

Comune di Milano



Valutazione del rischio di esposizione dei lavoratori - Requisiti dei luoghi di lavoro: Parametri Microclimatici – Periodo estivo

(Titolo II, All. IV e Titolo VIII del D.Lgs. 81/08 e ss.mm.ii.)

ALLEGATO 7 CONCLUSIONI BARABINO – SCUOLA DELL' INFANZIA

Redatto da	Revisione	Motivo revisione	Data	Redazione	Verifica e Approvazione
N I E R NIER Ingegneria S.p.A. Via Clodoveo Bonazzi n. 2 40013, Castel Maggiore (BO)	00	Prima emissione	14/07/2023	Ing. Giacomo Di Carlo <i>Giacomo Di Carlo</i>	Ing. Giuseppe Cavallone <i>Giuseppe Cavallone</i>



Rev.	0
Data	14/07/2023
Pagina	2 di 16

SOMMARIO

1.1	ANALISI E VALUTAZIONE.....	4
1.2	ESITO DELLA VALUTAZIONE.....	7
1.3	CONCLUSIONI	9
1.4	REPORT DI MISURA.....	10
	INDICI PMV/PPD	10
	INDICE WBGT	15
	INDICE PHS	16

1.1 Analisi e valutazione

Le misure presso la scuola dell'infanzia di Via Barabino 2 nel comune di Milano sono state effettuate il giorno **21 giugno 2023** con idonea strumentazione regolarmente tarata (si faccia riferimento al DVR per il dettaglio della strumentazione utilizzata ed il certificato di taratura).

Le misure sono state eseguite dai seguenti tecnici di NIER Ingegneria S.p.A.:

- **Ing. Giuseppe Milito.**

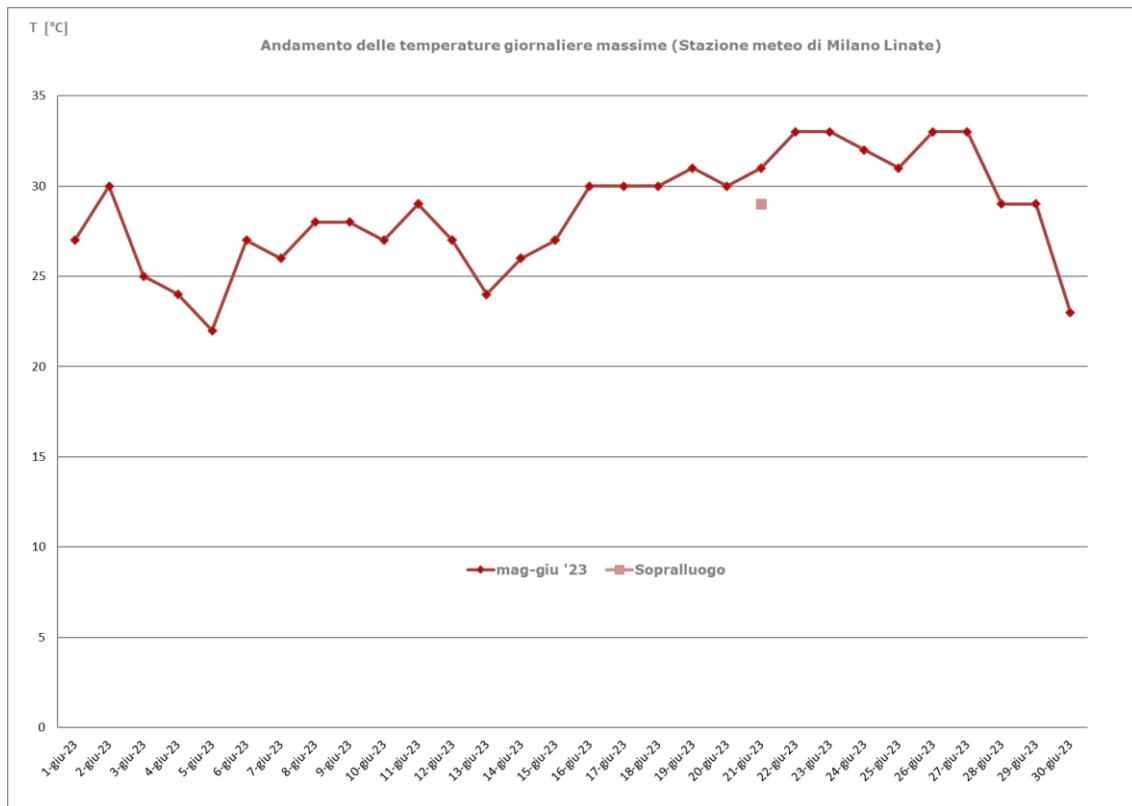
Nella tabella seguente si riportano i valori dei parametri microclimatici registrati nei vari locali monitorati.

<i>Id.</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Orario</i>	<i>T aria (°C)</i>	<i>Umidità relativa (%)</i>	<i>V aria (m/s)</i>	<i>T rad (°C)</i>	<i>T globo (°C)</i>	<i>T bulbo umido (°C)</i>	<i>Tipologia Termica</i>
1	Sezione Delfini- PT (fase di accoglienza)	8.55	26,9	49,4	0,04	26,6	26,7	-	Moderato
2	Sezione Leprotti - PT (fase di accoglienza)	9.10	26,9	50,1	0,01	26,7	26,7	-	Moderato
3	Sezione Scoiattoli - PT (fase di accoglienza)	9.25	26,8	52,5	0,05	26,5	26,6	-	Moderato
4	Sezione Panda - PT (fase didattica)	9.30	26,8	50,7	0,01	26,7	26,7	-	Moderato
5	Sezione Orsetti - PT (fase didattica)	9.45	26,7	47,1	0,13	26,4	26,5	-	Moderato
6	Sezione Gabbiani – PT (fase didattica)	10.00	26,7	50,3	0,13	26,5	26,5	-	Moderato
7	Esterno - PT (fase didattica)	10.15	27,9	39,8	0,37	29,3	28,3	-	Moderato
8	Esterno - PT (fase didattica)	10.30	27,8	39,2	0,40	29	27,1	-	Moderato
9	Esterno - PT (fase didattica)	10.45	29	40,3	0,09	31,3	30,0	19,3	Moderato/caldo
10	Sezione Delfini - PT (fase didattica)	11.00	27,9	42,3	0,05	27,3	27,4	-	Moderato
11	Sezione Leprotti - PT (fase didattica)	11.15	27,7	46,6	0,09	27,6	27,6	-	Moderato
12	Sezione Scoiattoli - PT (fase didattica)	11.30	27,0	44,5	0,02	26,6	26,7	-	Moderato
13	Biblioteca – PT (fase didattica)	11.45	26,7	48,7	0,05	26,5	26,5	-	Moderato

Id.	Descrizione	Orario	T aria (°C)	Umidità relativa (%)	V aria (m/s)	T rad (°C)	T globo (°C)	T bulbo umido (°C)	Tipologia Termica
14	Ufficio P.O. – PT (durante il pranzo in refettorio)	11.55	27,1	45,4	0,15	27	27	-	Moderato
15	Refettorio – P1 (pranzo)	12.30	29,9	41,8	0,08	30,4	30,2	21,5	Moderato/caldo
16	Sezione Panda – PT (fase sonno)	13.00	27,3	48,3	0,02	26,8	27	-	Moderato
17	Sezione orsetti – PT (fase sonno)	13.15	27,8	47,4	0,02	27,6	27,6	-	Moderato
18	Sezione Gabbiani – PT (fase sonno/ ricreazione)	13.30	27,8	52,2	0,06	27,5	27,6	-	Moderato
19	Sezione Scioiattoli – PT (fase sonno)	13.45	27,8	44,5	0,02	27,7	27,7	-	Moderato
20	Sezione Leprotti -PT (fase sonno/ ricreazione)	14.00	28,0	44,7	0,03	27,9	27,9	-	Moderato
21	Sezione Delfini – PT (fase sonno/ ricreazione)	14.15	27,8	45,9	0,01	27,7	27,7	-	Moderato
22	Corridoio Spazio Gioco 1 – PT (fase ricreazione/ didattica)	14.30	29,1	43,0	0,08	29,1	29,1	-	Moderato
23	Corridoio Spazio Gioco 2 – PT (fase ricreazione/ didattica)	14.45	28,2	41,4	0,02	28,0	28,0	-	Moderato
24	Sezione Leprotti – PT (fase attesa uscita)	15.45	27,5	43,9	0,02	27,3	27,4	-	Moderato
25	Sezione Delfini – PT (attesa uscita)	16.00	28,3	43,0	0,02	28,4	28,4	-	Moderato

Vengono riportati di seguito i valori dei parametri microclimatici rilevati all'esterno delle strutture, nella giornata in cui sono state effettuate le misurazioni. Come si evince dal grafico riportato di seguito, nella giornata le condizioni erano moderate.

- Data: 21/06/2023;
- Ora: 10.15;
- T: 27,9 °C;
- U: 39,8 %;
- V: 0,37m/s.



1.2 Esito della valutazione

Si riporta di seguito per i vari locali monitorati l'esito del calcolo degli indici relativi il comfort termico PMV/PPD, relativo allo stress da calore WBGT e PHS, e il relativo livello di rischio. I calcoli completi sono riportati al paragrafo 1.4 del presente documento. Si specifica che non in tutte le postazioni sono stati calcolati tutti gli indici, avendo questi dei range di applicabilità, in particolare è stato calcolato l'indice di comfort termico PMV/PPD per gli ambienti con temperature comprese fra 10°C e i 30°C; per gli ambienti caldi si sono calcolati i relativi indici WBGT e PHS.

Tabella 1 – Indici PMV, PPM, WBGT, PHS, e relativo livello del rischio.

ID	Ambiente	Indice PMV/PPD ¹	Comfort termico	Indice WBGT	Indice PHS ²	Stress termico da calore
1	Sezione Delfini- PT (fase di accoglienza)	PMV = 0,67 PPD = 14,43%	Basso	N.A.	N.A.	-
2	Sezione Leprotti - PT (fase di accoglienza)	PMV = 0,69 PPD = 15,01%	Basso	N.A.	N.A.	-
3	Sezione Scoiattoli - PT (fase di accoglienza)	PMV = 0,67 PPD = 14,43%	Basso	N.A.	N.A.	-
4	Sezione Panda - PT (fase didattica)	PMV = 0,68 PPD = 14,72%	Basso	N.A.	N.A.	-
5	Sezione Orsetti - PT (fase didattica)	PMV = 0,47 PPD = 9,61%	Basso	N.A.	N.A.	-
6	Sezione Gabbiani – PT (fase didattica)	PMV = 0,51 PPD = 10,44%	Basso	N.A.	N.A.	-
7	Esterno - PT (fase didattica)	PMV = 0,72 PPD = 15,91%	Basso	N.A.	N.A.	-
8	Esterno - PT (fase didattica)	PMV = 0,61 PPD = 12,80%	Basso	N.A.	N.A.	-
9	Esterno - PT (fase didattica)	PMV = 1,58 PPD = 55,26%	Medio	WBGT _{eff} = 23,5 WBGT _{limite} = 29°C	Tre = 37,1 °C WaterLoss = 1186 g Dlim;tre = 480 min Dlim;loss50 = 480 min Dlim;loss95 = 480 min	Basso
10	Sezione Delfini - PT (fase didattica)	PMV = 0,88 PPD = 21,35%	Basso	N.A.	N.A.	-
11	Sezione Leprotti - PT (fase didattica)	PMV = 0,89 PPD = 21,72%	Basso	N.A.	N.A.	-
12	Sezione Scoiattoli - PT (fase didattica)	PMV = 0,65 PPD = 13,87%	Basso	N.A.	N.A.	-
13	Biblioteca – PT (fase didattica)	PMV = 0,65 PPD = 13,87%	Basso	N.A.	N.A.	-
14	Ufficio P.O. – PT (durante il pranzo in refettorio)	PMV = 0,57 PPD = 11,81%	Basso	N.A.	N.A.	-

¹ Per le postazioni con T maggiori di 30°C si fa riferimento all'indice WBGT per l'attribuzione della classe di rischio. Sono stati comunque calcolati gli indici PMV e PPD.

² Anche se non si è superato l'indice WBGT_{limite}, per completezza è stato calcolato comunque l'indice PHS.

ID	Ambiente	Indice PMV/PPD ¹	Comfort termico	Indice WBGT	Indice PHS ²	Stress termico da calore
15	Refettorio – P1 (pranzo)	PMV = 1,61 PPD = 56,89%	Medio	N.A.	N.A.	-
16	Sezione Panda – PT (fase sonno)	PMV = 0,76 PPD = 17,17%	Basso	N.A.	N.A.	-
17	Sezione orsetti – PT (fase sonno)	PMV = 0,98 PPD = 25,29%	Basso	N.A.	N.A.	-
18	Sezione Gabbiani – PT (fase sonno/ricreazione)	PMV = 0,98 PPD = 25,29%	Basso	N.A.	N.A.	-
19	Sezione Scoiattoli – PT (fase sonno)	PMV = 0,94 PPD = 23,66%	Basso	N.A.	N.A.	-
20	Sezione Leprotti -PT (fase sonno/ricreazione)	PMV = 1,00 PPD = 26,12%	Basso	N.A.	N.A.	-
21	Sezione Delfini – PT (fase sonno/ricreazione)	PMV = 0,95 PPD = 24,06%	Basso	N.A.	N.A.	-
22	Corridoio Spazio Gioco 1 – PT (fase ricreazione/didattica)	PMV = 1,31 PPD = 40,78%	Medio	N.A.	N.A.	-
23	Corridoio Spazio Gioco 2 – PT (fase ricreazione/didattica)	PMV = 1,02 PPD = 26,97%	Basso	N.A.	N.A.	-
24	Sezione Leprotti – PT (fase attesa uscita)	PMV = 0,83 PPD = 19,53%	Basso	N.A.	N.A.	-
25	Sezione Delfini – PT (attesa uscita)	PMV = 1,11 PPD = 30,97%	Medio	N.A.	N.A.	-

Si riportano di seguito nello specifico le considerazioni relative ai singoli indici calcolati.

Nelle postazioni in cui è stata rilevata una temperatura inferiore i 30 °C, è stata effettuata la valutazione del **comfort termico**, che ha mostrato un livello di **rischio medio**.

Nelle postazioni in cui è stata rilevata una temperatura superiore i 30°C, è stato valutato il **rischio di stress da calore** attraverso il calcolo dell'indice **WBGT**, il quale anche nella condizione più conservativa (persona non acclimatata) non ha mai superato i valori limite, si ha dunque una condizione di **rischio basso**. Si è comunque proceduto per tutte le postazioni al calcolo dell'indice **PHS**, il quale ha confermato che in nessun caso viene raggiunta la temperatura massima, T_{max} o il tempo limite massimo di permanenza, anche in questo caso il livello è stato di **rischio basso**.

Per gli ambienti di lavoro a “Rischio medio” va considerato che, trattandosi comunque per la maggior parte delle postazioni di un ambiente moderato, i livelli di insoddisfazione calcolati, durante tali fasi lavorative tramite gli indici PMV e PPD, danno evidenza di uno scarso livello di comfort microclimatico da cui può derivare eventualmente una diminuzione di performance lavorativa ma non una condizione di rischio per i lavoratori. Si ritiene infatti che non sussistano condizioni particolarmente rischiose, anche considerando le temperature registrate (tipiche di un “ambiente moderato/caldo” con temperature prossime ai 30°C).

1.3 Conclusioni

Nella tabella sottostante sono riportati gli esiti della valutazione per le mansioni presenti presso gli ambienti monitorati, dedotti dal confronto degli indici PMV/PPD, WBGT, PHS calcolati con i valori di riferimento³. Per ognuno degli indici, viene riportato il livello di rischio relativo la condizione peggiore fra quelli rilevati nelle varie zone occupate dalla specifica mansione.

Tabella 2 – Riepilogo livello di rischio microclimatico per mansione.

Mansione	Livello di rischio		
	Comfort termico		Stress termico da calore
	PMV/PPD	WBGT	PHS
Educatrici delle Scuole d'Infanzia/Nidi	Medio	Basso	Basso

In generale, si può affermare che data la tipicità dell'attività svolta, e dati gli esiti del calcolo degli indici non si rilevino situazioni di criticità pertanto il **rischio complessivo** è **LIEVE**⁴.

Pertanto non risulta necessario programmare interventi migliorativi ma è sufficiente mantenere attive le Misure tecniche ed organizzative di miglioramento riportate al par. 6.5. del DVR.

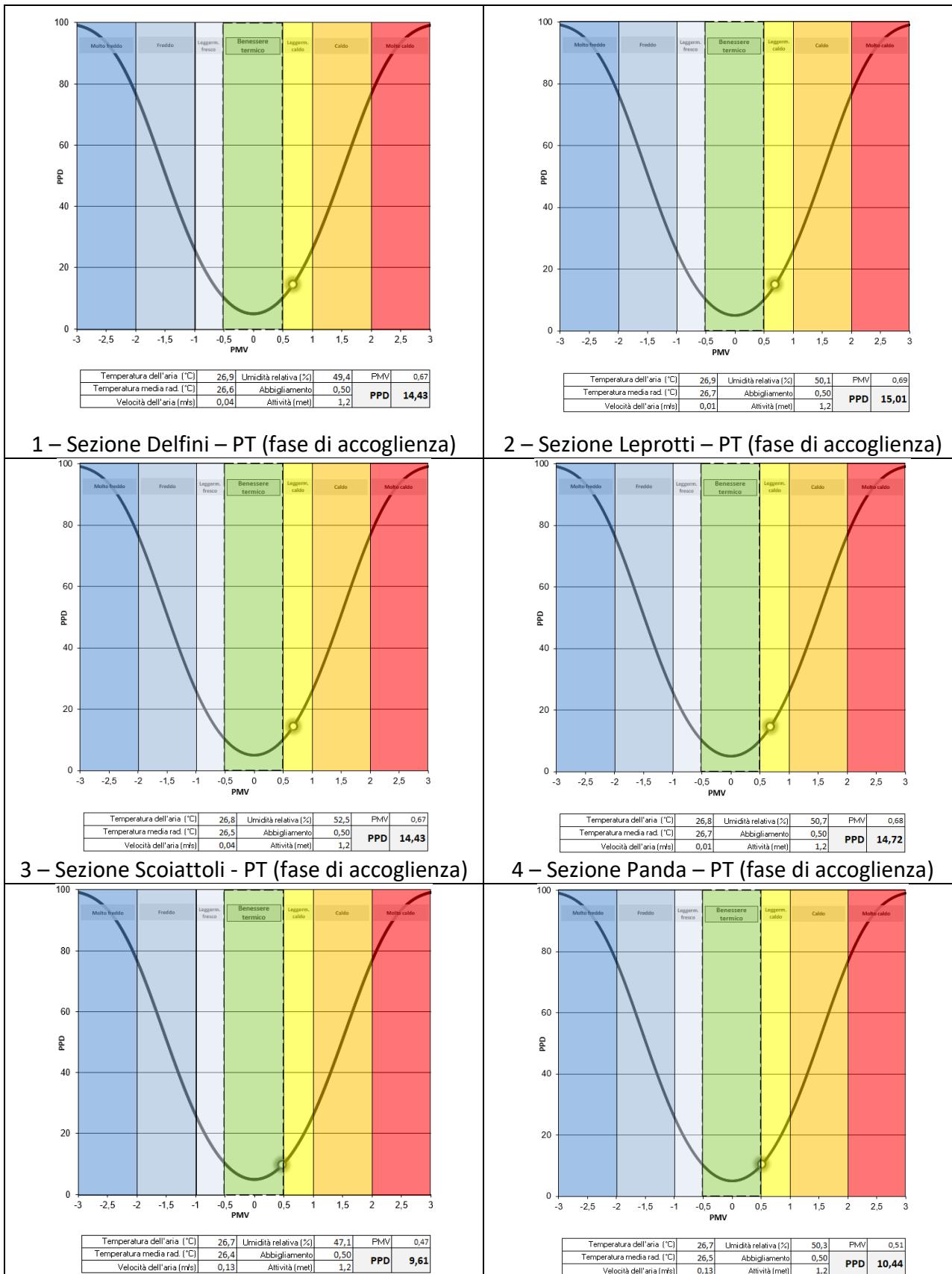
I valori riscontrati per i locali campionati si possono considerare validi ed omogenei per tutti gli altri locali della stessa tipologia che compongono gli edifici della **Scuola dell'infanzia di Via Barabino 2 nel comune di Milano**.

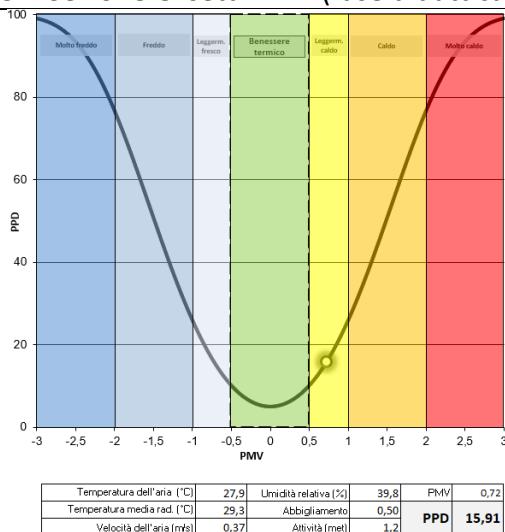
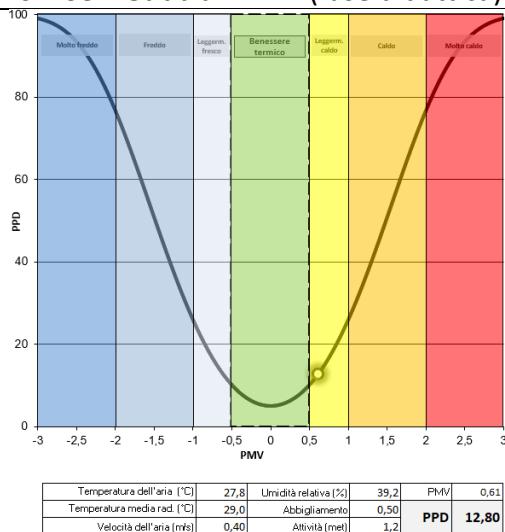
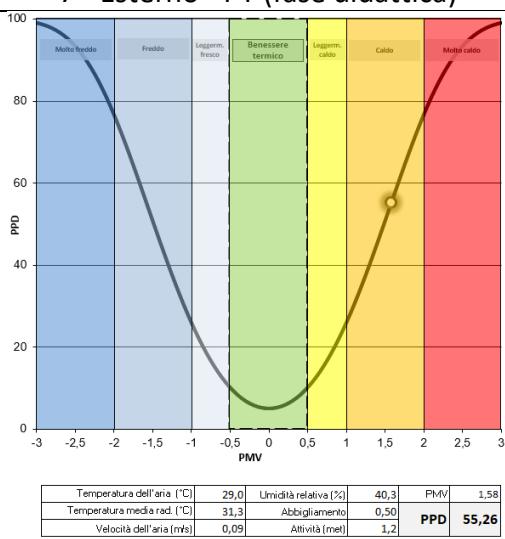
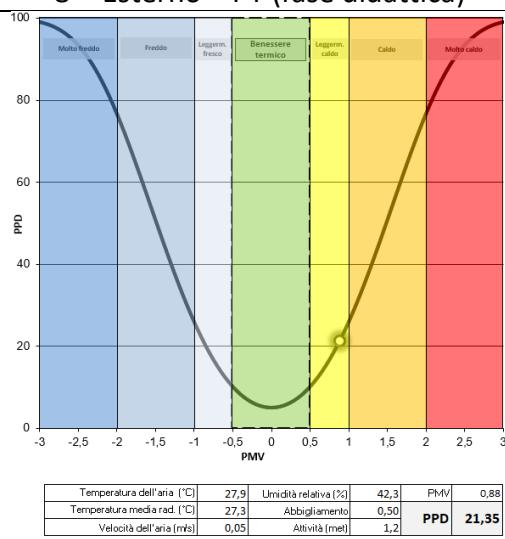
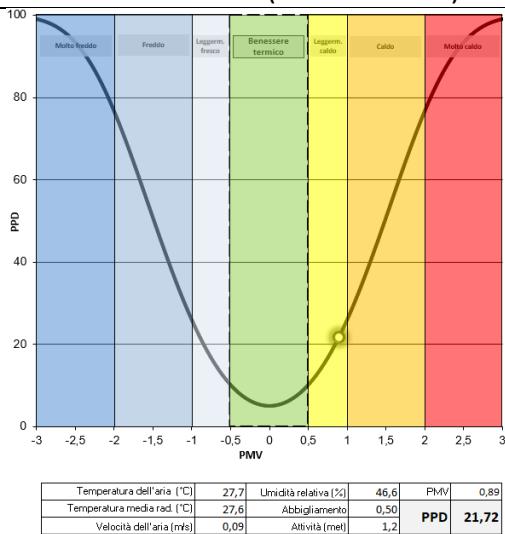
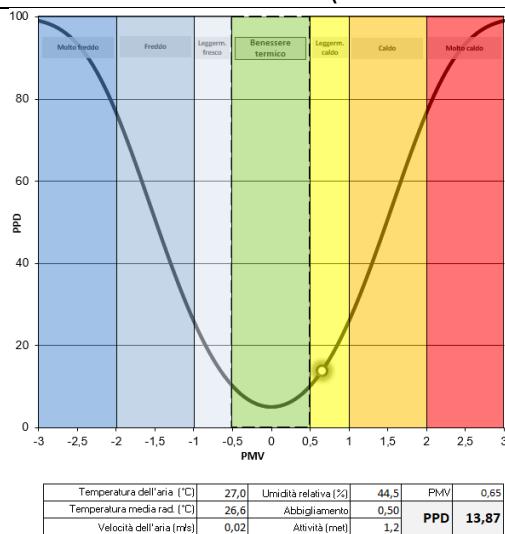
³ Come definito al par. 4.3.2 Tabella B e al par. 4.3.3 del DVR.

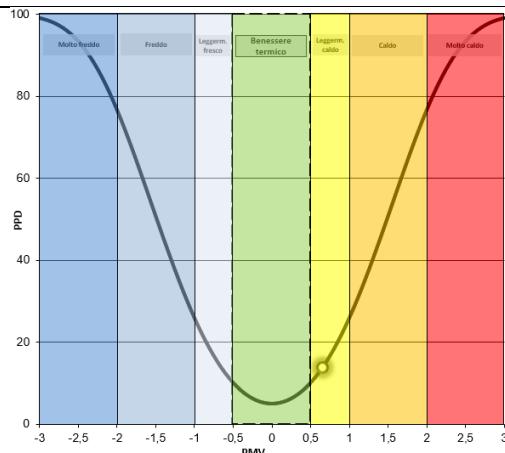
⁴ Come definito nel par. 5 del DVR.

1.4 Report Di Misura

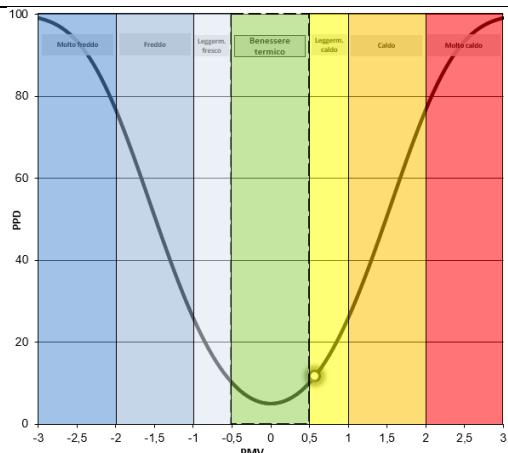
Indici PMV/PPD



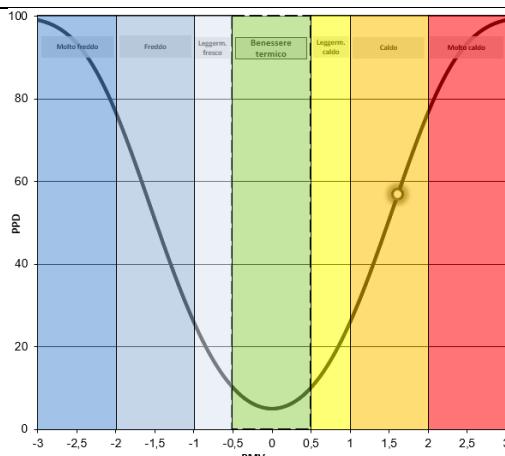
5 – Sezione Orsetti – PT (fase didattica)

6 – Sez. Gabbiani – PT (fase didattica)

7 - Esterno - PT (fase didattica)

8 - Esterno – PT (fase didattica)

9 – Esterno - PT (fase didattica)

10 – Sezione Delfini – PT (fase didattica)

11 – Sezione Leprotti - PT (fase didattica)


13 – Biblioteca - PT (fase didattica)

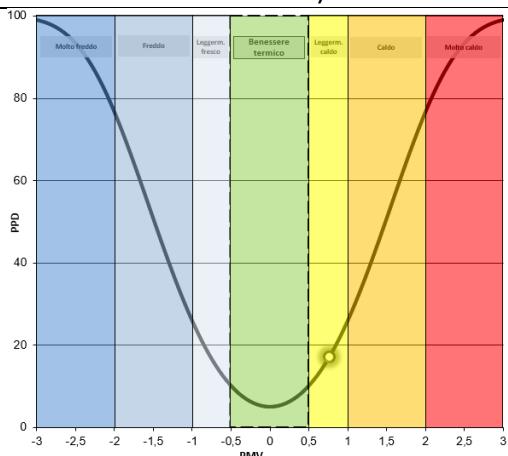
Temperatura dell'aria (°C)	27,0	Umidità relativa (%)	44,5	PMV	0,65
Temperatura media a rad. (°C)	26,6	Abbigliamento	0,50	PPD	13,87
Velocità dell'aria (m/s)	0,02	Attività (met)	1,2		


14 – Ufficio P.O. – PT (durante il pranzo in refettorio)

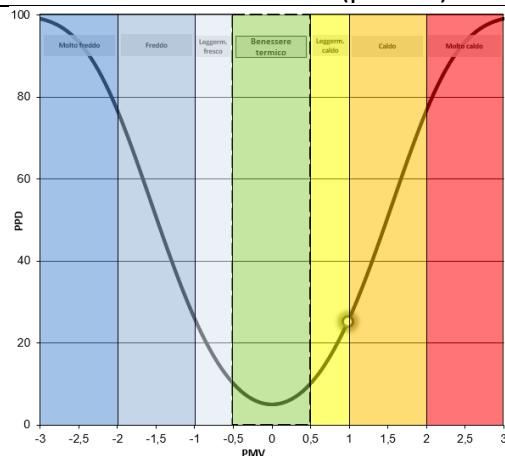
Temperatura dell'aria (°C)	27,1	Umidità relativa (%)	45,4	PMV	0,57
Temperatura media a rad. (°C)	27,0	Abbigliamento	0,50	PPD	11,81
Velocità dell'aria (m/s)	0,15	Attività (met)	1,2		


15 – Refettorio – P1 (pranzo)

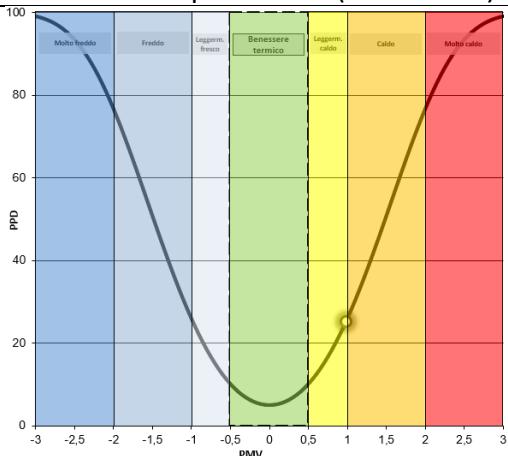
Temperatura dell'aria (°C)	29,9	Umidità relativa (%)	41,8	PMV	1,61
Temperatura media a rad. (°C)	30,4	Abbigliamento	0,50	PPD	56,89
Velocità dell'aria (m/s)	0,08	Attività (met)	1,2		

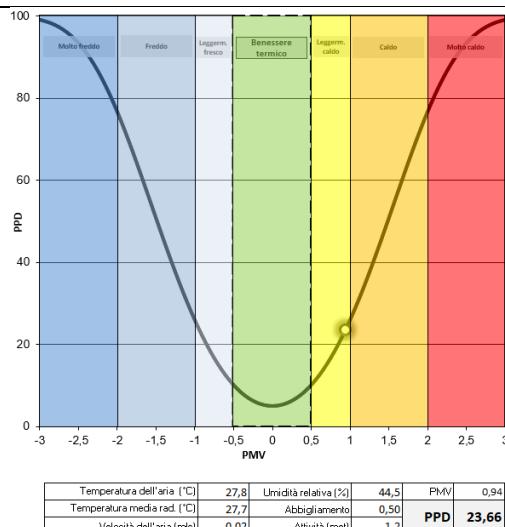
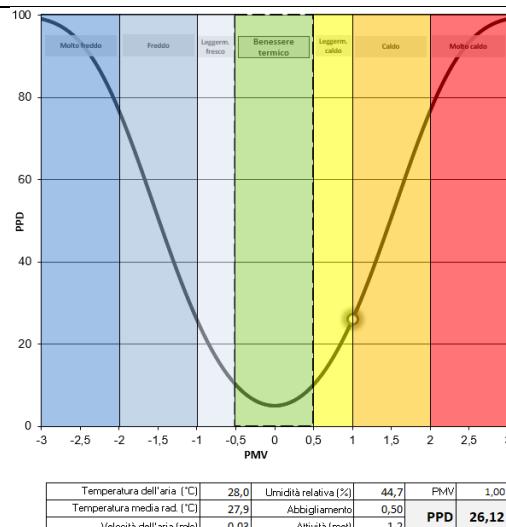
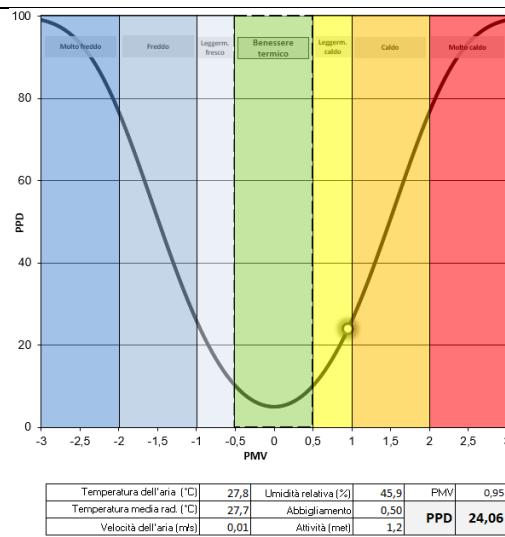
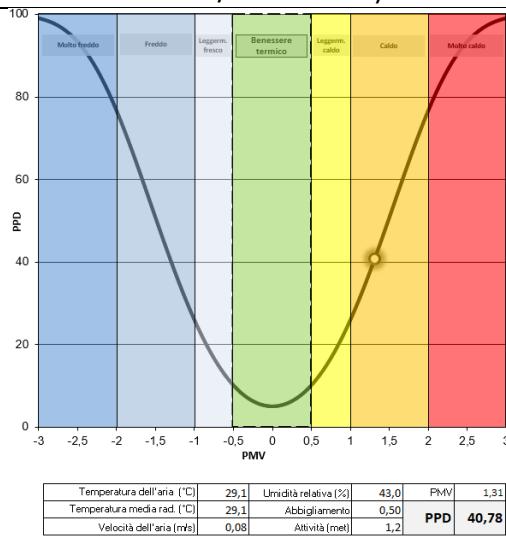
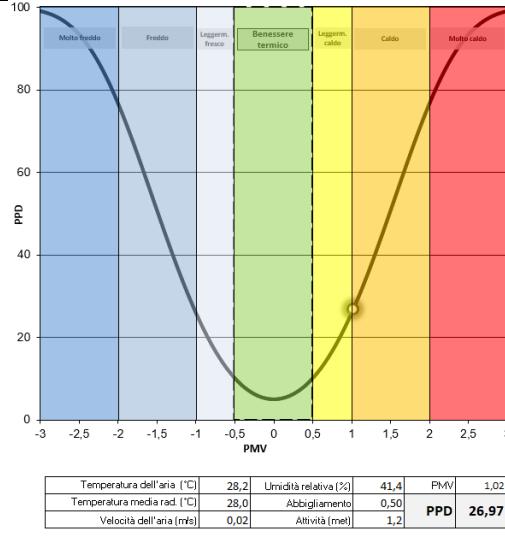
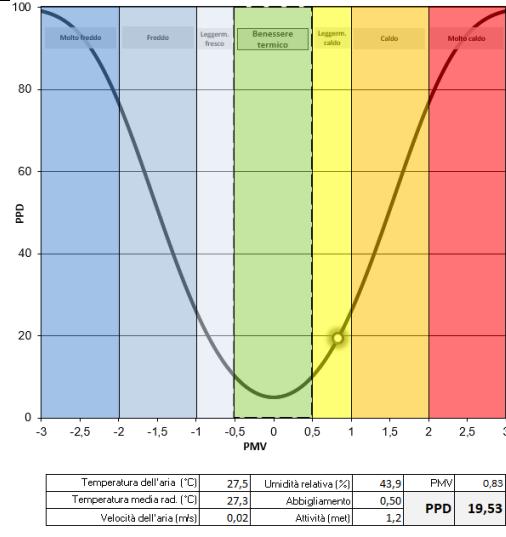

16 – Sezione panda - PT (fase sonno)

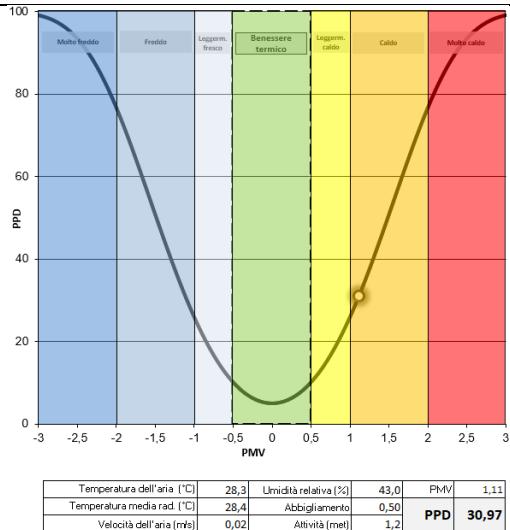
Temperatura dell'aria (°C)	27,3	Umidità relativa (%)	48,3	PMV	0,76
Temperatura media a rad. (°C)	26,8	Abbigliamento	0,50	PPD	17,17
Velocità dell'aria (m/s)	0,02	Attività (met)	1,2		


17 – Sezione Orsetti - PT (fase sonno)

Temperatura dell'aria (°C)	27,8	Umidità relativa (%)	52,2	PMV	0,98
Temperatura media a rad. (°C)	27,5	Abbigliamento	0,50	PPD	25,29
Velocità dell'aria (m/s)	0,06	Attività (met)	1,2		


18 – Sezione gabbiani - PT (fase sonno / ricreazione)


19 – Sezione Scoiattoli – PT (fase sonno)

20 – Sezione lepratti - PT (fase sonno/ricreazione)

21 – Sezione delfini - PT (fase sonno/ricreazione)

22 – Corridoio Spazio gioco 1 – PT (fase ricreazione/didattica)

23 – Corridoio Spazio gioco 2 – PT (fase ricreazione/didattica)

24 – Sezione lepratti - PT (fase attesa uscita)



25 – Sezione Delfini - PT (fase attesa uscita)

Indice WBGT

9 – Esterno – PT (fase didattica)

Calcolo dell'indice di stress termico WBGT

	MIN	MAX	
Temperatura di bulbo umido a ventilazione naturale	-30	19,3	70 °C
Temperatura di globotermometro	-30	30	70 °C
Temperatura di bulbo secco	-30	35	70 °C
Massa corporea	15	70	150 Kg
Altezza	1	1,7	2,5 m
Energia termica metabolica	1	1,2	10 met
Valore di adeguamento per l'abbigliamento (CAV)	0	0,5	20 °C-WBGT
Persona acclimatata al calore	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
Aria stagnante	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
Interno o esterno di edifici in assenza di irraggiamento solare	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Metabolismo	125,987	Watt	
Indice WBGT	23	°C	
Indice WBGTeff	23,5	°C	
Indice WBGT limite	29	°C	

Indice PHS

9 – Esterno – PT (fase didattica)

Ta	29,00	°C	Air temperature (15 - 50 °C)
Tr	40,00	°C	Radiant temperature (15 - 110 °C)
Va	0,09	m/s	Air velocity (0 - 3 m/s)
RH	40,30	%	Relative Humidity (0 - 100 %)
Pa	1,614	kPa	Partial water vapour pressure (0 - 4,5 kPa)
Accl	100	%	Acclimated subject 0 or 100 (0 - 100 %)
Drink	1	%	May drink 1-freely or 0 (0 - 1)
Height	1,7	m	Body height (1,5 - 2,4 m)
Mass	70	kg	Body mass (0 - 120 kg)
Met	69,840	W/m ²	Metabolic energy production (50 - 500 W/m ²)
cl	0,5	clo	Cloth static thermal insulation (0,1 - 1 clo)
Post	2	%	Posture 1= sitting, 2= standing, 3= crouching (1-3)
Im_st	0,38	%	Static moisture permeability index (0 - 1)
Ap	0,20	%	Fraction covered by reflective clothing (0 - 1)
Fr	0,20	%	Emissivity reflective clothing (0 - 1)
Theta_vw	0	%	Angle between wind and walking direction (0 - 360°)
V_walk	1,0	m/s	Walking speed (0 - 1,2 m/s)
Body_work	0	W/m ²	Mechanical power (0 - 200 W/m ²)
Walking	1	%	Is the person walking? (1 = walking)
Walk_direction	1	%	Is there a defined direction of walk? (1 = defined)

Results:

Final tre (°C)	37,1
Water loss (g)	1186
Dlim tre (min)	480
Dlimloss50 (min)	480
Dlimloss95 (min)	480

