

La misurazione e il controllo del microclima

Premessa

Per caratterizzare un'ambiente da un punto di vista microclimatico è necessario definire i parametri oggettivi, che lo descrivono mediante alcune grandezze fisiche, e quelli soggettivi, relativi alle caratteristiche individuali delle persone che lo occupano. I primi possono essere misurati mediante una strumentazione dedicata.

Il trattamento dell'aria, intervenendo sulle grandezze che determinano il microclima dell'ambiente, consente di realizzare condizioni più adeguate e gradevoli.

1. Strumentazione per la misura del microclima

In generale la situazione termica dell'organismo può essere studiata misurando e/o stimando parametri di tipo oggettivo e soggettivo.

I parametri oggettivi sono quelli legati alle caratteristiche dell'ambiente, ovvero:

- temperatura dell'aria (t_a);
- temperatura media radiante (t_r);
- umidità relativa (UR);
- velocità dell'aria (v_a).

I suddetti parametri si ricavano dalla misurazione delle grandezze microclimatiche, le quali si dividono in fondamentali e derivate. Le prime, come l'umidità relativa e la velocità dell'aria, sono indipendenti dalle caratteristiche proprie delle sonde utilizzate per la misura, mentre le seconde, come la temperatura del globo nero (globotermometro), dipendono dalle caratteristiche delle sonde stesse.

Per la rilevazione dei dati microclimatici si utilizzano centraline dotate di un numero variabile di ingressi con memoria, ai quali vengono collegati i sensori per la misura delle diverse grandezze microclimatiche.

A tale scopo i principali sensori utilizzati sono:

- sonda termometrica a bulbo umido a ventilazione naturale (fornisce la temperatura dell'aria in condizioni naturali);
- sonda psicrometrica a ventilazione forzata con serbatoio di acqua distillata

(fornisce temperatura secca ed umida, umidità relativa, punto di rugiada);

- sonda globotermometrica in rame nero opaco (fornisce il valore della temperatura del globo dalla quale si ricava tramite apposita relazione la temperatura media radiante);
- sonda anemometrica portatile a filo caldo (fornisce la velocità dell'aria).

A queste sonde di base se ne possono aggiungere altre per determinare gli indici relativi al discomfort localizzato; a tale scopo è necessario misurare le seguenti grandezze:

- temperatura del pavimento;
- temperatura radiante piana (nelle diverse direzioni);
- turbolenza dell'aria;
- temperatura dell'aria al livello delle caviglie e della testa del soggetto.

Le specifiche tecniche relative agli strumenti di misura delle grandezze di cui sopra erano dettate dalla norma tecnica UNI EN ISO 7726/2002 (Instruments for measuring physical quantities), che tuttavia è stata abolita. Ci sono in commercio diversi tipi di software per l'elaborazione dei dati microclimatici e il calcolo degli indici di valutazione. Naturalmente tali prodotti informatici vanno utilizzati tenendo conto dei limiti intrinseci dei suddetti indici e del significato reale di ogni parametro misurato.

2. Ventilazione e condizionamento dell'ambiente

Il benessere termico degli occupanti di un edificio deve essere perseguito trattando adeguatamente sia la temperatura che l'umidità dell'aria; questo trattamento combinato, dal punto di vista energetico, ha, tra l'altro, un costo inferiore rispetto al trattamento della sola temperatura.

Allo stesso tempo il benessere termico è assicurato dall'esistenza di un adeguato numero di ricambi d'aria. L'aria stagnante si arricchisce in anidride carbonica (CO₂, prodotta dalla respirazione degli occupanti) che contribuisce alla percezione negativa dell'ambiente. Elevati livelli di CO₂ possono provocare sensazione di stanchezza, mal di testa e una sensazione generalizzata di malessere.

La ventilazione di un ambiente può essere naturale o forzata. Nel primo caso gli scambi di aria con l'ambiente esterno avvengono per semplice differenza di temperatura o pressione, mentre nel secondo caso gli scambi di aria sono governati da sistemi di ventilazione meccanica che possono essere inseriti o meno in impianti di trattamento dell'aria.

In entrambi i casi occorre definire dei parametri solitamente utilizzati per il calcolo e la verifica della ventilazione degli ambienti:

- R.A. - rapporto aerante: è il rapporto tra la superficie apribile delle finestre di un ambiente e la sua area in pianta;
- n - ricambi orari: portata oraria di aria ventilata per metro cubo di ambiente considerato. Moltiplicando questo parametro per il volume dell'ambiente si ottiene il volume di aria che attraversa l'ambiente in un'ora;

- Q_{tot} – portata di aria totale: è il volume di aria che viene immessa o estratta in un'ora nell'ambiente considerato;
- Q_p - portata di aria per persona: è il volume di aria che viene immessa o estratta in un'ora per ogni persona che occupa l'ambiente considerato;
- Q_s - volume di aria che viene immessa o estratta in un'ora per ogni unità di superficie dell'ambiente considerato.

2.1 Ventilazione naturale

La ventilazione naturale di un ambiente si origina dai contributi distinti delle sorgenti fisse o discontinue di aerazione.

La ventilazione naturale continua è determinata dal passaggio di aria dalle crepe e fessure degli infissi o dalla installazione di bocchette di aerazione fisse. In assenza di norme specifiche di legge la ventilazione continua è governata dai regolamenti edilizi che ne fissano i valori espressi come portata media nelle 24 ore. Gli stessi infissi possono essere certificati quanto a permeabilità rispetto all'aria in relazione alla norma UNI EN 12207:2017 (Finestre e porte – permeabilità all'aria – Classificazione). I regolamenti edilizi possono quindi dettare le modalità di calcolo della portata di ventilazione naturale per gli infissi certificati o meno.

La ventilazione naturale discontinua è invece garantita dalla presenza di porte e finestre. L'effetto di questi dispositivi è condizionato dalla differenza di pressione tra interno ed esterno dell'edificio, dalla direzione del vento e da altri parametri quali la velocità dell'aria, le dimensioni dell'infisso, la loro distribuzione nell'immobile ecc. Anche in questo caso i singoli regolamenti edilizi possono contenere elementi di calcolo utili alla progettazione e al dimensionamento di questi dispositivi in relazione alla portata di aria garantita negli ambienti a questi asserviti.

La normativa italiana non prevede limiti numerici per la ventilazione naturale negli ambienti di lavoro: il d.lgs. 81/08 (All. IV 1.9.1.1) si limita a prescrivere aria salubre e in quantità sufficiente. Una stima molto approssimativa in grado di verificare questo tipo di ventilazione viene fornita dal valore di R.A. sopra definito; i vari regolamenti edilizi solitamente indicano la necessità di adottare un valore di R.A. compreso tra 1/8 e 1/10 per gli uffici e compreso tra 1/16 e 1/20 per gli ambienti produttivi.

2.2 Ventilazione forzata

Nella ventilazione forzata i locali sono asserviti a impianti meccanici che garantiscono un certo numero di ricambi d'aria. La ventilazione può essere garantita:

- dalla immissione di aria fresca;
- dalla estrazione dell'aria "usata"
- dal corretto bilanciamento di immissione ed estrazione dell'aria.

Gli impianti di questo tipo possono essere associati a dispositivi di trattamento dell'aria con la possibilità di abbattere il carico inquinante, modificare l'umidità relativa e la temperatura. Di norma gli impianti sono serviti da dispositivi di captazione dell'aria "fresca" collocati in zone non contaminate (per esempio sui tetti degli

immobili piuttosto che al piano stradale). Gli impianti possono prevedere il trattamento di tutta l'aria immessa o di una sua parte con parziale ricircolo dell'aria presente all'interno dello stabile.

Anche per la ventilazione forzata non esistono norme di legge che dettano parametri numerici per i diversi tipi di ambienti quali quelli di ufficio. Ci si riferisce quindi ai regolamenti edilizi o alle norme tecniche nazionali e internazionali. La norma UNI 10339:1995 (Impianti aerulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti) è la disposizione tecnica più utilizzata in Italia e comprende indicazioni sul numero dei ricambi di aria per i diversi tipi di ambienti e sulle caratteristiche dei filtri per il trattamento dell'aria.

Nella realizzazione di un impianto di ventilazione si impostano dei parametri di progetto generalmente riferiti al numero di ricambi/ora per gli ambienti trattati. L'esame dell'impianto in progetto permette di dimensionare le sezioni delle tubazioni e la disposizione delle bocchette di immissione/estrazione in modo da garantire la stessa portata di aria per le diverse stanze. Nella realizzazione e nella conduzione dell'impianto possono però verificarsi degli inconvenienti tali da alterare se non addirittura stravolgere le ipotesi di progetto. Gli impianti di ventilazione possono pertanto essere sottoposti a idonee verifiche tecniche e misurazioni per il controllo del loro corretto funzionamento.

Per tale fine si usano degli anemometri che, in prima approssimazione, possono essere utilizzati per la misurazione della velocità dell'aria alle bocchette. La portata di aria in tal caso verrebbe calcolata considerando la sezione della bocchetta stessa. Per valutazioni più affidabili vengono invece realizzati dei convogliatori d'aria che, posti sulle bocchette di immissione o estrazione, permettono la misura della portata con maggiore affidabilità.

Il funzionamento degli impianti di aerazione può inoltre essere regolato tramite l'utilizzo di saracinesche che modificano la sezione di tratti delle condotte per aumentare o ridurre la portata nelle stanze da queste servite.

Alcune tipologie di impianto possono prevedere il ricircolo parziale dell'aria. In questi impianti una parte dell'aria usata viene trattata e miscelata con l'aria fresca per essere di nuovo immessa nell'ambiente. Questa modalità ha dei forti vantaggi in termini energetici perché riduce la spesa per il trattamento termico dell'aria ma, di contro, può comportare un accumulo e ricircolo di inquinanti se questi non vengono rimossi nella fase di trattamento. Per questo motivo in alcuni ambienti il ricircolo di aria è espressamente vietato; in ogni caso il suo utilizzo va associato a un buon controllo delle condizioni di funzionamento degli impianti.

La citata norma UNI 10339:1995 e i regolamenti edilizi prevedono standard per i diversi tipi di ambienti di lavoro. Negli uffici sono previsti rapporti aeranti $\geq 1/8$ e un numero di ricambi d'aria orari $n \geq 0,5$.

Bibliografia

- AA. VV. (Coordinamento Tecnico interregionale della Prevenzione dei luoghi di

lavoro 2006) - Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro: requisiti e standard, indicazioni operative e progettuali. Atti del Convegno DBA 2006: rischi fisici negli ambienti di lavoro, volume 2 – Microclima. Modena, 12-13 ottobre 2006

- ALFANO G., D'AMBROSIO F. R., RICCIO G. (1998) – Disagio e stress termico: effetti, normative, valutazione e controllo. Atti del Convegno DBA "Dal rumore ai rischi fisici", Modena, 17-19 settembre 1998, 531-553
- BARBATO F. (1998) – La valutazione dell'ambiente termico inserita nel programma di valutazione dei rischi. Atti del Convegno DBA "Dal rumore ai rischi fisici", Modena, 17-19 settembre 1998, 573-596
- UNI EN ISO 8996 (2022) – Ergonomia dell'ambiente termico – Determinazione del metabolismo energetico.
- UNI EN ISO 11079 (2008) – Ergonomia degli ambienti termici – Determinazione e interpretazione dello stress termico da freddo con l'utilizzo dell'isolamento termico dell'abbigliamento richiesto (IREQ) e degli effetti del raffreddamento locale.
- UNI EN ISO 13732-3 (2009) - Ergonomia degli ambienti termici - Metodi per la valutazione della risposta dell'uomo al contatto con le superfici - Parte 3: Superfici fredde.
- UNI EN ISO 9920 (2009) – Ergonomia dell'ambiente termico – Valutazione dell'isolamento termico e della resistenza evaporative dell'abbigliamento.

(La riproduzione di stralci delle norme UNI è stata autorizzata da UNI Ente Italiano di Normazione. L'unica versione che fa fede è quella originale reperibile in versione integrale presso UNI, Via Sannio 2 20137 Milano, tel.02-70024200, e-mail: vendite@uni.com, web www.uni.com).

Data di chiusura del documento: 30/05/2022

Conoscere il rischio

Nella sezione Conoscere il rischio del portale Inail, la Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione (Contarp) mette a disposizione prodotti e approfondimenti normativi e tecnici sul rischio professionale, come primo passo per la prevenzione di infortuni e malattie professionali e la protezione dei lavoratori. La Contarp è la struttura tecnica dell'Inail dedicata alla valutazione del rischio professionale e alla promozione di interventi di sostegno ad aziende e lavoratori in materia di prevenzione.

Per informazioni

contarp@inail.it