



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.RT09/00 | <ul style="list-style-type: none"> Relazione di valutazione dei comfort termoigrometrico e di qualità dell'aria ai sensi del D.M. 11/10/2017 (C.A.M.) Edificio A |
|  | |

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

| PROGETTISTA RESPONSABILE COORDINATORE | |
|---|---|
| <p>RESPONSABILI</p> <p>RESPONSABILE PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA Arch. Gianfranco PICARIELLO</p> <p>RESPONSABILE PROGETTAZIONE STRUTTURALE Ing. Carlo CARLETTI</p> <p>RESPONSABILE INDAGINI GEOGNOSTICHE Geol. Carmine MAZZAROTTI</p> <p>RESPONSABILE PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICHE Ing. Bruno MATTIA</p> <p>RESPONSABILE PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI Ing. Mauro GUERRIERO</p> <p>RESPONSABILE PROGETTAZIONE SICUREZZA Arch. Patrizia GAMMA</p> | <p>Arch. Valentino TROPEANO</p> <p>GRUPPO DI LAVORO</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>CONSULENTI SCIENTIFICI</p> <p>Prof. Ing. Luigi PETTI Prof. Geol. Francesco Maria GUADAGNO</p> |

RELAZIONE TECNICA

Comfort termo-igrometrico

Fabbricato: Edificio A

Indirizzo: località Santa Caterina

Committente:

Il tecnico

Copyright ACCA software S.p.A.

INDICE

| | |
|--|-----------|
| DATI GENERALI | 3 |
| PREMESSA | 4 |
| 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 |
| VALUTAZIONE COMFORT DEGLI AMBIENTI TERMICI | 8 |
| Descrizione intervento | 8 |
| Ambiente termico: "Camera tipo"..... | 9 |
| Valutazione globale "Valutazione globale estiva"..... | 9 |
| Scambio calore tra corpo umano e ambiente | 11 |
| Valutazione discomfort locali..... | 12 |
| Valutazione globale "Valutazione globale invernale" | 13 |
| Scambio calore tra corpo umano e ambiente | 16 |
| Valutazione discomfort locali..... | 17 |
| Categoria ambiente termico: "Camera tipo"..... | 18 |
| CATEGORIA COMPLESSIVA FABBRICATO | 21 |

DATI GENERALI

Committente

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

| | |
|------------------------|---------------|
| Tecnico | |
| Ragione Sociale | |
| Codice Fiscale | |
| P.IVA | |
| Nazione | Italia |
| Indirizzo | |
| CAP - Comune | |
| Nome Cognome Tecnico | |
| Nazione di nascita | Italia |
| 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.

| | |
|-------------------------|--|
| D. M. 11/10/2017 | Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili (CAM). |
| UNI EN ISO 7730 | 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. |
| D. M. 26/06/2015 | Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici. |
| UNI EN 13788 | 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. |
| UNI EN 15251 | 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 ² oppure met |
| W | Potenza meccanica efficace | W/m ² oppure met |
| I_{cl} | Isolamento termico dell'abbigliamento | m ² ·K/W oppure clo |
| f_{cl} | Coefficiente di area dell'abbigliamento | m ² ·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 ² ·K |
| t_{cl} | Temperatura superficiale dell'abbigliamento | °C |
| h_r | Coefficiente di scambio termico radiante | W/m ² ·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 |
| ΔT_{pr} | 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.

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

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

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

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

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

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

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 scambiate 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

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

$$\Delta t_{pr} < 23 \text{ °C}$$

b) Parete fredda

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

$$\Delta t_{pr} < 15 \text{ °C}$$

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 A", 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 |
| \$Empty_CAT_C OM\$ | \$Empty_CAT_SE Z\$ | \$Empty_CAT_FG L\$ | \$Empty_CAT_PA R\$ | \$Empty_CAT_SU B\$ |
| Categoria | Destinazione d'uso | Immobile rurale | Data accatastamento | |
| B/1 | E.1 (3) | No | 25/05/2017 | |
| | | | | |

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

| Dati generali dell'intervento | |
|-------------------------------|------------------------------|
| Edificio pubblico | Si |
| Tipologia edificio | Edifici ricettivi |
| Tipologia intervento | Nuova costruzione |
| Descrizione | Dormitorio e palestre |
| | |

Ambiente termico: "Camera tipo"

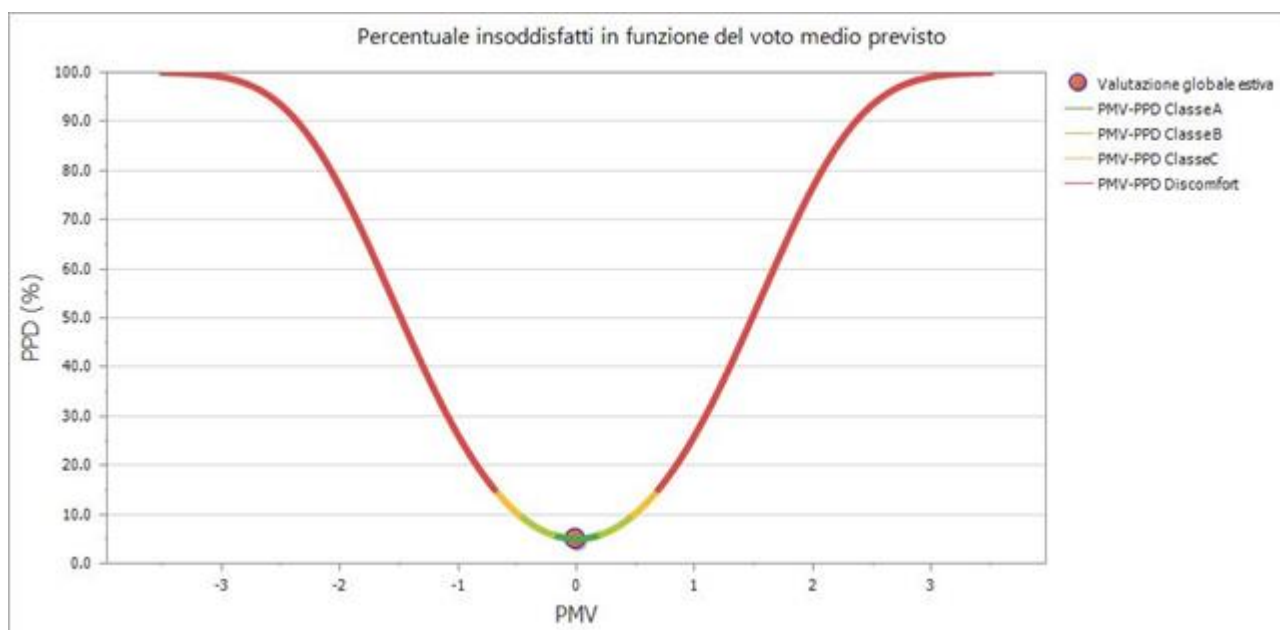
L'ambiente termico Camera tipo è posizionato nella scala \$Empty_SCALA\$ al piano Primo all'interno P21. Di seguito sono riportate le valutazioni globali e le valutazioni di discomfort locale per l'ambiente termico.

Valutazione globale "Valutazione globale estiva"

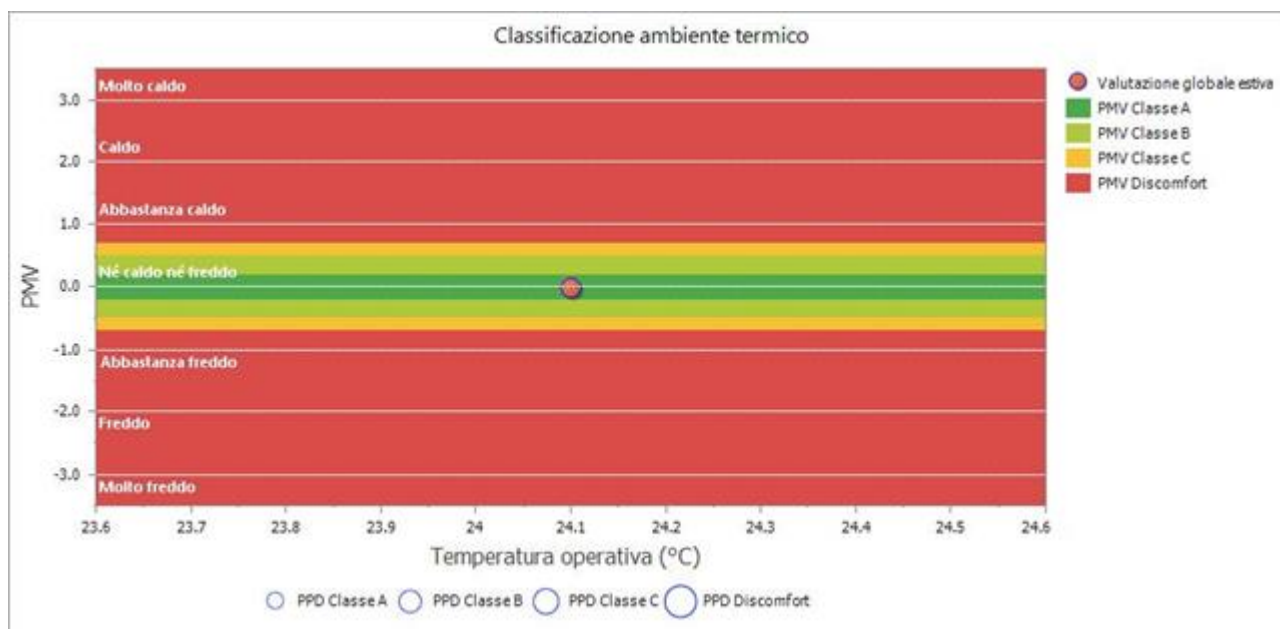
La seguente tabella riporta i dati del comfort termico per il corpo umano nel suo complesso:

| Valutazione complessiva del comfort termico: "Valutazione globale estiva" | |
|--|--|
| Stagione | Estiva |
| Temperatura aria t_a (°C) | 26.0 |
| Temperatura media radiante t_r (°C) | 22.0 |
| Umidità relativa (%) | 50.0 |
| Velocità relativa aria v_r (m/s) | 0.15 |
| Abbigliamento | Abbigliamento giornaliero - Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, gilet, giacca, cappotto, calzini, scarpe |
| Isolamento termico abbigliamento I_{cl} (clo) | 1.50 |
| Metabolismo | Standard UNI EN ISO 7730 - Distesi |
| Metabolismo energetico M (met) | 0.80 |
| Potenza meccanica W (met) | 0.00 |
| | |
| Risultati | |
| Temperatura operativa t_o (°C) | 24.1 |
| Temperatura superficiale t_{cl} (°C) | 27.1 |
| Voto medio previsto PMV | -0.01 |
| Percentuale prevista insoddisfatti (%) | 5.0 |
| Categoria ambiente in termini di PMV e PPD | Classe A |
| Categoria UNI EN 15251 | Categoria I |
| Sensazione termica | Né caldo né freddo |
| | |

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.



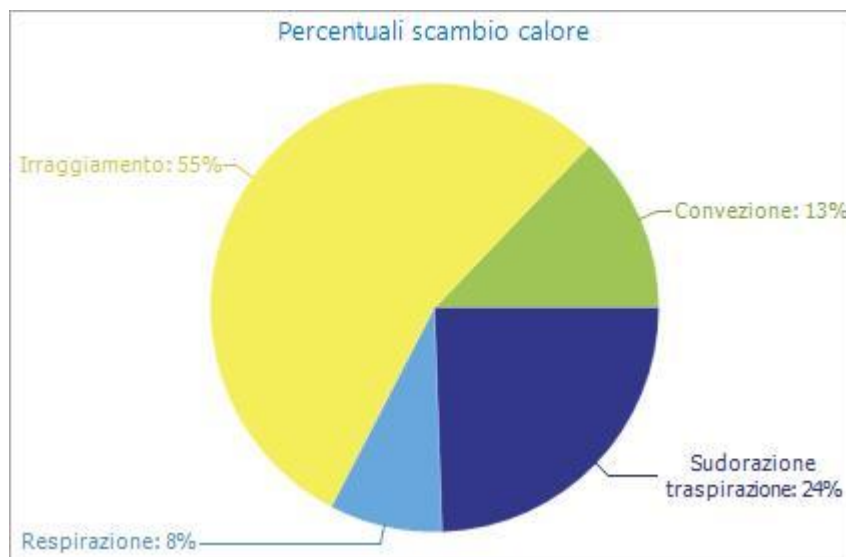
Il grafico seguente mostra il PMV previsto con evidenziate le fasce delle classificazioni e le sensazioni termiche. La dimensione dei cerchi sul grafico indica la diversa classificazione del PPD.



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 estiva" | |
|--|---|
| Convezione (W/m ²) | 6.04 |
| Irraggiamento (W/m ²) | 25.40 |
| Respirazione (W/m ²) | 3.83 |
| Sudorazione e traspirazione (W/m ²) | 11.37 |
| Scambio calore totale (W/m ²) | 46.64 |
| Cessione calore (W/m ²) | 0.10 (Il totale del calore scambiato supera il metabolismo energetico decurtato della potenza meccanica) |
| | |

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.

| Correnti d'aria | |
|---------------------------------------|-----------------|
| Temperatura aria $t_{a,i}$ (°C) | 26.0 |
| Velocità media aria $v_{a,i}$ (m/s) | 0.15 |
| Intensità turbolenza T_u (%) | 20 |
| Risultati | |
| Rischio da correnti d'aria DR (%) | 8.2 |
| Categoria in termini di PMV, PPD e DR | Classe A |
| | |

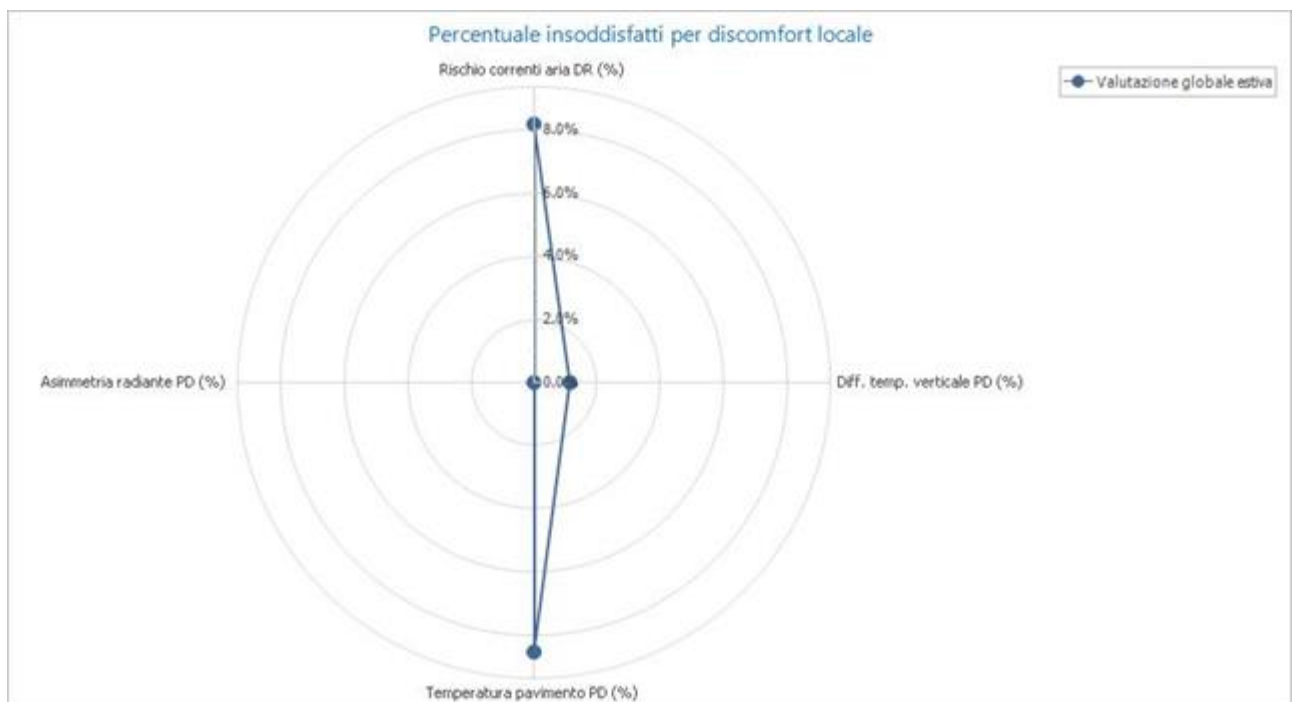
| Differenza verticale della temperatura dell'aria | |
|--|-----------------|
| Differenza temperatura testa-piedi $\Delta T_{a,v}$ (°C) | 1.5 |
| Risultati | |
| Percentuale insoddisfatti PD (%) | 1.1 |
| Categoria in termini di PMV, PPD e PD | Classe A |
| | |

| Pavimento caldo freddo | |
|---------------------------------------|-----------------|
| Temperatura pavimento T_f (°C) | 20.0 |
| Risultati | |
| Percentuale insoddisfatti PD (%) | 8.5 |
| Categoria in termini di PMV, PPD e PD | Classe A |
| | |

| Asimmetria radiante soffitto | |
|--|-----------------|
| Temperatura superficiale t_{cl} (°C) | 27.1 |
| Temperatura soffitto (°C) | 20.0 |
| Temperatura pavimento (°C) | 20.0 |
| Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} (°C) | 0.0 |
| Tipo calcolo | - |
| Risultati | |
| Percentuale insoddisfatti PD (%) | 0.0 |
| Categoria in termini di PMV, PPD e PD | Classe A |
| | |

| Asimmetria radiante pareti | |
|--|-----------------|
| Temperatura superficiale t_{cl} (°C) | 27.1 |
| <i>Pareti frontale e posteriore</i> | |
| Temperatura parete frontale (°C) | 20.0 |
| Temperatura parete posteriore (°C) | 20.0 |
| Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} (°C) | 0.0 |
| Tipo calcolo | - |
| Percentuale insoddisfatti PD (%) | 0.0 |
| <i>Pareti destra e sinistra</i> | |
| Temperatura parete destra (°C) | 20.0 |
| Temperatura parete sinistra (°C) | 20.0 |
| Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} (°C) | 0.0 |
| Tipo calcolo | - |
| Percentuale insoddisfatti PD (%) | 0.0 |
| Risultati | |
| Percentuale insoddisfatti PD (%) | 0.0 |
| Categoria in termini di PMV, PPD e PD | Classe A |

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



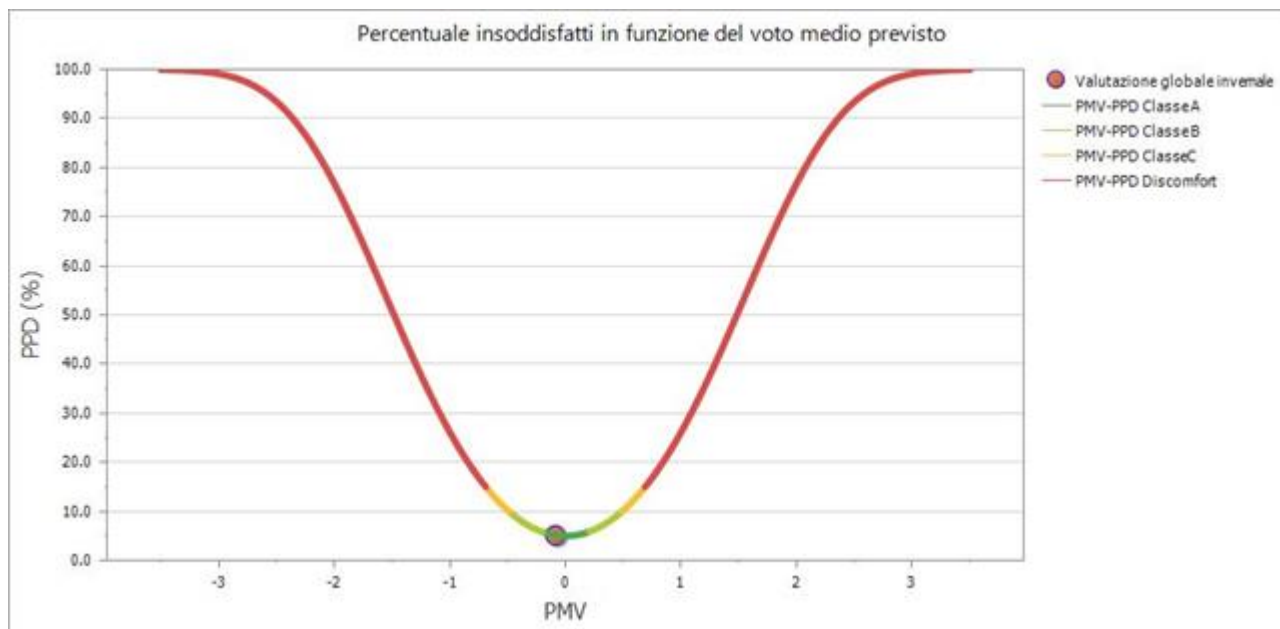
Valutazione globale "Valutazione globale invernale"

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

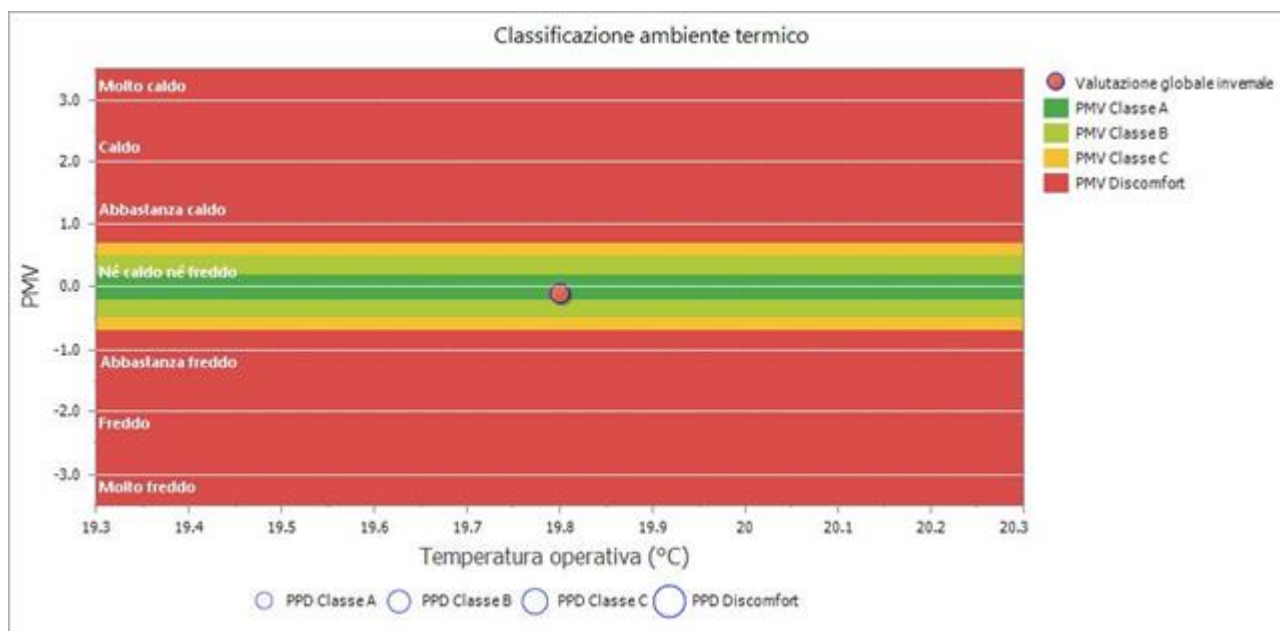
Valutazione complessiva del comfort termico: "Valutazione globale invernale"

| | |
|---|---|
| Stagione | Invernale |
| Temperatura aria t_a (°C) | 20.0 |
| Temperatura media radiante t_r (°C) | 19.5 |
| Umidità relativa (%) | 50.0 |
| Velocità relativa aria v_r (m/s) | 0.15 |
| Abbigliamento | Abbigliamento giornaliero - Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, camicia, pantaloni, maglione con scollo a V, giacca, calzini, scarpe |
| Isolamento termico abbigliamento I_{cl} (clo) | 1.30 |
| Metabolismo | Standard UNI EN ISO 7730 - Distesi |
| Metabolismo energetico M (met) | 0.80 |
| Potenza meccanica W (met) | -0.35 |
| | |
| Risultati | |
| Temperatura operativa t_o (°C) | 19.8 |
| Temperatura superficiale t_{cl} (°C) | 24.3 |
| Voto medio previsto PMV | -0.09 |
| Percentuale prevista insoddisfatti (%) | 5.2 |
| Categoria ambiente in termini di PMV e PPD | Classe A |
| Categoria UNI EN 15251 | Categoria I |
| Sensazione termica | Né caldo né freddo |
| | |

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.



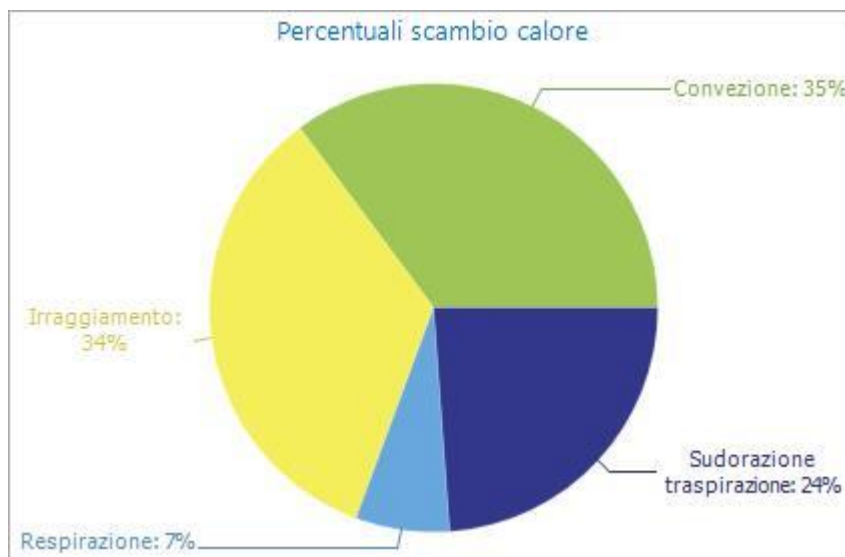
Il grafico seguente mostra il PMV previsto con evidenziate le fasce delle classificazioni e le sensazioni termiche. La dimensione dei cerchi sul grafico indica la diversa classificazione del PPD.



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 invernale" | |
|---|---|
| Convezione (W/m ²) | 23.94 |
| Irraggiamento (W/m ²) | 23.16 |
| Respirazione (W/m ²) | 4.63 |
| Sudorazione e traspirazione (W/m ²) | 16.16 |
| Scambio calore totale (W/m ²) | 67.89 |
| Cessione calore (W/m ²) | 1.00 (Il totale del calore scambiato supera il metabolismo energetico decurtato della potenza meccanica) |
| | |

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.

| Correnti d'aria | |
|---------------------------------------|-----------------|
| Temperatura aria $t_{a,i}$ (°C) | 20.0 |
| Velocità media aria $v_{a,i}$ (m/s) | 0.10 |
| Intensità turbolenza T_u (%) | 30 |
| Risultati | |
| Rischio da correnti d'aria DR (%) | 9.3 |
| Categoria in termini di PMV, PPD e DR | Classe A |
| | |

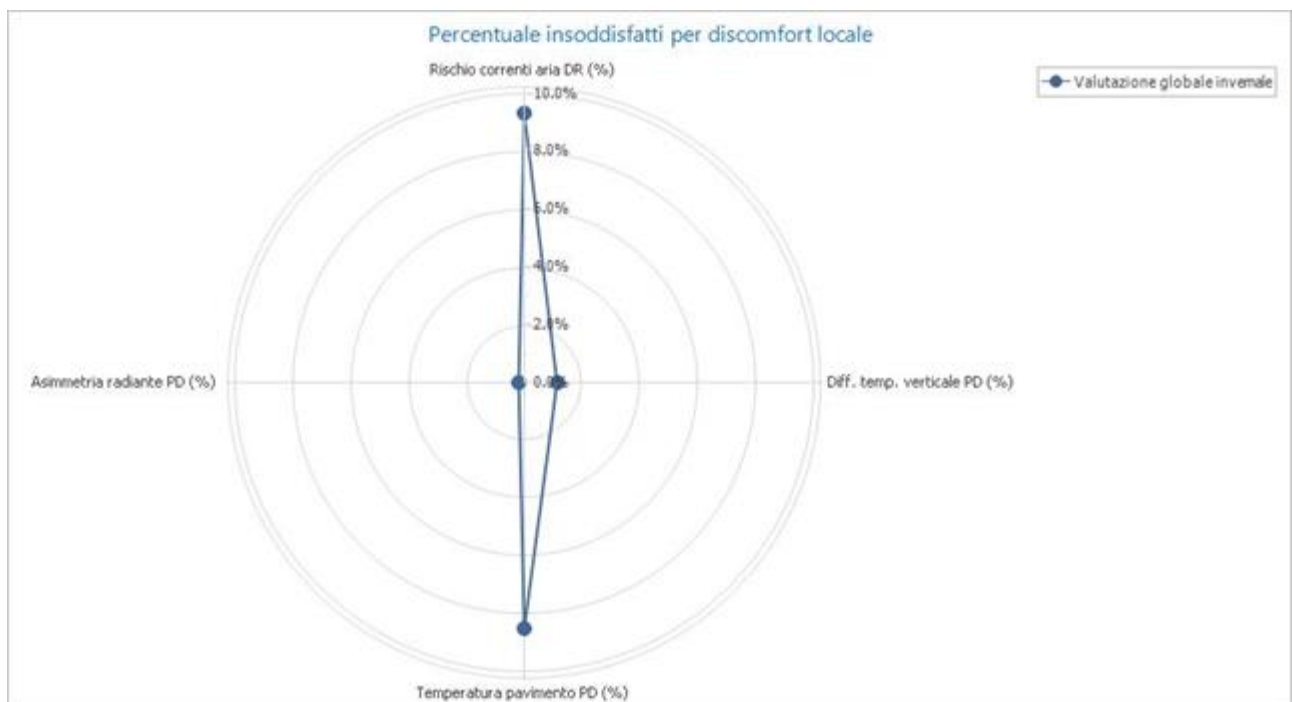
| Differenza verticale della temperatura dell'aria | |
|--|-----------------|
| Differenza temperatura testa-piedi $\Delta T_{a,v}$ (°C) | 1.5 |
| Risultati | |
| Percentuale insoddisfatti PD (%) | 1.1 |
| Categoria in termini di PMV, PPD e PD | Classe A |
| | |

| Pavimento caldo freddo | |
|---------------------------------------|-----------------|
| Temperatura pavimento T_f (°C) | 20.0 |
| Risultati | |
| Percentuale insoddisfatti PD (%) | 8.5 |
| Categoria in termini di PMV, PPD e PD | Classe A |
| | |

| Asimmetria radiante soffitto | |
|--|-----------------|
| Temperatura superficiale t_{cl} (°C) | 24.3 |
| Temperatura soffitto (°C) | 20.0 |
| Temperatura pavimento (°C) | 20.0 |
| Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} (°C) | 0.0 |
| Tipo calcolo | - |
| Risultati | |
| Percentuale insoddisfatti PD (%) | 0.0 |
| Categoria in termini di PMV, PPD e PD | Classe A |
| | |

| Asimmetria radiante pareti | |
|--|----------------------|
| Temperatura superficiale t_{cl} (°C) | 24.3 |
| Pareti frontale e posteriore | |
| Temperatura parete frontale (°C) | 19.0 |
| Temperatura parete posteriore (°C) | 20.0 |
| Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} (°C) | 1.0 |
| Tipo calcolo | Parete fredda |
| Percentuale insoddisfatti PD (%) | 0.2 |
| Pareti destra e sinistra | |
| Temperatura parete destra (°C) | 20.0 |
| Temperatura parete sinistra (°C) | 20.0 |
| Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} (°C) | 0.0 |
| Tipo calcolo | - |
| Percentuale insoddisfatti PD (%) | 0.0 |
| Risultati | |
| Percentuale insoddisfatti PD (%) | 0.0 |
| Categoria in termini di PMV, PPD e PD | Classe A |
| | |

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



Categoria ambiente termico: "Camera 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:

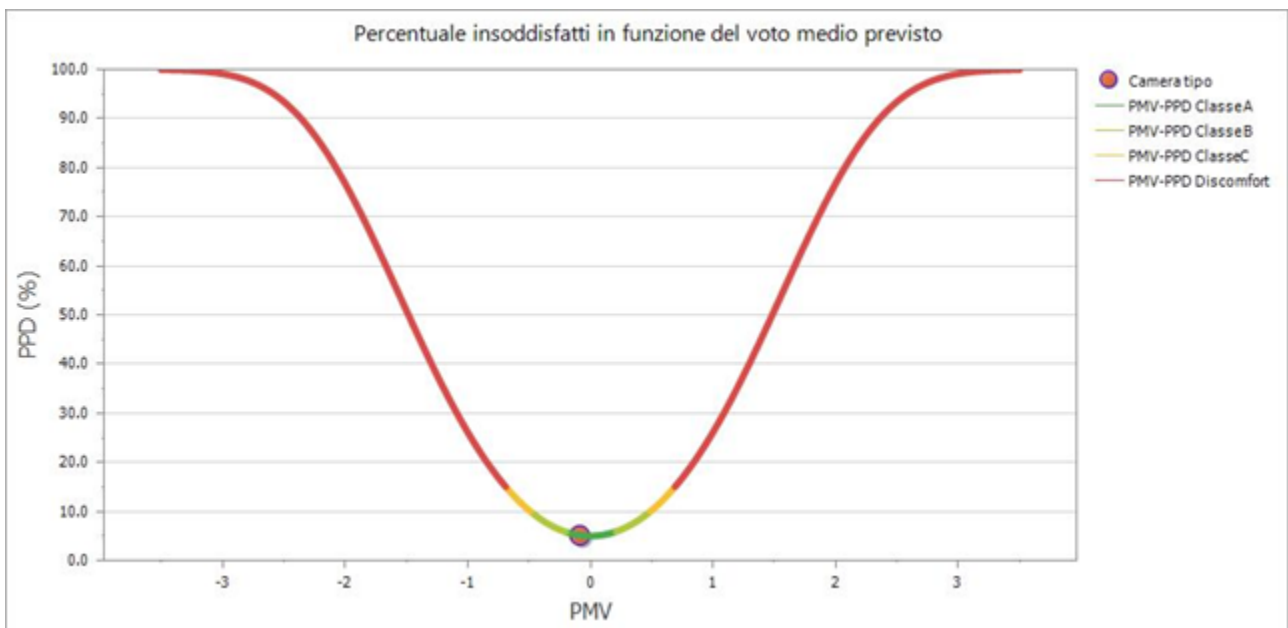
Valutazione ambienti

| Ambiente termico | t_o (°C) | PMV | PPD (%) | Categoria PMV PPD | Categoria UNI 15251 | Categoria |
|------------------|------------|------|---------|-------------------|---------------------|-----------|
| Camera tipo | 19.8 | 19.8 | 5.2 | Classe A | Categoria I | Classe A |

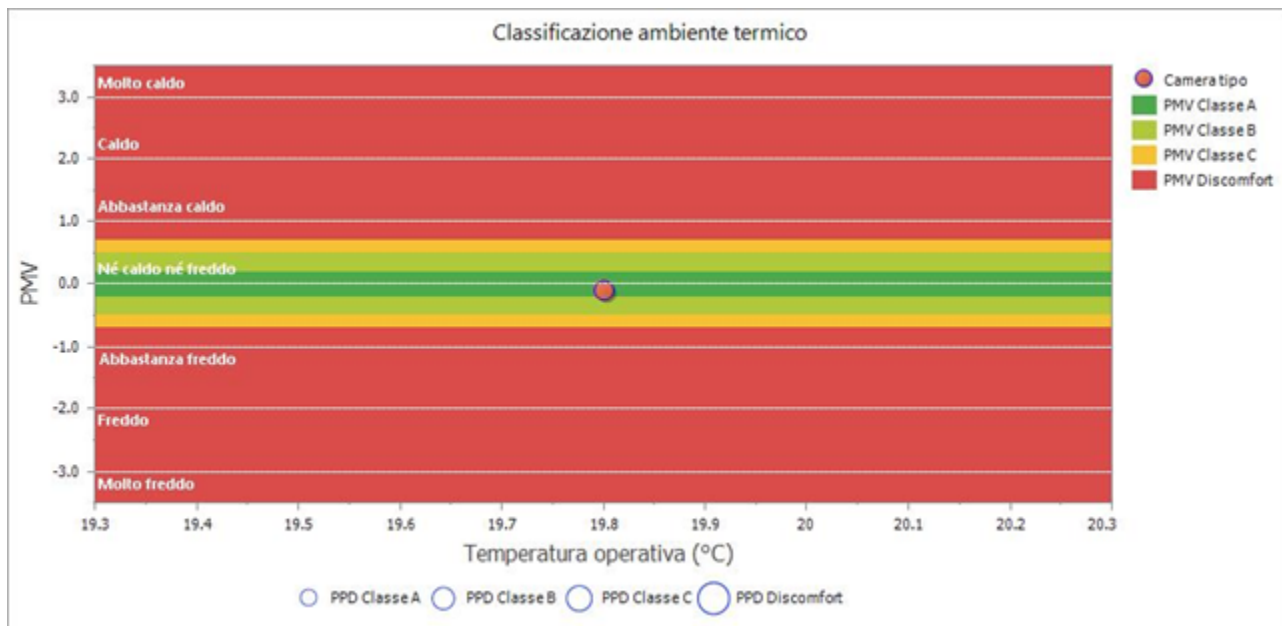
Legenda

| | |
|------------------------------|---|
| Ambiente termico | Descrizione dell'ambiente termico |
| t_o (°C) | Temperatura operativa (°C) |
| PMV | Voto medio previsto |
| PPD (%) | Percentuale prevista di insoddisfatti (%) |
| Categoria PMV PPD | Categoria in termini di PMV e PPD |
| Categoria UNI 15251 | Categoria UNI 15251 in termini di PMV e PPD |
| Categoria | Categoria complessiva dei discomfort locali |

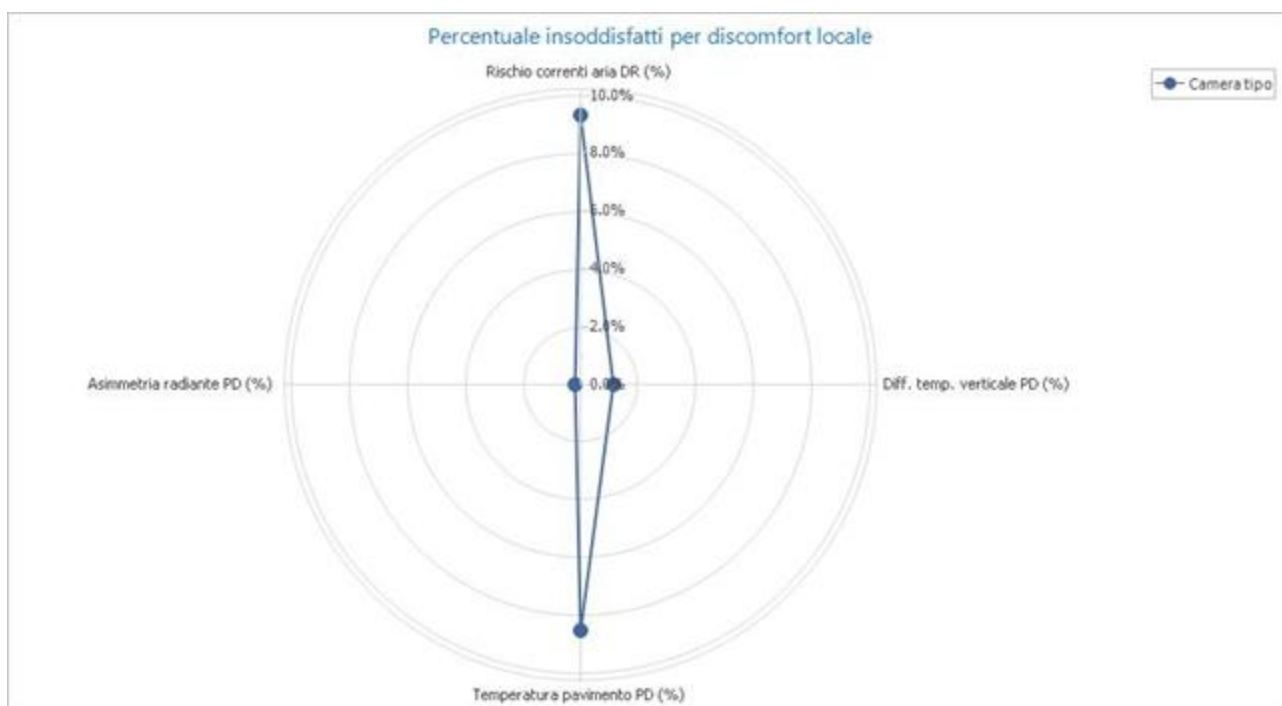
Il grafico seguente mostra per ogni ambiente termico la percentuale prevista di insoddisfatti (PPD) in funzione del voto medio previsto (PMV). La curva rappresenta la funzione (5) ed è colorata in base alla classificazione composta di PMV e PPD.



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 "Camera tipo" | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|---------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|---------|-------------------------------|----------------------|-------|---------|-------------|---------------|----------|--------------------|
| Dati ambiente termico | | | | | | | | Risultati valutazione globale | | | | | | | |
| Ambiente termico | Stagione | t _a (°C) | t _r (°C) | U _r (%) | v _{ar} (m/s) | I _{cl} (clo) | M (met) | t _o (°C) | t _{cl} (°C) | PMV | PPD (%) | Cat PMV PPD | Cat UNI 15251 | Cat | Sensaz. termica |
| Valutazione globale estiva | Estiva | 26.0 | 22.0 | 50.0 | 0.15 | 1.50 | 0.80 | 24.1 | 27.1 | -0.01 | 5.0 | Classe A | Categoria I | Classe A | Né caldo né freddo |
| Valutazione globale invernale | Invernale | 20.0 | 19.5 | 50.0 | 0.15 | 1.30 | 0.80 | 19.8 | 24.3 | -0.09 | 5.2 | Classe A | Categoria I | Classe A | Né caldo né freddo |

Legenda

| | |
|--|--|
| Dati ambiente termico Ambiente termico | Descrizione dell'ambiente termico |
| Dati ambiente termico Stagione | Stagione della valutazione globale dell'ambiente |
| Dati ambiente termico t_a (°C) | Temperatura dell'aria (°C) |
| Dati ambiente termico t_r (°C) | Temperatura media radiante (°C) |
| Dati ambiente termico U_r (%) | Umidità relativa (%) |
| Dati ambiente termico v_{ar} (m/s) | Velocità relativa dell'aria (m/s) |
| Dati ambiente termico I_{cl} (clo) | Isolamento termico dell'abbigliamento (clo) |
| Dati ambiente termico M (met) | Metabolismo energetico (met) |
| Risultati valutazione globale t_o (°C) | Temperatura operativa (°C) |
| Risultati valutazione globale t_{cl} (°C) | Temperatura superficiale dell'abbigliamento (°C) |
| Risultati valutazione globale PMV | Voto medio previsto |
| Risultati valutazione globale PPD (%) | Percentuale prevista di insoddisfatti (%) |
| Risultati valutazione globale Cat PMV PPD | Categoria in termini di PMV e PPD |
| Risultati valutazione globale Cat UNI 15251 | Categoria UNI 15251 in termini di PMV e PPD |
| Risultati valutazione globale Cat | Categoria comprensiva dei discomfort locali |
| Risultati valutazione globale Sensaz. termica | 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:

| Categoria: "Edificio A" | |
|-----------------------------------|-----------------|
| | |
| Categoria in termini di PMV e PPD | Classe A |
| Categoria complessiva | Classe A |
| | |

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.