

*Note informative sulla
qualità dell'aria
negli ambienti confinati
- IAQ -*

D.Lgs 626/1994

BEG S.r.l. - MICROCLIMA

MICROCLIMA

Il microclima è l'insieme dei fattori (es. temperatura, umidità, velocità dell'aria) che regolano le condizioni climatiche di un ambiente chiuso come un ambiente di lavoro. Considerando che la maggior parte della popolazione trascorre l'80 - 90 % del tempo all'interno di edifici chiusi, è facilmente intuibile quale importanza riveste la qualità del microclima per il benessere dell'uomo.

Il benessere termico è rappresentato da quelle condizioni in cui l'organismo riesce a mantenere l'equilibrio termico (omeotermia) senza l'intervento del sistema di termoregolazione propria.

Tra l'uomo e l'ambiente, infatti, avvengono degli scambi termici allo scopo di mantenere costante la temperatura interna e di consentire la dissipazione del calore metabolico prodotto in eccesso. Ciò avviene attraverso diverse modalità, sia fisiche (convezione, conduzione, irraggiamento) che fisiologiche (sudore).

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

1. Fattori fisici ambientali (misurabili con Babuc A)

- *Temperatura dell'aria o di bulbo secco a ventilazione forzata TA (°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 TW (°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)

2. 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

Per facilitare l'analisi degli ambienti vengono generalmente utilizzati “*indici microclimatici*” che permettono la valutazione sintetica dell'ambiente attraverso la verifica del valore assunto da una sola grandezza-indice rispetto a valori di riferimento indicati dalla normativa vigente. I criteri basati sull'uso di indici sintetici permettono la valutazione dell'ambiente evitando la considerazione analitica delle numerose grandezze che determinano il microclima: l'indice infatti si sostituisce a queste e ne integra l'effetto sull'organismo umano.

Gli ambienti termici vengono distinti in moderati e severi (caldi-freddi), e per ciascuno di essi si utilizzano criteri di analisi e di valutazione diversi.

Un *ambiente* viene definito *moderato* quando non determina variazioni significative della temperatura corporea. Esso presenta, generalmente, le seguenti caratteristiche:

- condizioni ambientali omogenee e poco variabili nel tempo
- assenza di scambi termici tra soggetto ed ambiente che abbiano effetti importanti sul bilancio termico complessivo
- attività fisica modesta e omogenea per tutti i soggetti (1,2 - 2 Met)

- uniformità del vestiario indossato (0.5 - 1 Clo)
- temperatura operativa: 10 - 30°C.

Se l'ambiente monitorato presenta queste caratteristiche gli indici di valutazione utilizzati sono PMV/PPD (ISO 7730 ora disponibile come UNI-EN27730), TE, TO, TC, TD.

Il **PMV** (Predicted Mean Vote) è una funzione matematica che dipende da: vestiario, temperatura dell'aria, attività svolta, temperatura media radiante, velocità dell'aria, umidità. Esso rappresenta il voto medio espresso da un ampio campione di persone residenti nello stesso ambiente, che esprimono la propria sensazione termica attraverso una scala psicofisica che va da un valore +3 (molto caldo) fino a -3 (molto freddo) passando per situazioni intermedie in cui lo 0 corrisponde alla neutralità.

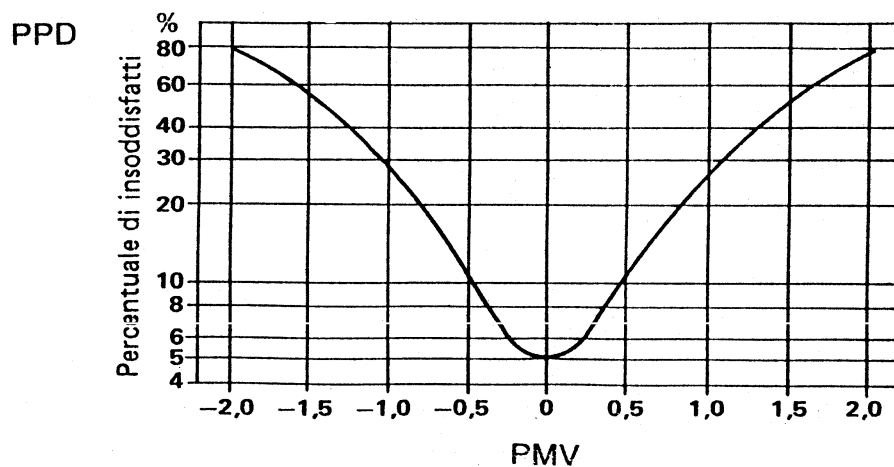
Il PMV è correlato sperimentalmente al **PPD** (percentuale prevista di insoddisfatti), parametro che esprime il numero di persone che sarebbero portate a lamentarsi delle condizioni climatiche riscontrate. Viene definito soggetto insoddisfatto quello che attribuisce all'ambiente in esame un valore del PMV pari a +/-3, +/-2 .

Tabella 1 Valori % di PPD in funzione di PMV

PMV	FREDDO	PPD CALDO	TOTALE
-2.0	76.4	---	76.4
-1.5	52.0	---	52.0
-1.0	26.8	---	26.8
-0.9	22.5	---	22.5
-0.8	18.7	0.1	18.8
-0.7	15.3	0.2	15.5
-0.6	12.4	0.3	12.7
-0.5	9.9	0.4	10.3
-0.4	7.7	0.6	8.3
-0.3	6.0	0.9	6.9
-0.2	4.5	1.3	5.8
-0.1	3.4	1.8	5.2
0	2.5	2.5	5.0
+0.1	1.8	3.4	5.2
+0.2	1.3	4.5	5.8
+0.3	0.9	5.9	6.8
+0.4	0.6	7.7	8.3
+0.5	0.4	9.8	10.2
+0.6	0.3	12.2	12.5
+0.7	0.2	15.2	15.4
+0.8	0.1	18.5	18.6
+0.9	---	22.2	22.2
+1.0	---	26.4	26.4
+1.5	---	51.4	51.4
+2.0	---	75.7	75.7

La norma ISO 7730 indica che lo stato di benessere termico si ha per valori del PMV che oscillano tra -0.5 e +0.5, corrispondenti ad un valore del PPD = 10 % (La percentuale reale di insoddisfatti non deve superare il 20% secondo lo standard ASHRAE 55).

Figura 1 Valori del PPD in funzione del PMV



In correlazione agli indici PMV7PPD devono essere presi in considerazione anche altri parametri che concorrono alla formulazione del quadro microclimatico di un ambiente di lavoro:

- la Temperatura operativa, **TO** in °C, che viene definita come la temperatura uniforme di un ambiente virtuale in cui il complesso degli scambi termici tra il soggetto e l'ambiente virtuale è pari alla somma degli scambi termici per convezione e irraggiamento fra soggetto e ambiente reale.
- la Temperatura di Comfort, **TC** in °C, che viene definita come quella particolare temperatura che determinati il livello di attività, la resistenza termica del vestiario e l'umidità relativa, consente di realizzare il comfort termico ovvero $PMV=0$.
- la temperatura Differenziale, **TD** in °C, che rappresenta la differenza fra TC e TO ed esprime la quantità di cui si deve modificare la TO per assicurare all'ambiente reale la condizione di benessere.

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 termoisometriche nelle postazioni lavorative
 - disuniformità del livello di impegno fisico richiesto e del vestiario indossato dagli operatori
- temperatura operativa: $> 30^{\circ}\text{C}$.

Se l'ambiente fisico presenta queste caratteristiche gli indici di valutazione utilizzati sono WBGT (Wet Bulbe Globe Temperature) (ISO 7243 ora disponibile come UNI-EN27243) e SW_{req} (Sudorazione richiesta) (ISO 7933 ora disponibile come UNI-EN27933).