Università di Brescia
Progetto H & W

Air Quality Management in Smart Campus
AQMaSC

Partecipanti

Prof. Paolo Ferrari, DII
Prof. Lucio Zavanella, DIMI
Prof. Pietro Apostoli, DMSC

Qualità dell’aria negli edifici dei campus

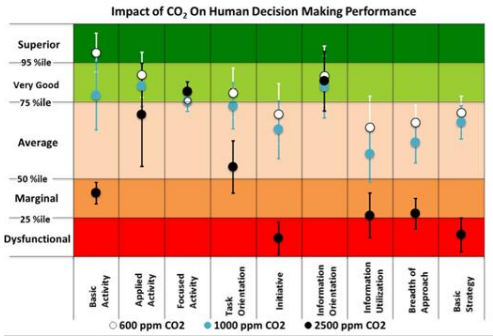
- Un Edificio Cognitivo è in grado di ottimizzare il proprio consumo energetico, ma allo stesso tempo, di garantire il benessere dei propri abitanti.

- La qualità dell'aria interna influenza la salute, il comfort, la produttività del lavoro degli occupanti dell'edificio e, ultimo ma non meno importante, ha un forte impatto sul consumo energetico complessivo dell'edificio.

- Il riscaldamento, la ventilazione e il condizionamento dell'aria (HVAC) è uno degli impianti che consumano più energia dell'edificio.

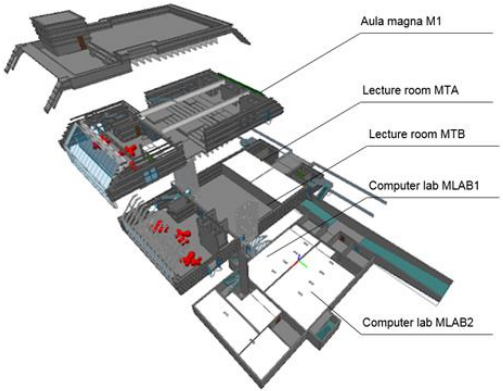
- Molte ricerche nelle scuole indicano che il problema dell'IAQ (Indoor Air Quality) inappropriato esiste ancora ed è diffuso in tutto il mondo nei paesi in via di sviluppo e sviluppati.

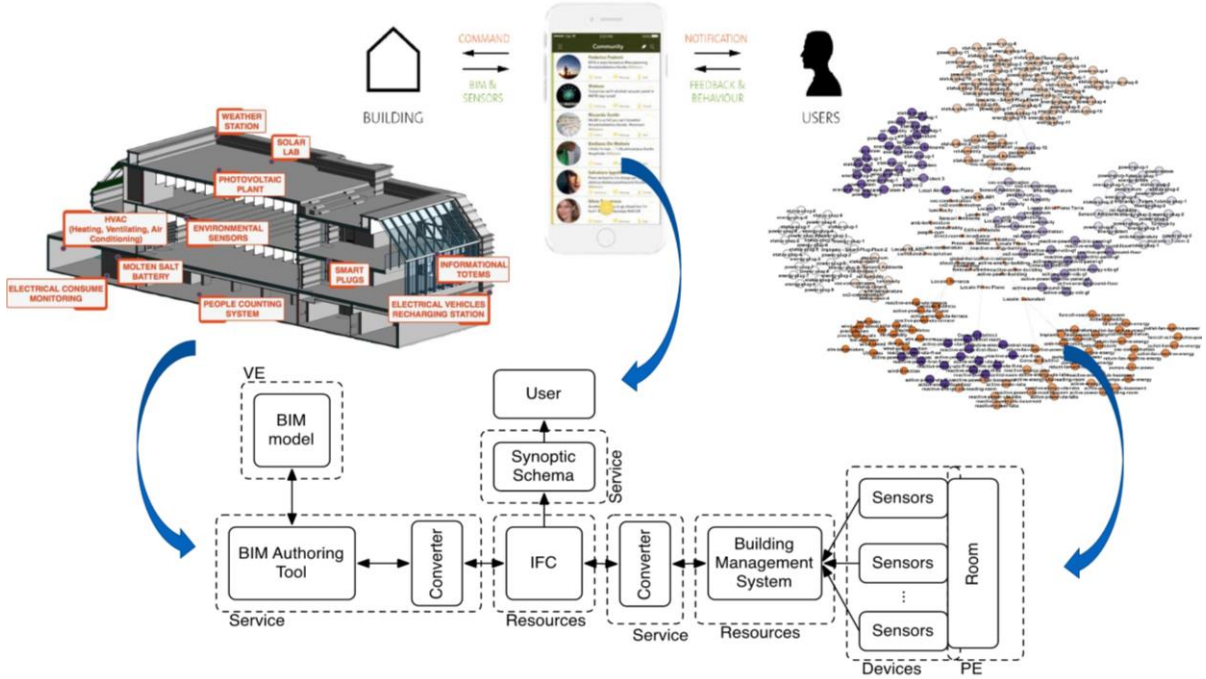
- In tutti i lavori di ricerca, gli autori sostengono che uno dei problemi è la ventilazione naturale inefficiente.



Edifici cognitivi

- **eLUX Lab** https://elux.unibs.it/

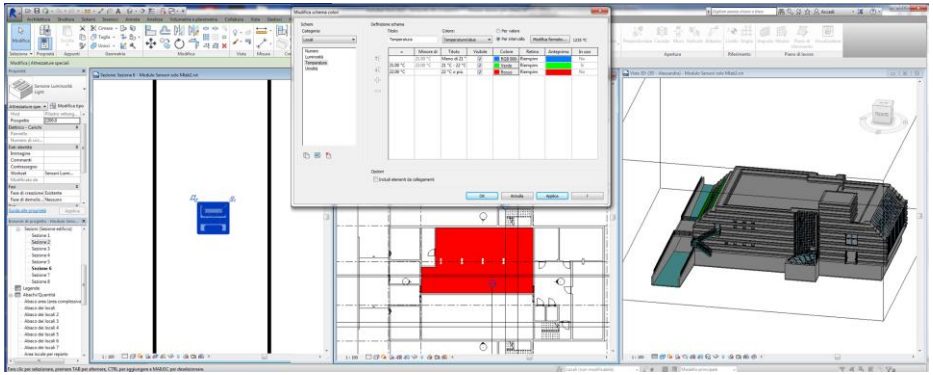




Spazi considerati

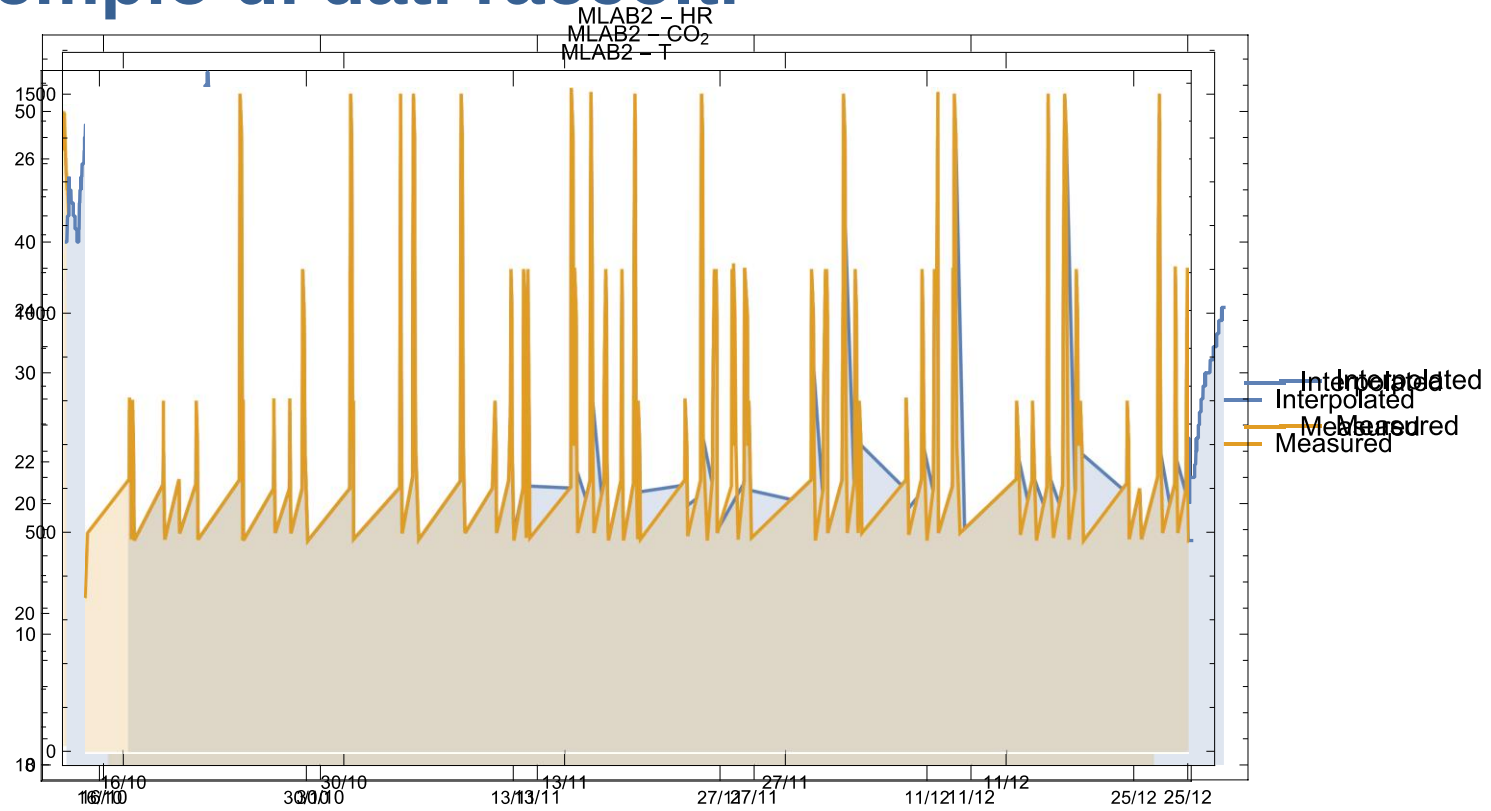
CO_2 conc. [ppm]	IAQ description
350-400	Aria fresca, condizioni perfette
<600	Condizioni accettabili di qualità dell'aria interna nelle camere
<1000	Il limite superiore dell'aria fresca
<1500	Aria percepita come soffocante e non fresca
<2000	Le persone con malattie respiratorie possono ricevere tosse, le persone indebolite possono svenire
<10000	La cattiva qualità dell'aria causa un aumento della frequenza respiratoria, problemi con la respirazione, mal di testa, nausea

Come misurare i parametri IAQ



Parametri		Valori standard	Valori raccomandati	Risultati	Standard
Aria	Indoor Air Temperature	20±2	20-25	+2-4% for each -1°C	ISO 7730
	Ventilation rate	3	8	+7% from 5 to 15	
	CO_2 emissions	-	< 1000	+1-2.5%	
	VOC emissions	-	<200	-	

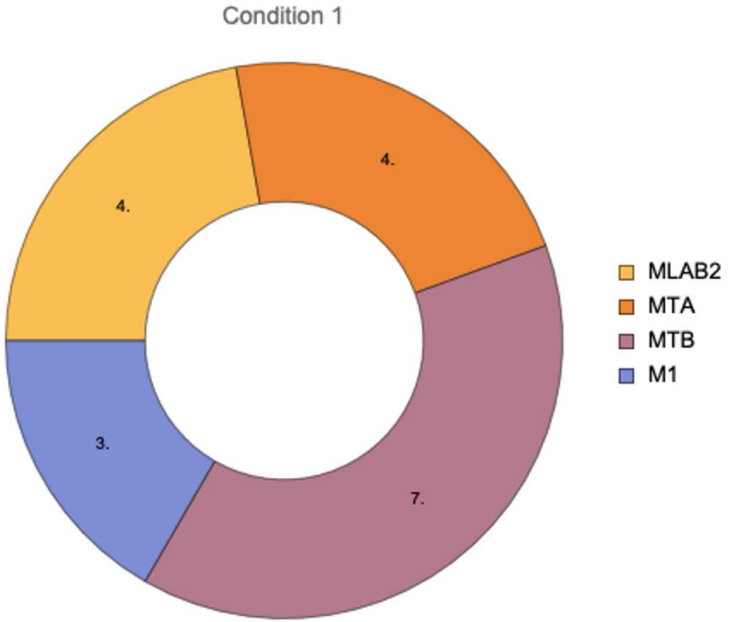
Esempio di dati raccolti



Indice globale di comfort

Parameter	Simbolo	L1	L2
Concentrazione di anidride carbonica	CO_2	600	1000
Temperatura interna dell'aria	T	20	22
Umidità relativa minima	RH_{min}	35	30
Umidità relativa massima	RH_{max}	40	45

- Tre limiti per tre parametri producono 27 condizioni di comfort (dalla migliore condizione - condizione 1 alla condizione critica - condizione 27).
- L'immagine mostra quante volte le 27 condizioni definite si verificano in ogni classe ogni giorno

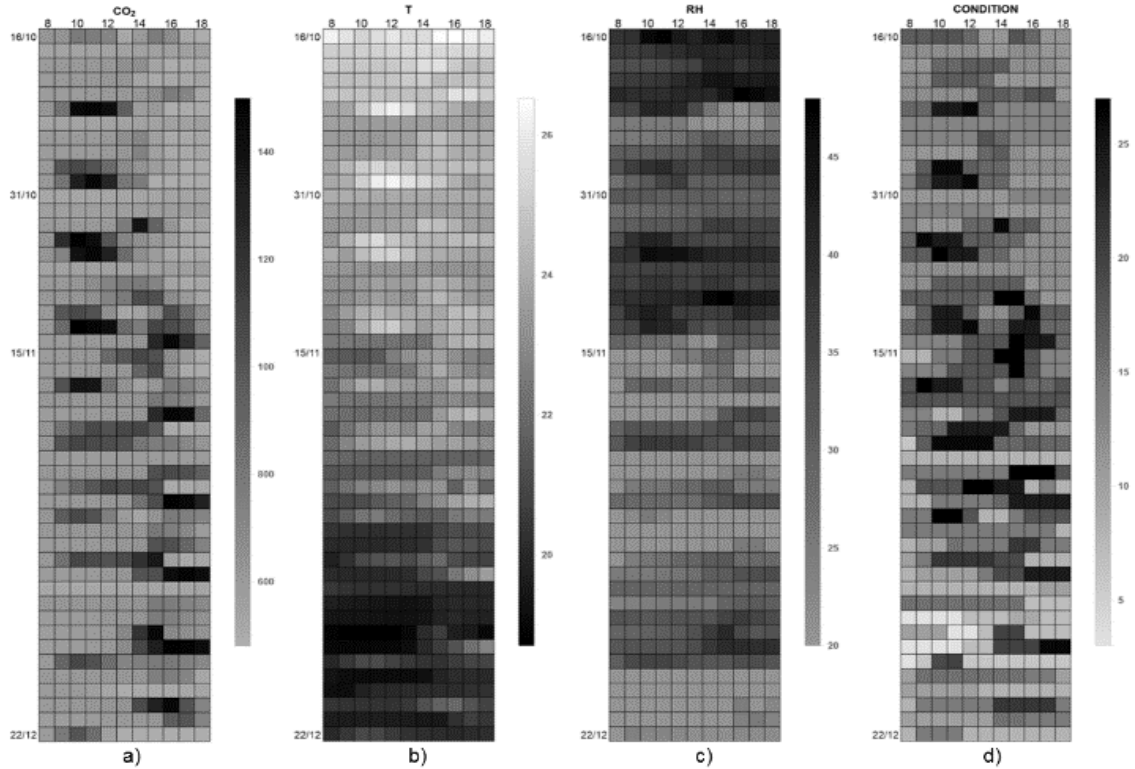


Indice di comfort sul lungo periodo

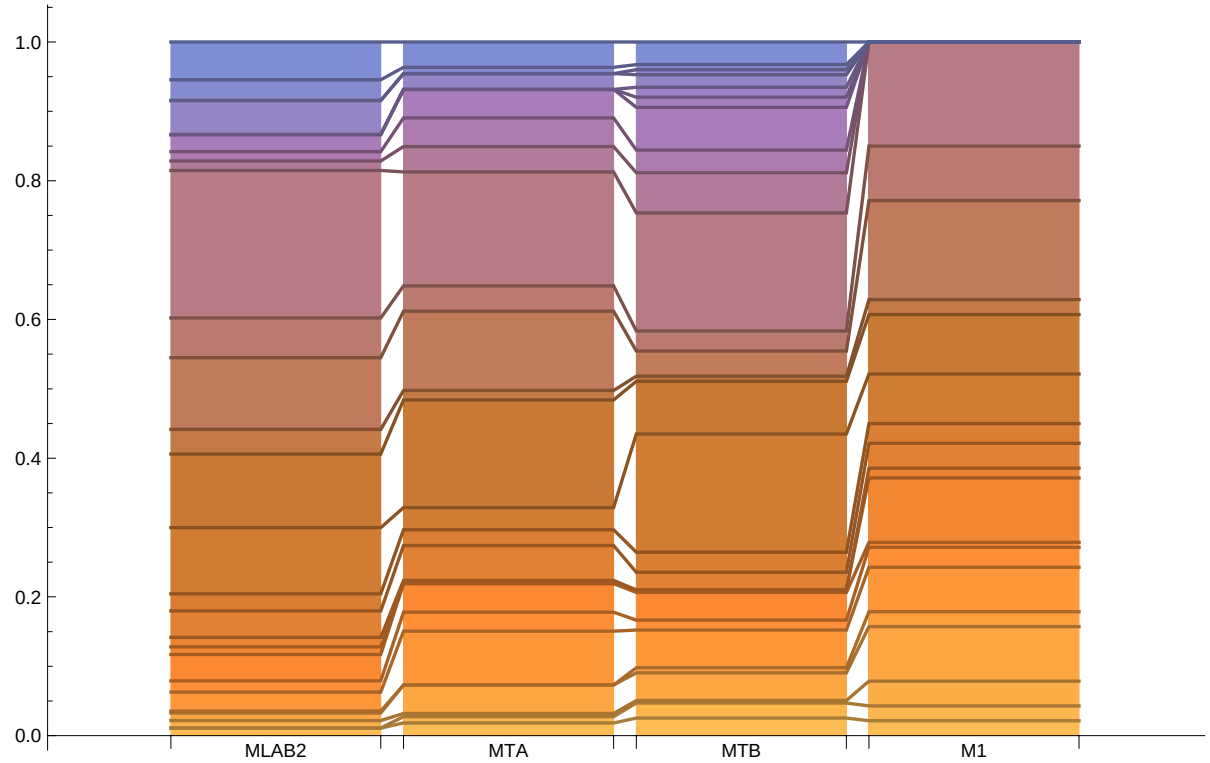
Mappatura dei dati per ore nel periodo di monitoraggio:

a) concentrazione di CO2 (CO2)
b) temperatura dell'aria interna (T),
c) umidità relativa (RH),
d) stati dei parametri combinati

Periodo di monitoraggio: 2 mesi, aula MLAB2



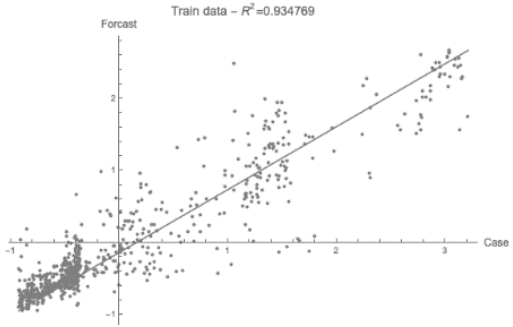
Comfort combinato su tutti gli spazi

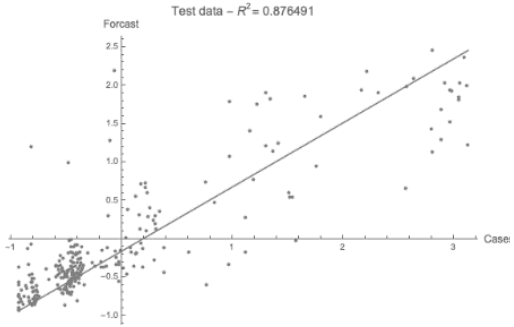


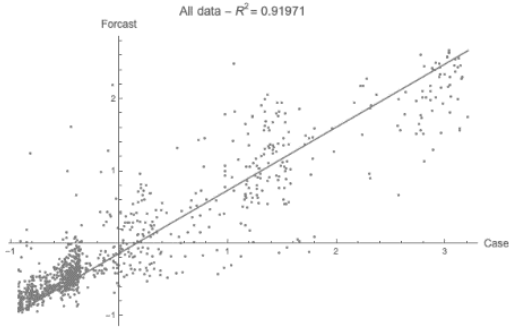
Condition 27
Condition 26
Condition 25
Condition 24
Condition 23
Condition 22
Condition 21
Condition 20
Condition 19
Condition 18
Condition 17
Condition 16
Condition 15
Condition 14
Condition 13
Condition 12
Condition 11
Condition 10
Condition 9
Condition 8
Condition 7
Condition 6
Condition 5
Condition 4
Condition 3
Condition 2
Condition 1

Esempio Recurrent Neural Network per la predizione della CO_2

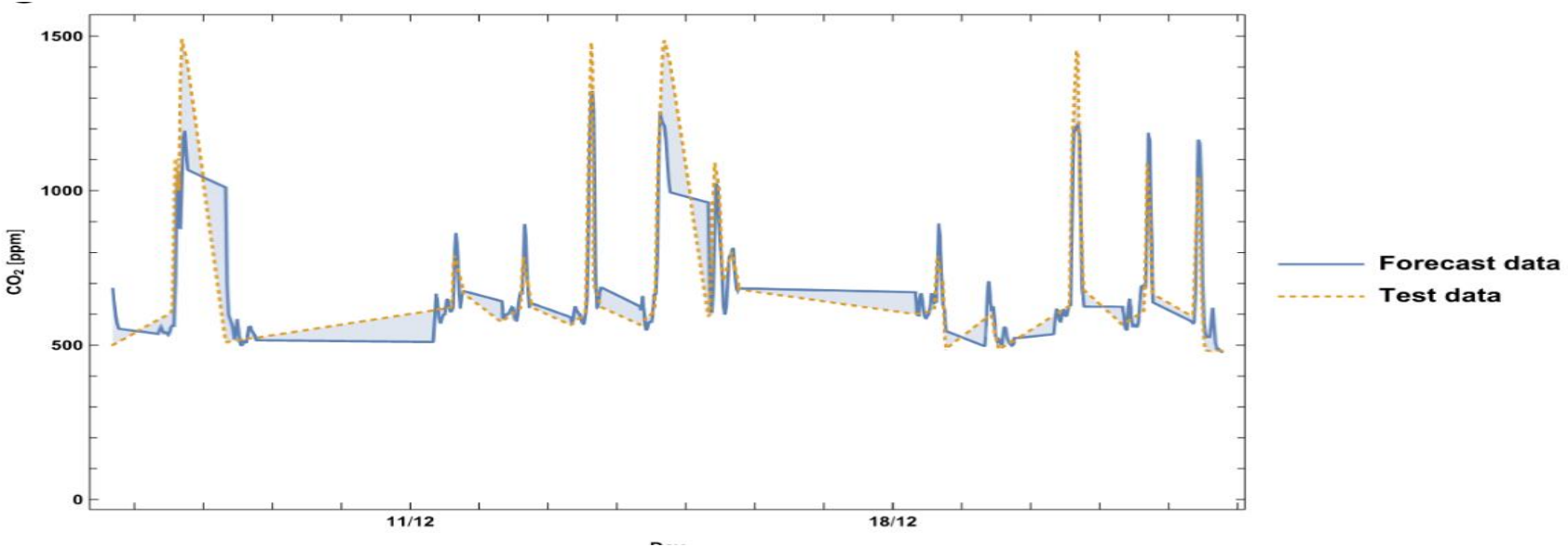
- L'uso di reti neurali complesse permette di stimare i parametri
- Lunga fase di addestramento utilizzando i dati reali







Risultati ottenuti in situazioni reali



Confronto tra la concentrazione di CO_2 prevista dalla rete neurale addestrata e i valori effettivi durante il periodo di test.

Conclusioni del progetto AQMaSC

- Gli utenti sono alle prese con le non perfette condizioni di comfort nelle strutture educative esistenti;

- Il comportamento adattivo può ridurre l'insoddisfazione comunemente segnalata che è correlata per il 35% alla temperatura dell'aria interna e il 63% alla concentrazione di CO2 superiore a 1000-1500 ppm (percezione dell'aria soffocante).

- E’ stata dimostrata la possibilità di calibrare la ventilazione in base agli indicatori di comfort predetti.
- In questo modo si possono migliorare i seguenti punti
  - La qualità dell’aria interna agli smart campus
  - Le prestazioni di apprendimento degli utenti
  - Il risparmio energetico degli edifici.

Conclusioni del progetto AQMaSC

- L'utilizzo di sistemi di recupero del calore accoppiati con HVAC forniscono una diminuzione delle perdite termiche del 70%

- I sistemi automatizzati possono preservare l'IAQ e le prestazioni di apprendimento e cognitive degli studenti.

- I sistemi obsoleti negli edifici esistenti sono stati affiancati da una nuova rete IoT connessa al laboratorio eLux integrando di fatto anche la gestione della qualità dell’aria insieme alla gestione dell'energia in tempo reale.