



AGENZIA DEL DEMANIO

# AGENZIA DEL DEMANIO

Direzione Regionale Calabria

PROGETTO  
PRELIMINARE

PROGETTO  
DEFINITIVO

PROGETTO  
ESECUTIVO

**OGGETTO:** Progettazione definitiva ed esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione, direzione lavori, contabilità dei lavori ed accatastamento, finalizzati al completamento ed all'ampliamento del polifunzionale "Manganelli" per la nuova sede del XII Reparto Mobile della Polizia di Stato, in Reggio Calabria, Località Santa Caterina.

**UBICAZIONE:** Località Santa Caterina - Reggio Calabria

**COMMITTENTE:** Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Calabria

**CODICE CIG:** 7121966045

**CODICE CUP:** G36D17000050001

## IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

REV.	DATA	MODIFICA	DISEGNATORE / COMPILATORE
00	26/11/2018	Prima Emissione	Ing. Bruno Mattia
			VERIFICATO DA: Ing. Mauro Guerriero
			APPROVATO DA: Arch. Valentino Tropeano

CODICE D'IDENTIFICAZIONE	ELABORATO :
05/17-MC.RT10/00	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relazione di valutazione dei comfort termoigrometrico e di qualità dell'aria ai sensi del D.M. 11/10/2017 (C.A.M.) Edificio B</li> </ul>

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Salvatore CONCETTINO	IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Arch. Valentino TROPEANO
---	--

PROGETTISTA RESPONSABILE COORDINATORE	
<p><b>RESPONSABILI</b></p> <p><b>RESPONSABILE PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA</b> Arch. Gianfranco PICARIELLO</p> <p><b>RESPONSABILE PROGETTAZIONE STRUTTURALE</b> Ing. Carlo CARLETTI</p> <p><b>RESPONSABILE INDAGINI GEOGNOSTICHE</b> Geol. Carmine MAZZAROTTI</p> <p><b>RESPONSABILE PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICHE</b> Ing. Bruno MATTIA</p> <p><b>RESPONSABILE PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI</b> Ing. Mauro GUERRIERO</p> <p><b>RESPONSABILE PROGETTAZIONE SICUREZZA</b> Arch. Patrizia GAMMA</p>	<p>Arch. Valentino TROPEANO</p> <p><b>GRUPPO DI LAVORO</b></p> <p>Ing. Antonio GRAZIANO Ing. Lella Liana IMBRIANI Ing. Mariano SALVATORE Ing. Domenico DE MATTIA Ing. Rosa LO PRIORE Arch. Ivan GUERRIERO Arch. Stanislao SACCARDO Geom. Gennarino IANDIORIO Geom. Franco IMBIMBO Per. Ind. Antonio FESTA</p> <p><b>CONSULENTI SCIENTIFICI</b></p> <p>Prof. Ing. Luigi PETTI Prof. Geol. Francesco Maria GUADAGNO</p>

# RELAZIONE TECNICA

## Comfort termo-igrometrico

**Fabbricato:** Edificio B

**Indirizzo:** località Santa Caterina

**Committente:**

**Il tecnico**

---

Copyright ACCA software S.p.A.

# INDICE

<b>DATI GENERALI</b> .....	<b>3</b>
<b>PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
Normativa di riferimento .....	4
Applicazione delle norme al progetto.....	4
Criteri utilizzati per le scelte progettuali .....	4
Procedure di calcolo.....	5
Simboli e abbreviazioni .....	5
Valutazione globale: determinazione del PMV e del PPD.....	5
Valutazione dei Discomfort locali .....	6
Categorie ambiente secondo UNI EN ISO 7730 e UNI EN 15251.....	7
<b>VALUTAZIONE COMFORT DEGLI AMBIENTI TERMICI</b> .....	<b>8</b>
Descrizione intervento .....	8
Ambiente termico: "Ufficio tipo".....	9
Valutazione globale "Valutazione globale 1" .....	9
Scambio calore tra corpo umano e ambiente .....	11
Valutazione discomfort locali.....	12
Valutazione globale "Valutazione globale 2" .....	13
Scambio calore tra corpo umano e ambiente .....	16
Valutazione discomfort locali.....	17
Categoria ambiente termico: "Ufficio tipo".....	18
<b>CATEGORIA COMPLESSIVA FABBRICATO</b> .....	<b>19</b>

## DATI GENERALI

### Committente

Pubblica amministrazione	
Ragione Sociale	
Tipo soggetto	
Codice Fiscale	
P.IVA	
Nazione	<b>Italia</b>
Indirizzo	
CAP - Comune	
Nome Cognome Rapp.legale	
Nazione di nascita	<b>Italia</b>
Data di nascita	
Luogo di nascita	
Telefono	
Fax	
Email	
Pec	

Tecnico	
Ragione Sociale	
Codice Fiscale	
P.IVA	
Nazione	<b>Italia</b>
Indirizzo	
CAP - Comune	
Nome Cognome Tecnico	
Nazione di nascita	<b>Italia</b>
Data di nascita	
Luogo di nascita	
Telefono	
Fax	
Email	
Pec	
Albo	
Provincia albo	
Numero iscrizione albo	

## PREMESSA

### Normativa di riferimento

Il progetto deve rispettare le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

<b>D. M. 11/10/2017</b>	Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili (CAM).
<b>UNI EN ISO 7730</b>	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.
<b>D. M. 26/06/2015</b>	Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
<b>UNI EN 13788</b>	Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo.
<b>UNI EN 15251</b>	Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica.

### Applicazione delle norme al progetto

Ai sensi dei CAM:

- "Al fine di assicurare le condizioni ottimali di benessere termo-igrometrico e di qualità dell'aria interna bisogna garantire condizioni conformi almeno alla classe B secondo la norma ISO 7730:2005 in termini di PMV (Voto Medio Previsto) e di PPD (Percentuale Prevista di Insoddisfatti). Inoltre bisogna garantire la conformità ai requisiti previsti nella norma UNI EN 13788 ai sensi del DM 26 giugno 2015 anche in riferimento a tutti i ponti termici sia per edifici nuovi che per edifici esistenti".

### Criteri utilizzati per le scelte progettuali

In applicazione delle leggi sopra citate, il presente progetto comprende la valutazione del comfort termoigrometrico globale in termini di PMV e PPD.

### Simboli e abbreviazioni

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
$PMV$	Voto Medio Previsto	-
$PPD$	Percentuale Prevista Insoddisfatti	%
$M$	Metabolismo energetico	W/m <sup>2</sup> oppure met
$W$	Potenza meccanica efficace	W/m <sup>2</sup> oppure met
$I_{cl}$	Isolamento termico dell'abbigliamento	m <sup>2</sup> ·K/W oppure clo
$f_{cl}$	Coefficiente di area dell'abbigliamento	m <sup>2</sup> ·K/W
$t_a$	Temperatura dell'aria	°C
$t_r$	Temperatura media radiante	°C
$v_{ar}$	Velocità relativa dell'aria	m/s
$U_r$	Umidità relativa	%
$p_a$	Pressione parziale del vapor d'acqua	Pa
$h_c$	Coefficiente di scambio termico convettivo	W/m <sup>2</sup> ·K
$t_{cl}$	Temperatura superficiale dell'abbigliamento	°C
$h_r$	Coefficiente di scambio termico radiante	W/m <sup>2</sup> ·K
$t_o$	Temperatura operativa	°C
$DR$	Rischio correnti d'aria - Percentuale di insoddisfatti	%
$t_{a,l}$	Temperatura locale dell'aria	°C
$v_{a,l}$	Velocità media locale dell'aria	m/s
$Tu$	Intensità locale di turbolenza	%
$PD$	Percentuale insoddisfatti	%
$\Delta T_{a,v}$	Differenza verticale della temperatura dell'aria	°C
$T_f$	Temperatura pavimento	°C
$\Delta T_{Dr}$	Asimmetria radiante	°C

### Valutazione globale: determinazione del PMV e del PPD

Per la determinazione del comfort globale del corpo umano si calcolano PMV e PPD in base al modello di Fanger su cui si basa la UNI EN ISO 7730.

Il PMV prevede il valore medio dei voti sulla sensazione di comfort dati da un gran numero di soggetti per un certo ambiente e si calcola attraverso le equazioni seguenti.

$$PMV = [0,303 \times \exp(-0,036 \times M) + 0,028] \times$$

$$\left\{ \begin{aligned} & (M - W) - 3,05 \times 10^{-3} \times [5\,733 - 6,99 \times (M - W) - p_a] - 0,42 \times [(M - W) - 58,15] \\ & - 1,7 \times 10^{-5} \times M \times (5\,867 - p_a) - 0,0014 \times M \times (34 - t_a) \\ & - 3,96 \times 10^{-8} \times f_{cl} \times [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{cl} \times h_c \times (t_{cl} - t_a) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028 \times (M - W) -$$

$$-I_{cl} \times \{ 3,96 \times 10^{-8} \times f_{cl} \times [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] \times f_{cl} \times h_c \times (t_{cl} - t_a) \} \quad (2)$$

$$h_c = \begin{cases} 2,38 \times |t_{cl} - t_a|^{0,25} & \text{per } 2,38 \times |t_{cl} - t_a|^{0,25} > 12,1 \times \sqrt{v_{ar}} \\ 12,1 \times \sqrt{v_{ar}} & \text{per } 2,38 \times |t_{cl} - t_a|^{0,25} < 12,1 \times \sqrt{v_{ar}} \end{cases} \quad (3)$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1,00 + 1,290 I_{cl} & \text{per } I_{cl} \leq 0,078 \text{ m}^2 \times \text{K/W} \\ 1,05 + 0,645 I_{cl} & \text{per } I_{cl} > 0,078 \text{ m}^2 \times \text{K/W} \end{cases} \quad (4)$$

Per il calcolo di  $t_{cl}$  e  $h_c$ , che sono variabili dipendenti l'una dall'altra, si utilizza un algoritmo iterativo che si

ferma quando trova una condizione di equilibrio/convergenza sul valore di  $t_{cl}$ .

L'equazione (1) rappresenta il bilancio termico tra corpo umano e ambiente: alla potenza generata dall'attività metabolica (M) vengono sottratte le varie componenti disperse dal corpo umano: potenza meccanica per lavoro (W), potenza termica dispersa per sudorazione e traspirazione **a)** e **b)**, potenza termica dispersa nella respirazione **c)** e **d)**, potenza termica scambiata per irraggiamento **e)**, potenza scambiata per convezione **f)**.

La pressione parziale del vapor d'acqua è ricavata a partire dall'umidità relativa ( $U_r$ ) e dalla  $t_a$ :

$$p_a = U_r \times 10 \times \exp(16,6536 - 4030,183 / (t_a + 235))$$

La temperatura operativa ( $t_o$ ) è ottenuta dalla seguente:

$$t_o = (h_r \times t_r + h_c \times t_a) / (h_r + h_c)$$

Il PPD dipende direttamente dal PMV e prevede la percentuale degli insoddisfatti per l'ambiente considerato:

$$PPD = 100 - 95 \times \exp(-0,03353 \times PMV^4 - 0,2179 \times PMV^2) \quad (5)$$

### Valutazione dei Discomfort locali

---

Per la previsione dei discomfort locali la UNI EN ISO 7730 considera i seguenti casi: correnti d'aria, differenza verticale della temperatura dell'aria, pavimenti caldi freddi, asimmetria radiante.

Per calcolare la percentuale di insoddisfatti si utilizzano le seguenti formule:

#### Correnti d'aria

$$DR = (34 - t_{a,l})(\bar{v}_{a,l} - 0,05)^{0,62} (0,37 \times \bar{v}_{a,l} \times Tu + 3,14) \quad (6)$$

#### Differenza verticale della temperatura dell'aria

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(5,76 - 0,856 \times \Delta t_{a,v})} \quad (7)$$

#### Pavimenti caldi freddi

$$PD = 100 - 94 \times \exp(-1,387 + 0,118 \times t_f - 0,0025 \times t_f^2) \quad (8)$$

#### Asimmetria radiante

##### **a) Soffitto caldo**

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(2,84 - 0,174 \times \Delta t_{pr})} - 5,5 \quad (9)$$

$$\Delta t_{pr} < 23 \text{ }^\circ\text{C}$$

##### **b) Parete fredda**

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(6,61 - 0,345 \times \Delta t_{pr})} \quad (10)$$

$$\Delta t_{pr} < 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

c) **Soffitto freddo**

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(9,93 - 0,50 \times \Delta t_{pr})} \quad (11)$$

$$\Delta t_{pr} < 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

d) **Parete calda**

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(3,72 - 0,052 \times \Delta t_{pr})} - 3,5 \quad (12)$$

$$\Delta t_{pr} < 35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Categorie ambiente secondo UNI EN ISO 7730 e UNI EN 15251

Nella tabella successiva sono riepilogate le categorie ambiente secondo le norme UNI EN ISO 7730 (Classi A, B, C) e UNI EN 15251 (Classi I, II, III, IV che considerano soli i valori di PPD e PMV).

Categoria UNI EN ISO 7730 (UNI EN 15251)	Stato termico complessivo		Discomfort termico locale			
	PPD (%)	PMV	Corrente d'aria DR (%)	Differenz a temp. verticale PD (%)	Paviment i caldi o freddi PD (%)	Asimmetri a radiante PD (%)
Classe A (I)	<6	-0.2 < PMV < +0.2	<10	<3	<10	<5
Classe B (II)	<10	-0.5 < PMV < +0.5	<20	<5	<10	<5
Classe C (III)	<15	-0.7 < PMV < +0.7	<30	<10	<15	<10
- (IV)	≥15	PMV ≥ +0.7 PMV ≤ -0.7	-	-	-	-

I CAM considerano come valide le condizioni conformi alla Classe B della UNI EN ISO 7730, in termini di PMV e PPD.



# VALUTAZIONE COMFORT DEGLI AMBIENTI TERMICI

## Descrizione intervento

Il fabbricato oggetto del progetto è denominato "Edificio B", situato in \$Empty\_ED\_INDIR\$ \$Empty\_ED\_COMUNE\$ (\$Empty\_ED\_PROV\$) ed è individuato catastalmente dai dati nella tabella seguente:

Dati catastali				
Cod. comune	Sezione	Foglio	Particella	Sub
<b>\$Empty_CAT_C OM\$</b>	<b>\$Empty_CAT_SE Z\$</b>	<b>\$Empty_CAT_FG L\$</b>	<b>\$Empty_CAT_PA R\$</b>	<b>\$Empty_CAT_SU B\$</b>
Categoria	Destinazione d'uso	Immobile rurale	Data accatastamento	
<b>A/10</b>	<b>E.2</b>	<b>No</b>	<b>25/05/2017</b>	

La seguente tabella mostra i dati relativi al fabbricato che inquadrano l'intervento rispetto ai CAM:

Dati generali dell'intervento	
Edificio pubblico	<b>Si</b>
Tipologia edificio	<b>Edifici per uffici</b>
Tipologia intervento	<b>Ristrutturazione importante di primo livello</b>
Descrizione	<b>Ristrutturazione edificio esistente (sola struttura)</b>

## Ambiente termico: "Ufficio tipo"

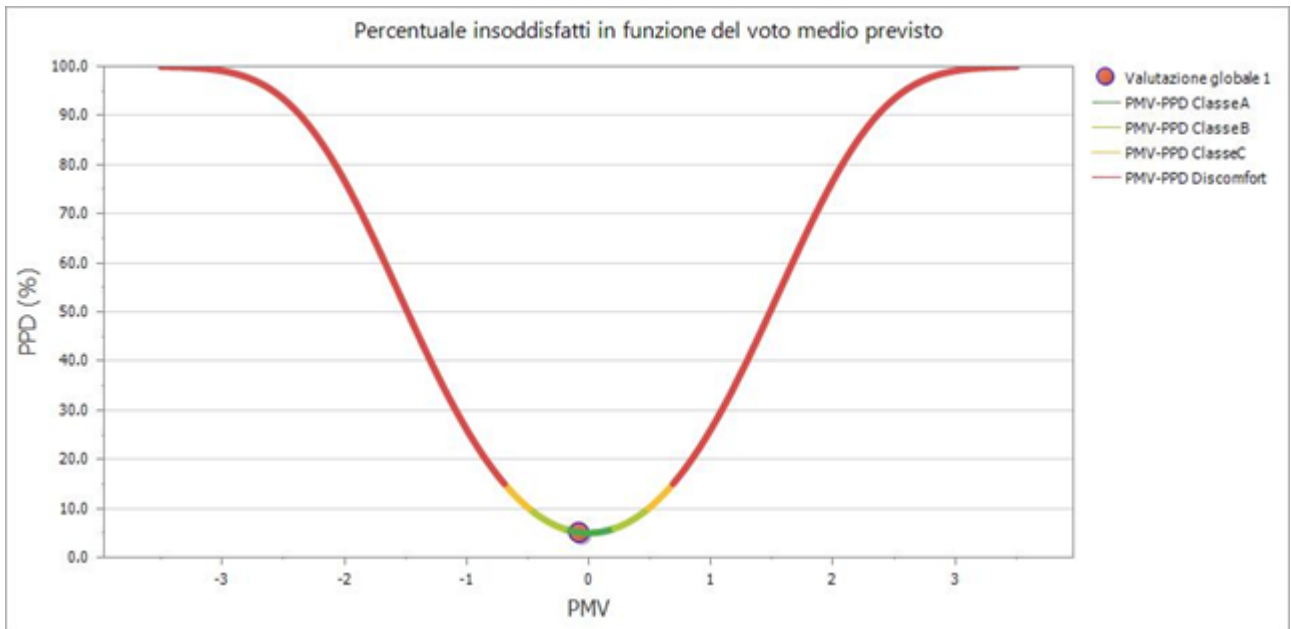
L'ambiente termico Ufficio tipo è posizionato nella scala \$Empty\_SCALA\$ al piano Primo all'interno P05. Di seguito sono riportate le valutazioni globali e le valutazioni di discomfort locale per l'ambiente termico.

### Valutazione globale "Valutazione globale 1"

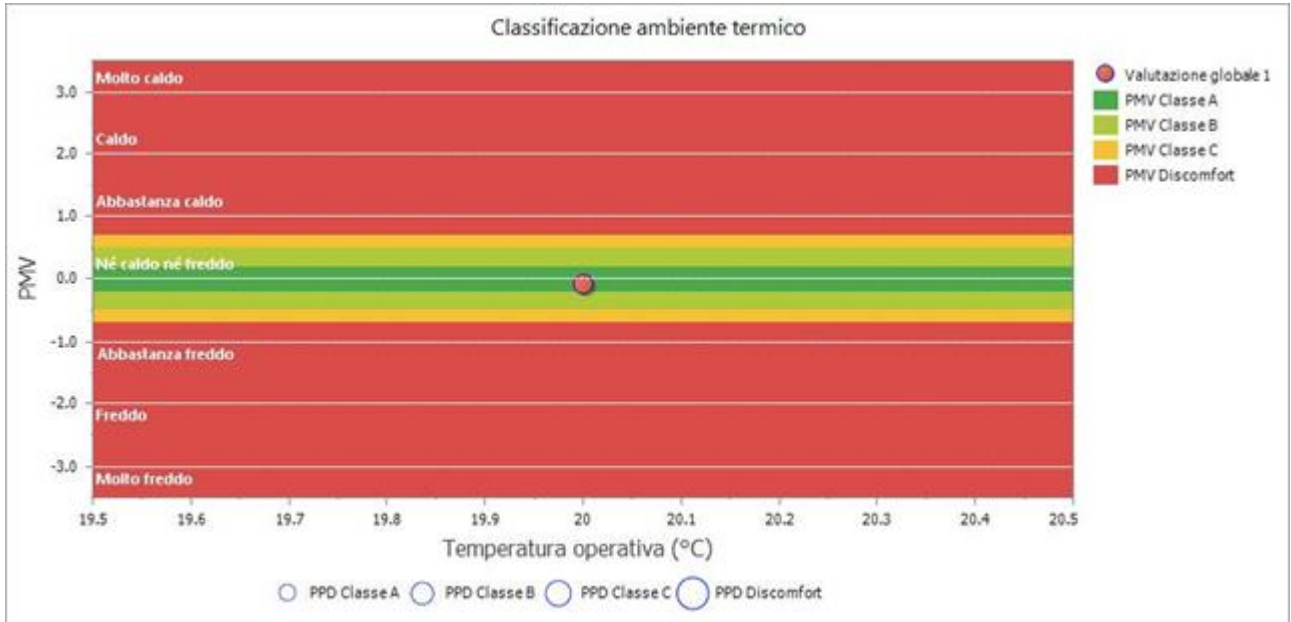
La seguente tabella riporta i dati del comfort termico per il corpo umano nel suo complesso:

<b>Valutazione complessiva del comfort termico: "Valutazione globale 1"</b>	
Stagione	<b>Invernale</b>
Temperatura aria $t_a$ (°C)	<b>20.0</b>
Temperatura media radiante $t_r$ (°C)	<b>20.0</b>
Umidità relativa (%)	<b>40.0</b>
Velocità relativa aria $v_r$ (m/s)	<b>0.15</b>
Abbigliamento	<b>Abbigliamento giornaliero - Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, camicia, pantaloni, maglione con scollo a V, giacca, calzini, scarpe</b>
Isolamento termico abbigliamento $I_{cl}$ (clo)	<b>1.30</b>
Metabolismo	<b>Standard UNI EN ISO 7730 - Attività sedentarie (ufficio, abitazione, scuola, laboratorio)</b>
Metabolismo energetico $M$ (met)	<b>1.20</b>
Potenza meccanica $W$ (met)	<b>0.00</b>
<b>Risultati</b>	
Temperatura operativa $t_o$ (°C)	<b>20.0</b>
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>24.5</b>
Voto medio previsto PMV	<b>-0.08</b>
Percentuale prevista insoddisfatti (%)	<b>5.1</b>
Categoria ambiente in termini di PMV e PPD	<b>Classe A</b>
Categoria UNI EN 15251	<b>Categoria I</b>
Sensazione termica	<b>Né caldo né freddo</b>

Il grafico seguente mostra la percentuale prevista di insoddisfatti (PPD) in funzione del voto medio previsto (PMV). La curva rappresenta la funzione (5) ed è colorata in base alla classificazione composta di PMV e PPD.



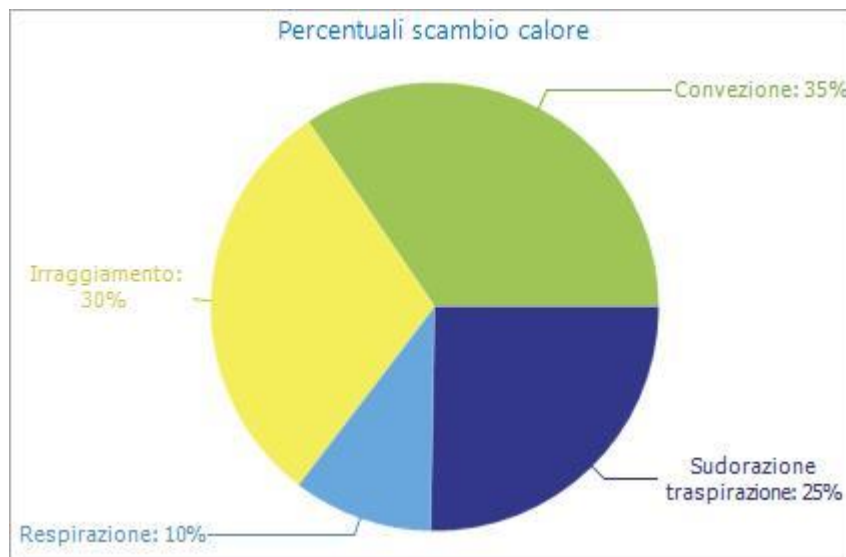
Il grafico seguente mostra il PMV previsto con evidenziate le fasce delle classificazioni e le sensazioni termiche. La dimensione dei cerchi sul grafico indica la diversa classificazione del PPD.



La tabella seguente dettaglia lo scambio di calore che avviene tra corpo umano e ambiente alle condizioni indicate nel paragrafo precedente.

Scambio di calore tra corpo umano e ambiente: "Valutazione globale 1"	
Convezione (W/m <sup>2</sup> )	<b>24.64</b>
Irraggiamento (W/m <sup>2</sup> )	<b>21.43</b>
Respirazione (W/m <sup>2</sup> )	<b>7.22</b>
Sudorazione e traspirazione (W/m <sup>2</sup> )	<b>18.03</b>
Scambio calore totale (W/m <sup>2</sup> )	<b>71.32</b>
Cessione calore (W/m <sup>2</sup> )	<b>1.50 (Il totale del calore scambiato supera il metabolismo energetico decurtato della potenza meccanica)</b>

Lo scambio di calore tra corpo umano e ambiente, in percentuale, è mostrato nel grafico seguente:



Le tabelle seguenti mostrano le percentuali di insoddisfatti per i vari discomfort locali.

<b>Correnti d'aria</b>	
Temperatura aria $t_{a,l}$ (°C)	<b>20.0</b>
Velocità media aria $v_{a,l}$ (m/s)	<b>0.10</b>
Intensità turbolenza $T_u$ (%)	<b>20</b>
<b>Risultati</b>	
Rischio da correnti d'aria DR (%)	<b>8.5</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e DR	<b>Classe A</b>

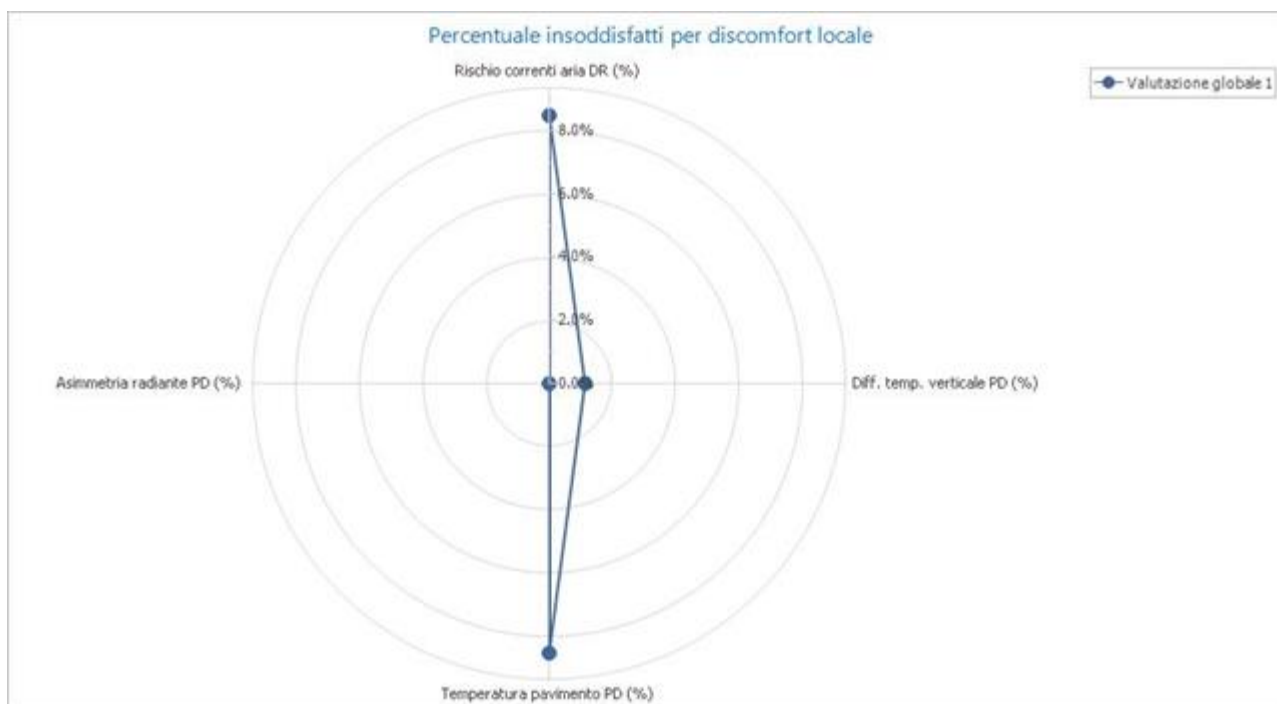
<b>Differenza verticale della temperatura dell'aria</b>	
Differenza temperatura testa-piedi $\Delta T_{a,v}$ (°C)	<b>1.5</b>
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>1.1</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe A</b>

<b>Pavimento caldo freddo</b>	
Temperatura pavimento $T_f$ (°C)	<b>20.0</b>
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>8.5</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe A</b>

<b>Asimmetria radiante soffitto</b>	
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>24.5</b>
Temperatura soffitto (°C)	<b>20.0</b>
Temperatura pavimento (°C)	<b>20.0</b>
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	<b>0.0</b>
Tipo calcolo	-
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>0.0</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe A</b>

<b>Asimmetria radiante pareti</b>	
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>24.5</b>
<b><i>Pareti frontale e posteriore</i></b>	
Temperatura parete frontale (°C)	<b>20.0</b>
Temperatura parete posteriore (°C)	<b>20.0</b>
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	<b>0.0</b>
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>0.0</b>
<b><i>Pareti destra e sinistra</i></b>	
Temperatura parete destra (°C)	<b>20.0</b>
Temperatura parete sinistra (°C)	<b>20.0</b>
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	<b>0.0</b>
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>0.0</b>
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>0.0</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe A</b>

Il grafico seguente mostra le percentuali di insoddisfatti per i disagi locali:



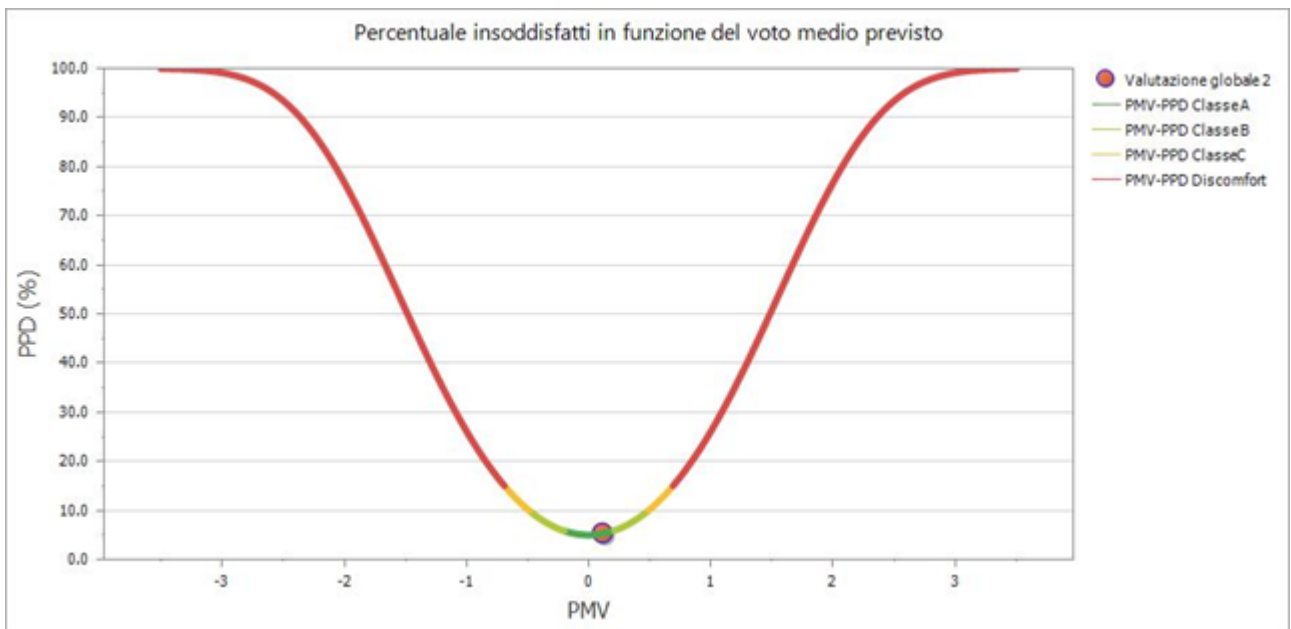
Valutazione globale "Valutazione globale 2"

La seguente tabella riporta i dati del comfort termico per il corpo umano nel suo complesso:

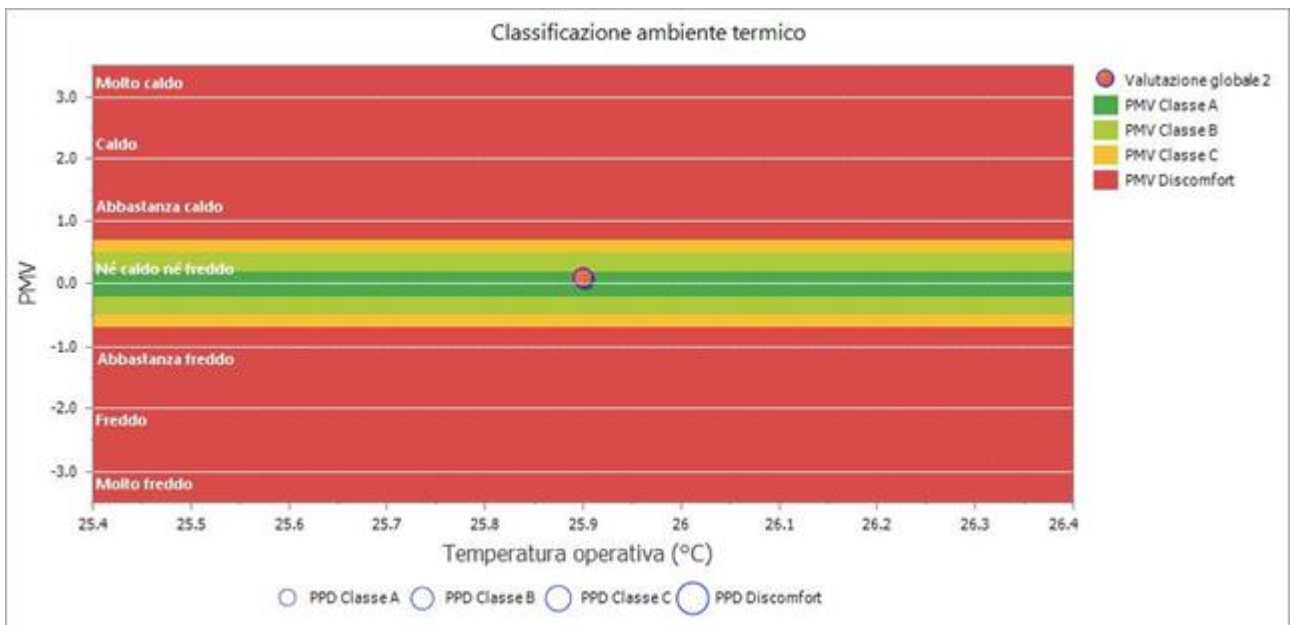
**Valutazione complessiva del comfort termico: "Valutazione globale 2"**

Stagione	<b>Estiva</b>
Temperatura aria $t_a$ (°C)	<b>24.0</b>
Temperatura media radiante $t_r$ (°C)	<b>28.0</b>
Umidità relativa (%)	<b>40.0</b>
Velocità relativa aria $v_r$ (m/s)	<b>0.15</b>
Abbigliamento	<b>Abbigliamento giornaliero - Mutande, camicia con maniche corte, pantaloni leggeri, calzini leggeri, scarpe</b>
Isolamento termico abbigliamento $I_{cl}$ (clo)	<b>0.50</b>
Metabolismo	<b>Standard UNI EN ISO 7730 - Attività sedentarie (ufficio, abitazione, scuola, laboratorio)</b>
Metabolismo energetico $M$ (met)	<b>1.20</b>
Potenza meccanica $W$ (met)	<b>0.00</b>
<b>Risultati</b>	
Temperatura operativa $t_o$ (°C)	<b>25.9</b>
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>30.3</b>
Voto medio previsto PMV	<b>0.11</b>
Percentuale prevista insoddisfatti (%)	<b>5.3</b>
Categoria ambiente in termini di PMV e PPD	<b>Classe A</b>
Categoria UNI EN 15251	<b>Categoria I</b>
Sensazione termica	<b>Né caldo né freddo</b>

Il grafico seguente mostra la percentuale prevista di insoddisfatti (PPD) in funzione del voto medio previsto (PMV). La curva rappresenta la funzione (5) ed è colorata in base alla classificazione composta di PMV e PPD.



Il grafico seguente mostra il PMV previsto con evidenziate le fasce delle classificazioni e le sensazioni termiche. La dimensione dei cerchi sul grafico indica la diversa classificazione del PPD.

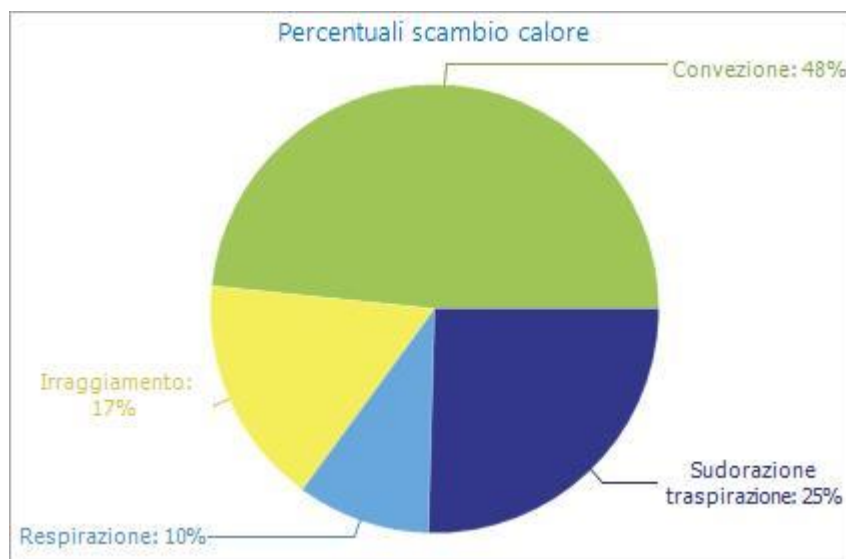




La tabella seguente dettaglia lo scambio di calore che avviene tra corpo umano e ambiente alle condizioni indicate nel paragrafo precedente.

Scambio di calore tra corpo umano e ambiente: "Valutazione globale 2"	
Convezione (W/m <sup>2</sup> )	<b>32.68</b>
Irraggiamento (W/m <sup>2</sup> )	<b>11.24</b>
Respirazione (W/m <sup>2</sup> )	<b>6.52</b>
Sudorazione e traspirazione (W/m <sup>2</sup> )	<b>17.24</b>
Scambio calore totale (W/m <sup>2</sup> )	<b>67.68</b>
Cessione calore (W/m <sup>2</sup> )	<b>2.10 (Il totale del calore scambiato è inferiore al metabolismo energetico decurtato della potenza meccanica)</b>

Lo scambio di calore tra corpo umano e ambiente, in percentuale, è mostrato nel grafico seguente:



Le tabelle seguenti mostrano le percentuali di insoddisfatti per i vari discomfort locali.

<b>Correnti d'aria</b>	
Temperatura aria $t_{a,l}$ (°C)	<b>20.0</b>
Velocità media aria $v_{a,l}$ (m/s)	<b>0.10</b>
Intensità turbolenza $Tu$ (%)	<b>20</b>
<b>Risultati</b>	
Rischio da correnti d'aria DR (%)	<b>8.5</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e DR	<b>Classe A</b>

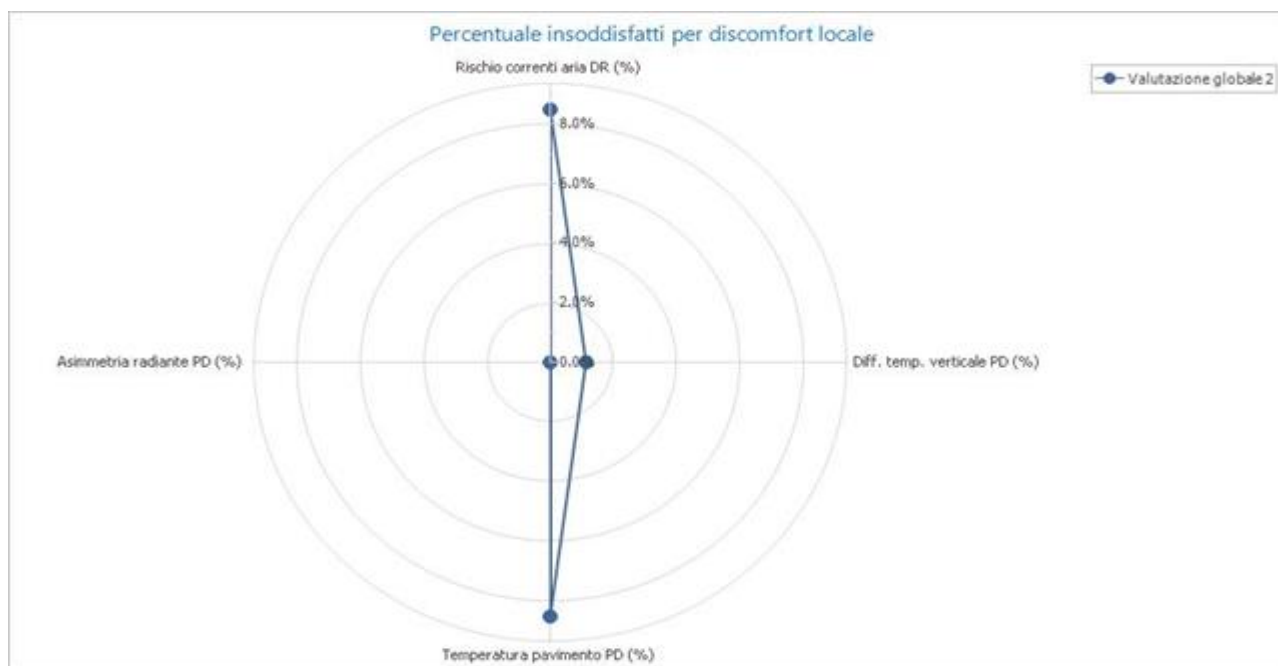
<b>Differenza verticale della temperatura dell'aria</b>	
Differenza temperatura testa-piedi $\Delta T_{a,v}$ (°C)	<b>1.5</b>
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>1.1</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe A</b>

<b>Pavimento caldo freddo</b>	
Temperatura pavimento $T_f$ (°C)	<b>20.0</b>
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>8.5</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe A</b>

<b>Asimmetria radiante soffitto</b>	
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>30.3</b>
Temperatura soffitto (°C)	<b>20.0</b>
Temperatura pavimento (°C)	<b>20.0</b>
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	<b>0.0</b>
Tipo calcolo	-
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>0.0</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe A</b>

<b>Asimmetria radiante pareti</b>	
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>30.3</b>
<b><i>Pareti frontale e posteriore</i></b>	
Temperatura parete frontale (°C)	<b>20.0</b>
Temperatura parete posteriore (°C)	<b>20.0</b>
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	<b>0.0</b>
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>0.0</b>
<b><i>Pareti destra e sinistra</i></b>	
Temperatura parete destra (°C)	<b>20.0</b>
Temperatura parete sinistra (°C)	<b>20.0</b>
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	<b>0.0</b>
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>0.0</b>
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>0.0</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe A</b>

Il grafico seguente mostra le percentuali di insoddisfatti per i disagi locali:



Categoria ambiente termico: "Ufficio tipo"

Tenendo conto della valutazione complessiva del comfort in termini di PMV e PPD (**Classe A**) e della percentuale di insoddisfatti a causa dei disagi locali, in base alla tabella delle categorie della UNI EN ISO 7730 (riportata nel capitolo "Procedure di calcolo") la categoria risultante per l'ambiente è **Classe A**.

## CATEGORIA COMPLESSIVA FABBRICATO

Nella tabella seguente sono riepilogati i dati complessivi di classificazione degli ambienti:

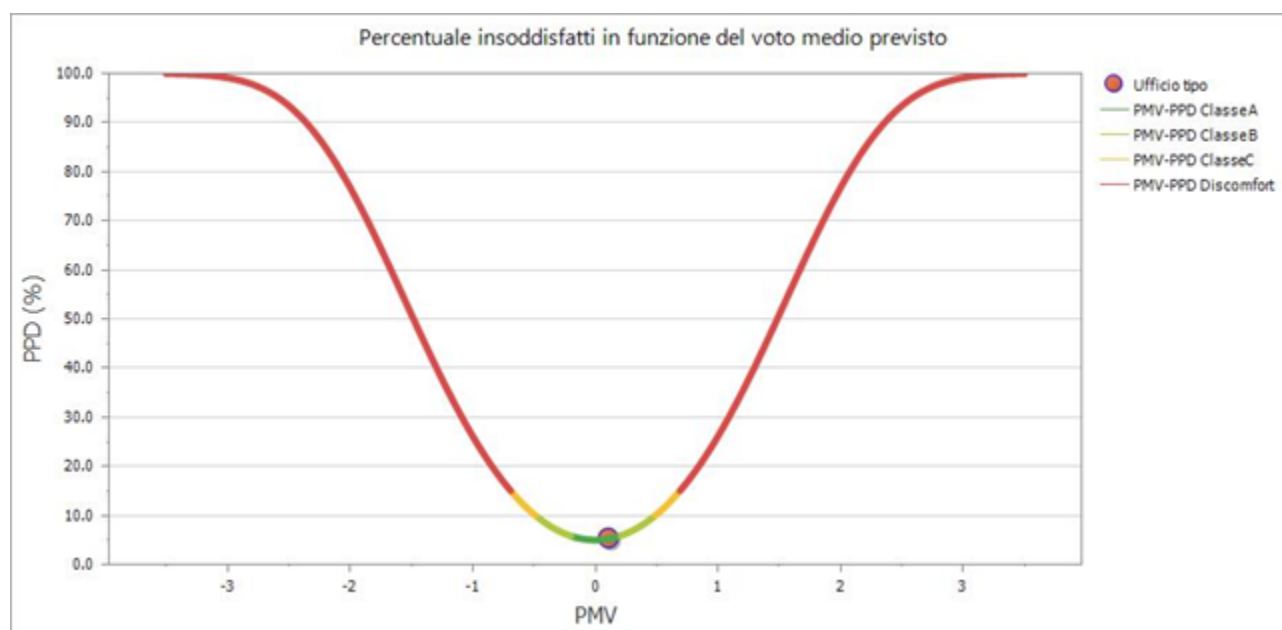
### Valutazione ambienti

Ambiente termico	t <sub>o</sub> (°C)	PMV	PPD (%)	Categoria PMV PPD	Categoria UNI 15251	Categoria
Ufficio tipo	25.9	25.9	5.3	Classe A	Categoria I	Classe A

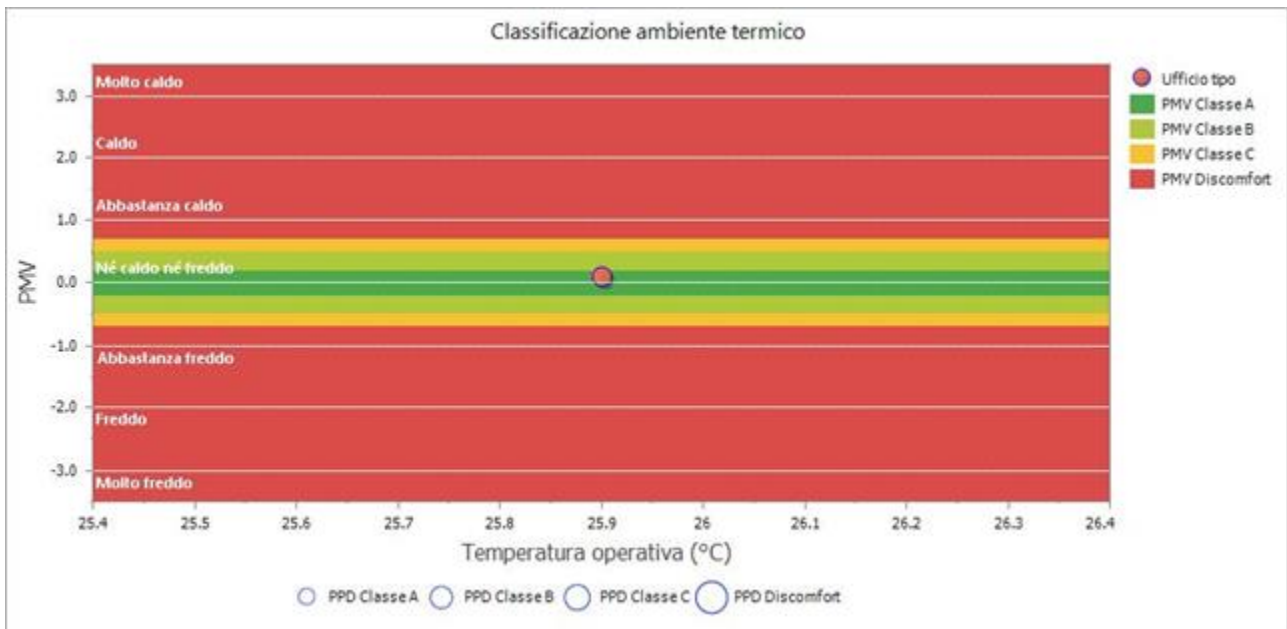
Legenda

<b>Ambiente termico</b>	Descrizione dell'ambiente termico
<b>t<sub>o</sub> (°C)</b>	Temperatura operativa (°C)
<b>PMV</b>	Voto medio previsto
<b>PPD (%)</b>	Percentuale prevista di insoddisfatti (%)
<b>Categoria PMV PPD</b>	Categoria in termini di PMV e PPD
<b>Categoria UNI 15251</b>	Categoria UNI 15251 in termini di PMV e PPD
<b>Categoria</b>	Categoria complessiva dei discomfort locali

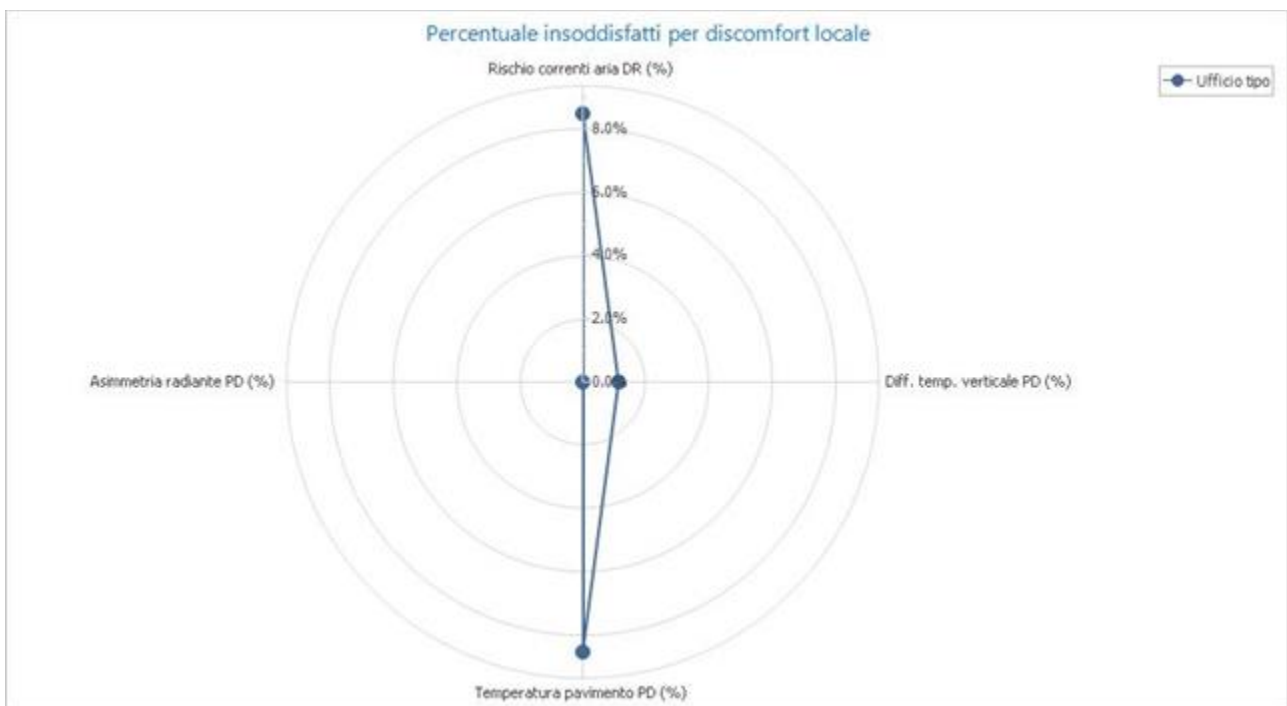
Il grafico seguente mostra per ogni ambiente termico la percentuale prevista di insoddisfatti (PPD) in funzione del voto medio previsto (PMV). La curva rappresenta la funzione (5) ed è colorata in base alla classificazione composta di PMV e PPD.



Il grafico seguente mostra il PMV previsto per ogni ambiente termico con in evidenza le fasce delle varie classificazioni e le sensazioni termiche. La dimensione dei cerchi sul grafico indica la classificazione del PPD.



Il grafico seguente mostra per ogni ambiente termico la percentuale di insoddisfatti a causa dei disagi locali.



Nella tabella seguente sono riepilogati i dati delle valutazioni dei singoli ambienti:

## Valutazione globale ambienti

Ambiente "Ufficio tipo"															
Dati ambiente termico								Risultati valutazione globale							
Ambiente termico	Stagione	t <sub>a</sub> (°C)	t <sub>r</sub> (°C)	U <sub>r</sub> (%)	v <sub>ar</sub> (m/s)	I <sub>cl</sub> (clo)	M (met)	t <sub>o</sub> (°C)	t <sub>cl</sub> (°C)	PMV	PPD (%)	Cat PMV PPD	Cat UNI 15251	Cat	Sensaz. termica
Valutazione globale 1	Invernale	20.0	20.0	40.0	0.15	1.30	1.20	20.0	24.5	-0.08	5.1	Classe A	Categoria I	Classe A	Né caldo né freddo
Valutazione globale 2	Estiva	24.0	28.0	40.0	0.15	0.50	1.20	25.9	30.3	0.11	5.3	Classe A	Categoria I	Classe A	Né caldo né freddo

### Legenda

<b>Dati ambiente termico Ambiente termico</b>	Descrizione dell'ambiente termico
<b>Dati ambiente termico Stagione</b>	Stagione della valutazione globale dell'ambiente
<b>Dati ambiente termico t<sub>a</sub> (°C)</b>	Temperatura dell'aria (°C)
<b>Dati ambiente termico t<sub>r</sub> (°C)</b>	Temperatura media radiante (°C)
<b>Dati ambiente termico U<sub>r</sub> (%)</b>	Umidità relativa (%)
<b>Dati ambiente termico v<sub>ar</sub> (m/s)</b>	Velocità relativa dell'aria (m/s)
<b>Dati ambiente termico I<sub>cl</sub> (clo)</b>	Isolamento termico dell'abbigliamento (clo)
<b>Dati ambiente termico M (met)</b>	Metabolismo energetico (met)
<b>Risultati valutazione globale t<sub>o</sub> (°C)</b>	Temperatura operativa (°C)
<b>Risultati valutazione globale t<sub>cl</sub> (°C)</b>	Temperatura superficiale dell'abbigliamento (°C)
<b>Risultati valutazione globale PMV</b>	Voto medio previsto
<b>Risultati valutazione globale PPD (%)</b>	Percentuale prevista di insoddisfatti (%)
<b>Risultati valutazione globale Cat PMV PPD</b>	Categoria in termini di PMV e PPD
<b>Risultati valutazione globale Cat UNI 15251</b>	Categoria UNI 15251 in termini di PMV e PPD
<b>Risultati valutazione globale Cat</b>	Categoria comprensiva dei discomfort locali
<b>Risultati valutazione globale Sensaz. termica</b>	Sensazione termica media prevista

La classificazione complessiva del fabbricato è calcolata come la peggiore in termini di valutazioni globali e discomfort locali degli ambienti termici considerati.

La tabella seguente mostra la categoria complessiva per il fabbricato:

<b>Categoria: "Edificio B"</b>	
Categoria in termini di PMV e PPD	<b>Classe A</b>
Categoria complessiva	<b>Classe A</b>

La categoria in termini di PMV e PPD rispetta quanto previsto dai criteri ambientali minimi (CAM) per progettazione e lavori per nuove costruzioni, ristrutturazioni e manutenzioni di edifici pubblici che prevedono di garantire condizioni conformi alla classe B secondo la norma ISO 7730:2005 in termini di PMV e di PPD.