45 – 55 % ci si sente al meglio, e questo per due buoni motivi: con questo tasso di umidità l'**ossigeno** raggiunge più facilmente i vasi sanguigni e la pelle è protetta dalla disidratazione. Ciò vale in particolare per le mucose. Un tasso di umidità troppo contenuto indebolisce invece le difese immunitarie della pelle, ostacola lo scambio di ossigeno ed aumenta la predisposizione a irritazioni cutanee, arrossamenti ed infiammazioni.



In base alla destinazione d'uso di una stanza ci sono anche valori indicativi concreti per la temperatura. Per aule dove si svolgono le lezioni si consiglia una temperatura fra 20 e 25 °C: con questo valore si predispongono le basi non solo per il **benessere** fisico dei bambini, bensì anche in prospettiva per gli aspetti cognitivi e di salute.

2.2 Aria viziata, troppo carica di anidride carbonica

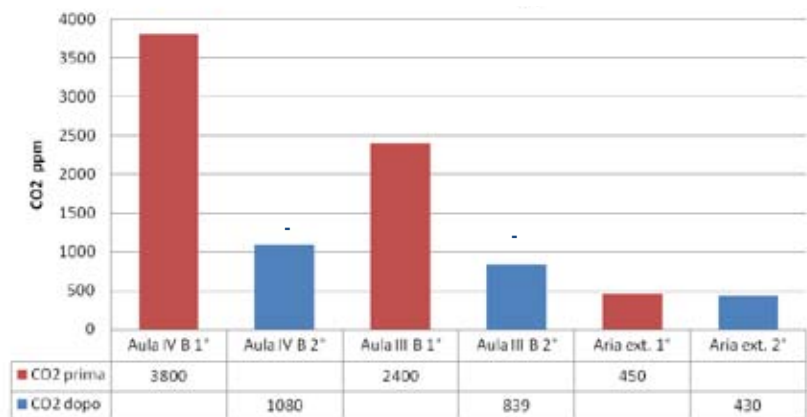
L'anidride carbonica (**CO₂**) è una componente costante dell'aria atmosferica e si forma in particolare come prodotto metabolico di persone ed animali. Una chiara cognizione dell'influenza sulle persone del **contenuto di CO₂** dell'aria risale a più di 150 anni fa, quando Max von Pettenkofer accertò che l'uomo si sente bene con una concentrazione di meno di 0,1 percentuali volume (1.000 parti per milione), mentre avverte disagio già con valori superiori a 0,2 Vol. % (2.000 ppm). Con contenuti maggiori di CO₂ l'aria potrebbe essere definita nel linguaggio comune come stagnante, viziata, che sa di chiuso. Il suo conseguente suggerimento di non superare una **concentrazione di CO₂** massima di 1.000 ppm ha ancor oggi consistenza. La norma **DIN 1946** parte 2 (UNI EN 15251) comprende una tolleranza maggiore, in base alla quale dovrebbe essere osservato un valore massimo di 0,15 Vol. % (1.500 ppm).

Anche se frequentemente la zona tra 0,1 e 0,15 Vol. % è una incognita del parametro adottato, resta fuori discussione che un troppo elevato contenuto di CO₂ nell'aria ha effetti negativi sullo stato d'animo delle persone. Finché il contenuto di ossigeno è sufficientemente elevato, l'**anidride carbonica** non ha effetto tossico, può però causare disturbi di concentrazione, mal di testa e senso di nausea. Un contenuto di anidride carbonica maggiore di 2,5 Vol. % peggiora già la respirazione, riduce il rifornimento di ossigeno al cervello e può pertanto portare a stanchezza così come a riduzione nell'attenzione e nella concentrazione. In particolar modo è il cervello a risentire di un insufficiente rifornimento di ossigeno a causa del suo elevato **fabbisogno energetico**: pur essendo solo circa il due per cento del peso corporeo, consuma da solo circa il 20 per cento dell'energia. Già dopo un'astinenza di ossigeno di quattro minuti possono verificarsi danni irreparabili. I bambini sono particolarmente soggetti agli effetti sul cervello derivanti dalla mancanza di ossigeno.

Sorprende poi un po' che le ricerche sulla concentrazione di anidride carbonica siano già state effettuate presso numerose **scuole**. I risultati parlano chiaro: nel Niedersachsen, ad esempio, i valori medi invernali pari a 1,652 Vol. % superano regolarmente i valori di riferimento della DIN 1946 parte 2 e rilievi effettuati nelle vicine Marche mostrano valori decisamente troppo elevati (con punte di 3,800 Vol. % - vedi grafico a lato).



Confronto rilievi prima e dopo l'applicazione nelle aule di due aeratori AEROVITAL



2.3 Sostanze tossiche

Sostanze inorganiche che danneggiano le vie respiratorie

Fra le principali sostanze tossiche dell'aria interna figurano sostanze inorganiche gassose e composti organici volatili. Le sostanze inorganiche sono componenti essenziali dell'atmosfera terrestre; vi fanno parte il biossido di carbonio e di azoto, che costituiscono la parte principale dell'inquinamento dell'aria causato dall'uomo. Mentre il **biossido di carbonio** si crea tra l'altro nel periodo di riscaldamento dalla combustione di combustibili fossili, la maggior parte dell'emissione di biossido di azoto è riconducibile al traffico. All'interno di stanze chiuse questa sostanza, dannosa per le vie respiratorie, si può sviluppare in seguito a combustione di gas (ad es. durante lezioni di chimica), usando lampade ad olio oppure numerose candele.

L'**ozono** ricopre un ruolo essenziale anche nei mesi estivi. È una sostanza di riferimento per lo smog estivo, che si sviluppa soprattutto in caso di continuo bel tempo e forte irradiazione solare. A differenza di quanto avviene per l'ozonofera (20 - 30 km dal suolo), l'ozono vicino al suolo entra nei polmoni delle persone e può comportare infiammazioni e **malattie delle vie respiratorie**.

Analisi dell'aria effettuate all'interno di **scuole** e palestre indicano che il contenuto di gas non deve destare preoccupazione se non viene superato di frequente il valore limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Da prendere comunque sul serio: sostanze organiche

I composti organici volatili sono presenti – quantomeno in concentrazioni modeste – all'interno di tutte le stanze, poiché vengono rilasciate nell'aria dai materiali per costruzione e restauro, arredamento, detersivi e detergenti e soprattutto dal fumo di tabacco. Non sono salutari per il **benessere** delle persone soprattutto in elevate concentrazioni. Danno luogo a sintomi come quelli dell'avvelenamento da solventi, ad esempio senso di vertigine, stanchezza, nausea, mal di testa e difficoltà di concentrazione.

In questo scenario sono mediamente molti i produttori di materiali da costruzione e per arredo che si impegnano ad usare come solventi ed additivi sempre più composti organici difficilmente volatili, poichè questi sono per lo più non percepibili dall'olfatto umano ed inoltre per questi non sussiste obbligo di dichiarazione. Questa non è però una soluzione nella logica della **salute** delle persone, perchè anche questi composti possono avere effetti negativi. Nelle analisi scientifiche, infatti, composti facilmente e difficilmente volatili sono valutati congiuntamente ed è verosimile che nuocciano al **benessere** delle persone già a partire da una concentrazione di 3 mg/m³.

2.4 Polveri sospese

Specialmente dopo l'entrata in vigore l'1.1.2005 di valori limite più severi, si è risvegliato in Germania un vivace interesse pubblico per cause e conseguenze delle **polveri sottili**. Mentre le discussioni pubbliche ed i provvedimenti legislativi si focalizzavano fino a questo momento sull'immissione di **particelle** relativamente più grosse (**PM10**), i nuovi risultati epidemiologici e tossicologici mettono al centro dell'attenzione gli effetti negativi per la salute delle polveri sottili più piccole. Queste si sviluppano in particolare dal sollevamento di polvere, emissioni condensate di composti difficilmente volatili, stampanti e fotocopiatrici così come fumo di tabacco.

La probabilità che le polveri sottili si depositino nei polmoni si differenzia nelle varie zone dei polmoni e dipende da molteplici fattori. È tuttavia certo che dopo aver inspirato particelle di polvere possono aumentare i sintomi di infiammazione e danni polmonari. È fuori discussione anche che concentrazioni di polveri sottili hanno effetti significativamente più aggressivi rispetto alle sostanze gassose: il rapporto fra l'inspirazione di polveri sottili e una maggiore mortalità è riconoscibile come più elevato in modo direttamente proporzionale. I bambini sembrano reagire in modo particolarmente sensibile e, soprattutto, aumentano in loro tra l'altro le malattie polmonari croniche se sono in presenza contemporaneamente di una maggior rumorosità. Non a caso sono già stati fissati, dalle autorità ambientali americane così come dalla Comunità Europea, valori indicativi vincolanti per le **concentrazioni limite**.



Fibre minerali e materiali contenenti polvere

Le polveri fibrose più note sono l'**amianto** e le fibre minerali. Queste ultime sono utilizzate soprattutto per l'**isolamento acustico e termico**. Le fibre, una volta respirate, agiscono come **particelle** sottili e possono causare affezioni polmonari oppure avere effetto cancerogeno. L'aggravante è che le polveri sospese presenti nell'aria contengono tutta una serie di diverse sostanze chimiche e fisiche – tra cui amianto, cadmio, mercurio, piombo e fuliggine – che possono peggiorare gli effetti indesiderati delle particelle sottili.

Effetti delle polveri sospese sulle persone

A livello scientifico si ricerca e si discute ancora su cosa renda tutte queste particelle sottili presenti nell'aria dei fattori scatenanti malattie. È certo che le particelle ultrasottili nel sistema biologico portano alla formazione di radicali liberi. Questi causano stress soggetto a ossidazione al quale il corpo umano reagisce con infiammazioni.

Uno sguardo alle ricerche attuali fa emergere l'importanza di queste conoscenze per la sicurezza della **qualità dell'aria** nelle **scuole**: a Berlino è risultato che l'**inquinamento da polveri sottili** nelle aule analizzate era in parte da due a tre volte quello presente nell'aria esterna o nelle case di non fumatori. Il valore soglia osservato in Germania di 50 µg PM10/m³ molte volte non era rispettato. Poichè alle particelle rinvenute erano uniti anche **microorganismi**, endotossine ed allergeni, aumenta in tal modo anche la probabilità di **allergie**.

Le scuole che volessero prevenire ciò in modo adeguato, dovrebbero mettere in atto in primo luogo due semplici ma efficaci provvedimenti: una sufficiente aerazione ed una deumidificazione quotidiana sono attualmente i metodi migliori per limitare le correnti d'aria e ridurre i rischi per la salute. Ciò è stato riscontrato nella pratica in varie aule scolastiche nelle Marche, dove l'aerazione controllata tramite aeratori ad isolamento termoacustico applicati a parete (nella fattispecie, AEROVITAL di SIEGENIA-AUBI) ha consentito di ridurre la concentrazione di PM5 del 57% (passando da 1.200.000 p/m³ a 516.000 p/m³), quella di PM0,5 del 70% (da 32.900.000 p/m³ a 10.600.000 p/m³) e la presenza di PM0,3 è scesa del 29% (da 52.600.000 p/m³ a 37.100.000 p/m³), con un miglioramento del benessere rilevato da studenti ed insegnanti.

2.5 Microorganismi

Non sempre sono solo gli inquinanti chimici a compromettere la qualità dell'aria interna. Anche fattori biologici come acari della polvere o **muffe** hanno un'influenza sempre più rilevante. Questo perchè gli acari della polvere sono presenti in pratica in ogni casa, anche se concentrazioni di allergeni clinicamente significative possono verificarsi solo in condizioni ambientali molto specifiche. Vi rientrano un'elevata **umidità** (70 – 80 %), temperatura compresa fra 20 e 27 °C ed una sufficiente presenza di scaglie di pelle umana. I veri allergeni si trovano soprattutto negli escrementi degli acari. Il valore soglia per un potenziale pericolo per la salute è considerata una concentrazione di 2 µg/g di polvere; il rischio di attacchi acuti di **asma** aumenta al di sopra di 10 µg/g di polvere.

Allergico alle muffe

Man mano che aumenta l'umidità interna viene favorito anche lo sviluppo di germi. Un'aerazione insufficiente gioca un ruolo decisivo nella formazione di muffe: ostacola l'eliminazione dell'aria umida ed incrementa la probabilità di infestazione di muffe. Anche se i singoli tipi di muffe hanno condizioni di sviluppo diverse, è comune a tutti il fatto che nelle stanze preferiscono i punti umidi con poco ricambio d'aria ed una temperatura di ca. 20 °C. Non sempre sono riconoscibili ad occhio nudo. In caso di sospetta presenza di muffe - ad esempio per un costante odore di muffa - bisogna effettuare delle analisi dell'aria o test sulle polveri.

Circa il 5 % della popolazione è allergica alle muffe – e la tendenza è in crescita. Tra i vari possibili sintomi riconducibili alle muffe rientrano la comparsa di infiammazioni a carico di pelle e mucose, danni alle cellule così come indebolimento del sistema immunitario. In persone con difese indebolite possono anche scatenarsi **malattie delle vie respiratorie**.



Poichè i bambini reagiscono in modo particolarmente sensibile, è consigliabile prevenire in modo adeguato la formazione di **muffe** soprattutto in quelle zone della casa dove essi soggiornano maggiormente.

Al contrario per i batteri l'aria è l'ambiente più sfavorevole – sebbene vi rientrino i batteri che formano le spore. In tal caso (ad esempio per i cosiddetti miceti attinidi), le conseguenze per la salute sono simili a quelle dei funghi e comprendono tra le altre reazioni allergiche ed **asma**.

Uno sguardo ai fatti mostra che la concentrazione di muffe nelle **scuole** è senz'altro da prendere sul serio: una ricerca non esclude al momento un'elevata concentrazione di muffe nella aule scolastiche in almeno un quarto dei locali esaminati o comunque le ritiene probabili. Studi nelle scuole statunitensi hanno dato come risultato un incremento nel contenuto di germi nell'aria pari a 100 – 15.000 spore m³.

3. Aria viziata nelle aule scolastiche

Le conseguenze di un microclima abitativo sfavorevole

Tutta una serie di studi nazionali ed internazionali documentano profondamente che una insufficiente **qualità dell'aria** ha effetti negativi sul **benessere** e sulle capacità di rendimento dei bambini. Abbiamo riassunto per voi alcuni dei principali risultati.

Ridurre i costi per il riscaldamento – ma non ad ogni costo

Due anni dopo la ristrutturazione delle loro aule, studenti ed insegnanti di una scuola elementare si sono lamentati tra le altre cose di fastidio dovuto a cattivo odore. Montando **finestre con vetro isolante** e chiudendo i canali di esalazione esistenti, l'immissione di aria fresca non era più garantita in misura sufficiente. I canali di esalazione vennero poi rimessi in funzione; inoltre nella classe venne mantenuta una finestra aperta a ribalta. Il miglioramento, immediato e riconosciuto in modo significativo da tutti gli interessati, fu rafforzato da due ulteriori provvedimenti: l'installazione di un termostato ambiente ed una corretta ombreggiatura dell'aula.

Quando la capacità di concentrazione viene compromessa

L'aria viziata influenza la capacità di concentrazione e di rendimento. Numerosi studi scientifici sottolineano quello che la maggior parte delle persone ha sperimentato sulla propria pelle. Sulla base di test attitudinali standard in complessivamente 59 **scuole** si è potuto documentare, per esempio negli USA, che il rendimento scolastico cala quando il **contenuto di CO₂** nell'aria aumenta: nelle aule con condizioni sfavorevoli i risultati del test di matematica erano sensibilmente peggiori rispetto alle classi con bassi valori di **concentrazione di CO₂**.

A risultati simili sono giunti Mendell ed Heath nel 2005 nella loro valutazione dei campi di analisi esistenti. Hanno osservato e riconosciuto gli effetti dei **danni dell'umidità** e degli inquinanti microbiologici presenti nell'aria sulle capacità di rendimento e sulle condizioni di salute degli scolari.

Questo vale anche per le analisi già menzionate di Kimmel ed altri, nelle quali il fastidio percepito soggettivamente dovuto a cattivo odore si lascia leggere anche in una ridotta capacità di concentrazione.

L'aria viziata può far ammalare

La relazione esistente tra insufficiente **qualità dell'aria** ed assenze è meno evidente dell'influenza di un microclima ambientale negativo sulle capacità di rendimento delle persone. Tuttavia due studi ne danno chiare indicazioni:

Shendell e colleghi nel 2004 hanno dimostrato, in 22 scuole americane, che un incremento di concentrazione di CO₂ pari a 1.000 ppm aumenta del 10 - 20 % la probabilità di assenze per malattia. Mendell ed Heath un anno dopo hanno analizzato le conseguenze sulla **salute** degli scolari di inquinanti interni e condizioni termiche sfavorevoli, giungendo alla conclusione che un elevato contenuto di ossido di azoto comporta una maggior insorgenza di malattie.



Prevenire le malattie delle vie respiratorie e l'asma

L'asma si è sviluppata diventando una malattia molto diffusa anche tra i più giovani. Proprio per i bambini che ne soffrono risulta particolarmente importante una elevata **qualità dell'aria**, perchè un forte livello di inquinamento interno della stanza può contribuire in modo determinante allo sviluppo ed al peggioramento di questa malattia. Potenziali fattori scatenanti come acari della polvere, pelo di animali domestici oppure **muffe** dovrebbero perciò essere mantenuti il più possibile lontani dall'ambiente domestico così come da **scuole e asili**. Numerose rilevazioni danno informazioni in merito alla misura in cui le sostanze inquinanti presenti nell'aria delle aule scolastiche influenzano il **benessere** e la capacità di rendimento degli scolari. Mendell ed Heath, nelle loro valutazioni di analisi scientifiche (vedi pag. 15), sono arrivati alla conclusione che condizioni termiche sfavorevoli ed una maggiore formazione di agenti inquinanti non solo comportano una riduzione del rendimento bensì pos-

sono anche causare problemi di salute. I risultati delle ricerche suggeriscono inoltre che un'elevata **umidità dell'aria** ed una cospicua presenza di agenti inquinanti microbiologici spesso si accompagnano a vicenda, portando ad un peggioramento dell'asma e ad infezioni delle vie respiratorie. Ciò conferma anche le rilevazioni di Kimmel ad altri (di cui abbiamo già parlato - vedi pag. 14): oltre al menzionato fastidio dovuto a cattivo odore, studenti ed insegnanti hanno accusato anche disturbi a carico del tratto respiratorio. Dopo che si è posto rimedio alle cause, questi problemi di salute si sono

ridotti notevolmente.

Un'aerazione insufficiente causa tumefazioni della mucosa nasale

Una delle conseguenze meno serie di una cattiva aerazione e di un consistente numero di agenti inquinanti, ma che pur sempre crea disturbo e disagio, è la tumefazione della mucosa nasale. In un confronto diretto fra due **scuole**, di cui una con elevato ed una con basso **tasso di ricambio dell'aria**, si è potuto documentare che nella scuola con scarsa aerazione la concentrazione di composti organici volatili, batteri e muffe era sensibilmente più elevata rispetto all'altra scuola oggetto del confronto. Ciò si riscontra anche nella situazione di salute degli scolari in questione: le loro mucose nasali erano decisamente più tumefatte e la sezione della loro cavità nasale proporzionalmente più piccola rispetto al gruppo di paragone.

Pericolo per la salute dovuto ai danni causati dall'umidità

Che i danni derivanti dall'umidità e la presenza di muffe nelle scuole danneggino la **salute** delle vie respiratorie, è comprovato anche da rilevazioni effettuate nel 2000 presso scuole elementari finlandesi. In questo caso è stata confrontata la condizione di salute dei bambini di una scuola dove l'aria era viziata con quelli di una scuola con aria fresca, e precisamente prima e dopo che fossero effettuate **misure di risanamento** per i dispositivi inquinanti.

Al primo rilevamento gli scolari di questa scuola soffrivano maggiormente di infezioni alle vie respiratorie, si trovavano più frequentemente sotto cure mediche e prendevano più medicine rispetto a quelli del gruppo di confronto. Dopo le opere di **risanamento** le eventuali differenze non erano più significative. A risultati paragonabili ha portato anche lo studio di Meklin ed altri (2002), che osserva l'incremento di pericoli per la salute a causa di danni derivanti da umidità ed elevata concentrazione di funghi nelle scuole con edifici in pietra o laterizi. Per gli edifici scolastici in legno, invece, non è stato possibile rilevare connessioni significative.

Sonnellino pomeridiano in condizioni disagiati

Sono relativamente poche le ricerche effettuate sino ad ora che si occupano degli effetti sul sonno di un **microclima abitativo** malsano. Un buon microclima abitativo infatti non è importante solo per la concentrazione e la capacità di rendimento delle persone, bensì anche per un sonno profondo e ristoratore. Dai risultati precedenti si possono tuttavia trarre i primi suggerimenti. Una ricerca effettuata in America in 26 **giardini d'infanzia** mette in evidenza che la **concentrazione** media di **CO₂** sale in modo considerevole, vale a dire ca. 117 ppm, nei momenti di riposo dei bambini. Per prevenire gli effetti negativi sul **benessere**, gli autori consigliano perciò l'introduzione di un valore di riferimento per la **qualità dell'aria interna** negli asili e sconsigliano in modo categorico di far soggiornare i bambini in ambienti chiusi ermeticamente.

Imperfezioni nella struttura muraria possono causare mal di testa

Anche nell'espressione „sindrome da edificio malato“ hanno molto peso i risultati delle ricerche relative all'influsso di un microclima abitativo insano sull'insorgere di emicranie e sull'irritazione delle mucose. Se si verifica poi un miglioramento qualitativo dell'aria interna - del tutto indifferentemente dal fatto che ciò avvenga con una intensificazione dell'attività di aerazione o attraverso l'eliminazione delle fonti inquinanti come rivestimento dei pavimenti o con l'utilizzo di filtri per l'aria - può ad esempio comportare un incremento significativo dell'efficacia nei lavori d'ufficio. In questo contesto è importante anche riconoscere che **concentrazioni di sostanze inquinanti** non percepibili soggettivamente possono comportare disturbi fisici (ad es. mal di testa) ed in tal modo perdite rilevabili a livello di prestazioni.

Il confronto diretto di scolari in **scuole** con una struttura muraria sana rispetto al gruppo di paragone in impianti con **danni dovuti ad umidità** ha portato Meyer et al. nel 2005 a riconoscere che la cosiddetta **“sick building syndrome”** può essere causata non solo da predisposizione individuale bensì anche in modo significativo da una elevata **concentrazione di muffe** nella polvere a pavimento così come da impianti di aerazione e climatizzazione inadeguati. L'incidenza varia a seconda del sesso e dell'età dei bambini: i ragazzi sono generalmente molto colpiti, le ragazze invece solo prima della comparsa delle mestruazioni.

Un obiettivo vantaggioso: pianificare l'aerazione in modo sistematico

Un'insufficiente **qualità dell'aria** può compromettere prestazioni e concentrazione, causare malattie ed anche disturbi del sonno. A questa valutazione è giunta anche un'analisi di Daisey et al. (2003) e proprio in molte aule scolastiche l'aerazione è inadeguata. Specialmente in concomitanza con una maggior formazione di inquinanti nell'aria cresce il pericolo di sintomi riferiti alla salute. Quali malattie siano caso per caso le più probabili, dipende dal tipo di inquinante: la formaldeide favorisce l'insorgere di **allergie**, irritazioni croniche e nei casi peggiori addirittura cancro. Batteri, funghi e spore favoriscono invece **asma** oppure i cosiddetti "**sintomi da sick building**" come, ad esempio, emicranie oppure irritazioni delle mucose. È quindi certamente sensato preoccuparsi già in fase progettuale di **aerare in base al fabbisogno** aule scolastiche e giardini per l'infanzia, sia in caso di nuove costruzioni che di ristrutturazioni. Perché anche se le indicazioni scientifiche al riguardo sono ancora limitate, gli esperti sono concordi nel sostenere che è meglio prevenire che curare.



Aeratore AEROMAT® VT per l'ottimizzazione dell'aria interna negli ambienti abitativi.

4. Aria e caldo

Possibilità e limiti dell'aerazione libera

Non importa se si tratta di acari della polvere, **muffe** oppure di un troppo elevato **contenuto di CO₂**: tutte le possibili cause di una insufficiente qualità dell'aria dipendono da una insufficiente aerazione. Ragionando al contrario significa che chi aera in modo adeguato ottiene un microclima abitativo sano. Le diverse modalità di aerazione portano ai risultati desiderati con diversa velocità ed efficacia.

Fondamentalmente la distinzione è fra aerazione libera e uso di sistemi o apparecchi per l'aerazione. Nel caso di aerazione libera, lo **scambio d'aria** tra interno ed esterno avviene attraverso l'apertura di finestre e/o porte. Questa consuetudine, comune alla maggior parte delle persone, presenta però un significativo svantaggio: lo scambio d'aria dipende in modo consistente dal periodo dell'anno. Con le temperature invernali il ricambio d'aria avviene molto più rapidamente che in estate, dove nei casi estremi l'apertura della finestra non sortisce alcun effetto. Uno sguardo poi alle diverse forme di apertura della finestra mostra che il **tasso di scambio d'aria** e quindi anche l'efficacia del processo di aerazione possono variare in modo molto marcato.

Aerazione a ribalta, trasversale o d'urto?

Praticata frequentemente nelle **scuole**, l'efficacia dell'aerazione aprendo a ribalta le finestre è per lo più sopravvalutata. Da un lato questa modalità di aerazione non fornisce di **aria fresca** in modo uniforme tutte le zone di una stanza, dall'altro aerare aprendo a ribalta in modo continuato nei mesi invernali comporta un raffreddamento dell'edificio in corrispondenza del telaio della finestra. Ciò causa significative perdite di energia calorica e favorisce l'insorgere di **muffe**. Inoltre l'aerazione attraverso l'apertura a ribalta di una finestra comporta riduzioni significative dei valori di **CO₂** solo se durante le pause rimane contemporaneamente aperta anche la porta. La riduzione che si ottiene non è tuttavia sufficiente: nelle verifiche a campione il valore limite ai sensi della norma **DIN 1946** è stato superato per 2/3 del tempo di lezione.

Un maggior scambio d'aria è offerto dall'aerazione trasversale, cioè dall'apertura di due finestre o porte contrapposte. In questo caso non si verificano le problematiche legate all'apertura a ribalta. Questa modalità però si integra solo limitatamente nella giornata scolastica, perchè è spesso accompagnata da problemi di **spifferi** e rumori. Lo stesso vale anche per l'aerazione d'urto, cioè con finestre spalancate per brevi periodi di tempo. Rispetto all'aerazione trasversale questa consente tuttavia ad un ricambio d'aria sensibilmente minore.

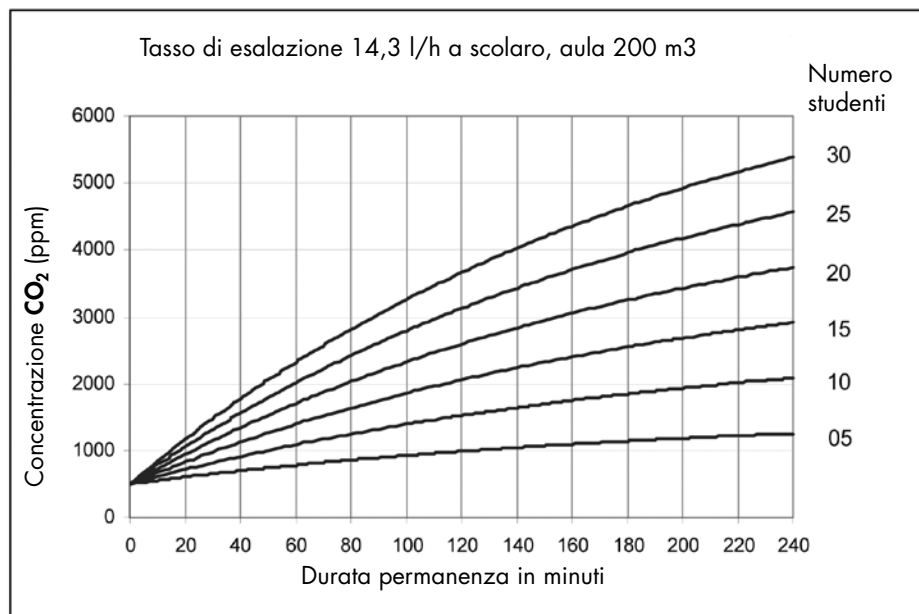
Il metodo di aerazione manuale senza dubbio più efficace è dato dalla combinazione di aerazione trasversale e d'urto. Lo dimostra anche una ricerca svolta in una scuola di Berlino: con questa modalità si è potuto rispettare il valore soglia di **CO₂** secondo DIN 1946-2 in oltre due terzi del periodo di lezione. Un'aerazione trasversale / d'urto nelle pause è però difficilmente realizzabile: oltre all'incremento di pericolo dovuto alle finestre aperte ci sono problemi organizzativi legati al cambio di insegnanti e aule per le lezioni.

Di quanta aria fresca ha bisogno un'aula scolastica?

La **qualità dell'aria** nelle aule scolastiche può essere calcolata e prevista sulla base dei seguenti valori di riferimento:

- ▶ il volume dell'aula scolastica
- ▶ la concentrazione di CO₂ prima dell'inizio delle lezioni
- ▶ la concentrazione di CO₂ nell'aria esterna
- ▶ il tasso di ricambio dell'aria
- ▶ il numero di studenti così come il tasso di esalazione ed il tempo di permanenza nell'aula

Se alla base ci sono valori medi legati all'esperienza e al numero di studenti, appare chiaro che il rigido **criterio Pettenkofer** (concentrazione di CO₂ max. 1%) è raggiunto e superato già dopo ca. 20 minuti. Con il valore di riferimento DIN (1500 ppm) ciò si verifica ca. 5-10 minuti più tardi.



A seconda dell'età degli scolari, inoltre, questi valori possono essere raggiunti anche molto prima: mentre bambini delle elementari di 7 – 9 anni in una situazione di tranquillità fisica emettono ogni ora ca. 14,3 litri di **CO₂**, nei teenager questo valore è più elevato di ca. il 50%. Anche il grado di attività pesa sensibilmente: svolgendo attività moderate i bimbi di 7 – 9 anni emettono già 38,3 l CO₂/h, per studenti oltre i 15 anni il valore sale a 85 l. Nel caso limite il **contenuto di CO₂** nelle aule scolastiche è tre volte quello della situazione tranquilla. Un'aerazione basata sul fabbisogno deve considerare anche questo fattore d'influenza. In pratica questo solleva tutta una serie di ulteriori domande.

Lo sviluppo di approcci risolutivi efficaci viene inoltre reso più difficile dalla necessità di evitare la comparsa di spifferi, come avviene in particolar modo ad esempio applicando l'aerazione trasversale. Da un lato lo **spiffero** viene percepito come sgradevole soprattutto quando l'aria che entra è fredda, dall'altro tramite le turbolenze che si creano all'interno della stanza si possono ampiamente disperdere nella stanza stessa i germi che causano le malattie, come batteri e virus. Per i bambini cagionevoli ciò comporta sempre più spesso infezioni.

5. Troppo rumore rende più difficile l'apprendimento Bambini in aree soggette ad inquinamento acustico

Quanto più l'ambiente è tranquillo, tanto meglio si impara. Questo fatto è noto da lungo tempo. Già nel 1975 è stato dimostrato che gli scolari nel lato più rumoroso di una scuola hanno maggiori difficoltà nella lettura di quelli nel lato tranquillo. Le differenze osservate, tuttavia, vengono meno rapidamente dopo la messa in atto di **provvedimenti di isolamento acustico**. Ben 30 anni più tardi, le conoscenze relative all'influsso di una maggior rumorosità sull'apprendimento dei bambini sono state suffragate empiricamente e parlano chiaro:

- ▶ **il rumore ha effetti negativi sulla capacità di lettura**
- ▶ **il rumore pregiudica le prestazioni mnemoniche**
- ▶ **il rumore ostacola lo sviluppo del linguaggio nei bambini**

Il problema centrale è evidente: la comprensibilità del linguaggio risente negativamente di una elevata rumorosità. Nelle **scuole** è comunque particolarmente importante che i

Aerazione in scuole e giardini d'infanzia

bambini capiscano esattamente parole e suoni, poichè altrimenti non possono seguire la lezione e di conseguenza il processo di apprendimento richiede più tempo. Inoltre ciò può comportare uno sviluppo dell'apprendimento ritardato o anche limitato. Anche nei **giardini d'infanzia** un elevato livello di intensità acustica costituisce un ostacolo: i bambini colgono il ritmo delle parole e l'intonazione delle persone che li seguono solo con fatica oppure in modo non affatto chiaro – ritmo ed intonazione sono comunque pilastri essenziali per lo sviluppo verbale.

Indifferentemente dall'età, i bambini dovrebbero in ogni momento poter capire perfettamente i loro insegnanti ed assistenti. Partendo da questo scenario, l'introduzione di un **livello di rumore** massimo di 30 dB(A) nel contesto scolastico appare più che sensato, in particolare quando ci si confronta con testi difficili e/o in lingua straniera. Lo riconoscono non solo i periti tedeschi nella **DIN 18041** (UNI EN 12354); anche in Svezia ed in America questo valore indicativo è standard. Per aule con esigenze particolari sono in vigore valori di riferimento ancor più severi. In questi casi rientrano ad esempio le aule di lezione per bambini con limitate capacità uditive o per scolari la cui lingua madre non è quella in cui sono tenute le lezioni.

Questi valori limite hanno effetto immediato sulle possibilità per effettuare l'aerazione delle stanze: se nei dintorni delle **scuole** e dei giardini d'infanzia ci sono sorgenti rumorose troppo forti, si consiglia di non aprire le finestre al di fuori dei momenti di pausa oppure di aprirle solo limitatamente. Allo stesso tempo, nell'ottica di avere un'aria interna sana e che favorisca l'efficienza, è comunque indispensabile una **immissione ed emissione d'aria basata sul fabbisogno**. L'**aerazione libera** attraverso l'apertura delle finestre (aerazione quindi incontrollata) mostra qui chiaramente i suoi limiti.



6. Consigli per un microclima abitativo sano







Un'insufficiente **immissione d'aria fresca** ed una scarsa **qualità dell'aria interna** – lo dimostrano numerosi studi nazionali ed esteri – non solo influenzano il **benessere** delle persone, bensì costituiscono anche seri fattori di rischio per quanto riguarda rendimento e **salute**. A seconda dell'entità possono:

- ▶ Portare a disturbi funzionali del sistema nervoso centrale (ad esempio cefalee, disturbi della concentrazione oppure vertigini)
- ▶ Causare malattie delle vie respiratorie (tra cui bronchite ed **asma**) oppure scatenare **allergie**.

Per un sano sviluppo cognitivo e fisico dei bambini è quindi irrinunciabile **l'immissione ed emissione d'aria basata sul fabbisogno** per aule, locali comuni etc. nelle **scuole** e nei giardini d'infanzia. Conviene quindi dedicare una maggior attenzione ai seguenti aspetti:

- ▶ Come **temperatura** ottimale sono consigliati 20 – 25 °C.
- ▶ Un'**umidità** relativa **dell'aria** di 45 – 55 % è anch'essa ideale.
- ▶ Non esiste un valore soglia riferito alla concentrazione per il quale sia dimostrato che al di sotto di esso possa essere escluso un pericolo per la salute dovuto all'**inquinamento da polveri sottili**. Per questo motivo in scuole e giardini d'infanzia, mentre i bambini sono presenti, il contenuto di materiale fine nell'aria andrebbe ridotto a meno di 50 µg PM10/m³.
- ▶ Il mantenimento di una concentrazione massima di biossido di carbonio di 0,1- 0,15 Vol. % (1.000 – 1.500 ppm) è urgentemente consigliabile. Per poter garantire un sufficiente ricambio d'aria si consiglia di elaborare valori di riferimento per ogni stanza, aula o dormitorio, che tengano conto del **volume della stanza**, del numero di bimbi da cui viene occupata e per quanto tempo, dell'età dei bambini e delle attività che abitualmente vi svolgono. In relazione a

condizioni variabili come ad esempio temperatura dell'aria interna ed **umidità** si può calcolare per quanto tempo sia possibile lasciare chiuse le finestre senza pericolo.

-  Poichè la produzione di **CO₂** di bambini e ragazzi cresce notevolmente con l'aumentare dell'età, dovrebbe esserci un adeguamento del numero di persone per singola stanza possibilmente in base a fasce d'età. Ciò sarebbe di aiuto nel rispettare i valori di riferimento consigliati.
-  Stanze chiuse in modo completamente ermetico non sono idonee per essere utilizzate come stanze per il riposo nei **giardini d'infanzia**.
-  Una verifica di aria interna e ricambio aria in **scuole** e giardini d'infanzia dovrebbe essere effettuata con metodi di misura riconosciuti già alla messa in funzione così come dopo la conclusione dei lavori di ristrutturazione o ammodernamento. Inoltre è consigliabile un controllo periodico annuale. Dovrebbe essere comunque verificata la presenza di **inquinanti esterni** che, a seconda della località, possono entrare nella stanza quando si aprono le finestre.
-  Un ulteriore aspetto da monitorare è l'eventuale inquinamento acustico, da un lato perchè - in particolare con le finestre aperte - può limitare l'apprendimento e la comprensione della lingua parlata o di idiomi stranieri, dall'altro perchè spesso si accompagna ad una elevata concentrazione di sostanze inquinanti e pertanto può mettere in pericolo la **salute**.
-  Una maggior incidenza di malattie a carico degli organi respiratori oppure di **allergie** può essere segnale di scarsa **qualità dell'aria**. In tal caso si consiglia di effettuare con urgenza controlli aggiuntivi.
-  Anche il corpo docenti e tutto il personale di supporto dovrebbero essere informati in modo dettagliato sulla correlazione fra scarsa qualità dell'aria interna, salute e prestazioni intellettuali. Ciò previene errori di valutazione del rendimento ed aiuta nella predisposizione delle condizioni generali di base per lo sviluppo fisico ed intellettuale di bambini e ragazzi.



Referenze per un sano microclima in scuole ed asili

La capacità di rendimento in scuole e **giardini d'infanzia** diminuisce in modo costante con il passare del tempo e con l'incremento del **contenuto di CO₂**. Si cerca di evitarlo aprendo le finestre durante le pause. In tal modo non si può però garantire una ragionevole qualità dell'aria. Spesso c'è anche uno spreco evitabile di energia, perchè il **tasso di ricambio dell'aria** e le perdite di energia calorica ad esso legate sono troppo elevati. Pertanto SIEGENIA-AUBI ha sviluppato soluzioni che garantiscono un continuo **ricambio dell'aria**.

Alle pagine seguenti trovate alcuni esempi riferiti ai nostri prodotti.

Aerazione in scuole e giardini d'infanzia



Aeratore a serramento

AEROMAT VT RS-2 WRG

e aeratore a parete **AEROLIFE®**

Giardino d'infanzia »Pfiffikus«

Solo le finestre chiuse proteggono in modo efficace i bambini dell'asilo a tempo pieno »Pfiffikus«, vicino all'aeroporto, dal rumore degli aerei. Per il **benessere** dei bambini è particolarmente importante proprio il **ricambio d'aria** nelle stanze. Per questo, dopo l'installazione di finestre ad elevata insonorizzazione, è stato ideato per l'intero edificio un nuovo sistema di aerazione.

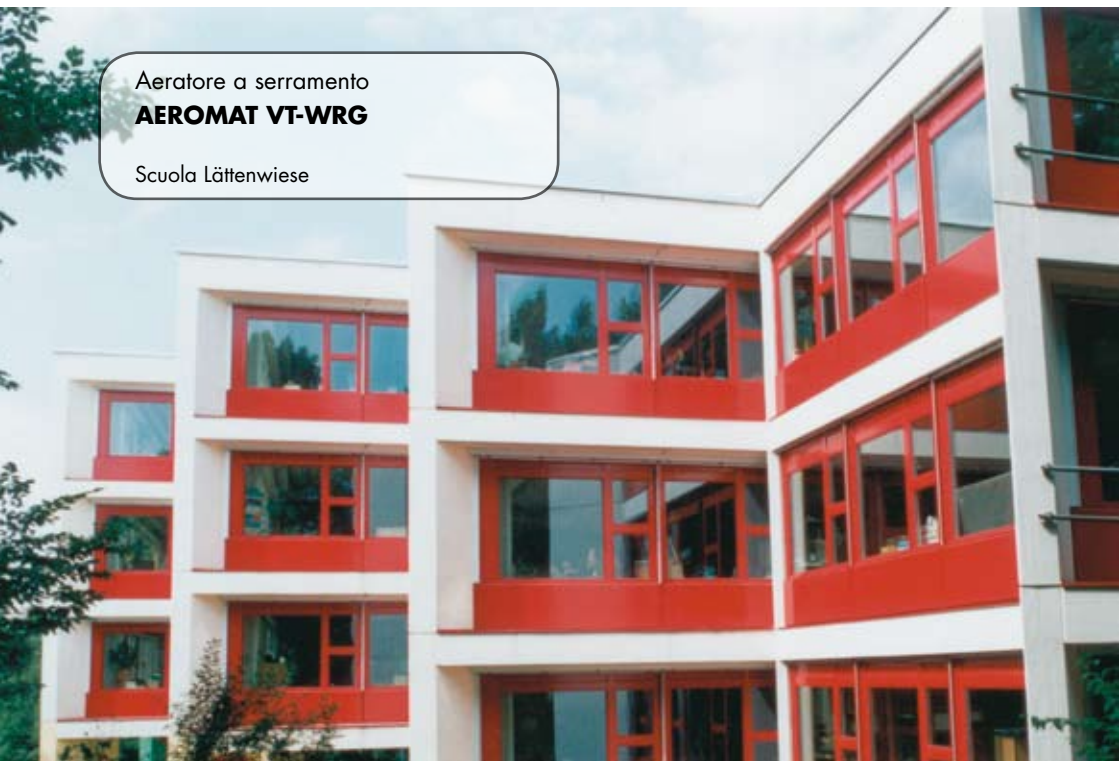
L'aeroporto sfrutta la programmata ristrutturazione dell'asilo per montarvi speciali aeratori che garantiscano la compensazione della **concentrazione di CO₂** tramite il ricambio dell'aria ed evitino i **danni legati all'umidità**.

A tal fine sono stati usati componenti per l'aerazione ad isolamento acustico attivi costantemente in funzione, come AEROMAT VT RS-2 WRG di SIEGENIA-AUBI KG. Grande importanza è stata data all'adattamento flessibile ai possibili usi delle stanze.

Ne è risultata una combinazione con gli elementi di controllo più all'avanguardia per una buona aerazione in tutto l'edificio - un'alternativa di aerazione del livello tecnico più elevato per rispondere a esigenze impegnative.

Aeratore a serramento
AEROMAT VT-WRG

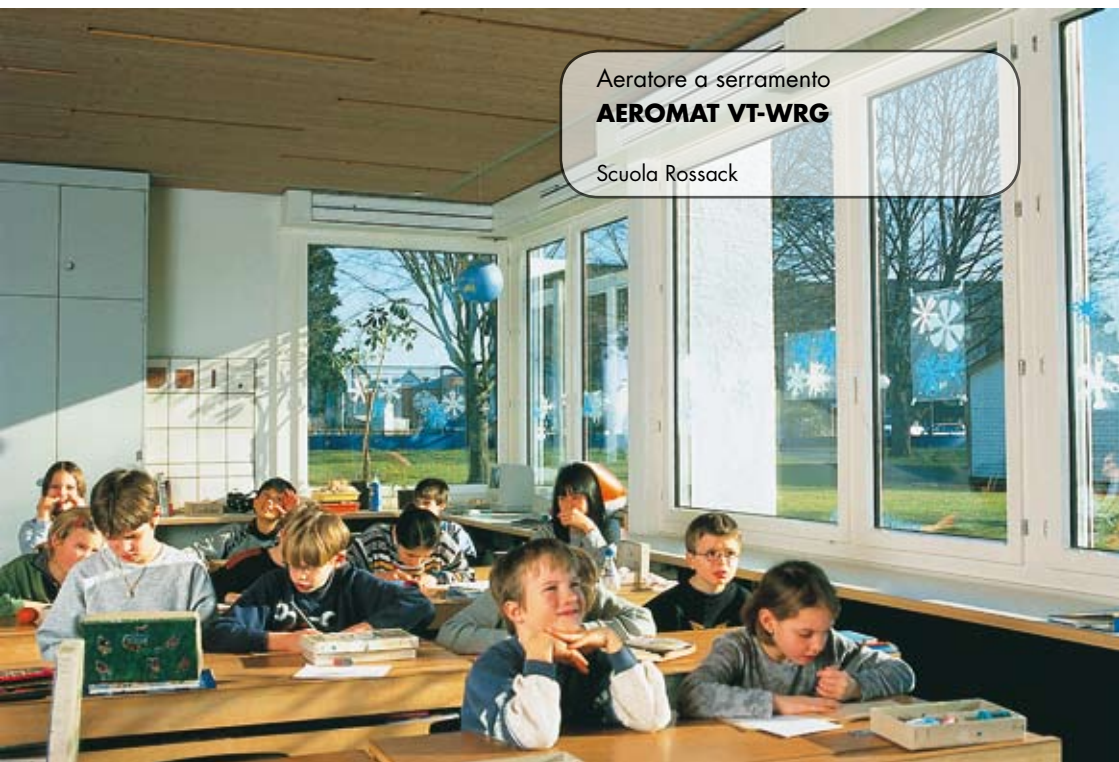
Scuola Lättenwiese



Le quattro ali del complesso scolastico Lättenwiese sono proprio sotto il corridoio di decollo dell'aeroporto Zurigo-Kloten. Per l'inquinamento acustico risultante si è deciso, nell'ambito della **ristrutturazione** della facciata, di inserire aeratori ad isolamento acustico. I complessivi 468 aeratori a serramento AEROMAT VT-WRG hanno trovato collocazione come aeratori doppi sopra l'architrave della finestra ed in facciata sono stati quasi del tutto nascosti dai dispositivi frangisole.

Il comando degli aeratori è completamente automatico tramite un sistema BUS, che viene regolato a sua volta da un orologio centrale comandato via radio. In tal modo è garantita una confortevole aerazione decentrale.

Aerazione in scuole e giardini d'infanzia




Aeratore a serramento
AEROMAT VT-WRG

Scuola Rossack

Durante una **ristrutturazione** sono stati montati nelle nuove **finestre** insonorizzanti **con vetro isolante** complessivamente 40 aeratori ad isolamento acustico con recupero di calore, che consentono un'aerazione continua con contemporaneo scambio termico.

Con questo sistema è stato ridotto il fabbisogno di energia calorica ed è stato possibile ottenere immissione ed emissione dell'aria a due livelli senza spifferi per la circolazione dell'aria così come il ricambio dell'aria.


Gli aeratori sono quasi invisibili ed estremamente silenziosi, con un elevato valore di insonorizzazione; vengono regolati automaticamente via BUS tramite un impianto centrale di comando sulla base di orario lezioni/uso stanze. Il funzionamento può comunque essere gestito manualmente in ogni aula tramite un modulo a parete.



Aeratore a parete **AEROVITAL**

Scuola Media Torre S. Patrizio

Fra le varie scuole italiane, riportiamo a titolo esemplificativo la scuola media di Torre San Patrizio e la scuola elementare di Porto S. Elpidio, dove sono stati installati in ogni aula gli aeratori a parete AEROVITAL, per garantire una qualità dell'aria interna che favorisca i processi di apprendimento.



Aeratore a parete **AEROVITAL**

Scuola Elementare Porto S. Elpidio

Ulteriori informazioni su clima, allergie ed aerazione sono presenti nei seguenti siti:

www.noallergy.it

www.anit.it

Indice voci

Allergie	Pag. 11, 19, 24, 25
Sostanze inorganiche	Pag. 8
Amianto	Pag. 11
Asma	Pag. 12, 14, 16, 19, 24
Affezioni delle vie respiratorie	Pag. 8, 12, 16
Inquinanti esterni	Pag. 25
Aerazione basata sul fabbisogno	Pag. 19, 23, 24
CO ₂ / Contenuto di CO ₂	Pag. 6, 15, 19, 20, 22, 25, 26
Concentrazione di CO ₂	Pag. 6, 15, 18, 21, 27
DIN 1946 (UNI EN 15251)	Pag. 6, 20
DIN 18041 (UNI EN 12354)	Pag. 23
Fabbisogno energetico	Pag. 6
Polveri sottili	Pag. 9
Inquinamento da polveri sottili	Pag. 11, 24
Danni derivanti dall'umidità	Pag. 15, 17, 18, 27
Aerazione libera	Pag. 23
Aria fresca	Pag. 20, 21
Rifornimento di aria fresca	Pag. 19, 24
Salute	Pag. 4, 9, 16, 17, 24, 25
Concentrazione limite	Pag. 9
Qualità dell'aria interna	Pag. 18
Finestre con vetro isolante	Pag. 14, 29
Giardini d'infanzia	Pag. 4, 16, 18, 23, 25, 26
Aule e locali comuni	Pag. 4
Biossido di carbonio	Pag. 6, 8
Ricambio d'aria	Pag. 20, 26, 27
Umidità dell'aria	Pag. 5, 12, 16, 24, 25
Tasso di ricambio dell'aria	Pag. 17, 20, 21, 26
Corrente d'aria	Pag. 5
Microrganismi	Pag. 11, 12
Sostanze organiche	Pag. 8
Ozono	Pag. 8
Particelle	Pag. 9, 11
Criterio Pettenkofer	Pag. 21
PM10	Pag. 9
Microclima	Pag. 4, 18, 24, 26
Qualità dell'aria	Pag. 4, 11, 14, 15, 16, 19, 21, 24, 25
Temperatura ambiente	Pag. 5, 24
Volume della stanza	Pag. 21, 24
Ristrutturazione/risanamento	Pag. 17, 28, 29
Misure di risanamento	Pag. 17
Ossigeno	Pag. 4, 5
Concentrazione sostanze inquinanti	Pag. 18
Livello sonoro	Pag. 23
Misure per insonorizzazione	Pag. 22
Isolamento termico e acustico	Pag. 11
Concentrazione muffe	Pag. 18
Muffa	Pag. 12, 14, 16, 19, 20
Scuola	Pag. 4, 6, 8, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26
Polvere sospesa	Pag. 9, 11
Sintomi da sick building	Pag. 18, 19
Materiali contenenti polvere	Pag. 11
Comfort termico	Pag. 4, 5
Sostanze tossiche	Pag. 8
Benessere	Pag. 4, 5, 8, 9, 14, 16, 18, 24, 27
Spiffero	Pag. 20, 22



SIEGENIA-AUBI SRL
Via Varese, 36 · 20020 Lainate
Tel. +39 02 9353601
Fax +39 02 93799043
info-i@siegenia-aubi.com

SIEGENIA-AUBI KG
Beschlag- und Lüftungstechnik
Industriestraße 1-3 · D-57234 Wilsdorf
Tel. +49 271 3931-0
Fax +49 271 3931-333

Zum Grafenwald · D-54411 Hermeskeil
Tel. +49 6503 917-0
Fax +49 6503 917-100

Duisburger Straße 8 · D-57234 Wilsdorf
Tel. +49 271 3931-0
Fax +49 271 3931-172

SIEGENIA-AUBI Sicherheits-Service GmbH
Heiligkreuzstraße 2-6
D-66709 Weiskirchen
Tel. +49 6876 99 002-0
Fax +49 6876 99 002-221

KFV Karl Fießer GmbH & Co. KG
Siemensstraße 10
D-42551 Velbert
Tel. +49 20 51 278-0
Fax vendite Germania
+49 20 51 278-167
Fax vendite estero
+49 20 51 278-33

Benelux:
SIEGENIA-AUBI KG
B-Sint-Denijs-Westrem

Cina:
SIEGENIA-AUBI Ltd.
Beijing

Francia:
SIEGENIA-AUBI SAS
Sausheim

Gran Bretagna:
SIEGENIA-AUBI Ltd.
Coventry

Kazakistan:
SIEGENIA-AUBI KG
Almaty

Austria:
SIEGENIA-AUBI GES. M.B.H.
Eugendorf

Polonia:
SIEGENIA-AUBI Sp. z o.o.
Kluczbork

Russia:
SIEGENIA-AUBI KG
Moskau

Svizzera:
SIEGENIA-AUBI AG
Uetendorf/BE

Corea del Sud:
SIEGENIA-AUBI Co., Ltd.
Seoul

Ungheria:
SIEGENIA-AUBI KFT
Kecskemét

www.siegenia-aubi.com
post@siegenia-aubi.com

www.kfv.de
info@kfv.de

Il comfort richiede competenza.

Fidatevi degli esperti.

Pianificazione corretta e montaggio sicuro dovrebbero avvenire tramite personale specializzato. Parlate con il vostro architetto, progettista o artigiano delle vostre esigenze e delle possibilità di soluzione con SIEGENIA-AUBI. Per poter godere a lungo del comfort acquisito.

Partner di fiducia