

## Indici di valutazione per ambienti moderati

### Premessa

La valutazione del microclima prevede indici di riferimento diversi in base al contesto microclimatico locale, ognuno dei quali integra con modalità diverse le grandezze ambientali e personali misurate.

Gli **ambienti moderati** presentano condizioni microclimatiche omogenee, tali da sollecitare in modo limitato il sistema di termoregolazione. Questi ambienti sono caratterizzati da temperature non eccessive e da un'attività fisica modesta, mentre negli **ambienti cosiddetti di severo caldo** e **severo freddo** il mantenimento della condizione di omeotermia, a causa di condizioni microclimatiche estreme, richiede un intervento forte del sistema di termoregolazione.

### 1. Gli indici di Fanger: PMV e PPD

Negli ambienti termici severi lo studio delle condizioni microclimatiche è finalizzato a prevenire situazioni di stress dalle conseguenze anche gravi; negli ambienti termici moderati si misura il grado di disagio dei lavoratori, non necessariamente causa di patologie. Il *comfort* ambientale è associato a condizioni di neutralità termica, in cui la percezione delle condizioni climatiche da parte del soggetto è tale che questi non richiede condizioni diverse da quelle esistenti.

Nel caso della valutazione degli ambienti moderati, gli indici utilizzati, secondo la norma UNI EN ISO 7730:2006, sono il **Voto Medio Previsto (Predicted Mean Value – PMV)** e la **Percentuale Prevedibile di Insoddisfatti (Predicted Percentage Dissatisfied – PPD)** ad esso correlato. Il valore di PMV è espresso dalla seguente equazione di Fanger:

$$PMV = CT (0,303 \cdot e^{-0,036 M} + 0,028)$$

dove CT rappresenta il carico termico determinato dalla differenza tra la potenza termica ceduta da un individuo all'ambiente e quella scambiata dallo stesso in condizioni omeoterme; il valore di M nell'esponente esprime invece il dispendio metabolico dell'organismo. Il valore dell'indice PMV esprime lo scostamento della

situazione reale dell'ambiente termico rispetto a quella di benessere (anche detta **comfort**, cioè "la condizione mentale in cui viene espressa soddisfazione per l'ambiente termico") e rappresenta differenti livelli di accettabilità di un dato ambiente termico.

Nella tabella n. 1 è rappresentato il campo di variabilità dell'indice PMV.

Tabella n. 1	Scala di valutazione dell'ambiente termico secondo il PMV
+3	Molto caldo
+2	Caldo
+1	Leggermente caldo
0	Neutro
-1	Fresco
-2	Freddo
-3	Molto freddo
+3	Molto caldo
+2	Caldo

La percentuale prevedibile di insoddisfatti è correlata al valore di PMV dall'equazione:

$$PPD = 100 - 95 \cdot e^{(0,03353 \cdot PMV^4 - 0,2179 \cdot PMV^2)}$$

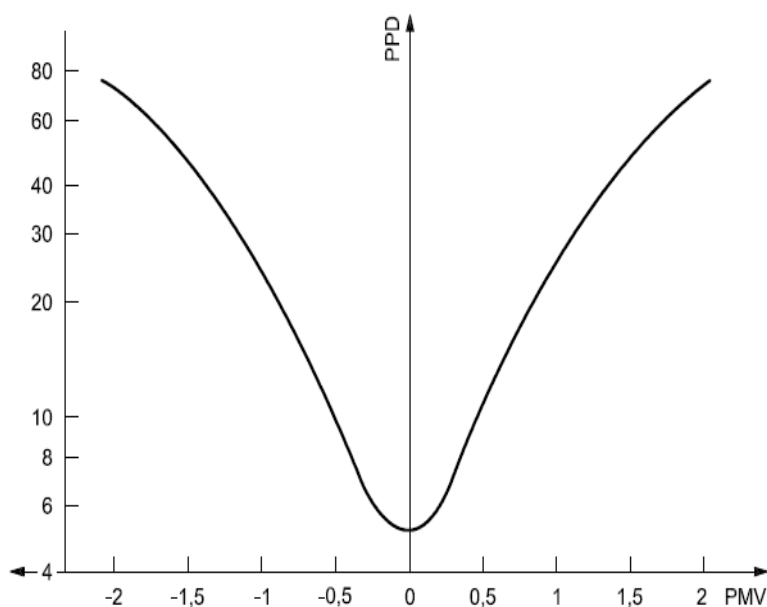
il cui grafico è riportato in figura n. 1.

In condizioni di  $PMV = 0$  il valore del PPD è pari al 5%: ciò significa che anche in condizioni ottimali esiste una percentuale di soggetti che giudica insoddisfacenti le condizioni microclimatiche.

Nella realtà entrambi gli indici sono applicabili entro i limiti riportati nella tabella n. 2. In ogni caso il giudizio sul benessere ambientale espresso dal PMV si ritiene realistico quando l'indice PMV si mantiene entro i limiti  $-2$  e  $+2$ .

Tabella n. 2	Limiti di applicabilità del criterio PMV-PPD
M	= da 46 a 232 W/m <sup>2</sup> (da 0,8 a 4 met)
I <sub>cl</sub>	= da 0 a 0,310 m <sup>2</sup> °C/W (da 0 a 2 clo)
T <sub>a</sub>	= da 10 a 30 °C
V <sub>ar</sub>	= da 0 a 1 m/s

Figura n. 1 Andamento dell'indice PPD al variare del PMV (da ISO 7730:2006)



### 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 7730 (2006) – Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale
- UNI EN ISO 8996 (2005) – Ergonomia dell’ambiente termico – Determinazione del metabolismo energetico
- UNI EN ISO 9920 (2009) – Ergonomia dell’ambiente termico – Valutazione dell’isolamento termico e della resistenza evaporative dell’abbigliamento

**Data di chiusura del documento: 30/04/2019**

(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, fax 025515256 e-mail: [diffusione@uni.com](mailto:diffusione@uni.com) , web [www.uni.com](http://www.uni.com)).

### **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](mailto:contarp@inail.it)