



# FORMAZIONE

FORMAZIONE E SERVIZI TECNICI SICUREZZA E SALUTE NEI LUOGHI DI LAVORO

## IL MICROCLIMA

10 Ottobre 2011

Milano c/o H. Albert

Definiamo “microclima” il complesso dei parametri fisici ambientali che caratterizzano l’ambiente locale (non necessariamente confinato) e che, assieme a parametri individuali quali l’attività metabolica e l’abbigliamento, determinano gli scambi termici fra l’ambiente stesso e gli individui che vi operano.

Definiamo moderati tutti gli ambienti di lavoro nei quali non esistono specifiche esigenze produttive che, vincolando uno o più degli altri principali parametri microclimatici ( temperatura dell'aria, temperatura radiante e resistenza termica del vestiario), impediscano il raggiungimento del confort

Un microclima confortevole è quello che suscita nella maggioranza degli individui presenti una sensazione di soddisfazione per l'ambiente, da un punto di vista termoigrometrico identificati con i termini “ benessere “ o “ confort “

## Indici di confort

5

I riferimenti legislativi fondamentali per la valutazione degli ambienti termici moderati sono gli articoli 9 – c.3 – 11 – 13 del DPR 303/56 giuste modifiche del D. LGS. 626/94.

Gli indici segnalati sono temperatura, umidità, velocità dell'aria, attività, soleggiamento.

Il documento fondamentale per la valutazione del confort microclimatico in ambienti moderati è la norma tecnica UNI EN ISO 7730.

I parametri ambientali ed individuali che caratterizzano il rapporto individuo-ambiente sono:

- ▣ Temperatura dell'aria
- ▣ Temperatura media radiante
- ▣ Pressione parziale del vapore acqueo
- ▣ Velocità relativa dell'aria
- ▣ Attività metabolica
- ▣ Isolamento termico del vestiario

In ambienti moderati non esistono rischi per la salute dell'individuo e gli indici sintetici di rischio mirano esclusivamente alla quantificazione del confort/disconfort.

A tal fine si utilizza il PMV – Predicted Mean Vote (voto medio previsto) che esprime il giudizio medio di qualità termica relativa alle condizioni microclimatiche in esame, espresse in una scala termica da -3 ( molto freddo) ....0 ( neutro ) .... + 3( molto caldo )

All'indice PMV si associa il PPD – Predicted Percentage of Dissatisfied, che indica la percentuale di soggetti che si ritengono insoddisfatti dalle condizioni microclimatiche in esame



Nella formulazione del bilancio termico intervengono numerosi fattori distinguibili in due gruppi:

### Fattori fisici ambientali

- *Temperatura dell'aria o di bulbo secco a ventilazione forzata  $T_A$  ( $^{\circ}\text{C}$ )*

*(E' la temperatura dell'aria misurata da un bulbo asciutto non soggetto ad irraggiamento termico e sottoposta a ventilazione compresa tra 2 e 4 m/s)*

- *Temperatura del bulbo umido a ventilazione forzata  $T_W$  ( $^{\circ}\text{C}$ )*

*(E' la temperatura misurata da un bulbo ricoperto da una mussola di cotone inumidita con acqua distillata a temperatura ambiente, non soggetta ad irraggiamento termico, e sottoposto a ventilazione compresa fra 2 e 4 m/s)*

□ Temperatura del bulbo umido a ventilazione naturale TN (°C)

(E' la temperatura misurata da un bulbo ricoperto da una mussola inumidita con acqua distillata a temperatura ambiente, non soggetto ad irraggiamento termico, che risente della ventilazione naturale dell'ambiente)

□ Temperatura globotermometrica TG (°C)

(E' la temperatura misurata mediante il globotermometro di Vernon, che consiste in un bulbo posto al centro di una sfera di rame verniciata esternamente di nero opaco. La superficie metallica, riscaldata per irraggiamento, trasmette all'aria contenuta all'interno della sfera una quantità di calore proporzionale all'irraggiamento termico, alla temperatura e alla velocità dell'aria dell'ambiente)

- *Velocità dell'aria **VA** (m/s)*
- *Temperatura media radiante **TR** (°C)*

*(E' la media ponderata dei valori di temperatura in funzione della quale le pareti e gli oggetti presenti nell'ambiente emettono radiazione calorica)*

- *Umidità relativa **RH** (%)*

*(E' il rapporto percentuale tra la quantità di vapore acqueo presente nell'atmosfera ad una certa temperatura e la quantità necessaria per saturare l'atmosfera a quella stessa temperatura)*

Fattori soggettivi strettamente legati all'individuo (valutabili tramite l'introduzione di un modello umano standard con caratteristiche prestabilite)

- ▣ Temperatura corporea interna
- ▣ Vestiario indossato
- ▣ Superficie corporea vestita
- ▣ Attività metabolica di base
- ▣ Attività fisica svolta
- ▣ Età
- ▣ Peso
- ▣ Acclimatazione
- ▣ Stato di salute

Un **ambiente** viene definito "**caldo**" quando sollecita un tendenziale aumento della temperatura corporea. Le caratteristiche che lo contraddistinguono sono:

- ▣ elevati valori di temperatura operativa accompagnati da alti valori di umidità relativa dell'aria che richiedono un considerevole intervento del meccanismo di scambio termico per sudorazione al fine di conservare l'omeotermia
- ▣ disomogeneità delle condizioni termigrometriche nelle postazioni lavorative
- ▣ disuniformità del livello di impegno fisico richiesto e del vestiario indossato dagli operatori
- ▣ temperatura operativa:  $> 30^{\circ}\text{C}$ .

## Qualità dell'aria indoor

14

Per aria indoor intendiamo l'aria presente negli ambienti confinati non industriali; essa è caratterizzata dalla presenza di sostanze di varia natura che provengono sia dall'interno delle costruzioni ( originati dalla stessa presenza umana o da emissioni di materiale e attività) che dall'esterno, ma che non sono naturalmente presenti nell'aria esterna di sistemi ecologici di elevata qualità

## Principali inquinanti indoor

15

INQUINANTI	FONTI
Asbesto e fibre minerali sintetiche	Materiali da costruzione, isolanti
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )	Occupanti (respirazione), combustioni
Antiparassitari	Legno, aria esterna
Composti organici volatili (VOC)	Arredamenti, fumo, prodotti per la pulizia, isolanti
Formaldeide	Arredamenti
Ossidi di azoto	Fumo di tabacco, stufe con bruciatore a camera aperta
Ossido di carbonio	Sistemi di riscaldamento e cottura
Radon	Suolo, acqua, materiali da costruzione

## Indicatori di qualità dell'aria

16

L'enorme quantità di sostanze presenti in un ambiente confinato rende di fatto impossibile individuare un indicatore sintetico di inquinamento dell'aria valido in generale.

Esiste un indicatore di qualità indiretto, la concentrazione di CO<sub>2</sub>, che risulta ottimamente correlata all'insoddisfazione espressa dagli occupanti di un ambiente.

Secondo lo standard ASHRAE 62:2001 il valore limite per l'accettabilità della qualità dell'aria indoor è stabilito pari a :  
CO<sub>2</sub> interna – CO<sub>2</sub> esterna = 700 ppm



## Aerazione naturale

17

Per “ aerazione naturale” ( o ventilazione naturale) intendiamo gli scambi d'aria tra il locale in esame e l'ambiente circostante che avvengono sotto la spinta della pressione generata sia per effetto della diversa temperatura del fluido tra interno ed esterno dell'edificio, sia per effetto della diversa pressione d'aria tra l'interno e l'esterno dell'edificio

Le grandezze che sono utilizzate per descrivere l'aerazione naturale sono:

- RA = rapporto aerante ( rapporto tra superficie apribile delle finestre di un ambiente e la sua area in pianta)
- n = numero di ricambi d'aria ( portata specifica per mc. d'aria ambiente)

# Ventilazione forzata

19

La ventilazione meccanica( o forzata) è la soluzione impiantistica classica in cui il movimento dell'aria è realizzato con ventilatori ( a estrazione e/o a immissione) a volte inseriti in un sistema di condizionamento o trattamento dell'aria, che prelevano aria all'esterno dell'edificio e la distribuiscono utilizzando ( almeno parzialmente) una canalizzazione.

In termini progettuali le quantità correttamente utilizzate per descrivere la ventilazione forzata sono:

- ▣ Ricambi/ora o volumi/ora (  $n$ )
- ▣ Portate specifiche per persona (  $Q_p$ )
- ▣ Portate specifiche per unità di superficie del locale (  $Q_s$ )

# LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

20

Nell'affrontare la valutazione del rischio microclimatico negli ambienti di lavoro è fondamentale distinguere tra gli ambienti nei quali esistono precise esigenze termoisometriche ai fini della produzione e quelli nei quali queste esigenze non esistono.

Negli ambienti moderati la VR può esaurirsi con una valutazione preliminare, confrontandosi con i requisiti e gli standard di settore e recuperando le valutazioni soggettive degli occupanti i diversi ambienti.

N.	QUESITO	Modalità di intervento ( in caso di risposta negativa)
1	Esistono in azienda locali nei quali non è garantito il controllo delle temperature secondo i requisiti o gli standard del tipo d'ambiente ?	Installare sistemi di climatizzazione del tipo adatto agli ambienti
2	Il RLS ha segnalato ( o ci sono addetti che lamentano ) problemi connessi al microclima quali correnti d'aria fastidiose, ambienti troppo caldi o freddi, con alta o bassa umidità ?	Verificare l'attendibilità della segnalazione, identificarne le cause e intervenire

Le direttrici di intervento che consentono di superare i problemi di confort microclimatico sono estremamente differenziate, ma le più frequenti consistono nel:

- ▣ Installare o potenziare gli impianti per la regolazione termoigrometrica
- ▣ Dotare i diversi ambienti di regolatori autonomi dei parametri termoigrometrici
- ▣ Aumentare l'umidità relativa invernale e ridurre quella estiva
- ▣ Ridurre le velocità dell'aria o direzionarne il flusso
- ▣ Schermare le sorgenti radianti

## Linee guida fornite dal Ministero della salute e Regioni e Province Autonome

( GU 27/11/01 SO n. 276)

23

N	QUESITO	Modalità di intervento ( in caso di risposta negativa)
1	Esistono sorgenti localizzate di inquinanti non controllate con impianti di aspirazione localizzata ?	Installare le aspirazioni localizzate o isolare le sorgenti
2	Tutti gli ambienti utilizzati come luogo di lavoro sono dotati di finestre apribili in quantità sufficiente e ben collocate ( vedi Reg. Edilizio o Reg. d'Igiene)	Ampliare le finestre, aprirne su pareti diverse, ricorrere alla ventilazione meccanica

N	QUESITO	Modalità di intervento ( in caso di risposta negativa)
3	Gli ambienti con carente aerazione naturale sono assistiti da impianto di ventilazione che rispetta i requisiti/standard tecnici di rinnovo dell'aria, funziona continuamente tutto l'anno e dispone di un segnale d'allarme in caso di rottura?	Installare l'impianto di ventilazione, verificarne la completezza e l'efficienza
4	Si è certi della quantità di aria di rinnovo immessa nei diversi ambienti di lavoro?	Controllare la portata sulla bocca di presa di aria esterna e sulle singole immissioni escludendo il ricircolo
5	Gli impianti di riscaldamento / condizionamento / ventilazione sono regolarmente oggetto di manutenzione ( in particolare pulizia filtri , gruppi di umidificazione e condotte d'aria ?	Verificare la portata, fare manutenzione straordinaria, attivare una procedura di manutenzione programmata



N	QUESITO	Modalità di intervento ( in caso di risposta negativa)
6	E' stato introdotto il divieto di fumo in tutti i locali dell'azienda?	Introdurre il divieto e sorvegliarne il rispetto
7	Ci sono addetti che lamentano presenza di aria stagnante o odori sgradevoli?	Verificarne le cause e bonificare

## Le principali fonti legislative

26

CM 13011/74	Edilizia ospedaliera
DM 26/08/92	Antincendio nell'edilizia scolastica
D Lgs 626/94	Attività sanitarie, veterinarie, industriali
Legge 23/96	Edilizia scolastica
DPR 14/01/97	Attività sanitarie
DPCM 23/12/03	Tutela dei non fumatori
Regolamenti edilizi	Tutti gli ambienti

## Le fonti normative

27

“ex” DM 18/12/75	EDILIZIA SCOLASTICA
UNI 8852:1987	AMBIENTI INDUSTRIALI
UNI 10339:1995	AMBIENTI DEL TERZIARIO
UNI EN 1838:2000	ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA
UNI 10840:2000	ILLUMINAZIONE EDILIZIA SCOLASTICA
UNI EN 12464-1:2004	ILLUMINAZIONE POSTI DI LAVORO