



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU

Finanziamento dell'Unione europea - NextGenerationEU. Intervento finanziato con l'avviso n 48038 del 02/12/2021 del PNRR Missione 4: Istruzione e Ricerca Componente 1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alla università Intervento 1.2 "Piano di estensione del tempo pieno e mense".

*I punti di vista e le opinioni espresse sono tuttavia solo quelli degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea e della Commissione europea. Né l'Unione europea né la Commissione europea possono essere ritenute responsabili per essi.*



COMMITTENTE

## COMUNE DI ORNAGO Provincia di Monza e Brianza

DESCRIZIONE

**COSTRUZIONE DELLA NUOVA MENSA SCOLASTICA  
PER L'ISTITUTO COMPRENSIVO "ALESSANDRO MANZONI" DI ORNAGO E BURAGO - SEDE DI  
ORNAGO - PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA - MISSIONE 4: ISTRUZIONE E  
RICERCA - Componente 1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili  
nido alle Università - Investimento 1.2: " Piano di estensione del tempo pieno e mense"**

Progetto Esecutivo

<b>DATA</b> Maggio 2025	<b>TAV. N.</b> ARCH.R_11	<b>CONTENUTO TAVOLA</b> RELAZIONE CAM
<b>SCALA</b> 1:100		

RISERVATO AGLI UFFICI

IL COMMITTENTE

Comune di Ornago (MB)

INCARICATI DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA/CSP

Capogruppo mandataria

**KBM ENGINEERING S.R.L.**

Società di Ingegneria  
Direttore tecnico dott. Ing. Gianfranco Autorino  
Ordine Ingegneri di Napoli N° 15756



Mandataria

**Ing. Giuseppe Angri**

Via Aldo Moro, 13  
**80035 Nola (NA)**  
PEC: [direzione@pec.studioangri.it](mailto:direzione@pec.studioangri.it)  
Ordine Ingegneri di Napoli N° 15587



Mandataria

**Ing. Luigi Corcione**

Via Castellammare, 92  
**80035 Nola (NA)**  
PEC: [luigi.corcione@ingpec.eu](mailto:luigi.corcione@ingpec.eu)  
Ordine Ingegneri di Napoli N° 21312



Mandataria

**Ing. Domenico Cassese**

Via Masseria Mautone, 89  
**80034 Marigliano (NA)**  
PEC: [domenico.cassese@ingpec.eu](mailto:domenico.cassese@ingpec.eu)  
Ordine Ingegneri Napoli N° 22459



Direzione Lavori

**MERONI INGEGNERIA INTEGRATA S.R.L.**

Via IV Novembre, 91  
**23891 Barzanò (LC)**  
PEC: [meroni.srl@pec.it](mailto:meroni.srl@pec.it)



Impresa esecutrice

**DEPAC**

Società Cooperativa Sociale ARL  
Via Ciro Menotti, 19  
**20090 Arcore (MB)**  
pec: [depac@legalmail.it](mailto:depac@legalmail.it)

CUP: B85E24000360006

## **1. SOMMARIO**

1.	PREMESSA .....	2
2.	CENNI LEGISLATIVI.....	2
3.	OBIETTIVI DELLA STAZIONE APPALTANTE .....	4
4.	SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI PER GLI EDIFICI.....	7
5.	SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI EDILIZI .....	12
6.	SPECIFICHE DEL CANTIERE .....	14

ALLEGATI

## 1. PREMESSA

La presente relazione riguarda la verifica dei criteri ambientali minimi (CAM) per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici secondo quanto previsto Decreto n. 256 del 23 giugno 2022, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.183 del 6 agosto ed entrato in vigore a partire dal 4 dicembre 2022. In particolare, tale analisi riguarda le lavorazioni inerenti la realizzazione del nuovo edificio destinato a mensa scolastica per l'Istituto comprensivo Alessandro Manzoni sito in Ornago (MB). Per quanto riguarda la componente impiantistica e di prestazione energetica, si rimanda alle specifiche relazioni che contengono tali delucidazioni.

I CAM specificano i requisiti ambientali che l'opera deve avere e si vanno ad aggiungere alle prescrizioni e prestazioni già in uso, non sostituiscono per intero quell'insieme normalmente presenti in un capitolato tecnico.

L'obiettivo è quello di indirizzare la Pubblica Amministrazione verso una razionalizzazione dei consumi e degli acquisti da un punto di vista di sostenibilità ambientale, assicurando prestazioni ambientali al di sopra della media del settore.

La presente relazione si sviluppa secondo i punti previsti dalla vigente normativa sopra richiamata.

## 2. CENNI LEGISLATIVI

Si riporta di seguito un cenno dello sviluppo normativo legato ai CAM, che ha portato alla definizione di quello che è il Decreto n. 256 del 23 giugno 2022 e che va di fatto ad abrogare i precedenti CAM edilizi contenuti nel Decreto 11 ottobre 2017.

- Decreto interministeriale 11/4/2008, di approvazione del «Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione» (PAN GPP)»
- D.Lgs. 30 maggio 2008, n. 115 "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE".
- D.Lgs. 3 marzo 2011, n. 28 "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE". x Legge 14 gennaio 2013, n. 10. "Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani".

**RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI**

- Decreto 10/4/2013 del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare di approvazione della Revisione 2013 del «Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione»;
- Decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63 "Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale".
- D.Lgs. 4 luglio 2014 n.102 "Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE".
- COM(2014) 445 final "Opportunità per migliorare l'efficienza delle Risorse nell'edilizia".
- Decreto Legge 63/2013 convertito in Legge n.90/2013 e relativi decreti attuativi tra cui il decreto interministeriale del 26 giugno 2015 del Ministro dello sviluppo economico di concerto con i Ministri dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, delle infrastrutture e dei trasporti, della salute e della difesa, "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici", ai sensi dell'articolo 4, comma 1, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, con relativi allegati 1
- Nel D.M. 11/1/2017, in considerazione delle innovazioni tecnologiche, commerciali e, soprattutto, dell'entrata in vigore del nuovo Codice appalti (dlgs 50/2016), sono stati aggiornati i criteri ambientali minimi, i cosiddetti CAM.
- D.Lgs. 19/4/2017, n. 56 recante «Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50» cfr. art. 23 che, sostituendo i commi 2 e 3 dell'art. 34 del citato decreto legislativo n. 50/2016, ha previsto che il Ministero indichi criteri per rendere più flessibile l'obbligo di applicazione dei criteri ambientali minimi, in relazione alla tipologia e alla localizzazione dell'intervento da realizzare;
- Decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 11/1/2017 (Gazzetta Ufficiale n. 23 del 28/1/2017), recante «Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodottitessili» cfr. allegato 2;

- Il D.M. 11/10/2017 prevede che, per l'affidamento di servizi di progettazione e la realizzazione di lavori di ristrutturazione e nuova costruzione, le Pubbliche Amministrazioni dovranno adottare i nuovi criteri ambientali minimi (CAM) contenuti in allegato al decreto 11 ottobre 2017.

**Il 4 dicembre 2022 è entrato in vigore il Decreto n. 256 del 23 giugno 2022 del Ministero della transizione ecologica che disciplina i criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi.**

### 3. OBIETTIVI DELLA STAZIONE APPALTANTE

La scelta dei criteri contenuti nel documento si basa sui principi e i modelli di sviluppo dell'economia circolare, in sintonia con i più recenti atti di indirizzo comunitari, tra i quali la comunicazione COM (2020) 98 "Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare. Per un'Europa più pulita e più competitiva".

L'utilizzazione dei CAM definiti in questo documento consente alla Stazione appaltante di ridurre gli impatti ambientali degli interventi di ristrutturazione e manutenzione degli edifici finalizzati all'efficientamento energetico, considerati in un'ottica di ciclo di vita. In particolare, l'obiettivo principale è quello di contenere il consumo di suolo, l'impermeabilizzazione del suolo, la perdita di habitat, la distruzione di paesaggio agrario, la perdita di suoli agricoli produttivi, tutelando al contempo la salute ed effettuando una valutazione costi-benefici in ottica di ciclo di vita al fine di valutare la convenienza ambientale tra il recupero e la demolizione.

La progettazione si è sviluppata tenendo conto dell'insieme dei vincoli da rispettare e, in quell'ambito, è stata ottimizzata nei confronti di una serie di obiettivi:

- prevenzione dell'impatto ambientale per evitare forme di compromissione permanente alle componenti ambientali;
- riduzione dei fattori di rischio attraverso l'adozione di metodologie costruttive di salvaguardia ambientale per ridurre al minimo ogni eventuale interferenza sul territorio e nel paesaggio;
- qualità e affidabilità: scelta di standard progettuali qualitativi per i materiali e le tecnologie costruttive;
- economicità di costruzione: localizzazione delle opere, l'agibilità delle aree di lavoro, la minimizzazione delle interferenze tecnologiche;

- economicità di gestione e manutenzione: gestione e accessibilità alle opere per interventi di manutenzione.

La ditta in fase di esecuzione è tenuta a rispettare le prescrizioni previste negli elaborati sopra citati per gli impianti installati affinché vengano mantenuti i limiti di consumo e la classe energetica di apparati, componenti e sistemi in essi riportati.

Nel caso sia prevista la possibilità di dimostrare la conformità presentando rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati, la ditta è tenuta a dimostrare che essi siano in corso di validità e che siano accompagnati da una dichiarazione del Legale rappresentante dell'azienda che attesti la corrispondenza del prodotto consegnato con quello provato in laboratorio. Ove, nella verifica dei singoli criteri, sia prevista la possibilità di dimostrare la conformità presentando una certificazione di prodotto essa riporta, qualora previsto, il logo di Accredia (o Ente analogo di altro Stato membro EU), il logo dell'Ente di certificazione ed eventuale marchio UNI, il codice di registrazione, il tipo di prodotto oggetto della fornitura, la data di rilascio e di scadenza.

#### 4. SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI DI LIVELLO TERRITORIALE URBANISTICO

##### INSERIMENTO NATURALISTICO E PAESAGGISTICO

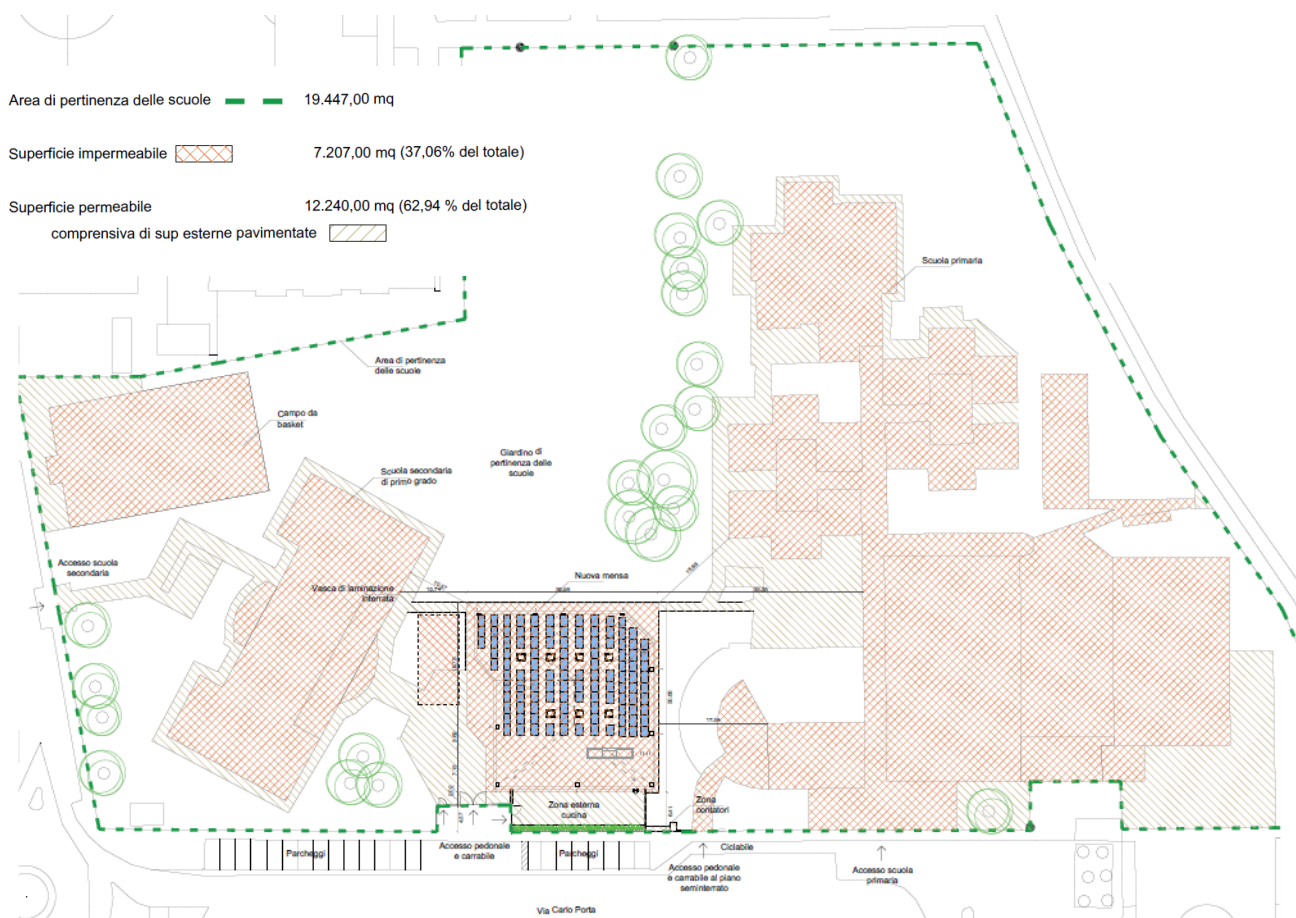
Il progetto si inserisce in un contesto già edificato, all'interno del lotto che attualmente ospita la scuola primaria e la scuola secondaria di primo grado. La nuova costruzioni non andrà pertanto ad intaccare habitat naturali esistenti e non sarà impattante dal punto di vista naturalistico e paesaggistico.

##### PERMEABILITÀ DELLA SUPERFICE TERRITORIALE

La nuova costruzioni si inserisce nel lotto della Scuole Primaria e Secondaria di primo grado.

Considerando l'intero lotto scolastico, l'estensione delle superfici permeabili (superfici a verde e superfici esterne pavimentate ad uso pedonale) è superiore al 60% come da normativa.

Di seguito si riporta estratto della planimetria generale con indicazioni delle superfici considerate:



*Estratto Tav.A.04 \_pln gen*

## RIDUZIONE DELL'EFFETTO "ISOLA DI CALORE ESTIVA" E DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Come specificato nel punto precedente, il progetto di nuova costruzione prevede una superficie da destinare a verde pari ad almeno il 60% della superficie permeabile del lotto.

Le nuove superfici pavimentate esterne verranno realizzate con pavimentazione monolitica in cemento stampato altamente performante del tipo "Deco Hardener" di Isoplam.

L'unica zona destinata a stazionamento di veicoli sarà quella fronte strada, adiacente ai locali cucina. Lo spazio è pensato per l'accesso dei mezzi che trasporteranno le derrate alimentari ed ogni materiale necessario al funzionamento del servizio di refezione.

Quest'area, oltre alla sosta dei veicoli, è destinata al deposito dei bidoni dello sporgo, e permette di gestire agevolmente anche la componente relativa allo smaltimento dei rifiuti.

Verso il lato strada è stata mantenuta una fascia a verde, per la piantumazione di una siepe, che offrirà anche riparo visivo ai locali di servizio. La superficie totale dell'area è pari a 141,80 mq, di cui 17,04 mq a verde (12% del totale).

La superficie di copertura della mensa verrà realizzata con una membrana impermeabile antifrattura "aquastop green" con aggiunta di strato di malta cementizia bicomponente elastica e sovrastante pavimentazione in gres porcellanato antiscivolo (R11C) e ingelivo.

#### INFRASTRUTTURAZIONE PRIMARIA

È prevista la realizzazione di una vasca di laminazione delle acque piovane, con possibilità di riutilizzo dell'acqua per i servizi igienici, tramite un serbatoio di accumulo situato all'interno del locale tecnico.

Per le specifiche relative al progetto si faccia riferimento agli elaborati dell'impianto meccanico.

#### RISPARMIO IDRICO

Il progetto prevede l'impiego di sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata e della temperatura dell'acqua. In particolare, tramite l'utilizzo di rubinetteria temporizzata ed elettronica con interruzione del flusso d'acqua per lavabi e a basso consumo d'acqua (6 l/min per lavandini, lavabi, bidet, 8 l/min per docce misurati secondo le norme UNI EN 816, UNI EN 15091) e l'impiego di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri.

Per le specifiche relative al progetto si faccia riferimento agli elaborati dell'impianto meccanico.

### 5. SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI PER GLI EDIFICI

Devono essere adottate strategie progettuali e tecniche idonee a prevenire e a ridurre la concentrazione di gas radon all'interno degli edifici. Il livello massimo di riferimento, espresso in termini di valore medio annuo della concentrazione di radon è di 200 Bq/m<sup>3</sup>. È previsto un sistema di misurazione con le modalità di cui all'allegato II sezione I del decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101, effettuato da servizi di dosimetria riconosciuti ai sensi dell'articolo 155 del medesimo decreto, secondo le modalità indicate nell'allegato II, che rilasciano una relazione tecnica con i contenuti previsti dall'allegato II del medesimo



decreto. Le strategie, compresi i metodi e gli strumenti, rispettano quanto stabilito dal Piano nazionale d'azione per il radon, di cui all' articolo 10 comma 1 del decreto dinanzi citato.

### BENESSERE TERMICO

È garantito il benessere termico e di qualità dell'aria interna prevedendo condizioni conformi almeno alla classe B secondo la norma UNI EN ISO 7730 in termini di PMV (Voto Medio Previsto) e di PPD (Percentuale Prevista di Insoddisfatti), come desumibile da quanto riportato nell'elaborato *Verifica benessere termico* allegato alla presente relazione.

### ILLUMINAZIONE NATURALE

La normativa chiede che per i progetti di nuova costruzione vengano rispettati dei livelli di dotazione e distribuzione minima dell'illuminazione naturale all'interno dei locali regolarmente occupati (in cui sia previsto che almeno un occupante svolga mediamente attività di tipo lavorativo ovvero e/o residenziale per almeno un'ora al giorno) come di seguito indicato.

Per le scuole primarie e secondarie deve essere garantito un livello di illuminamento da luce naturale di almeno 500 lux, verificato nel 50% dei punti di misura e 300 lux verificato nel 95% dei punti di misura, per almeno la metà delle ore di luce diurna (livello medio).

Di seguito si riporta tabella riepilogativa dei valori misurati:

Unità immobiliare – Zona - Locale	lux	Limite	Verifica
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - BAGNO 1 - Limite Superiore	131,96	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - BAGNO 1 - Limite Inferiore	131,96	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - REFETTORIO - Limite Superiore	800,03	500,00	SI
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - REFETTORIO - Limite Inferiore	800,03	300,00	SI
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - BAGNO 2 - Limite Superiore	179,19	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - BAGNO 2 - Limite Inferiore	179,19	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - BAGNO PERSONALE - Limite Superiore	188,16	500,00	*

COMUNE DI ORNAGO (MB)

*mensa scolastica per l'Istituto comprensivo "Alessandro Manzoni" di Ornago e Burago*  
*Progetto di fattibilità tecnico economica*

**RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI**

Unità immobiliare 01 - Zona 2 - BAGNO PERSONALE - Limite Inferiore	188,16	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - SPOGLIATOIO - Limite Superiore	128,64	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - SPOGLIATOIO - Limite Inferiore	128,64	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - SPOGLIATOIO 2 - Limite Superiore	126,90	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - SPOGLIATOIO 2 - Limite Inferiore	126,90	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - BAGNO 3 - Limite Superiore	208,25	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - BAGNO 3 - Limite Inferiore	208,25	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CELLA FRIGORIFERA - Limite Superiore	0,00	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CELLA FRIGORIFERA - Limite Inferiore	0,00	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - INGRESSO - Limite Superiore	550,11	500,00	SI
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - INGRESSO - Limite Inferiore	550,11	300,00	SI
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - DISPENSA - Limite Superiore	0,00	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - DISPENSA - Limite Inferiore	0,00	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CENTRALE TERMICA - Limite Superiore	0,00	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CENTRALE TERMICA - Limite Inferiore	0,00	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - Ripostiglio - Limite Superiore	0,00	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - Ripostiglio - Limite Inferiore	0,00	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CUCINA-IMPIATTAMENTO - Limite Superiore	590,72	500,00	SI

Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CUCINA-IMPIATTAMENTO - Limite Inferiore	590,72	300,00	SI
--	--------	--------	----

\* Locale non destinato alla presenza continuativa degli occupanti.

#### DISASSEMBLAGGIO E FINE VITA

La presente relazione fornisce un'introduzione alle tematiche relative al disassemblaggio e fine vita, nel rispetto degli obiettivi ambientali richiesti dal principio Do Not Significant Harm (DNSH) necessario per tutti i progetti finanziati dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) e dei CAM criterio 2.4.14 "Disassemblaggio e fine vita", fornendo al committente delle opere delle indicazioni preliminari di disassemblaggio sulla base del progetto commissionato.

Il piano di disassemblaggio dovrà essere aggiornato dall'appaltatore con le specifiche relative ai materiali impiegati, fatti salvi i presenti contenuti minimi.

La richiesta dei Criteri Ambientali Minimi prevede che almeno il 70% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati in progetto (esclusi impianti) deve essere sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva ed essere riciclabile o riutilizzabile.

La massimizzazione della differenziazione dei rifiuti derivanti dalle operazioni di demolizione dell'opera si ottengono con il sistema della demolizione selettiva.

Si possono individuare le seguenti categorie di materiali riutilizzabili a seguito di procedura di demolizione selettiva:

1. materiali riutilizzabili con la stessa funzione in altri luoghi (come ad esempio le finestre, porte –RIUSO);
2. materiali riutilizzabili il cui smontaggio comporta un nuovo utilizzo con funzioni diverse da quella originale – RIUSO;
3. frazioni monomateriali reimpiegabili come materiale uguale a quello d'origine dopo processi di trattamento – RECUPERO E RICICLAGGIO;
4. frazioni monomateriali reimpiegabili in materie prime secondarie diverse dal materiale d'origine per forma e funzione, reimpiegabili dopo processi di trattamento – RECUPERO E RICICLAGGIO;
5. frazioni plurimateriali reimpiegabili in materie prime secondarie diverse dal materiale d'origine per forma e funzione, reimpiegabili dopo processi di trattamento – RECUPERO E RICICLAGGIO.

COMUNE DI ORNAGO (MB)  
mensa scolastica per l'Istituto comprensivo "Alessandro Manzoni" di Ornago e Burago  
Progetto di fattibilità tecnico economica  
**RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI**

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva riportante, per i componenti edilizi e gli elementi prefabbricati utilizzati in progetto, i quantitativi in peso e la rispettiva percentuale di riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero a fine vita.

Elemento	Volume (mc) o Superficie (mq)	Peso specifico (kg/u.i.)	Peso elemento (kg)	Disassemblabilità (%)	Totale disassemblabilità in peso (kg)	Modalità di recupero	Recupero/Riciclo (%)	Totale recupero in peso (kg)
<b>CALCESTRUZZO STRUTTURALE</b>								
Platea fondazione	249,23 mc	2400	598152,00	70,00%	418706,40	Riciclo	90,00%	376835,76
Elevazioni (pilastri e travi)	91,71 mc	2400	220104,00	70,00%	154072,80	Riciclo	90,00%	138665,52
Vasca laminazione	39,45 mc	2400	94680,00	70,00%	66276,00	Riciclo	90,00%	59648,40
<b>CALCESTRUZZO NON STRUTTURALE</b>								
Magrone platea + vasca laminazione	90,40 mc	2200	198880,00	80,00%	159104,00	Riciclo	90,00%	143193,60
<b>ACCIAIO STRUTTURALE</b>								
Rete elettrosaldata			19472,33	95,00%	18498,71	Riciclo	70,00%	12949,10
Acciaio - barre nervate			17667,58	95,00%	16784,20	Riciclo	70,00%	11748,94
<b>SOLAI</b>								
Solaio predalles sp 20 cm	35,28 mq	300	10584,00	70,00%	7408,80	Riciclo	90,00%	6667,92
Solaio predalles sp 26 cm	138,32 mq	383	52976,56	70,00%	37083,59	Riciclo	90,00%	33375,23
Solaio predalles sp 30 cm	94,25 mq	417	39302,25	70,00%	27511,58	Riciclo	90,00%	24760,42
Solaio predalles sp 45 cm	548,45 mq	525	287936,25	70,00%	201555,38	Riciclo	90,00%	181399,84
<b>MURATURE</b>								
Blocchi in conglomerato cementizio sp 15 cm	48,02 mq	180	8643,60	70,00%	6050,52	Riciclo	90,00%	5445,47
Blocchi in conglomerato cementizio sp 20 cm	73,13 mq	240	17551,20	70,00%	12285,84	Riciclo	90,00%	11057,26
<b>ACCIAIO E LEGHE METALLICHE</b>								
Canali di gronda, scossaline	86,64 mq	4,08	353,49	98,00%	346,42	Riciclo	90,00%	311,78
Cancello			115,20	100,00%	115,20	Riciclo	90,00%	103,68
Ringhiera metallica	9,10 mq	30	273,00	100,00%	273,00	Riciclo	90,00%	245,70
<b>OPERE IN CARTONGESSO</b>								
Parete perimetrale	306,63 mq	55	16864,65	100,00%	16864,65	Riciclo	100,00%	16864,65
Divisori interni REI in cartongesso	122,30 mq	44	5381,20	100,00%	5381,20	Riciclo	100,00%	5381,20
Divisori interni cartongesso	250,33 mq	34	8511,22	100,00%	8511,22	Riciclo	100,00%	8511,22
Controsoffitto	674,71 mq	2,4	1619,30	100,00%	1619,30	Riciclo	100,00%	1619,30
<b>MATERIALI PLASTICI</b>								
Vespaio sp 25 cm	717,25 mq	7	5020,75	70,00%	3514,53	Riciclo	30,00%	1054,36
<b>ISOLANTI</b>								
Isolamento fondazioni in lana di vetro sp 83 mm	66,00 mq	12,45	821,70	70,00%	575,19	Riciclo	100,00%	575,19
Isolamento a pavimento in EPS sp 15 cm	717,25 mq	4,5	3227,63	70,00%	2259,34	Riciclo	100,00%	2259,34
Isolamento poliuretano espanso sp 14 cm	771,30 mq	4,2	3239,46	70,00%	2267,62	Riciclo	100,00%	2267,62
Isolamento lana di roccia sp 6 cm _ divisori interni	250,33 mq	5,4	1351,78	70,00%	946,25	Riciclo	100,00%	946,25
Cappotto lana di vetro sp 15 cm	208,43 mq	22,5	4689,68	70,00%	3282,77	Riciclo	100,00%	3282,77
<b>IMPERMEABILIZZAZIONI</b>								
Barriera al vapore	771,30 mq	2	1542,60	60,00%	925,56	Riciclo	95,00%	879,28
Barriera anti radon	717,25 mq	4	2869,00	0,00%	0,00	Riciclo	0,00%	0,00
Guaina impermeabilizzante vespaio	830,76 mq	2	1661,52	0,00%	0,00	Riciclo	0,00%	0,00
Guaina copertura	834,66 mq	5,4	4507,16	0,00%	0,00	Riciclo	0,00%	0,00
<b>RIVESTIMENTI E FINITURE</b>								
Pavimentazione in PVC	534,47 mq	2	1068,94	60,00%	641,36	Riciclo	90,00%	577,23
Pavimentazione in gres	169,55 mq	20	3391,00	50,00%	1695,50	Riciclo	30,00%	508,65
Rivestimento in gres	216,80 mq	20	4336,00	50,00%	2168,00	Riciclo	30,00%	650,40
Pareti in HPL	57,36 mq	6,5	372,84	100,00%	372,84	Recupero	100,00%	372,84
Cordoli in cemento 6x25	125,00 ml	35	4375,00	100,00%	4375,00	Recupero	100,00%	4375,00
Autobloccanti	200,00 mq	175	35000,00	100,00%	35000,00	Recupero	100,00%	35000,00
<b>MATERIALI LAPIDEI</b>								
Botticino	0,17 mc	2680	466,32	90,00%	419,69	Recupero	95,00%	398,70
<b>SERRAMENTI INTERNI</b>								
Falso telaio porta scorrevole 80x210	6,00 n	38	228,00	100,00%	228,00	Recupero/Riciclo	100,00%	228,00
Falso telaio porta scorrevole 90x210	1,00 n	42	42,00	100,00%	42,00	Recupero/Riciclo	100,00%	42,00
Porte interne 80x210	8,00 n	18,48	147,84	100,00%	147,84	Recupero/Riciclo	100,00%	147,84

COMUNE DI ORNAGO (MB)  
mensa scolastica per l'Istituto comprensivo "Alessandro Manzoni" di Ornago e Burago  
Progetto di fattibilità tecnico economica  
**RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI**

Descrizione	Quantità	Unità	Valore	Percentuale	Valore	Percentuale	Valore	Percentuale	Valore
<b>SERRAMENTI ESTERNI</b>									
Lucernario in plastica 100x100	7,00	n	55	385,00	100,00%	385,00	Recupero/Riciclo	100,00%	385,00
Controtelai	178,00	ml	5	890,00	100,00%	890,00	Recupero/Riciclo	100,00%	890,00
Telaio in alluminio	286,40	ml	1,5	429,60	100,00%	429,60	Recupero/Riciclo	100,00%	429,60
Vetrocamera	88,29	mq	30	2648,70	100,00%	2648,70	Recupero/Riciclo	100,00%	2648,70
Porte in ferro	4,32	mq	20	86,40	100,00%	86,40	Recupero/Riciclo	100,00%	86,40
Porte REI 90x210	2,00	n	37,8	75,60	100,00%	75,60	Recupero/Riciclo	100,00%	75,60
<b>SOTTOFONDI E MASSETTI</b>									
Alleggerito a pavimento sp 10 cm	681,39	mq	120	81766,80	80,00%	65413,44	Riciclo	90,00%	58872,10
Massetto pavimento sp 5 cm	681,39	mq	110	74952,90	80,00%	59962,32	Riciclo	90,00%	53966,09
Massetto pendenze sp 8 cm	771,30	mq	176	135748,80	80,00%	108599,04	Riciclo	90,00%	97739,14
Massetto basamento VMC sp 15 cm	11,84	mq	330	3907,20	80,00%	3125,76	Riciclo	90,00%	2813,18
			<b>TOTALE KG</b>		<b>TOTALE KG</b>				<b>TOTALE KG</b>
			1978318,05		1458926,16				1310256,26
				pari al	<b>73,75%</b>			pari al	89,81%
				del peso totale dell'edificio				del peso disassemblato	

Come è evidente dalla tabella almeno il 70% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati utilizzati nel progetto, esclusi gli impianti, è sottoponibile, a fine vita, a disassemblaggio o demolizione selettiva (decostruzione) per essere poi sottoposto a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero.

## 6. SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI EDILIZI

I criteri contenuti in questo capitolo sono obbligatori in base a quanto previsto dall'art 34 del decreto legislativo 18 aprile 2016 n. 50 e s.m.i. Nel capitolato speciale di appalto del progetto esecutivo sono riportate le specifiche tecniche e i relativi mezzi di prova.

### ANALISI DEL CONTESTO, E DEI FABBISOGNI

La stazione appaltante dovrà realizzare un'attenta analisi delle proprie esigenze e della eventuale disponibilità di edifici, al fine di contenere il consumo di suolo e favorirne la permeabilità, contrastare la perdita di habitat, di suoli agricoli produttivi e la distruzione di paesaggio agrario con conseguente riduzione della biodiversità, in particolare in contesti territoriali caratterizzati da elementi naturali di pregio.

### CALCESTRUZZI CONFEZIONATI IN CANTIERE E PRECONFEZIONATI

I calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati dovranno avere un contenuto di materiericiclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

### ACCIAIO

Per gli usi strutturali deve essere utilizzato un acciaio prodotto con un contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 75%

- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

#### LATERIZI

I laterizi usati per muratura e solai dovranno avere un contenuto di materie riciclate di almeno il 15% sul peso del prodotto. Qualora i laterizi contengano solo materia riciclata ovvero recuperata, la percentuale è di almeno il 10% sul peso del prodotto.

#### ISOLANTI TERMICI E ACUSTICI

I materiali isolanti termici utilizzati per l'isolamento dell'involucro dell'edificio, esclusi, quindi, quelli usati per l'isolamento degli impianti, dovranno possedere la marcatura CE, grazie all'applicazione di una norma di prodotto armonizzata come materiale isolante o grazie ad un ETA per cui il fabbricante può redigere la DoP (dichiarazione di prestazione) e apporre la marcatura CE. Si riporta di seguito la tabella riepilogativa del contenuto cumulativo di materiale recuperato, riciclato per ciascuna tipologia.

<b>Materiale</b>	<b>Contenuto cumulativo di materiale recuperato, riciclato ovvero sottoprodotti</b>
Cellulosa (Gli altri materiali di origine legnosa rispondono ai requisiti di cui al criterio "2.5.6-Prodotti legnosi").	80%
Lana di vetro	60%
Lana di roccia	15%
Vetro cellulare	60%
Fibre in poliestere <sup>7</sup>	50% (per gli isolanti composti da fibre di poliestere e materiale rinnovabile, tale percentuale minima può essere del 20% se il contenuto di materiale da fonte rinnovabile è almeno pari all'85% del peso totale del prodotto. Secondo la norma UNI EN ISO 14021 i materiali rinnovabili sono composti da biomasse provenienti da una fonte vivente e che può essere continuamente reintegrata.)
Polistirene espanso sinterizzato (di cui quantità minima di riciclato 10%)	15%
Polistirene espanso estruso (di cui quantità minima di riciclato 5%)	10%
Poliuretano espanso rigido	2%
Poliuretano espanso flessibile	20%
Agglomerato di poliuretano	70%
Agglomerato di gomma	60%
Fibre tessili	60%

#### TRAMEZZATURE, CONTROPARETI PERIMETRALI E CONTROSOFFITTI

Le tramezzature, le contropareti perimetrali e i controsoffitti, realizzati con sistemi a secco, hanno un contenuto di almeno il 10% (5% in caso di prodotti a base gesso) in peso di materiale recuperato, ovvero riciclato, ovvero di sottoprodotti.

#### PAVIMENTAZIONI

Le pavimentazioni costituite da gomma, devono avere un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 10% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate. Le pavimentazioni non devono essere prodotte utilizzando ritardanti di fiamma che siano classificati pericolosi ai sensi del Regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i.

#### TUBAZIONI IN PVC E POLIPROPILENE

Le tubazioni in PVC e polipropilene sono prodotte con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 20% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

#### PITTURE E VERNICI

Il progetto prevede l'utilizzo di pitture e vernici che rispondono ad uno o più dei seguenti requisiti:

- l'utilizzo di prodotti recanti il Marchio Ecolabel UE.
- rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati, con evidenza delle concentrazioni dei singoli metalli pesanti sulla vernice secca.
- dichiarazione del legale rappresentante, con allegato un fascicolo tecnico con evidenza del nome commerciale della vernice e relativa lista delle sostanze o miscele usate per preparare la stessa (pericolose o non pericolose e senza indicarne la percentuale).

## 7. SPECIFICHE DEL CANTIERE

#### DEMOLIZIONI E RIMOZIONI DEI MATERIALI

Prima di eseguire le demolizioni previste, l'impresa deve effettuare una verifica per determinare ciò che può essere riutilizzato, riciclato o recuperato, presentando specifica relazione, secondo i seguenti criteri:

- individuazione e valutazione dei rischi di rifiuti pericolosi che possono richiedere un trattamento più o meno specialistico o emissioni che possano sorgere durante la demolizione;
- stima delle quantità da demolire con ripartizione dei diversi materiali da costruzione;
- stima della percentuale di riutilizzo e di potenziale riciclaggio sulla base di proposte di sistemi di selezione durante il processo di demolizione;
- stima della percentuale potenzialmente raggiungibile con altre forme di recupero dal processo di demolizione.

## PRESTAZIONI AMBIENTALI

L'impresa durante le attività di cantiere è tenuta garantire le seguenti prestazioni:

- per tutte le attività di cantiere e trasporto dei materiali devono essere utilizzati mezzi che rientrano almeno nella categoria EEV (veicolo ecologico migliorato);
- gli impatti sul clima non minimizzabili che derivano dalle emissioni dei gas di scarico del trasporto e mezzi di cantiere saranno compensati con lo sviluppo di progetti CDM (Clean Development Mechanism) e/o JI (Joint Implementation), ovvero eventuale partecipazione a un carbon fund.

Per impedire fenomeni di diminuzione di materia organica, calo della biodiversità, contaminazione locale o diffusa, salinizzazione, erosione del suolo, ecc, dovranno essere attuate le seguenti azioni a tutela del suolo:

- accantonamento in sito e successivo riutilizzo dell'eventuale scotico del terreno vegetale per una profondità di 60 cm;
- tutti i rifiuti prodotti dovranno essere selezionati e conferiti nelle apposite discariche autorizzate quando non sia possibile avviarli al recupero;
- eventuali aree di deposito provvisori di rifiuti non inerti devono essere opportunamente impermeabilizzate e le acque di dilavamento devono essere depurate prima del convogliamento verso i recapiti idrici finali.

Al fine di ridurre i rischi ambientali, l'impresa è tenuta a produrre una relazione tecnica contenente anche l'individuazione puntuale delle possibili criticità legate all'impatto nell'area di cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, con particolare riferimento alle singole tipologie di lavorazione.

La relazione tecnica dovrà inoltre contenere:

- le misure adottate per la protezione delle risorse naturali, paesistiche e storico-culturali presenti nell'area del cantiere;
- le misure per implementare la raccolta differenziata nel cantiere e per realizzare la demolizione selettiva e il riciclaggio dei materiali di scavo e dei rifiuti da costruzione e



demolizione (C&D);

- le misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di gas climalteranti;
- le misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni; dovute alle operazioni di scavo, di carico/scarico dei materiali di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo, ecc., e l'eventuale installazione di schermature/ coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super-silenziati;
- le misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli inerti, prevedendo opportune reti di drenaggio e scarico delle acque;
- le misure per l'abbattimento delle polveri e fumi;
- le misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo;
- le misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere;
- le misure per attività di demolizione selettiva e riciclaggio dei rifiuti con particolare riferimento al recupero dei laterizi, del calcestruzzo e di materiale proveniente dalle attività di cantiere con minori contenuti di impurità, le misure per il recupero e il riciclaggio degli imballaggi.

#### PERSONALE DI CANTIERE

Il personale impiegato con compiti di coordinamento (caposquadra, capocantiere ecc.) è adeguatamente formato sulle procedure e tecniche per la riduzione degli impatti ambientali del cantiere con particolare riguardo alla gestione degli scarichi, dei rifiuti e delle polveri. La ditta dovrà allegare, alla domanda di partecipazione alla gara, una dichiarazione di impegno a presentare idonea documentazione attestante la formazione del personale con compiti di coordinamento, quale ad esempio curriculum, diplomi, attestati, da cui risulti che il personale ha partecipato ad attività formative inerenti ai temi elencati nel criterio.

In particolare, il personale impiegato dovrà essere a conoscenza di:

- sistema di gestione ambientale;
- gestione delle acque;
- gestione dei rifiuti.

#### MACCHINE OPERATRICI

L'aggiudicatario si impegna a impiegare motori termici delle macchine operatrici di fase III A minimo, a decorrere da gennaio 2024.

## GRASSI E OLI LUBRIFICANTI

Le seguenti categorie di grassi ed oli lubrificanti dopo l'utilizzo dovranno essere recuperati per il ritrattamento, il riciclaggio o lo smaltimento:

- Grassi ed oli lubrificanti per autotrazione leggera e pesante (compresi gli oli motore);
- Grassi ed oli lubrificanti per motoveicoli (compresi gli oli motore);
- Grassi ed oli lubrificanti destinati all'uso in ingranaggi e cinematismi chiusi dei
- veicoli.

Al fine di una maggiore completezza della presente relazione si riporta di seguito un riepilogo dei criteri da rispettare per il presente progetto e le relative verifiche. La presente tabella fa riferimento a quanto indicato nell'Allegato 1 del DM 06.08.2022.

CRITERIO	VERIFICA
Inserimento naturalistico e paesaggistico	Il progetto di interventi di nuova costruzione garantisce la conservazione degli habitat presenti nell'area di intervento quali ad esempio torrenti e fossi. Il progetto non influisce in alcun modo sull'habitat presente nell'area in quanto trattasi di area già destinata ad attività scolastica all'interno della quale si inserisce la nuova struttura dedicata a mensa scolastica.
Permeabilità della superficie territoriale	Si veda il rispetto di quanto previsto dalla normativa regionale relativa all'invarianza idraulica. Si veda Relazione tecnica di invarianza idraulica  La superficie permeabile del lotto delle scuole risulta essere superiore al 60%
Riduzione dell'effetto "isola di calore estiva" e dell'inquinamento atmosferico	Per le coperture degli edifici (ad esclusione delle superfici utilizzate per installare attrezzature, volumi tecnici, pannelli fotovoltaici, collettori solari e altri dispositivi), è previsto un indice SRI di almeno 76 in considerazione della pendenza minore del 15%
Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo	Il progetto prevede la realizzazione di interventi atti a garantire un corretto deflusso delle acque superficiali dalle superfici impermeabilizzate anche ai fini della minimizzazione degli effetti di eventi meteorologici eccezionali secondo quanto

**RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI**

	definito dalla norma regionale relativa all'invarianza idraulico. A tal proposito è stata prevista una vasca di laminazione interrata di un volume utile di 130 mc.
Approvvigionamento energetico	Trattandosi di nuova realizzazione, il fabbisogno energetico complessivo dell'edificio è soddisfatto, per quanto possibile, da impianti alimentati da fonti rinnovabili che producono energia in loco o nelle vicinanze. Nel caso del progetto presentato sono previsti l'installazione del sistema a pompa di calore e l'impianto fotovoltaico per l'approvvigionamento elettrico.
Prestazione energetica	Si rimanda alla relazione specialistica ex Legge 10 per gli approfondimenti del caso.
Ispezionabilità e manutenzione degli impianti di riscaldamento e condizionamento	<p>Per quanto concerne la manutenzione degli impianti si rimanda al relativo piano di manutenzione parte integrante del presente progetto. Gli impianti in copertura sono ispezionabili grazie alla realizzazione dei dispositivi della linea vita che consentono la loro manutenzione in sicurezza. Gli altri impianti sono facilmente accessibili dagli operatori.</p> <p>Si vedano Piano di manutenzione dell'opera componente elettrica, Piano di manutenzione dell'opera componente meccanica</p>
Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria	<p>Il progetto rispetta i requisiti di aerazione diretta in tutti i locali in cui sia prevista una possibile occupazione da parte di persone. Viene inoltre prevista la realizzazione dell'impianti di ventilazione meccanica con riferimento alla normativa vigente. Sono garantite le portate d'aria esterna previste dalla UNI 16798, in base alla quale, così come riportato nella relazione specialistica degli impianti meccanici, si è considerato</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Livello di Edificio : LPB1- Edificio ad emissione di inquinanti indoor molto bassa</li> <li>- Occupante: Non – Adapted ( livello di occupazione Discontinuo) Applicazione Non Residenziale</li> <li>- Classe di Qualità : IEQ<sub>1</sub> -Alto</li> <li>- Tasso di Ventilazione: Metodo 1 – Qualità dell'aria percepita, ricavata tramite la formula:</li> </ul>

**RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI**

	<p><math>Q_{tot} = n \times q_p + AR \times q_B</math></p> <p>Dove <math>q_p</math> è stato ricavato dalla tabella B.6 per la Categoria II ( 7l/s per persona), mentre <math>q_B</math> (0,35 l/s x mq) è stato ricavato dalla tabella B.7 sempre per la Categoria II per Edificio LPB1.</p> <p>Per ulteriori aspetti si rimanda alla relazione specialistica impianti meccanici</p>
Benessere termico	<p>Le soluzioni adottate dal punto di vista dell'isolamento termico, della scelta degli infissi e delle componenti tecnologiche garantiscono il benessere termico e di qualità dell'aria interna prevedendo condizioni conformi almeno alla classe B secondo la norma UNI EN ISO 7730 in termini di PMV e di PPD oltre che di verifica di assenza di discomfort locale</p> <p>Si veda Relazione di calcolo, Tavola Abaco infissi, Tavole dei dettagli costruttivi.</p>
Illuminazione naturale	<p>E' garantito un illuminamento da luce naturale di almeno 500 lux almeno nel 50% dei punti di misura all'interno del locale e di 300 lux, verificato almeno nel 95% dei punti di misura. Per il calcolo e la verifica dei parametri indicati si applica la norma UNI EN 17037.</p>
Dispositivi di ombreggiamento	<p>È garantito il controllo dell'immissione di radiazione solare diretta nell'ambiente interno attraverso adeguate prestazioni della componente vetrata.</p> <p>Si veda Relazione di calcolo</p>
Tenuta all'aria	<p>Si rimanda alla relazione ex Legge 10 che specifica il rispetto del criterio attraverso la verifica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mantenimento dell'efficienza energetica dei pacchetti coibenti</li> <li>- assenza di rischio di formazione di condensa interstiziale</li> </ul> <p>La norma di riferimento per i valori è la UNI EN ISO 9972</p>
Prestazioni e comfort acustici	<p>Si rimanda alla specifica relazione della componente acustica.</p>
Radon	<p>Al fine di prevenire e a ridurre la concentrazione di gas radon all'interno dell'edificio è stata prevista la realizzazione di un vespaio areato con relativa guaina di protezione.</p>

**RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI**

	Si vedano elaborati grafici per dettagli costruttivi, oltre che Computo metrico per voce da prezzo.
Piano di manutenzione dell'opera	Il progetto è dotato di Piano di Manutenzione dell'opera sia per la componente architettonica sia per quelle impiantistiche  Si veda Piano di manutenzione dell'opera componente edile, Piano di manutenzione dell'opera componente elettrica, Piano di manutenzione dell'opera componente meccanica
Emissioni negli ambienti confinati (inquinamento indoor)	Per i seguenti materiali vige il rispetto delle prescrizioni sui limiti di emissione: <ul style="list-style-type: none"> <li>- pitture e vernici per interni;</li> <li>- pavimentazioni (sono escluse le piastrelle di ceramica), incluso le resine liquide;</li> <li>- adesivi e sigillanti;</li> <li>- rivestimenti interni (escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi);</li> <li>- pannelli di finitura interni (comprensivi di eventuali isolanti a vista);</li> <li>- controsoffitti;</li> <li>- schermi al vapore sintetici per la protezione interna del pacchetto di isolamento</li> </ul> <p>I materiali utilizzati rispettano i valori di emissioni secondo la norma UNI EN 16516 e UNI EN ISO 16000-9</p> <p>Si vedano elaborati grafici per soluzioni stratigrafiche di dettaglio. Si veda inoltre Computo metrico estimativo e Capitolato speciale d'appalto Capo II</p>
Rinterri e riempimenti	Il progetto prescrive il riutilizzo di parte del materiale di scavo, escluso il primo strato di terreno conformi ai parametri della norma UNI 11531-1.  Si veda Computo metrico estimativo per la componente delle quantità e tipologia di scavo oltre che Tavole di Confronto.

Nola, 21.05.2025

I progettisti

## VERIFICA BENESSERE TERMICO

### CALCOLO PMV

Il presente capitolo comprende la valutazione del comfort termoigrometrico globale in termini di PMV e PPD.

### Simboli e abbreviazioni

<b>Simbolo</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Unità di misura</b>
$PMV$	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
$\Delta T_{pr}$	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.

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

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

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

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

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

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

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**

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

$$\Delta t_{pr} < 15 \text{ °C}$$

##### **d) Parete calda**

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

$$\Delta t_{pr} < 35 \text{ °C}$$

### 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	Stato termico complessivo	Discomfort termico locale
-------------------------	------------------------------	---------------------------



<b>7730 (UNI EN 15251)</b>	<b>PPD (%)</b>	<b>PMV</b>	<b>Corrente d'aria DR (%)</b>	<b>Differen za temp. verticale PD (%)</b>	<b>Pavimen ti caldi o freddi PD (%)</b>	<b>Asimmetri a radiante PD (%)</b>
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)	$\geq 15$	$PMV \geq +0.7$ $PMV \leq -0.7$	-	-	-	-

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

Di seguito sono riportate le valutazioni globali e le valutazioni di discomfort locale per l'ambiente termico.

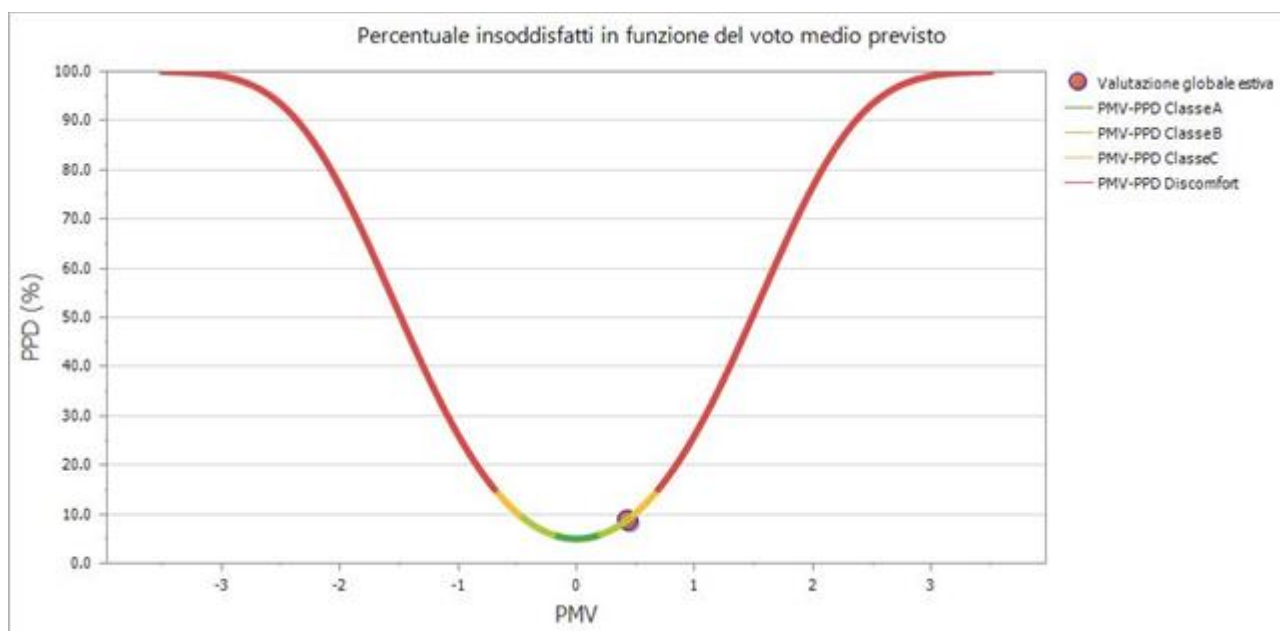
#### Valutazione globale "Valutazione globale estiva"

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

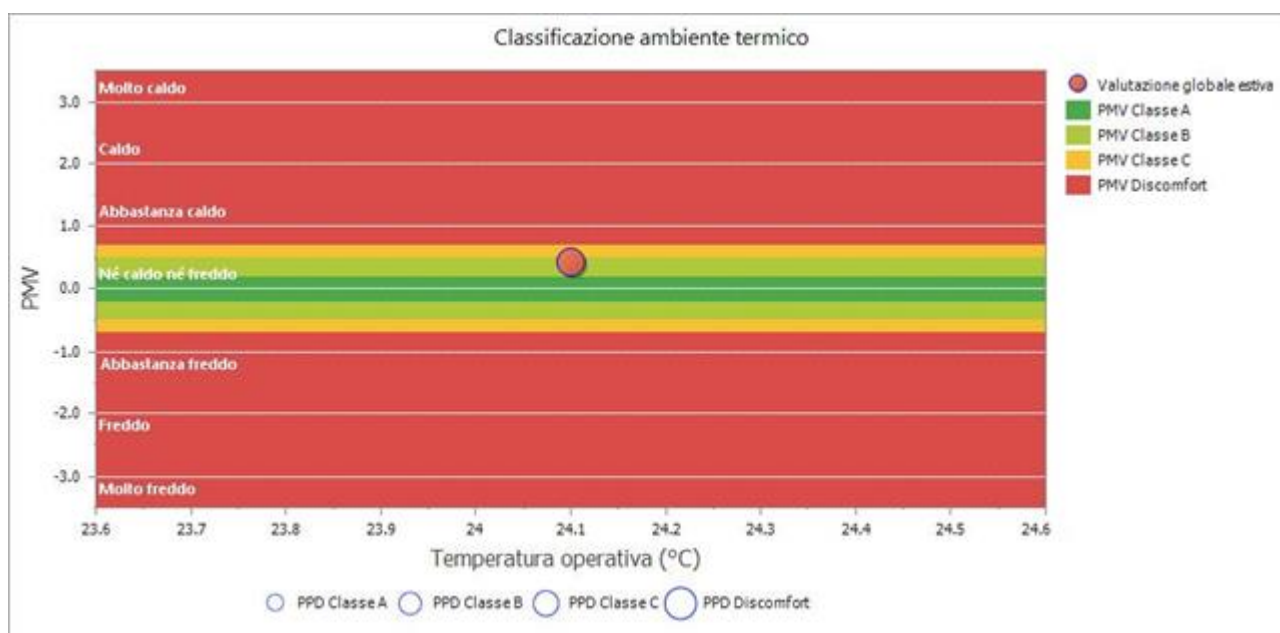
<b>Valutazione complessiva del comfort termico: "Valutazione globale estiva"</b>	
Stagione	<b>Estiva</b>
Temperatura aria $t_a$ (°C)	<b>26.0</b>
Temperatura media radiante $t_r$ (°C)	<b>22.0</b>
Umidità relativa (%)	<b>55.0</b>
Velocità relativa aria $v_r$ (m/s)	<b>0.15</b>
Abbigliamento	<b>Abbigliamento 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 - In piedi, attività leggere (shopping, laboratorio, industria leggera)</b>
Metabolismo energetico M (met)	<b>1.60</b>
Potenza meccanica W (met)	<b>0.00</b>

<b>Risultati</b>	
Temperatura operativa $t_o$ (°C)	<b>24.1</b>
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>29.2</b>
Voto medio previsto PMV	<b>0.43</b>
Percentuale prevista insoddisfatti (%)	<b>8.8</b>
Categoria ambiente in termini di PMV e PPD	<b>Classe B</b>
Categoria UNI EN 15251	<b>Categoria II</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.

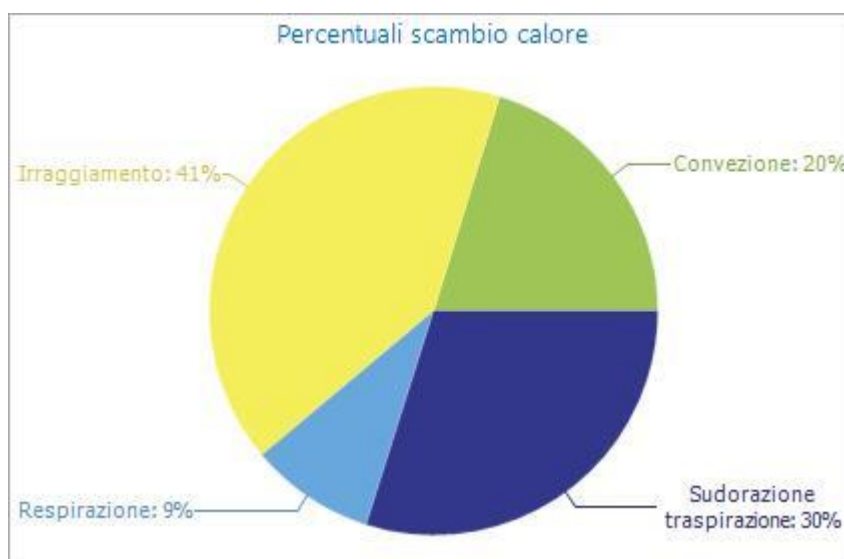


#### Scambio calore tra corpo umano e ambiente

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 <sup>2</sup> )	<b>16.57</b>
Irraggiamento (W/m <sup>2</sup> )	<b>33.47</b>
Respirazione (W/m <sup>2</sup> )	<b>7.40</b>
Sudorazione e traspirazione (W/m <sup>2</sup> )	<b>24.52</b>
Scambio calore totale (W/m <sup>2</sup> )	<b>81.95</b>
Cessione calore (W/m <sup>2</sup> )	<b>11.00 (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:



#### Valutazione discomfort locali

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

Correnti d'aria	
Temperatura aria $t_{a,l}$ (°C)	<b>26.0</b>
Velocità media aria $v_{a,l}$ (m/s)	<b>0.15</b>
Intensità turbolenza $Tu$ (%)	<b>40</b>
<b>Risultati</b>	
Rischio da correnti d'aria DR (%)	<b>10.3</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e DR	<b>Classe B</b>

Differenza verticale della temperatura dell'aria	
Differenza temperatura testa-piedi $\Delta T_{a,v}$ (°C)	<b>1.0</b>
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>0.7</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe B</b>

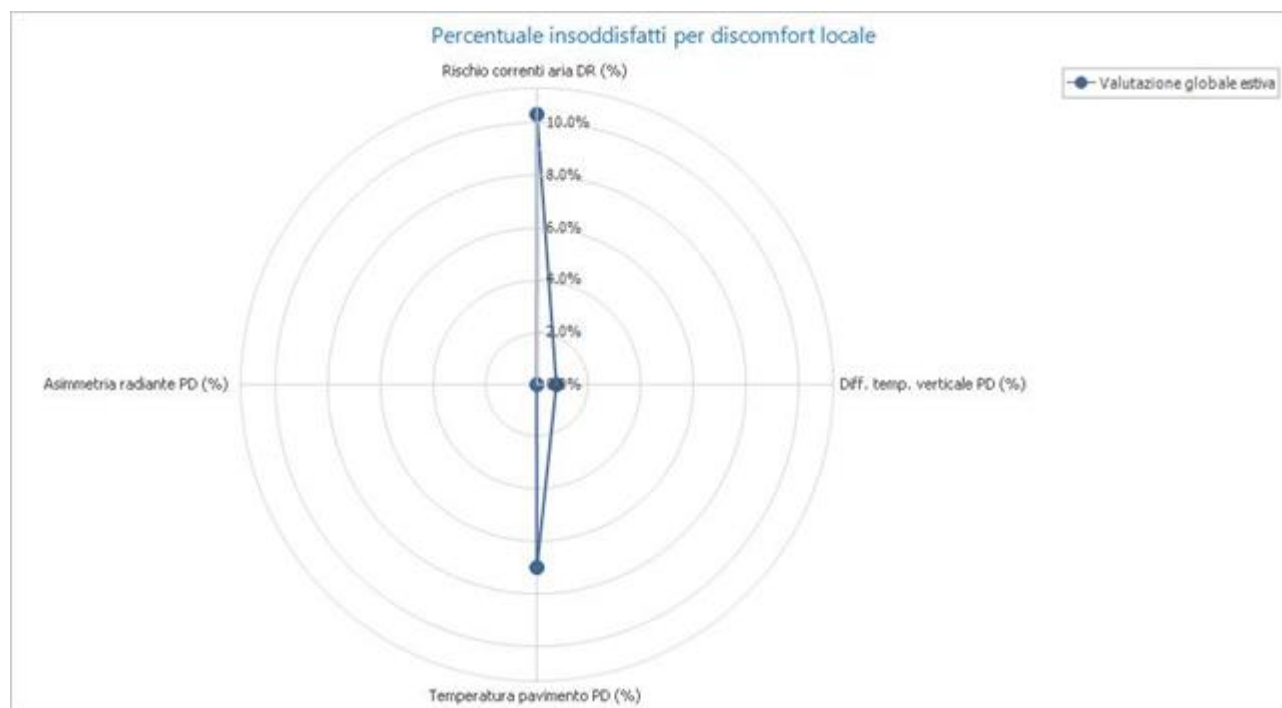
Pavimento caldo freddo	
Temperatura pavimento $T_f$ (°C)	<b>26.1</b>

<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>7.0</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe B</b>

<b>Asimmetria radiante soffitto</b>	
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>29.2</b>
Temperatura soffitto (°C)	<b>26.3</b>
Temperatura pavimento (°C)	<b>26.1</b>
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	<b>0.2</b>
Tipo calcolo	<b>Soffitto freddo</b>
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>0.0</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe B</b>

<b>Asimmetria radiante pareti</b>	
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>29.2</b>
<b>Pareti frontale e posteriore</b>	
Temperatura parete frontale (°C)	<b>26.0</b>
Temperatura parete posteriore (°C)	<b>26.0</b>
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	<b>0.0</b>
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>0.0</b>
<b>Pareti destra e sinistra</b>	
Temperatura parete destra (°C)	<b>26.0</b>
Temperatura parete sinistra (°C)	<b>26.0</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 B</b>

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



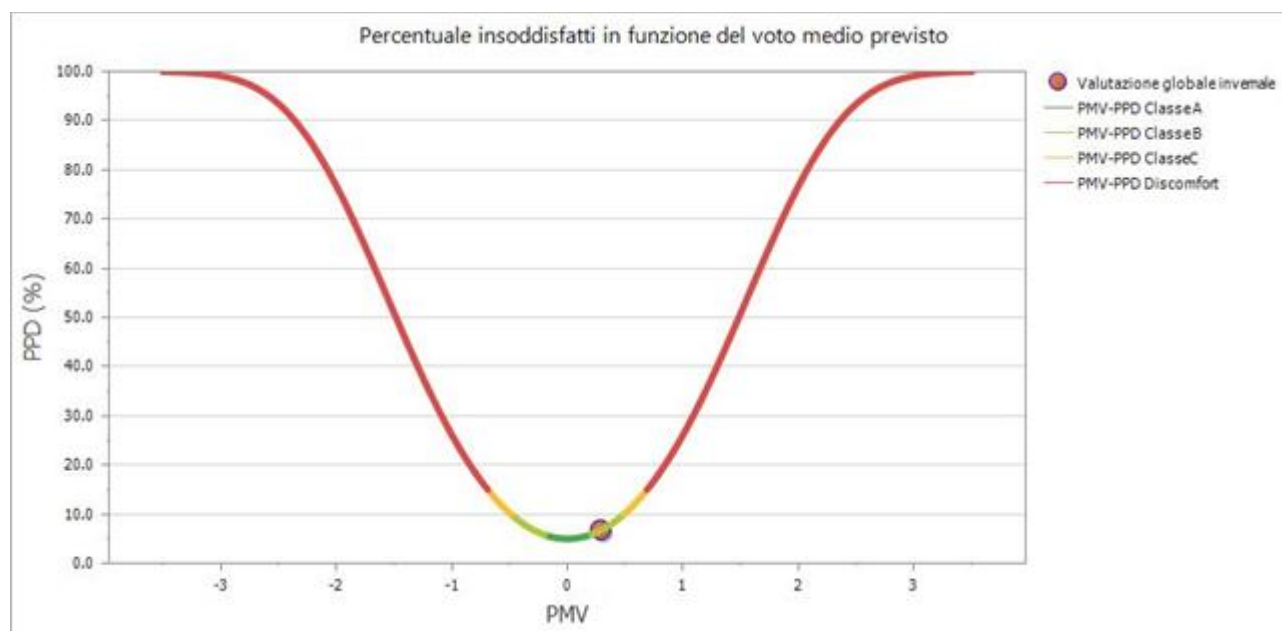
#### Valutazione globale "Valutazione globale invernale"

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

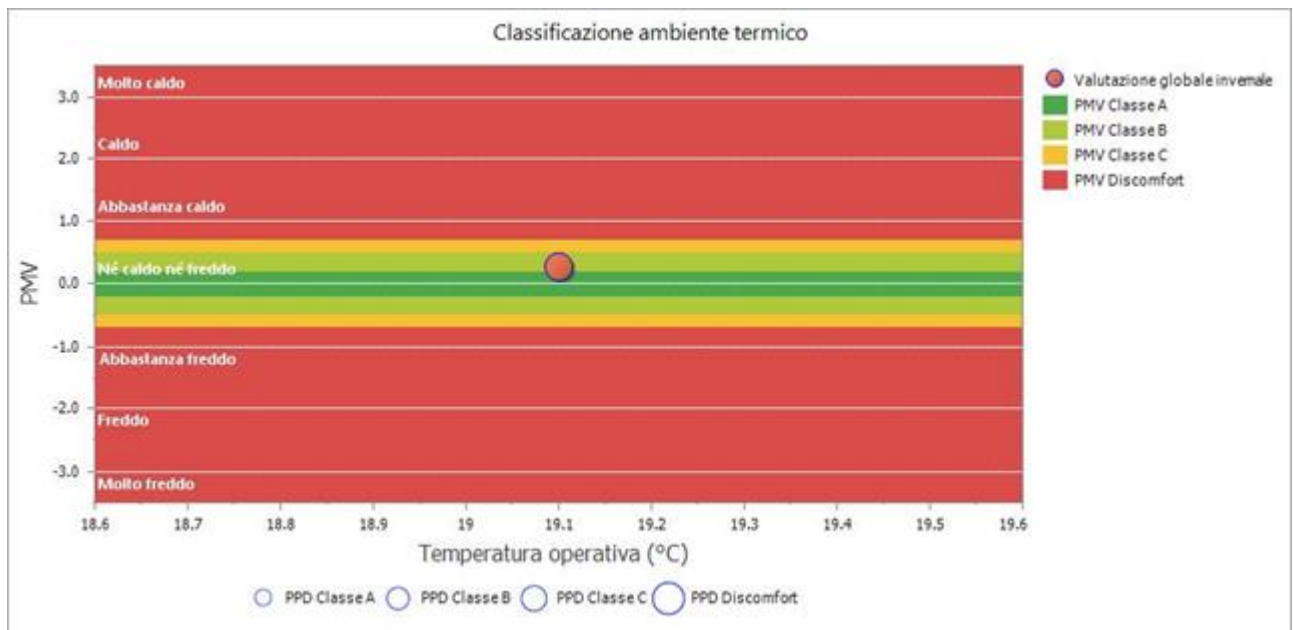
Valutazione complessiva del comfort termico: "Valutazione globale invernale"	
Stagione	Invernale
Temperatura aria $t_a$ (°C)	20.0
Temperatura media radiante $t_r$ (°C)	18.0
Umidità relativa (%)	45.0
Velocità relativa aria $v_r$ (m/s)	0.15
Abbigliamento	Abbigliamento da lavoro - Biancheria intima a gambe e maniche lunghe, giacca termica, calzini, scarpe
Isolamento termico abbigliamento $I_{cl}$ (clo)	1.20
Metabolismo	Standard UNI EN ISO 7730 - In piedi, attività leggere (shopping, laboratorio, industria leggera)
Metabolismo energetico M (met)	1.60
Potenza meccanica W (met)	0.00

<b>Risultati</b>	
Temperatura operativa $t_o$ (°C)	<b>19.1</b>
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>23.9</b>
Voto medio previsto PMV	<b>0.28</b>
Percentuale prevista insoddisfatti (%)	<b>6.7</b>
Categoria ambiente in termini di PMV e PPD	<b>Classe B</b>
Categoria UNI EN 15251	<b>Categoria II</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.



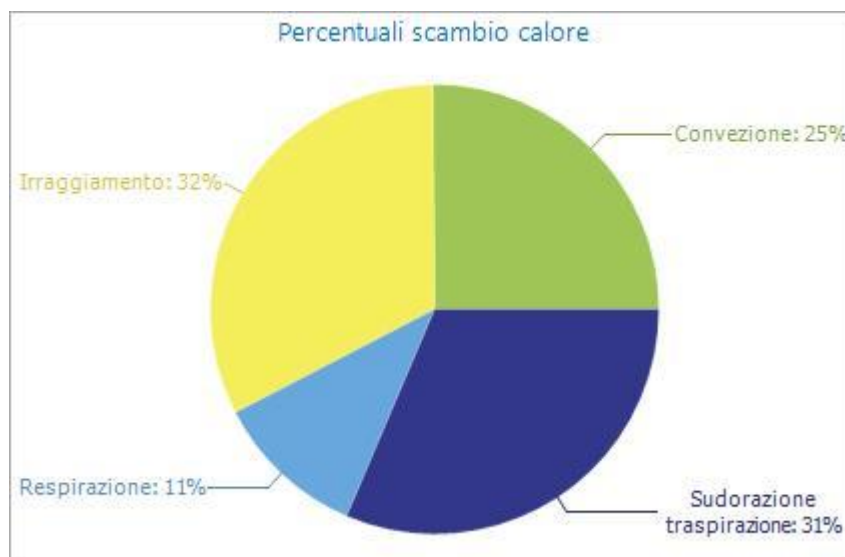


#### Scambio calore tra corpo umano e ambiente

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

<b>Scambio di calore tra corpo umano e ambiente: "Valutazione globale invernale"</b>	
Convezione (W/m <sup>2</sup> )	<b>21.46</b>
Irraggiamento (W/m <sup>2</sup> )	<b>27.85</b>
Respirazione (W/m <sup>2</sup> )	<b>9.44</b>
Sudorazione e traspirazione (W/m <sup>2</sup> )	<b>26.95</b>
Scambio calore totale (W/m <sup>2</sup> )	<b>85.70</b>
Cessione calore (W/m <sup>2</sup> )	<b>7.30 (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:



#### Valutazione discomfort locali

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>0.15</b>
Intensità turbolenza $Tu$ (%)	<b>40</b>
<b>Risultati</b>	
Rischio da correnti d'aria $DR$ (%)	<b>18.0</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e DR	<b>Classe B</b>

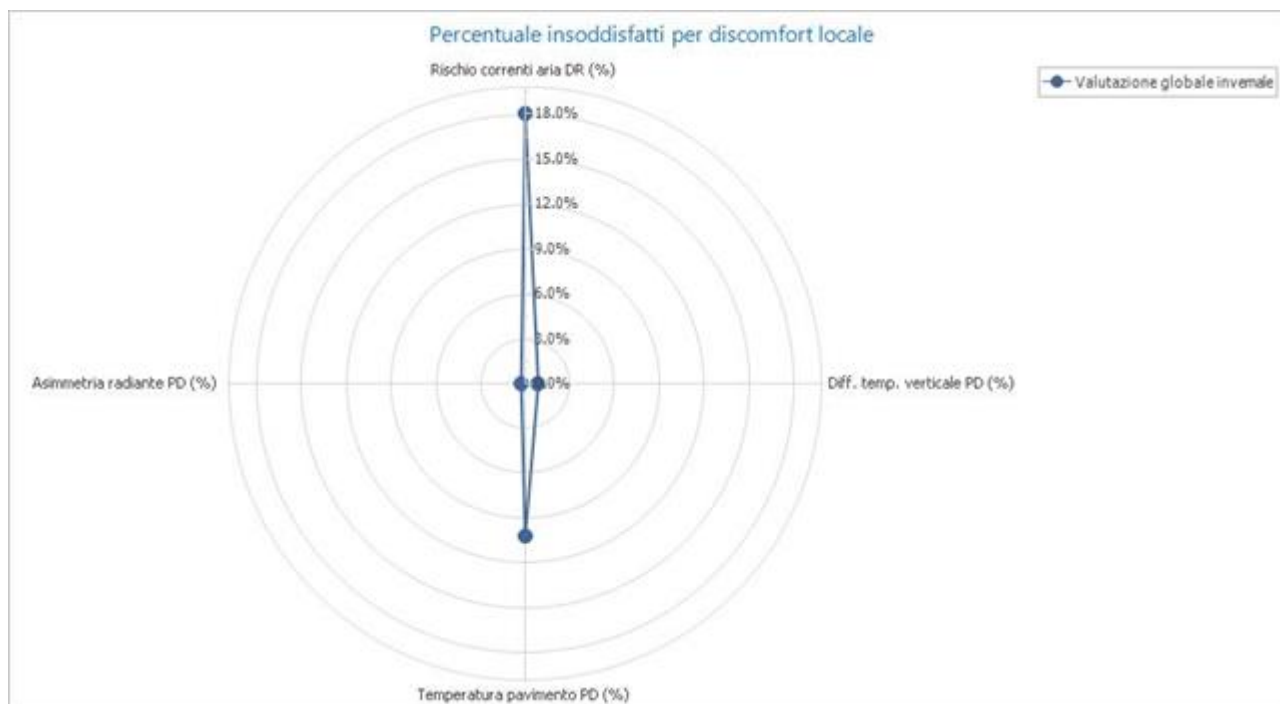
<b>Differenza verticale della temperatura dell'aria</b>	
Differenza temperatura testa-piedi $\Delta T_{a,v}$ (°C)	<b>1.2</b>
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti $PD$ (%)	<b>0.9</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe B</b>

<b>Pavimento caldo freddo</b>	
Temperatura pavimento $T_f$ (°C)	<b>19.1</b>
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti $PD$ (%)	<b>10.2</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe C</b>

<b>Asimmetria radiante soffitto</b>	
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>23.9</b>
Temperatura soffitto (°C)	<b>18.9</b>
Temperatura pavimento (°C)	<b>19.1</b>
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	<b>0.2</b>
Tipo calcolo	<b>Soffitto freddo</b>
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti $PD$ (%)	<b>0.0</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe B</b>

<b>Asimmetria radiante pareti</b>	
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>23.9</b>
<b>Pareti frontale e posteriore</b>	
Temperatura parete frontale (°C)	<b>20.0</b>
Temperatura parete posteriore (°C)	<b>18.0</b>
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	<b>2.0</b>
Tipo calcolo	<b>Parete fredda</b>
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>0.3</b>
<b>Pareti destra e sinistra</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 B</b>

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

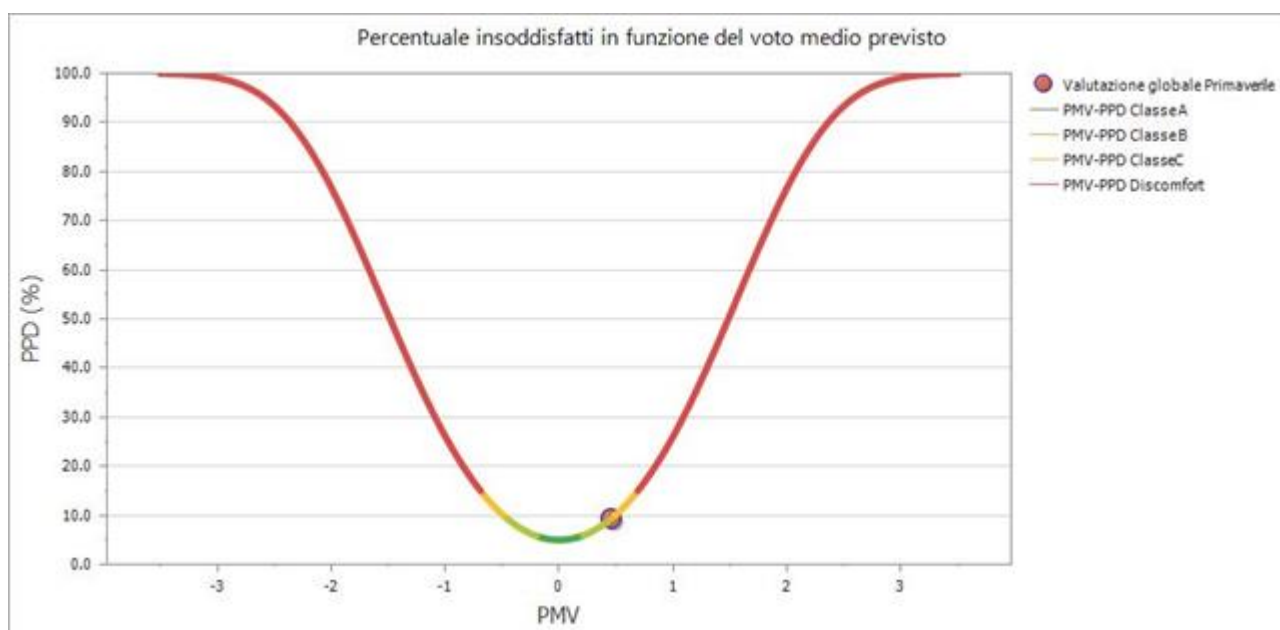


### Valutazione globale "Valutazione globale Primaveraile"

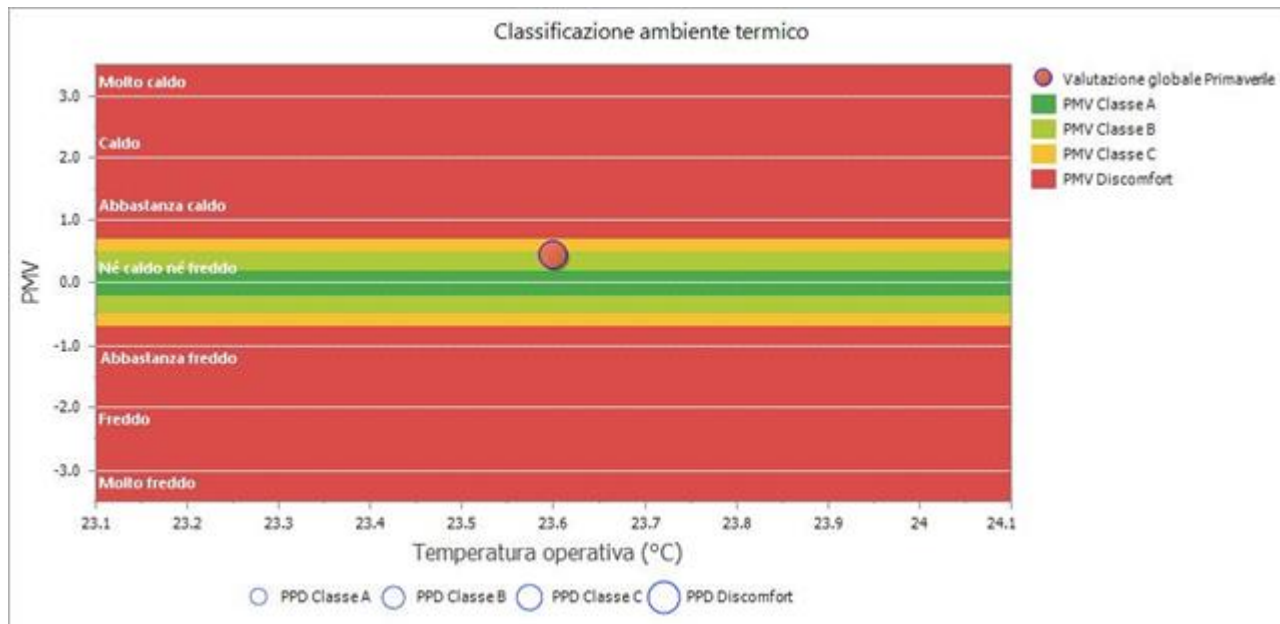
La seguente tabella riporta i dati del comfort termico per il corpo umano nel suo complesso:

<b>Valutazione complessiva del comfort termico: "Valutazione globale Primaveraile"</b>	
Stagione	<b>Estiva</b>
Temperatura aria $t_a$ (°C)	<b>26.0</b>
Temperatura media radiante $t_r$ (°C)	<b>20.0</b>
Umidità relativa (%)	<b>50.0</b>
Velocità relativa aria $v_r$ (m/s)	<b>0.25</b>
Abbigliamento	<b>Abbigliamento da lavoro - Mutande, tuta, calzini, scarpe</b>
Isolamento termico abbigliamento $I_{cl}$ (clo)	<b>0.70</b>
Metabolismo	<b>Standard UNI EN ISO 7730 - In piedi, attività leggere (shopping, laboratorio, industria leggera)</b>
Metabolismo energetico $M$ (met)	<b>1.60</b>
Potenza meccanica $W$ (met)	<b>0.00</b>
<b>Risultati</b>	
Temperatura operativa $t_o$ (°C)	<b>23.6</b>
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>27.8</b>
Voto medio previsto PMV	<b>0.45</b>
Percentuale prevista insoddisfatti (%)	<b>9.3</b>
Categoria ambiente in termini di PMV e PPD	<b>Classe B</b>
Categoria UNI EN 15251	<b>Categoria II</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.

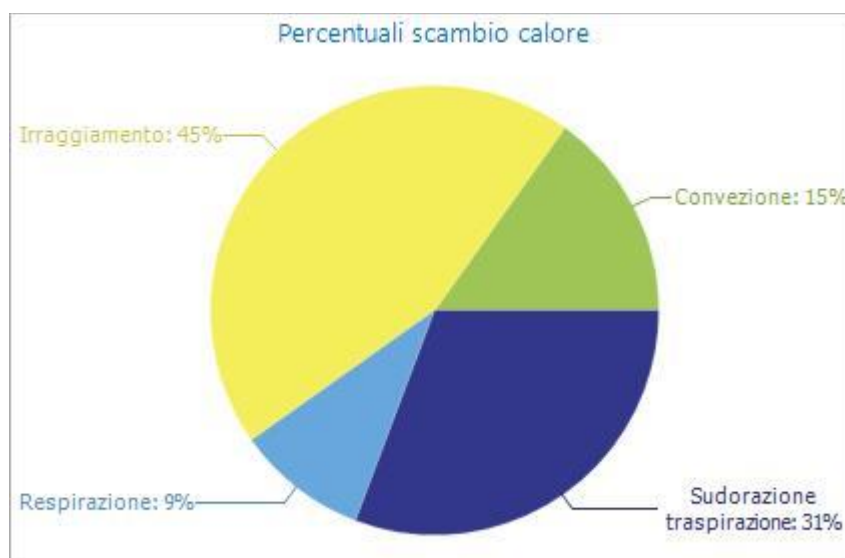


#### Scambio calore tra corpo umano e ambiente

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

<b>Scambio di calore tra corpo umano e ambiente: "Valutazione globale Primavera"</b>	
Convezione (W/m <sup>2</sup> )	<b>12.30</b>
Irraggiamento (W/m <sup>2</sup> )	<b>36.29</b>
Respirazione (W/m <sup>2</sup> )	<b>7.66</b>
Sudorazione e traspirazione (W/m <sup>2</sup> )	<b>25.03</b>
Scambio calore totale (W/m <sup>2</sup> )	<b>81.29</b>
Cessione calore (W/m <sup>2</sup> )	<b>11.70 (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:



#### Valutazione discomfort locali

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

Correnti d'aria	
Temperatura aria $t_{a,l}$ (°C)	<b>22.0</b>
Velocità media aria $v_{a,l}$ (m/s)	<b>0.15</b>
Intensità turbolenza $Tu$ (%)	<b>40</b>
<b>Risultati</b>	
Rischio da correnti d'aria DR (%)	<b>15.4</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e DR	<b>Classe B</b>

Differenza verticale della temperatura dell'aria	
Differenza temperatura testa-piedi $\Delta T_{a,v}$ (°C)	<b>1.2</b>
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>0.9</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe B</b>

Pavimento caldo freddo	
Temperatura pavimento $T_f$ (°C)	<b>21.8</b>
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>6.3</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe B</b>

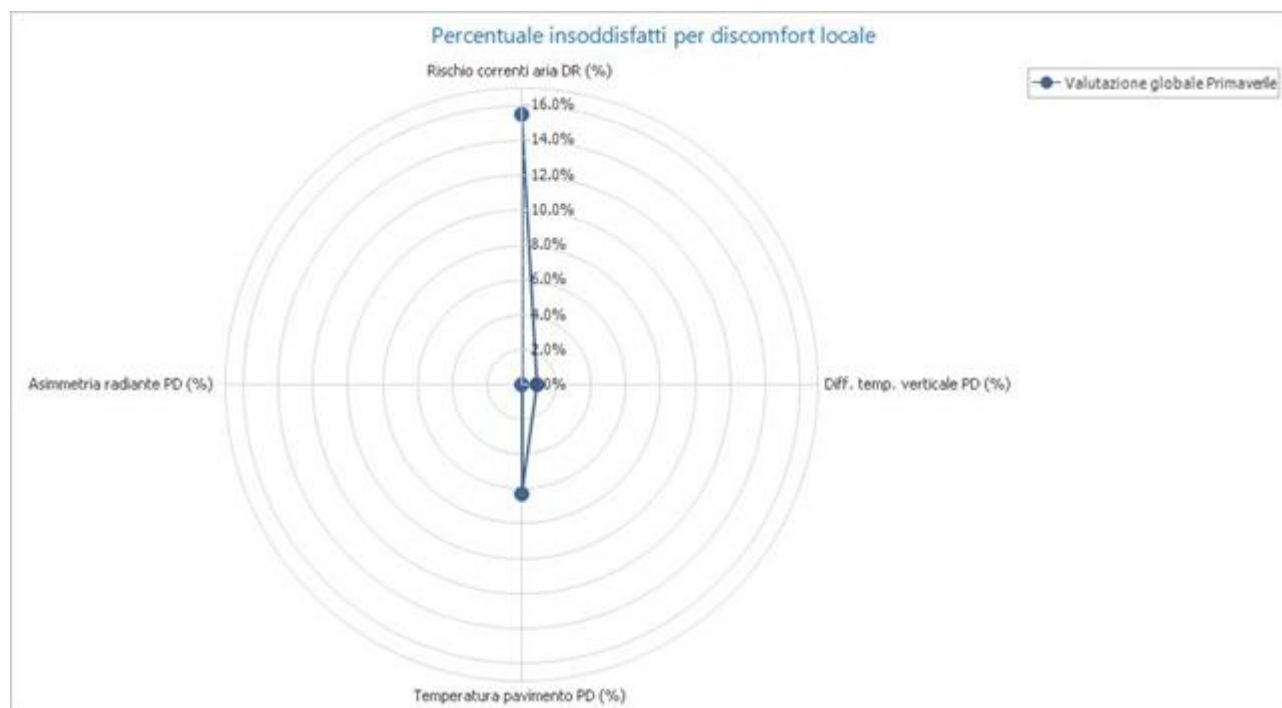
Asimmetria radiante soffitto	
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>27.8</b>
Temperatura soffitto (°C)	<b>21.8</b>
Temperatura pavimento (°C)	<b>21.8</b>
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	<b>0.0</b>
Tipo calcolo	<b>-</b>

<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>0.0</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe B</b>

<b>Asimmetria radiante pareti</b>	
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>27.8</b>
<b><i>Pareti frontale e posteriore</i></b>	
Temperatura parete frontale (°C)	<b>22.0</b>
Temperatura parete posteriore (°C)	<b>22.0</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>22.0</b>
Temperatura parete sinistra (°C)	<b>22.0</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 B</b>



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



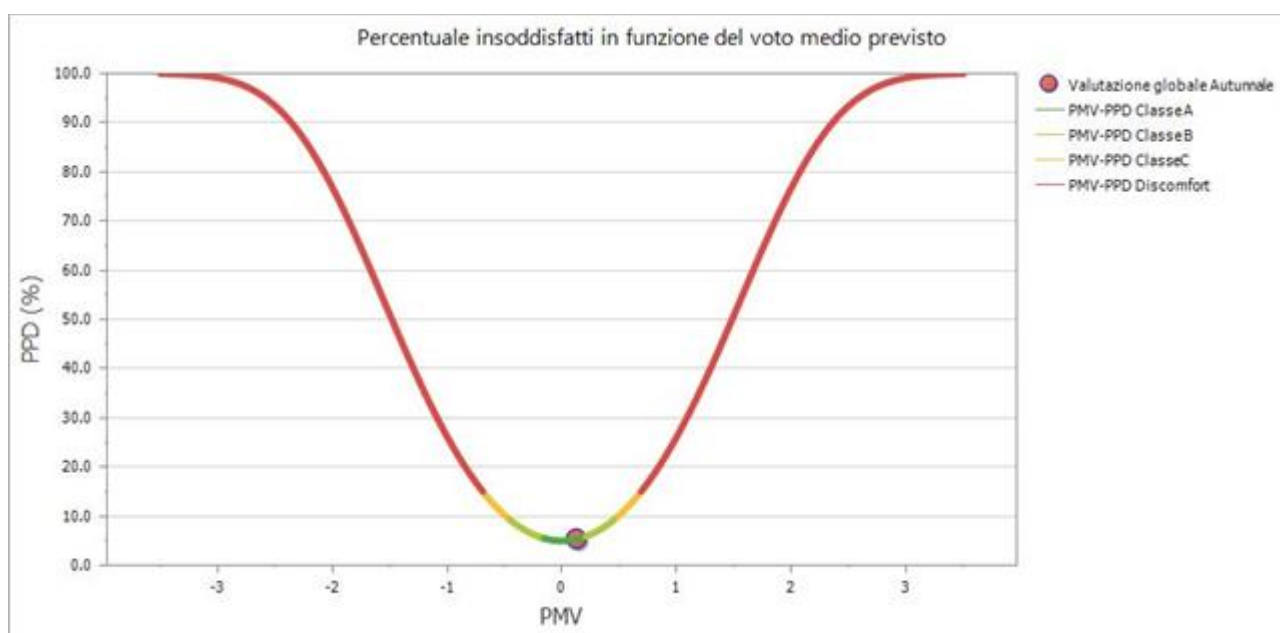
#### Valutazione globale "Valutazione globale Autunnale"

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

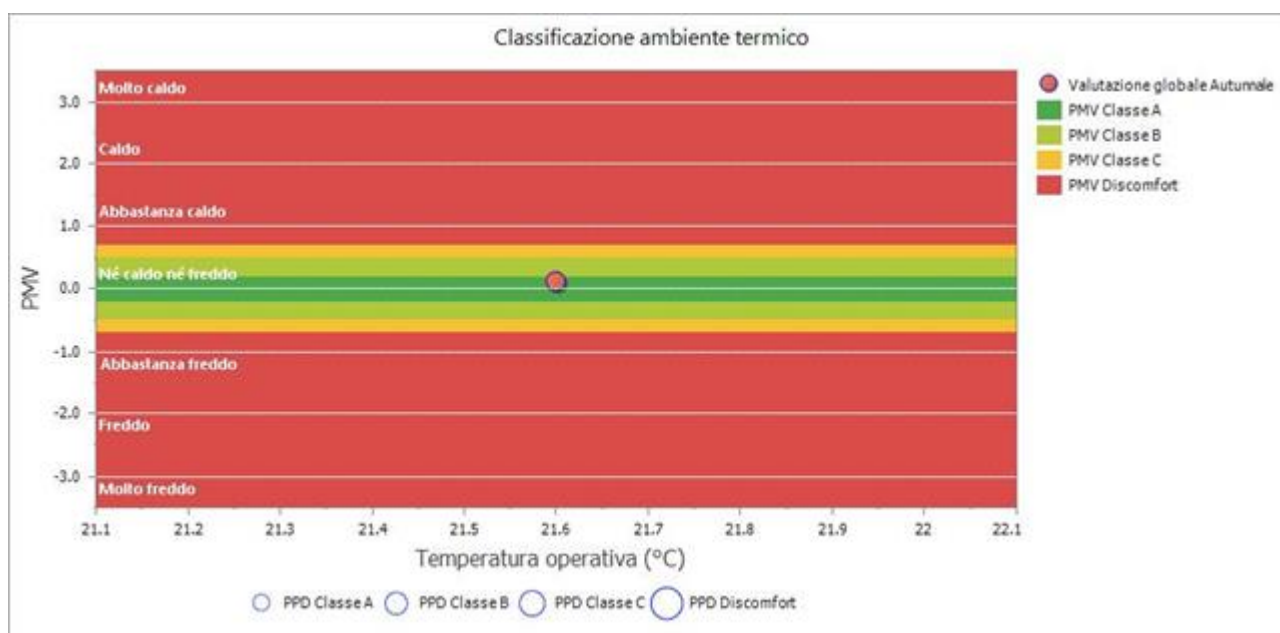
<b>Valutazione complessiva del comfort termico: "Valutazione globale Autunnale"</b>	
Stagione	<b>Estiva</b>
Temperatura aria $t_a$ (°C)	<b>23.0</b>
Temperatura media radiante $t_r$ (°C)	<b>20.0</b>
Umidità relativa (%)	<b>45.0</b>
Velocità relativa aria $v_r$ (m/s)	<b>0.15</b>
Abbigliamento	<b>Abbigliamento da lavoro - Mutande, tuta, calzini, scarpe</b>
Isolamento termico abbigliamento $I_{cl}$ (clo)	<b>0.70</b>
Metabolismo	<b>Standard UNI EN ISO 7730 - In piedi, attività leggere (shopping, laboratorio, industria leggera)</b>
Metabolismo energetico M (met)	<b>1.60</b>
Potenza meccanica W (met)	<b>0.00</b>

<b>Risultati</b>	
Temperatura operativa $t_o$ (°C)	<b>21.6</b>
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>27.1</b>
Voto medio previsto PMV	<b>0.12</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.

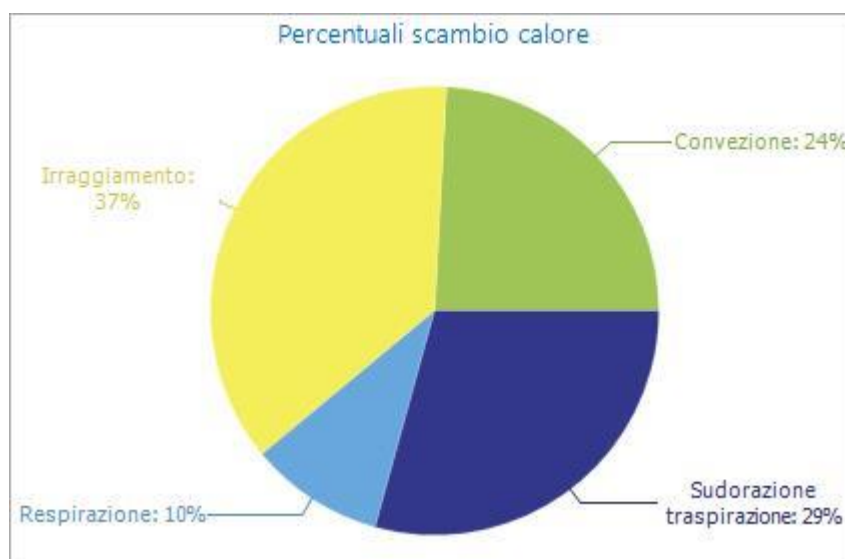


#### Scambio calore tra corpo umano e ambiente

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 Autunnale"	
Convezione (W/m <sup>2</sup> )	<b>21.74</b>
Irraggiamento (W/m <sup>2</sup> )	<b>33.06</b>
Respirazione (W/m <sup>2</sup> )	<b>8.71</b>
Sudorazione e traspirazione (W/m <sup>2</sup> )	<b>26.30</b>
Scambio calore totale (W/m <sup>2</sup> )	<b>89.81</b>
Cessione calore (W/m <sup>2</sup> )	<b>3.20 (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:



#### Valutazione discomfort locali

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

Correnti d'aria	
Temperatura aria $t_{a,l}$ (°C)	<b>23.0</b>
Velocità media aria $v_{a,l}$ (m/s)	<b>0.15</b>
Intensità turbolenza $Tu$ (%)	<b>40</b>
<b>Risultati</b>	
Rischio da correnti d'aria $DR$ (%)	<b>14.1</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e DR	<b>Classe B</b>

Differenza verticale della temperatura dell'aria	
Differenza temperatura testa-piedi $\Delta T_{a,v}$ (°C)	<b>1.0</b>
<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti $PD$ (%)	<b>0.7</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe A</b>

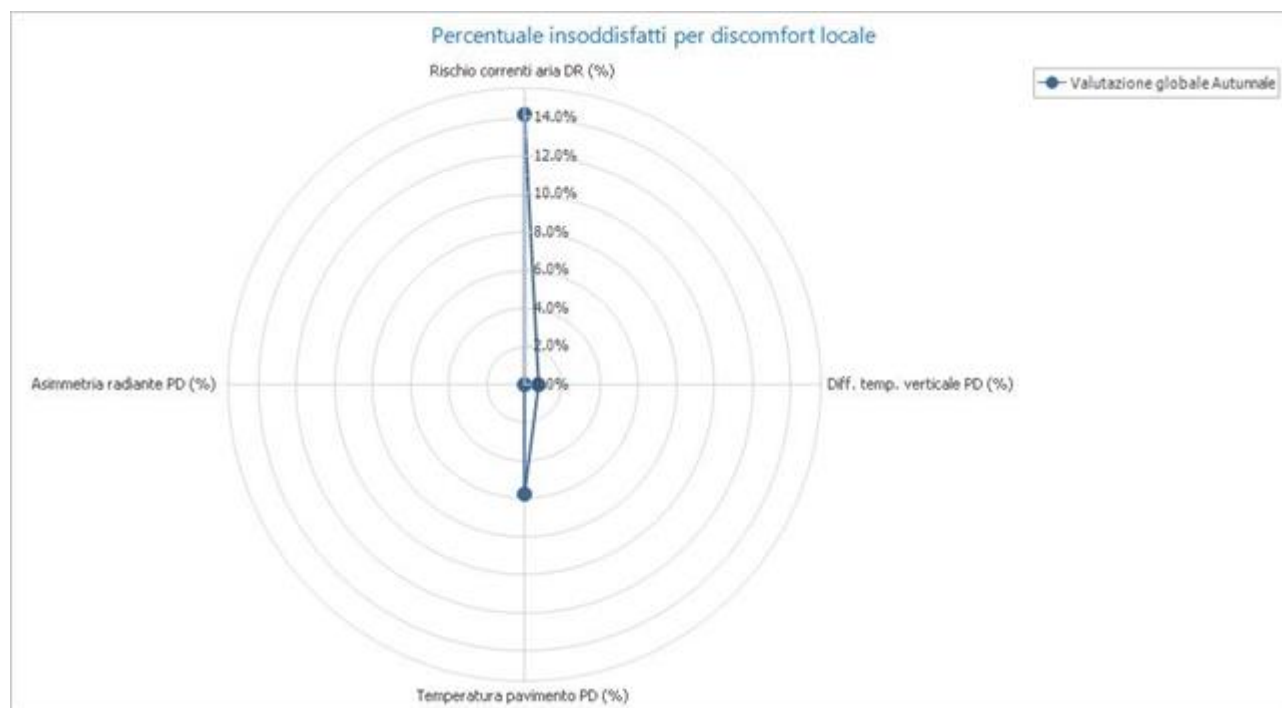
Pavimento caldo freddo	
Temperatura pavimento $T_f$ (°C)	<b>22.6</b>

<b>Risultati</b>	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>5.7</b>
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	<b>Classe A</b>

<b>Asimmetria radiante soffitto</b>	
Temperatura superficiale $t_{cl}$ (°C)	<b>27.1</b>
Temperatura soffitto (°C)	<b>22.7</b>
Temperatura pavimento (°C)	<b>22.6</b>
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	<b>0.1</b>
Tipo calcolo	<b>Soffitto freddo</b>
<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>27.1</b>
<b>Pareti frontale e posteriore</b>	
Temperatura parete frontale (°C)	<b>23.0</b>
Temperatura parete posteriore (°C)	<b>23.0</b>
Asimmetria temperatura radiante $\Delta T_{pr}$ (°C)	<b>0.0</b>
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	<b>0.0</b>
<b>Pareti destra e sinistra</b>	
Temperatura parete destra (°C)	<b>23.0</b>
Temperatura parete sinistra (°C)	<b>23.0</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: "Zona refettorio"

Tenendo conto della valutazione complessiva del comfort in termini di PMV e PPD (**Classe B**) 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 C**.

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
Zona refettorio	23.6	0.45	9.3	Classe B	Categoria II	Classe C

Legenda

**Ambiente termico** Descrizione dell'ambiente termico

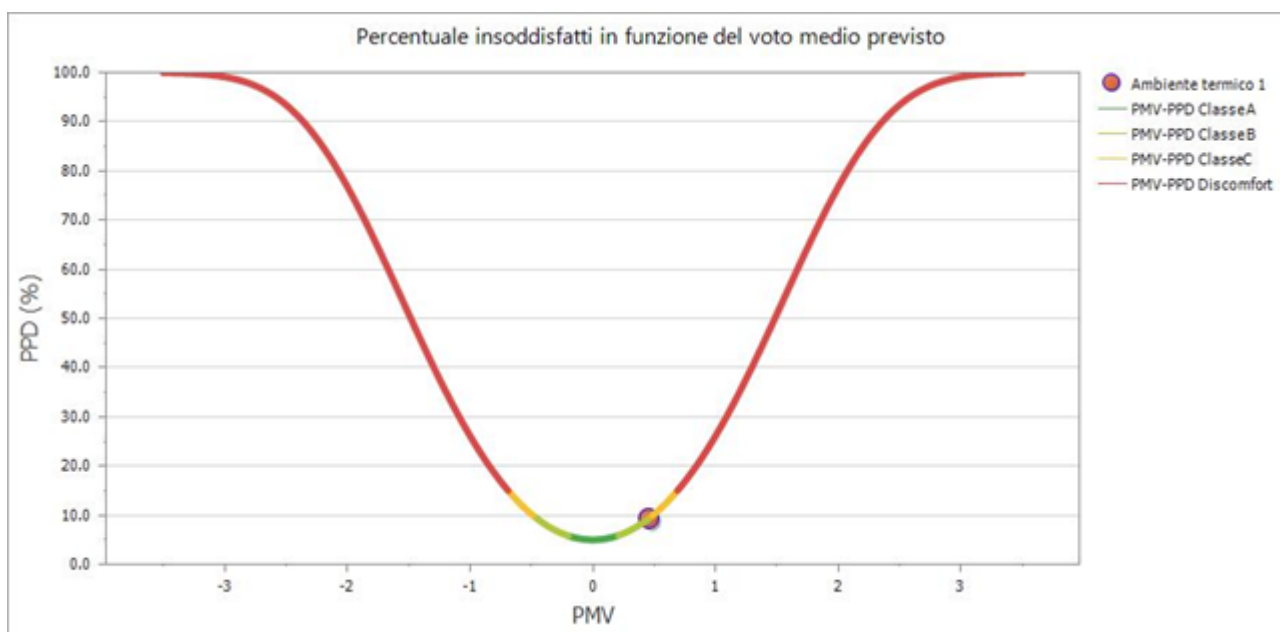
**t<sub>o</sub> (°C)** Temperatura operativa (°C)

**PMV** Voto medio previsto

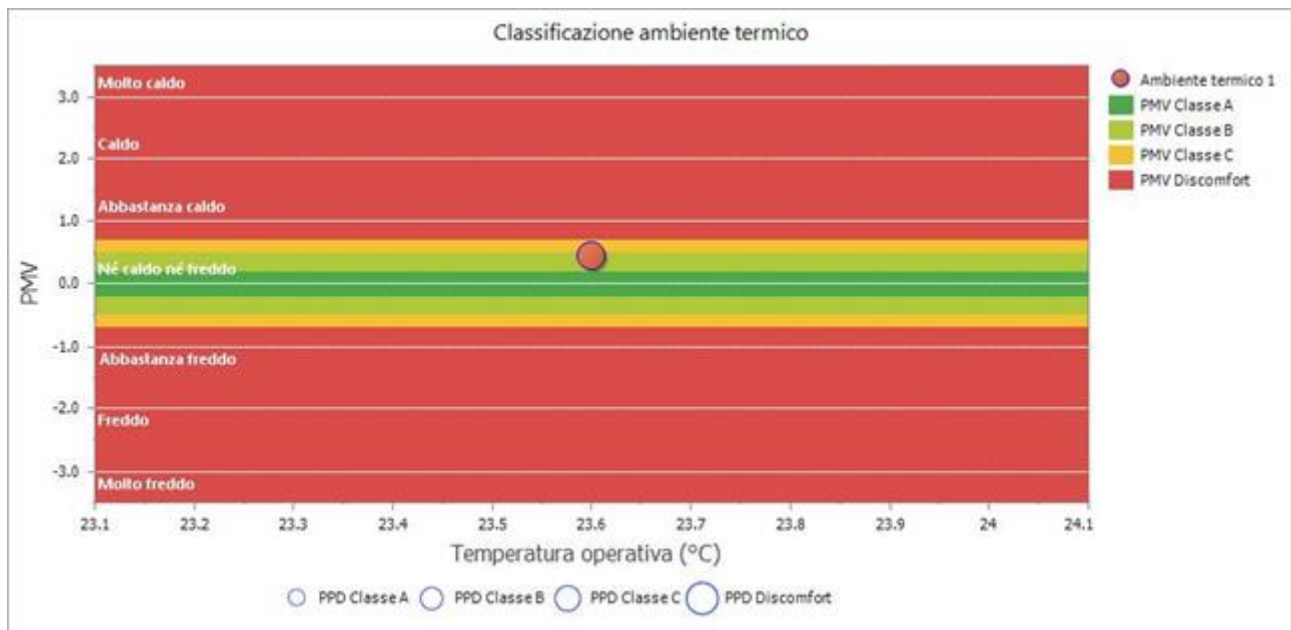
**PPD (%)** Percentuale prevista di insoddisfatti (%)

<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 comprensiva 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.

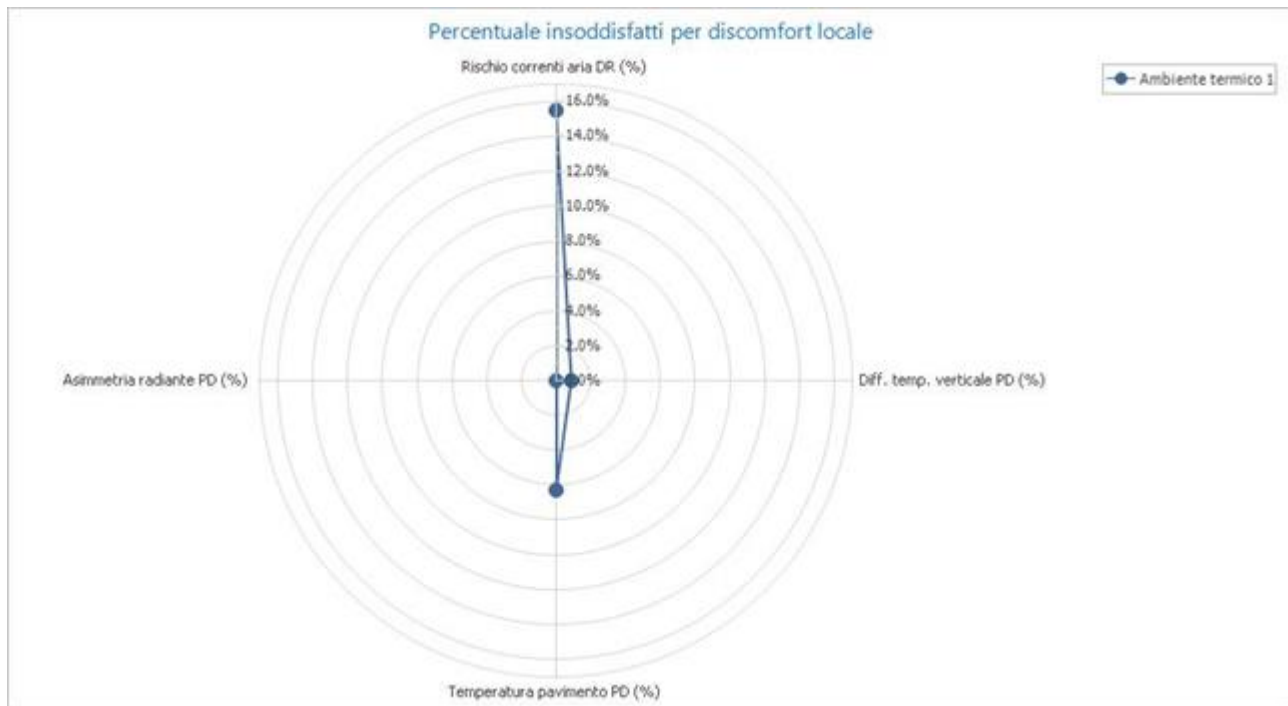


## Valutazione globale ambienti

Ambiente "Zona refettorio"															
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	Senza z. termica
Valutazione globale estiva	Estiva	26.0	22.0	55.0	0.15	0.50	1.60	24.1	29.2	0.43	8.8	Classe B	Categoria II	Classe B	Né caldo né freddo
Valutazione globale invernale	Invernale	20.0	18.0	45.0	0.15	1.20	1.60	19.1	23.9	0.28	6.7	Classe B	Categoria II	Classe C	Né caldo né freddo
Valutazione globale Primaveraile	Estiva	26.0	20.0	50.0	0.25	0.70	1.60	23.6	27.8	0.45	9.3	Classe B	Categoria II	Classe B	Né caldo né freddo
Valutazione globale Autunnale	Estiva	23.0	20.0	45.0	0.15	0.70	1.60	21.6	27.1	0.12	5.3	Classe A	Categoria I	Classe B	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 <math>t_a</math> (°C)</b>	Temperatura dell'aria (°C)
<b>Dati ambiente termico <math>t_r</math> (°C)</b>	Temperatura media radiante (°C)
<b>Dati ambiente termico <math>U_r</math> (%)</b>	Umidità relativa (%)
<b>Dati ambiente termico <math>v_{ar}</math> (m/s)</b>	Velocità relativa dell'aria (m/s)
<b>Dati ambiente termico <math>I_{cl}</math> (clo)</b>	Isolamento termico dell'abbigliamento (clo)
<b>Dati ambiente termico <math>M</math> (met)</b>	Metabolismo energetico (met)
<b>Risultati valutazione globale <math>t_o</math> (°C)</b>	Temperatura operativa (°C)
<b>Risultati valutazione globale <math>t_{cl}</math> (°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



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

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