

sicurezza e comfort

Monitoraggio della CO₂ e qualità dell'aria ambiente



Origine ed effetti sulla salute umana.

L'anidride carbonica (o biossido di carbonio) è un gas incolore e inodore. Si trova in natura in atmosfera, con una concentrazione intorno ai 400 ppm (parti per milione). Si forma durante la combustione di sostanze contenenti carbonio in presenza di un sufficiente quantitativo di ossigeno. Nel nostro organismo si forma come prodotto di degradazione della respirazione cellulare.

In concentrazioni più alte, a partire da 1000 ppm, lo stato di salute generale può essere gravemente pregiudicato e presentare cefalea, stanchezza e disattenzione).

L'anidride carbonica si forma nelle cellule del corpo (in una quantità di 0,7 kg al giorno) e si diffonde nei circostanti capillari.

La CO₂ è prevalentemente disciolta fisicamente, solo una piccola parte viene trasformata all'interno dei globuli rossi dalla carboidrasi in acido carbonico che, in ambiente

acquoso, si riduce in ioni di idrogeno e di idrogeno carbonato.

Attraverso la membrana degli alveoli polmonari, l'anidride carbonica viene espirata.

Un'importante funzione fisiologica dell'anidride carbonica nell'organismo è che, attraverso i chemiorecettori dell'aorta e del midollo allungato che stimolano il centro respiratorio situato nel tronco encefalico, regola la respirazione. Alte concentrazioni di CO₂ nell'aria inspirata aumentano la frequenza respiratoria e il volume respiratorio. La CO₂ ha un effetto bronco - dilatante che causa un aumento dello spazio morto anatomico (lo spazio dell'apparato respiratorio che non partecipa allo scambio di gas nei polmoni). Tuttavia, l'effetto dilatante della CO₂ sulle arteriole periferiche e centrali non causa una diminuzione della pressione arteriosa, perché un maggiore rilascio di adrenalina produce una vasocostrizione compensativa.

Effetti delle differenti concentrazioni di CO₂

Concentrazione	Effetto
300 - 450 ppm	Qualità affidabile dell'aria ambiente
1000 ppm	Qualità ancora affidabile dell'aria ambiente
5000 ppm	Massima concentrazione sul posto di lavoro per più di 8 ore
6000 - 30.000 ppm	Livelli preoccupanti, solo per brevi periodi di tempo
3 - 8 %	Aumento della frequenza respiratoria, cefalea
> 10 %	Nausea, vomito, perdita di coscienza
> 20 %	Rapida perdita di coscienza, morte

Fig. 1 - Effetti delle differenti concentrazioni di CO₂

La CO₂ nell'aria ambiente.

La CO₂ è considerata un parametro chiave per l'inquinamento atmosferico causato dall'uomo, in quanto l'aumento della concentrazione di CO₂ in ambienti chiusi è correlato all'aumento dell'intensità dell'odore prodotto dai vapori umani. Il contenuto di CO₂ dell'aria interna è un'espressione diretta dell'intensità con cui viene utilizzato un ambiente. Per questo motivo è adatto anche come parametro di orientamento per altre aree di controllo, come il dimensionamento di impianti AC o per le istruzioni di ventilazione in ambienti ventilati naturalmente e densamente occupati, come ad es. classi scolastiche o sale riunioni.

La concentrazione di CO₂ negli ambienti chiusi occupati dipende principalmente dai seguenti fattori:

- **Numero di persone presenti nell'ambiente chiuso, volume dell'ambiente**
- **Attività svolta dagli utilizzatori dell'ambiente chiuso**
- **Intervallo di tempo che gli utilizzatori trascorrono nell'ambiente chiuso**
- **Processi di combustione che avvengono nell'ambiente chiuso**
- **Tasso di ricambio dell'aria e/o portata volumetrica di aria esterna**

Un rapido aumento della concentrazione di CO₂ nell'aria ambiente è la tipica conseguenza della presenza di molte persone in ambienti relativamente piccoli (ad es. sale riunioni, sale conferenze o aule scolastiche) con bassi tassi di ricambio dell'aria.

Concentrazioni critiche di CO₂ si verificano di solito in combinazione con altri inquinanti atmosferici, in particolare sostanze odorose derivanti – tra le altre cose – da sudore, cosmetici e microrganismi. In caso di costruzioni ermetiche e dei conseguenti tassi di ricambio dell'aria molto bassi, la concentrazione di CO₂ può aumentare anche in presenza di poche persone (ad es. in appartamenti o uffici).

In entrambi i casi, la CO₂ ha un impatto diretto su come le persone si sentono a proprio agio in un ambiente. Sulla base di modelli di calcolo, la European Collaborative Action (ECA) ha stabilito i seguenti tassi di insoddisfazione: già a partire da un valore di **1000 ppm si registra circa il 20 % di utilizzatori insoddisfatti, che aumentano al 36 % a partire da valori di 2000 ppm.**

Mentre le sale per conferenze o riunioni sono di solito utilizzate solo occasionalmente e per brevi periodi di tempo, gli ambienti scolastici sono particolarmente critici dal punto di vista della concentrazione di CO₂ nell'aria a causa della prolungata permanenza di alunni e insegnanti. Indagini sull'inquinamento dell'aria con anidride carbonica all'interno delle aule scolastiche svolte in diversi stati federali della Germania, in corso o completati, hanno concordemente evidenziato notevoli carenze per quanto riguarda la qualità dell'aria interna nelle scuole.

	Concentrazione di anidride carbonica (ppm)	Valutazione igienica	Raccomandazioni
Concentrazioni inferiori a 1000 ppm di anidride carbonica nell'aria ambiente: situazione sicura	< 1000	Igienicamente sicuro (valore target)	Nessuna ulteriore misura
Concentrazioni tra 1000 e 2000 ppm: preoccupante	1000 – 2000	Igienicamente preoccupante	Misure di ventilazione (aumentare la portata di aria esterna o il tasso di ricambio dell'aria) Controllare il funzionamento dell'impianto di ventilazione e migliorarlo
Concentrazioni oltre 2000 ppm: inaccettabile	> 2000	Igienicamente inaccettabile	Controllare la ventilazione del locale Eventualmente prendere misure di ampia portata

Sick Building Syndrome.



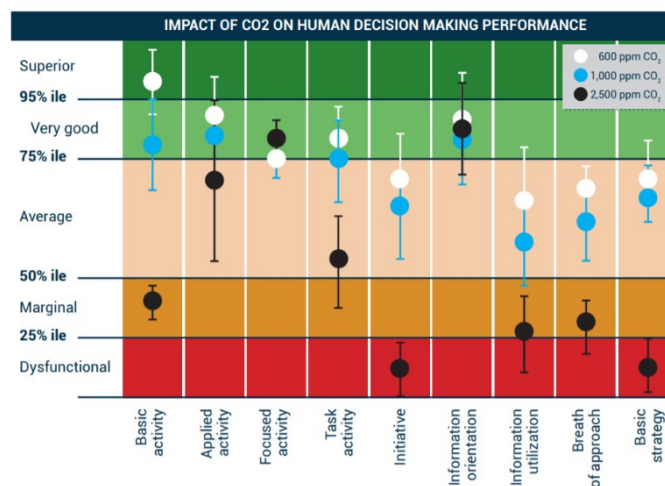
Il termine **"Sick Building Syndrome" (SBS)** non ha una traduzione specifica in italiano, ma spesso si parla di "sindrome dell'edificio malato". Anche in inglese può avere due significati, da un lato, il termine si riferisce agli edifici che causano la malattia degli occupanti durante il lavoro e, dall'altro, viene usato per descrivere gli edifici stessi come "malati".

Le cause della Sick Building Syndrome sono generalmente i vetusti sistemi di condizionamento o un'insufficiente pulizia dei filtri e canali dell'aria degli edifici. I sintomi possono essere numerosi, tra cui ad esempio, l'irritazione di occhi, naso e collo, la sensazione di secchezza delle mucose e della pelle, l'affaticamento "mentale" (nome originale: mental fatigue), frequenti infezioni delle vie respiratorie, tosse e raucedine ed infine insufficienza respiratoria.

Uno studio americano condotto in edifici con impianti di aria condizionata, ha messo in luce correlazioni statisticamente significative e positive di sintomi come ad esempio gola asciutta e irritazione delle mucose, con l'aumento delle concentrazioni di CO₂, già in presenza di livelli di concentrazione inferiore a 1000 ppm assoluti.

Studi più recenti hanno dimostrato che i costi per l'eliminazione dei problemi di carattere sanitario e dovute alla perdita di produttività, legati alle cattive condizioni climatiche dell'edificio, sono spesso superiori ai costi energetici degli edifici in questione.

È stato inoltre dimostrato che un miglioramento della qualità del comfort dell'edificio, può migliorare le prestazioni complessive durante il lavoro, l'apprendimento e ridurre significativamente le cause di assenteismo per malattia.



La qualità dell'aria ambiente nelle scuole.



L'intero territorio italiano vanta **circa 58.000 istituti scolastici**, di cui:

- Scuole dell'infanzia (ex asili): totale di 22.797 istituti
- Scuole primarie (ex elementari): totale di 17.369 istituti
- Scuole secondarie di primo grado (ex medie): totale di 8.797 istituti
- Scuole secondarie di secondo grado (ex superiori): totale di 8.868 istituti

In questi luoghi il monitoraggio del livello di concentrazione della CO₂ assume un'importanza fondamentale.

In un'aula, dopo un'ora di lezione la percentuale di CO₂ presente, sale a oltre 1500 ppm, per effetto della presenza di alunni e insegnanti, dopo 90 minuti la percentuale può arrivare a 2700 ppm. Tali effetti causano un aumento della stanchezza ed una minore attenzione, ostacolando in modo diretto sia l'apprendimento che l'insegnamento.

Altro aspetto, influenzato da tali effetti nocivi, sono le assenze degli alunni, uno studio statunitense ha calcolato che un aumento di 1000 ppm CO₂ provoca un aumento del tasso di assenza del 10 – 20 %, con una correlazione di riduzione media della presenza dello 0,2% ogni 100 ppm di CO₂.

La condizione strutturale delle nostre scuole, unita alla necessità di rispettare le varie normative in materia di risparmio energetico, acuisce ancor più il problema, infatti, mentre da una parte sono assenti sistemi di ventilazione e di immissione aria esterna, viene normalmente consigliato di non aprire le finestre per non disperdere il calore.

gran numero di persone sia noto da molto tempo, finora nelle scuole non sono state trovate soluzioni convincenti.

Purtroppo però, ormai acclarato da diversi studi in tutto il mondo, è accertato che valori di CO₂ da alti a molto alti (3000 ppm e oltre), hanno un impatto diretto sul rischio di infezione, ad esempio secondo alcuni studi, il rischio di infezione da influenza all'interno di una classe, è direttamente proporzionale all'aumento della concentrazione di CO₂.

Il caso di studio ha dimostrato che 30 persone che hanno trascorso quattro ore nella stessa aula, una delle quali con influenza acuta, con una concentrazione di CO₂ di 1000 ppm sono state contagiate cinque persone, con 2000 ppm ne sono state contagiate dodici e con 3000 ppm, addirittura 15.

Se occorre un piano strategico per ammodernare le strutture scolastiche, dotandole di sistemi di ventilazione ed immissione di aria esterna, la possibilità che il sistema Intellienergy Tech offre da subito, installando sonde CO₂ wireless, alimentate a batteria, permette di monitorare costantemente il livello di concentrazione della CO₂ permettendo di porre in atto rimedi in grado di limitare sia gli effetti della **Sick Building Syndrome**, sia soprattutto la **diffusione degli agenti virali**.

Sebbene il problema dell'anidride carbonica negli ambienti con un

Direttive sul contenuto di CO₂ nell'aria ambiente.

In Europa ed in Italia, non esiste un regolamento completo e giuridicamente vincolante sui requisiti di qualità dell'aria indoor, nonostante vi siano diversi studi e linee guida, ad esempio quelle Italiane di ISPRA.

Tuttavia, esistono una serie di valori che vengono chiamati valori di riferimento, valori di orientamento o valori target.

Secondo la norma DIN 1946 parte 2, un valore di CO₂ dello 0,15 %vol (= 1500 ppm) viene oggi considerato in in larga parte dei paesi Europei un valore di riferimento igienico-sanitario.

Alcuni paesi Europei confinanti hanno poi pubblicato direttive e raccomandazioni sulla ventilazione degli edifici, tra cui anche le

scuole, che comprendono anche orientamenti per limitare le concentrazioni di CO₂.

In Finlandia, ad esempio, la massima concentrazione ammessa di CO₂ indoor – in condizioni meteorologiche normali e quando l'ambiente viene utilizzato – è di 1200 ppm. Le direttive norvegesi e svedesi prevedono per le abitazioni, le scuole e gli uffici una concentrazione massima di CO₂ di 1000 ppm.

In Danimarca, la direttiva dell'Autorità per la salute e la sicurezza sul lavoro prevede che la concentrazione di anidride carbonica negli asili, nelle scuole e negli uffici non superi i 1000 ppm ed insufficiente il tasso di ricambio dell'aria, quando la concentrazione di CO₂ supera brevemente per più volte al giorno il valore di 2000 ppm.²¹

Dispositivi di misura della CO₂ e della qualità dell'aria

Per misurare e monitorare il livello di concentrazione della CO₂ e dei composti volatili, Intellienergy Tech® mette a disposizione i prodotti della divisione **Wirelessmonitoring**, completamente alimentati a batteria e con tecnologia di comunicazione wireless, in grado di essere installati semplicemente, in qualsiasi tipo di edificio, senza alcun cablaggio ed installazione intrusiva.

Gateway wireless IW-MON



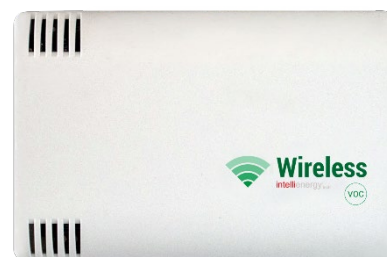
Gateway con canale radio Lora®, porta ethernet e Wi-Fi per connessione a infrastruttura esistente. Modem 4G per connessione a Cloud su rete pubblica. Fino a 256 dispositivi. I valori di misura vengono trasmessi tramite la rete WLAN al cloud, rendendo così possibile l'invio di allarmi e-mail o SMS quando vengono superate le soglie

Sonda CO2 batteria



Sensore wireless a batteria:
4 canali di misura:
- Temperatura indoor
- Umidità relativa
- Pressione
- Concentrazione CO₂
Intervallo di campionamento selezionabile da un minuto a 24 ore.
Tipo trasduttore: Dual wavelength NDIR technology
Range di Misura 0 - 2000 ppm (IE-WSLR00THCO2)
Range di Misura 0 - 5000 ppm (IE-WSLR00THCO2-5)
Accuratezza ± (50ppm + 2% vm)

Sonda VOC (Composti volatili organici)



Sensore wireless a batteria:
3 canali di misura:
- Temperatura indoor
- Umidità relativa
- Umidità relativa
VOC (Volatile Organic Compounds):
Tipo trasduttore: MOXSens® siloxane resistance
Range di Misura: TVOC: 0 – 60'000 ppb
Accuratezza: 15% of measured

Se siete interessati ai nostri dispositivi di monitoraggio, visitate il sito web e contattateci:
www.wireless-monitoring.it