



# “A SCUOLA TIRA UN'ARIA NUOVA”

STRATEGIA **necessARIA** E **TECNOLOGIA VMC**, PER  
COSTRUIRE IL FUTURO IN AMBIENTI DI QUALITÀ



Progetto finanziato dal Ministero della salute nell'ambito del  
Piano Nazionale Complementare “Salute, Ambiente, Biodiversità, Clima”  
Codice progetto PREV-A-2022-12377013

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

PROVINCIA AUTONOMA DE BULSAN - SÜDTIROL

**REGIONE  
MARCHE**  **ASSESSORATO  
INFRASTRUTTURE**

 **REGIONE  
ABRUZZO**



**UNIVERSITÀ  
CATTOLICA  
del Sacro Cuore**



**UNIVERSITÀ  
POLITECNICA  
DELLE MARCHE**



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI BARI  
ALDO MORO**





**La ventilazione di qualità negli edifici CasaClima**

**MARIADONATA BANCHER**

**Agenzia per l'Energia CasaClima**





Progetto finanziato dal Ministero della salute nell'ambito del Piano Nazionale Complementare «Salute, Ambiente, Biodiversità, Clima»  
Codice progetto PREV-A-2022-12377013



# La ventilazione di qualità negli edifici CasaClima

Mariadonata Bancher  
R&S – Agenzia per l'Energia Alto Adige-CasaClima

Convegno “A SCUOLA TIRA UN’ARIA NUOVA” Bolzano, 31 gennaio 2025

# Qualità dell'aria interna

- Perché ci occupiamo di qualità dell'aria interna?
- Il ruolo della corretta ventilazione negli edifici a basso consumo
- Strumenti per promuovere una ventilazione meccanica di qualità
- Focus edifici scolastici: il protocollo CasaClima School come strumento per una corretta progettazione, realizzazione e monitoraggio della IAQ



# IAQ ed efficienza energetica

**Edifici a elevata efficienza: spesso accusati di essere la causa di una cattiva IAQ**

**Maggior  
ermeticità  
dell'involucro**



Eliminazione delle  
perdite d'aria non  
controllate



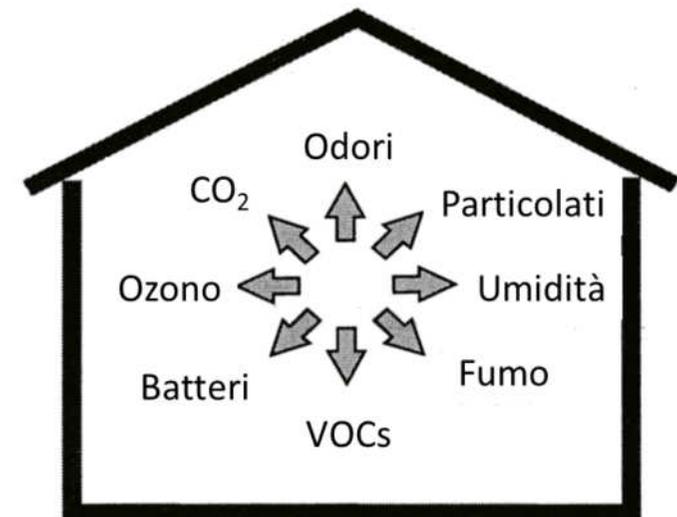
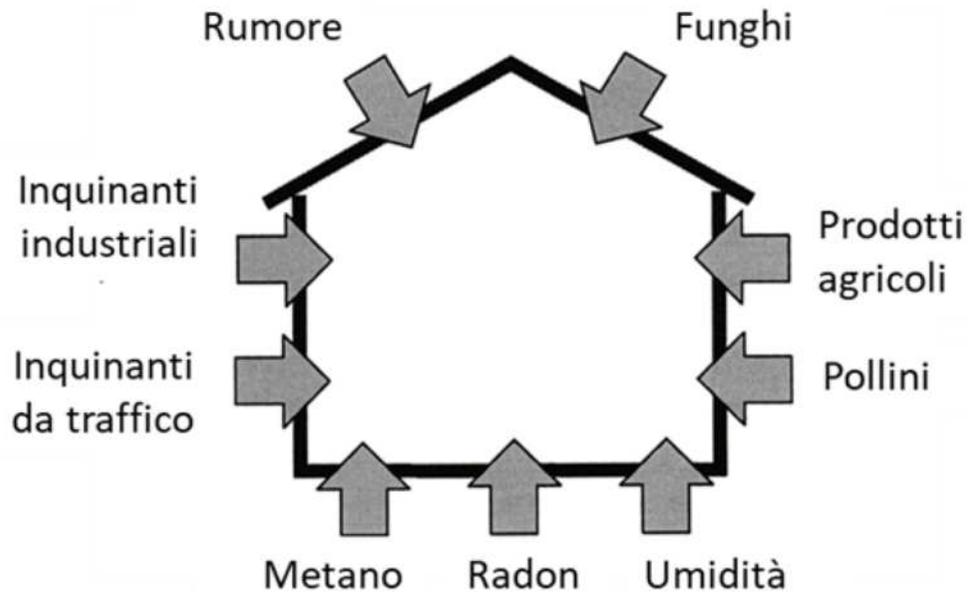
Riduzione delle perdite energetiche  
+  
Riduzione del rischio condense

**Mito da sfatare:**

~~Le sole infiltrazioni possono garantire un  
ricambio d'aria sufficiente per una buona  
qualità dell'aria all'interno degli ambienti~~

# La problematica IAQ

**Concentrazione di inquinanti negli ambienti interni che possono avere ripercussioni sul benessere e la salute degli occupanti**



# Le strategie per una buona IAQ



## Strategie per la riduzione delle concentrazioni di inquinanti negli ambienti indoor

### Controllo delle fonti

Eliminare le sorgenti e/o ridurre alla fonte le sostanze inquinanti in ambiente interno

- scegliere materiali/prodotti a basse emissioni di sostanze inquinanti
- prevenire la formazione di muffe
- ridurre il rischio radon
- provvedere ad una regolare manutenzione degli impianti
- .....



### Azioni di mitigazione

Rimuovere o diluire le sostanze inquinanti presenti nell'ambiente interno

**favorire un ricambio d'aria  
efficace e continuativo  
all'interno dei locali**

**Aerazione o ventilazione  
naturale o ventilazione  
meccanica o ibrida**

# VMC di qualità



Importanza di **strumenti di supporto e verifica per garantire la qualità della ventilazione meccanica e ottimizzarne le prestazioni** in modo da facilitarne l'accettazione da parte degli utenti e garantire loro comfort e salubrità.



Ancora oggi si riscontrano **criticità che inficiano la fiducia degli utilizzatori** e quindi l'utilizzo di questi sistemi, in particolare con riferimento a regolazione e gestione delle portate, distribuzione dell'aria negli ambienti, rumore generato dall'impianto, protezione da sporco e polvere delle macchine e dei canali in fase di installazione, assistenza e informazione agli utenti dopo la messa in esercizio, sostituzione dei filtri e pulizia dei canali, etc.

# Prodotto Qualità CasaClima



**Obiettivo:** informare il committente e il progettista sui prodotti «Unità di ventilazione» di qualità presenti sul mercato.

Tab. 1 Prestazioni per unità centralizzate | Anforderungen zentrale Wohnraumlüftungen

Criterio di Qualità Qualitätskriterium	Simbolo Symbol	Livello di prestazione   Eigenschaftsskala				
		4	3	2	1	
Recupero di energia termica <sup>(1a)</sup> Temperaturverhältnis		$\eta_{e,su}$	≥ 75%	≥ 80%	≥ 85%	≥ 90%
Recupero di energia igrometrica <sup>(2)</sup> Feuchteverhältnis		$\eta_{x,su}$	≥ 45%	≥ 50%	≥ 55%	≥ 60%
Potenza assorbita specifica <sup>(3)</sup> Elektr. spezifische Leistungsaufnahme		SPI	≤ 0,35 W/m³/h	≤ 0,30 W/m³/h	≤ 0,25 W/m³/h	≤ 0,20 W/m³/h
Livello di potenza sonora <sup>(4)</sup> Schalleistungspegel		L <sub>wa</sub>	≤ 50 dB(A)	≤ 45 dB(A)	≤ 40 dB(A)	≤ 35d B(A)
Perdite d'aria <sup>(5)</sup> äußere/innere Undichtheit		int. innen	≤ 5%	≤ 3,5%	≤ 2%	≤ 1%
		est. außen	≤ 5%	≤ 3,5%	≤ 2%	≤ 1%
Filtrazione – classe dei filtri <sup>(6)</sup> Filterqualität – Filterklasse (ISO 16890)  (Filtri secondo EN779   Filter nach EN779)		Immissione Zuluft SUP	minimo ePM <sub>10</sub> 50%	ePM <sub>1</sub> 50-65% ePM <sub>2,5</sub> 65-75% ePM <sub>10</sub> 80-90%	ePM <sub>1</sub> 65-90% ePM <sub>2,5</sub> 75-95% ePM <sub>10</sub> ≥90%	ePM <sub>1</sub> ≥80% ePM <sub>2,5</sub> ≥85% + ePM <sub>10</sub> ≥50% Coarse ≥90% (~F9)
		Estrazione Abluft ODA	senza filtro	Coarse 45- 55% (G3)	Coarse 60- 95% (G4)	Coarse 60-95% (G4) ePM <sub>10</sub> 50-60%

## Caratteristiche delle unità di ventilazione valutate nel label:

- Recupero energia termica e igrometrica
- Assorbimento elettrico
- Filtrazione
- Livello di prestazione sonora
- Perdite d'aria

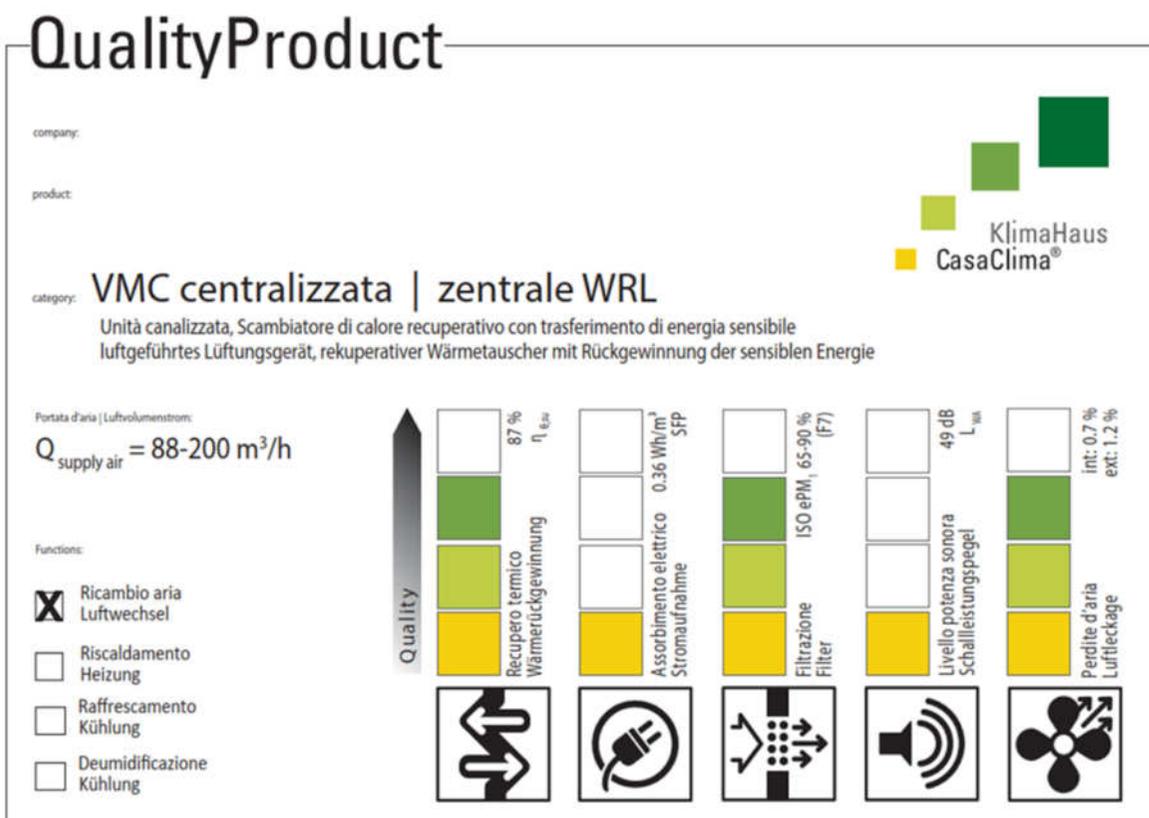
Rapporti di prova secondo EN 13141-7 per unità canalizzate

Rapporti di prova secondo EN 13141-8 per unità non canalizzate

# Prodotto Qualità CasaClima



Il label **Quality Product** è accompagnato da **una scheda prodotto** che elenca ulteriori caratteristiche rilevanti della macchina ad esempio: la modalità di regolazione, il controllo, la gestione e il bilanciamento della portata; la tipologia di regolazione e il controllo del bypass, la strategia adottata per la protezione dal ghiaccio e il tipo di indicazione per il cambio dei filtri.



# IAQ e ventilazione negli edifici scolastici



**Problematica IAQ nelle scuole:** è stata affrontata nel progetto Interreg Italia-Svizzera «**QAES: Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici**». I risultati di progetto sono stati integrati nel **protocollo CasaClima School**.



Tecol sviluppato nell'ambito del Progetto "Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici - QAES (ID n. 613474) \* Programma di Cooperazione Interreg V A "Italia - Svizzera 2014-2020"

# Requisiti IAQ nel protocollo School



- **Requisiti di qualità dell'impianto di ventilazione meccanica ai fini del comfort e della salubrità**
- **Requisiti per materiali e prodotti per interni a basse emissioni di sostanze inquinanti**
- **Requisiti per la prevenzione del rischio radon**
- **Obbligo di un piano di monitoraggio e controllo della qualità dell'aria interna con indicazioni per il monitoraggio in continuum**
- **Requisiti sulla formazione del personale scolastico per quanto riguarda le buone pratiche per garantire una corretta qualità dell'aria negli ambienti scolastici**  
(gestione dei sistemi di monitoraggio IAQ e interpretazione dei dati, uso di detergenti e altre sostanze inquinanti, interazione con i sistemi di ventilazione meccanica controllata, etc.)



# Requisiti IAQ nel protocollo School



## Requisiti di qualità per la ventilazione meccanica controllata

- Requisiti ai fini dell'efficienza energetica (efficienza minima del recuperatore di calore, assorbimento elettrico, inverter etc.)
- Dimensionamento degli impianti (portate d'aria da garantire nelle aule)
- Collocazione dei terminali di immissione ed estrazione in ambiente
- Temperature e velocità di mandata
- Controllo dell'umidità
- Collocazione dell'aspirazione/espulsione esterna
- Regolazione dell'impianto
- Livello di rumore
- Qualità della filtrazione
- Controllo e gestione efficiente della pulizia (filtri, canali)



# Tool di progettazione e gestione IAQ



## Tool per la progettazione della qualità dell'aria nelle scuole

### Versione 2.0

#### 0. Informazioni

0.1 Legenda, versioni e informazioni tool QAES

0.2 Riferimenti CO<sub>2</sub>

#### 1. Calcolo emissione HCHO

1.1 Setup materiali e normative

1.2 Calcolo tasso di emissione HCHO

#### 2. Design ventilazione

2.1 Calcolo portata di ventilaz. di progetto

2.2 Design finestre

#### 3. Verifica concentrazione CO<sub>2</sub> e HCHO

3.1 Input verifica ventilazione

3.2 Verifica CO<sub>2</sub> - Regolaz. ventilazione meccanica

3.3 Verifica CO<sub>2</sub> - Regolaz. ventilazione naturale

3.4 Verifica HCHO - Regolaz. ventilazione meccanica

3.5 Verifica HCHO - Regolaz. ventilazione naturale

#### 4. Check e output

4.1 Check errori

Scaricabile gratuitamente a questo link:  
<https://www.agenziacasaclima.it/it/software-casaclima-2239.html>



Tool sviluppato nell'ambito del Progetto "Qualità dell'Aria negli Edifici Scolstici - QAES (ID n. 613474) "  
Programma di Cooperazione Interreg V A "Italia - Svizzera 2014-2020"



# Tool di progettazione e gestione IAQ



**Obiettivo:** la corretta progettazione e gestione dell'IAQ negli edifici scolastici

Il tool permette di calcolare **le portate di ventilazione di progetto in funzione dei carichi inquinanti (CO<sub>2</sub> e formaldeide) che insistono negli ambienti occupati** e conseguentemente di **dimensionare i serramenti e/o l'impianto di ventilazione meccanica in modo che non si superino determinati livelli di concentrazione all'interno delle aule scolastiche.**

Ai fini della definizione delle portate di ventilazione il tool calcola:

- **il carico di formaldeide (HCHO)** associato alle emissioni nell'ambiente interno di questa sostanza da parte dei prodotti di finitura interna, in funzione delle caratteristiche emissive del materiale
- **il carico di CO<sub>2</sub>** all'interno dell'ambiente in funzione del numero e dell'età media degli studenti, del livello di attività metabolica, delle condizioni termoigrometriche e della concentrazione di CO<sub>2</sub> esterna

# Tool di progettazione e gestione IAQ



**Portata di ventilazione di progetto:** viene calcolata in funzione dei carichi inquinanti interni di CO<sub>2</sub> e di HCHO e delle relative concentrazioni limite prefissate.

## Input condizioni interne

Temperatura di progetto [T]	23	°C
Umidità relativa di progetto [UR]	45	%

## Input CO<sub>2</sub>

Età media studenti	11	anni
Numero studenti	25	
Livello di attività metabolica [met]	1,2	
Concentrazione di CO <sub>2</sub> esterna (media) [C <sub>h,o</sub> ]	400	ppm
Concentrazione di CO <sub>2</sub> interna limite [C <sub>h,i</sub> ]	1200	ppm

## Input HCHO

Concentrazione di HCHO esterna (media) [C <sub>h,o</sub> ]	2	µg/m <sup>3</sup>
Concentrazione di HCHO interna limite [C <sub>h,i</sub> ]	100	µg/m <sup>3</sup>
Concentrazione di HCHO esterna (media) [C <sub>h,o</sub> ]	0,00	ppm
Concentrazione di HCHO interna limite [C <sub>h,i</sub> ]	0,08	ppm
Massa molare HCHO [M <sub>m</sub> ]	30,03	g/mol
Densità dell'aria [P <sub>aria</sub> ]	1,20	kg/m <sup>3</sup>

## Calcolo ventilazione CO<sub>2</sub>

		CO <sub>2</sub>
Concentrazione interna limite [C <sub>h,i</sub> ]	vol/vol	1,20E-03
Concentrazione aria di mandata [C <sub>h,o</sub> ]	vol/vol	4,00E-04
Efficienza di ventilazione [ε <sub>v</sub> ]	-	1,0
Tasso di emissione [G <sub>h</sub> ]	L/s	0,11
Portata di ventilazione richiesta [Q]	L/s	138,92
Portata di ventilazione richiesta [Q]	m <sup>3</sup> /h	500

## Calcolo ventilazione HCHO

		HCHO
Concentrazione interna limite [C <sub>h,i</sub> ]	vol/vol	8,14E-08
Concentrazione aria di mandata [C <sub>h,o</sub> ]	vol/vol	1,63E-09
Efficienza di ventilazione [ε <sub>v</sub> ]	-	1,0
Tasso di emissione totale [G <sub>h</sub> ]	µg/h	6772,05
Tasso di emissione totale [G <sub>h</sub> ]	kg/s	1,88E-09
Portata di ventilazione richiesta [Q]	kg/s	2,36E-02
Portata di ventilazione richiesta [Q]	m <sup>3</sup> /h	70

Portata di ventilazione di progetto [Q <sub>max</sub> ]	m <sup>3</sup> /h	500
---	-------------------	-----

Il calcolo è conforme al **Method 2** using criteria for individual substances della UNI EN 16798-1

# Tool di progettazione e gestione IAQ

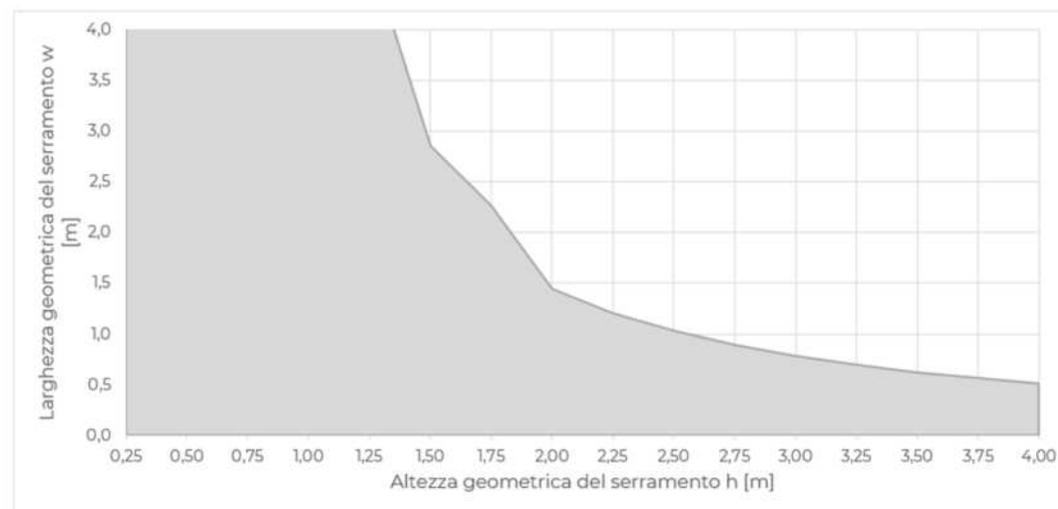
**Design finestre:** sulla base della portata di progetto calcolata in precedenza e in funzione dei parametri di input settati dall'utente vengono dimensionati i serramenti.

## Input condizioni esterne

Portata di progetto	500	m <sup>3</sup> /h	
Altezza ambiente [H]	3	m	
Profondità ambiente [D]	4	m	<b>D &lt; 2H</b>
Strategia di ventilazione	Ventilazione unilaterale: solo differenza		
Tipo di apertura	A battente		
Angolo di apertura [α]	20	°	
Coefficiente di scarico [C <sub>d</sub> ]	0,6		
Temperatura esterna [T <sub>e</sub> ]	20	°C	
Temperatura interna [T <sub>i</sub> ]	23	°C	
Differenza tra temperatura interna ed esterna [ΔT]	3	°C	
Velocità del vento [v <sub>ref</sub> ]	2	m/s	
Presenza di zanzariera	No		
Distanza in verticale tra due aperture [d <sub>v</sub> ]	1	m	
Coefficiente di pressione del vento - finestra 1 [C <sub>p1</sub> ]	0,4		
Coefficiente di pressione del vento - finestra 2 [C <sub>p2</sub> ]	-0,2		

## Output

Mostra dati



## Definizione dimensioni geometriche

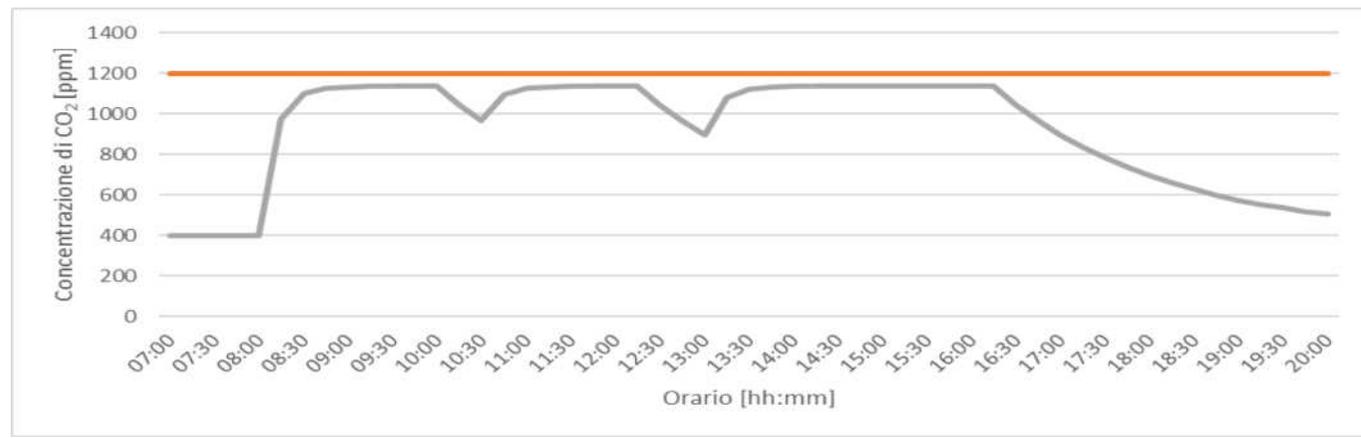
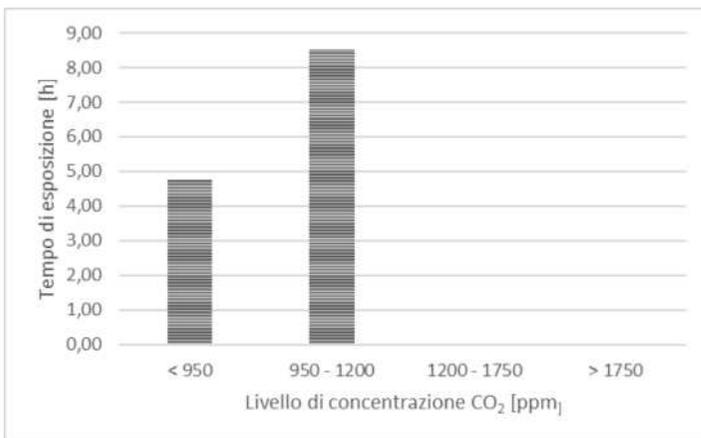
Altezza geometrica [h]	2	m
Larghezza geometrica [w]	1,44	m

# Tool di progettazione e gestione IAQ

## Verifica concentrazione CO<sub>2</sub> – Regolazione ventilazione meccanica

Orario	T interna [°C]	Numero studenti	Portata di ventilazione [m³/h]	Portata di ventilazione e infiltrazione [m³/s]	Concentrazione interna limite di CO <sub>2</sub> [ppm]	Concentrazione interna di CO <sub>2</sub> [ppm]
07:00	23	0	70	0,03	1200	400
07:15	23	0	70	0,03	1200	400
07:30	23	0	70	0,03	1200	400
07:45	23	0	70	0,03	1200	400
08:00	23	25	500	0,15	1200	400
08:15	23	25	500	0,15	1200	972
08:30	23	25	500	0,15	1200	1098
08:45	23	25	500	0,15	1200	1126
09:00	23	25	500	0,15	1200	1132
09:15	23	25	500	0,15	1200	1134
09:30	23	25	500	0,15	1200	1134
09:45	23	25	500	0,15	1200	1134
10:00	23	0	70	0,03	1200	1134
10:15	23	0	70	0,03	1200	933
10:30	23	25	500	0,15	1200	787

Goal: elevata IAQ e basso consumo energetico



# Prossima formazione sul tema IAQ



## **IAQ - Progettare e verificare la Qualità dell'Aria Interna**

**27.03.2025 - 04.04.2025**

**4 ore online + 8 ore in presenza a Bolzano**

Il corso prevede due workshop: uno dedicato all'utilizzo del software per la progettazione della qualità dell'aria nelle scuole e l'altro all'analisi e alla verifica del corretto utilizzo degli strumenti di misurazione con visita ai laboratori di testing di EURAC

## **RADON - Dalla Legislazione al progetto di risanamento**

**17.03.2025 - 27.03.2025**

**4 ore online + 8 ore in presenza a Bolzano**

Il corso è strutturato in una prima parte teorica (online) che dettaglia il tema, la legislazione e una seconda parte del corso (in presenza) nella quale sono approfonditi gli approcci per edifici nuovi e risanamenti, casi studio e esempi di progettazione e visita in un edificio risanato.

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ulteriori informazioni

[www.agenziacasaclima.it](http://www.agenziacasaclima.it)

[mariadonata.bancher@agenziacasaclima.it](mailto:mariadonata.bancher@agenziacasaclima.it)



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

