

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.)

Relazione Tecnica

| 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 | 30/06/2023 | Ing. Giacomo Di Carlo  | Ing. Giuseppe Cavallone  |



SOMMARIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA..... | 5 |
| 2 | RIFERIMENTI LEGISLATIVI E BIBLIOGRAFICI | 6 |
| 2.1 | LEGISLAZIONE ITALIANA | 6 |
| 2.2 | NORMATIVA TECNICA..... | 6 |
| 2.3 | BIBLIOGRAFIA TECNICA | 6 |
| 3 | Microclima | 7 |
| 3.1 | ASPETTI GENERALI | 7 |
| 3.2 | DEFINIZIONI | 8 |
| 3.3 | EFFETTI BIOLOGICI | 9 |
| 4 | METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO | 11 |
| 4.1 | INDICAZIONI NORMATIVE | 11 |
| 4.2 | PRESENZA DI LAVORATORI SENSIBILI | 11 |
| 4.3 | PROCESSO DI VALUTAZIONE..... | 12 |
| 4.3.1 | Ambienti termici moderati | 13 |
| 4.3.2 | <i>Livelli di rischio</i> | 20 |
| 4.3.3 | Ambienti severi caldi | 22 |
| 4.3.4 | Ambienti severi freddi | 26 |
| 4.3.5 | <i>Strumento Utilizzato</i> | 29 |
| 4.4 | MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE..... | 30 |
| 4.5 | INFORMAZIONE E FORMAZIONE | 30 |
| 4.6 | SORVEGLIANZA SANITARIA..... | 32 |
| 5 | CRITERI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO..... | 33 |
| 5.1 | CRITERI PER L'ATTRIBUZIONE DEL RISCHIO | 34 |
| 6 | VALUTAZIONE DEL RISCHIO..... | 35 |
| 6.1 | DESCRIZIONE ATTIVITÀ..... | 35 |
| 6.2 | PRESENZA DI LAVORATORI PARTICOLARMENTE SENSIBILI | 36 |
| 6.3 | ANALISI DELLE MANSIONI..... | 37 |
| 6.4 | ANALISI E VALUTAZIONE..... | 38 |
| 6.5 | MISURE TECNICHE ED ORGANIZZATIVE DI MIGLIORAMENTO | 39 |
| 6.6 | CERTIFICATI DI TARATURA STRUMENTO | 40 |
| 7 | ALLEGATI..... | 45 |
| | ALLEGATO 1: CONCLUSIONI PADOVA 25 - NIDO | 45 |
| | ALLEGATO 2: CONCLUSIONI CESALPINO 38 - SCUOLA DELL'INFANZIA | 45 |
| | ALLEGATO 3: CONCLUSIONI SS. TRINITÀ – NIDO..... | 45 |



| | |
|--|----|
| ALLEGATO 4: CONCLUSIONI ARENA 21 - NIDO..... | 45 |
| ALLEGATO 5: CONCLUSIONI PINI 2 – NIDO..... | 45 |
| ALLEGATO 6: CONCLUSIONI RENI 11 - SCUOLA DELL’INFANZIA..... | 45 |
| ALLEGATO 7: CONCLUSIONI BARABINO 2 - SCUOLA DELL’INFANZIA | 45 |
| ALLEGATO 8: CONCLUSIONI UCELLI DI NEMI 40 - NIDO..... | 45 |
| ALLEGATO 9: CONCLUSIONI PEZZI 3 – SCUOLA DELL’INFANZIA | 45 |
| ALLEGATO 10: CONCLUSIONI DELL’ARCADIA 20 - SCUOLA DELL’INFANZIA | 45 |
| ALLEGATO 11: CONCLUSIONI DEI CROLLALANZA 15 - SCUOLA DELL’INFANZIA | 45 |
| ALLEGATO 12: CONCLUSIONI SAVONA 30 - SCUOLA DELL’INFANZIA..... | 45 |
| ALLEGATO 13: CONCLUSIONI BIANCA MILESI 2 - SCUOLA DELL’INFANZIA | 45 |
| ALLEGATO 14: CONCLUSIONI VALSESIA 54 - NIDO..... | 45 |
| ALLEGATO 15: CONCLUSIONI MARIO BORSA 16 - NIDO | 45 |
| ALLEGATO 16: CONCLUSIONI MASSENA 12 - SCUOLA DELL’INFANZIA | 45 |
| ALLEGATO 17: CONCLUSIONI CIRIÈ 9/GIROLA 4 - SCUOLA DELL’INFANZIA..... | 45 |
| ALLEGATO 18: CONCLUSIONI GUERZONI 40 - NIDO..... | 45 |

1 PREMESSA

La presente valutazione si riferisce alle scuole dell'infanzia nel Comune di Milano, e si inserisce nel quadro generale delle attività di Valutazione dei Rischi, in attuazione delle disposizioni del D. Lgs. 81/08 e s.m.i., e, più in particolare, riguarda la valutazione dei parametri microclimatici secondo quanto indicato dal Titolo II, dall'All.IV e dal Titolo VIII del D.Lgs. 81/08 e ss.mm.ii.

Il presente documento si riferisce esclusivamente al periodo estivo.

Il presente documento costituisce parte integrante del documento di valutazione dei rischi di cui all'articolo 17 del D.lgs. 81/2008 e ss.mm.ii.

Tale valutazione dovrà essere riveduta qualora i luoghi di lavoro, le attrezzature o l'organizzazione del lavoro subiscano modifiche, ampliamenti o trasformazioni rilevanti e comunque, come previsto dall'art 181 comma 2 del D. Lgs. 81/08 con cadenza almeno **quadriennale**.

La valutazione dei parametri microclimatici è stata effettuata sulla base delle informazioni rese dal Datore di Lavoro e dai Responsabili di Funzione/ Reparti circa le caratteristiche dei processi operativi, delle tecniche adottate e della organizzazione del lavoro, coadiuvati dal Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione.

I sopralluoghi sono stati condotti con i referenti dei luoghi di lavoro ed il servizio di prevenzione e protezione in diverse giornate da tecnici di NIER Ingegneria S.p.A..



2 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E BIBLIOGRAFICI

2.1 Legislazione Italiana

- 📖 D.lgs. 81/2008 e s.m.i., Titolo VIII Capo I “Disposizioni generali”

2.2 Normativa Tecnica

- 📖 UNI EN ISO 7243:2017 Ergonomia degli ambienti termici – Valutazione dello stress da calore utilizzando l’indice WBGT (temperatura globo del bulbo bagnato) (applicabile agli AMBIENTI SEVERI CALDI)
- 📖 UNI EN ISO 7726:2002 Ergonomia degli ambienti termici – Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche (applicabile a tutti gli ambienti climatici)
- 📖 UNI EN ISO 7730:2006 Ergonomia degli ambienti termici – Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV E PPD e dei criteri di benessere termico locale (applicabile agli AMBIENTI MODERATI)
- 📖 UNI EN ISO 7933:2005 Ergonomia dell’ambiente termico – Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile (applicabile agli AMBIENTI SEVERI CALDI)
- 📖 UNI EN ISO 8996:2022 Ergonomia dell’ambiente termico – Determinazione del metabolismo energetico (applicabile a tutti gli ambienti climatici)
- 📖 UNI EN ISO 9920:2009 Ergonomia dell’ambiente termico – Valutazione dell’isolamento termico e della resistenza evaporativa dell’abbigliamento (applicabile a tutti gli ambienti climatici)
- 📖 UNI EN ISO 11079:2008 Ergonomia degli ambienti termici – Determinazione e interpretazione dello stress termico da freddo con l’utilizzo dell’isolamento termico dell’abbigliamento richiesto (IREQ) e degli effetti del raffreddamento locale (applicabile agli AMBIENTI SEVERI FREDDI)
- 📖 UNI EN ISO 15265:2005 Ergonomia dell’ambiente termico – Strategia di valutazione del rischio per la prevenzione dello stress o del disagio termico in condizioni di lavoro (applicabile a tutti gli ambienti climatici)
- 📖 UNI EN ISO 15743:2008 Ergonomia dell’ambiente termico – Posti di lavoro al freddo – Valutazione e gestione del rischio (applicabile agli AMBIENTI SEVERI FREDDI)

2.3 Bibliografia Tecnica

- 📖 Guida Ispesl - Microclima (2006)
- 📖 Guida Inail – Microclima (2018)
- 📖 Indicazioni operative revisione 03 – Coordinamento tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle regioni e delle province autonome;
- 📖 Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici ai sensi del Decreto Legislativo 81/08 - Revisione 01.

3 MICROCLIMA

3.1 Aspetti Generali

Per microclima si intende il complesso dei parametri climatici dell'ambiente nel quale un individuo vive o lavora. L'interazione dell'individuo con l'ambiente termico che lo circonda può dar luogo ad una serie di effetti estremamente variabili che spazia da aspetti di tipo percettivo (comfort/discomfort) ad aspetti di tipo prestazionale fino ad aspetti che coinvolgono elementi fisiologici e finanche le funzioni vitali dell'individuo stesso (Parsons 2003).

Differentemente da quanto avviene per la valutazione degli altri agenti fisici, la legge non disciplina questa materia se non con disposizioni di carattere generale. Indicazioni su procedure, indici di valutazione, valori limite o, ancora, caratteristiche degli strumenti di misura sono da ricercarsi nella normativa o in altri documenti tecnici, primo fra tutti quello edito dal Coordinamento tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome.

Tali documenti, convenzionalmente, distinguono gli ambienti "moderati" da quelli "severi" secondo il seguente criterio:

1. *gli ambienti "moderati" sono ambienti nei quali gli scambi termici fra soggetto e ambiente consentono il raggiungimento di condizioni prossime all'equilibrio termico, ovvero di comfort;*
2. *gli ambienti "severi" sono, al contrario, quelli in cui le condizioni ambientali sono tali da determinare nel soggetto esposto uno squilibrio termico tale da poter rappresentare un fattore di rischio per la sua salute.*

Questa distinzione è tuttavia relativa alle condizioni che si realizzano in un ambiente (ex-post) e non alle condizioni che è possibile realizzare, e di conseguenza devono essere realizzate in un ambiente (ex-ante).

Essa pertanto non coglie la distinzione fra ambienti nei quali non esistono ostacoli allo stabilirsi di condizioni di comfort ed ambienti nei quali, al contrario tali ostacoli esistono, distinzione che rappresenta l'unico vero elemento discriminante pertinente.

In generale la legge italiana non considera esposizioni professionali ad agenti fisici se non in quanto possibili elementi di rischio. Tuttavia, nel caso particolare del microclima, il d.lgs. 81/2008 contiene disposizioni in due parti chiaramente distinte:

- a) nell'Allegato IV punto 1.9 il microclima viene considerato come requisito di salute e sicurezza, sottolineando la necessità di "adeguatezza" della temperatura, dell'umidità, e della velocità dell'aria nonché la relazione tra questi parametri ed i metodi di lavoro applicati e degli sforzi fisici imposti ai lavoratori in un'ottica di massimizzazione del comfort;
- b) nel Titolo VIII il microclima viene invece considerato come uno degli agenti fisici che possono comportare rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori. Qui sottolinea l'urgenza di intervento mirato alla minimizzazione e ove possibile alla eliminazione del rischio laddove il microclima impatta sulla salute del lavoratore.

3.2 Definizioni

Ambiente Termico: È l'insieme dei parametri fisici microclimatici del luogo in cui si trovano ad operare le persone, condizionante la situazione termica del loro organismo (es. flussi termici e grandezze termiche che interessano il corpo umano) e responsabile della percezione soggettiva del freddo o del caldo.

Ambiente Moderato: luogo di lavoro nel quale non esistono specifiche esigenze produttive che, vincolando uno o più degli altri principali parametri microclimatici (principalmente temperatura dell'aria, ma anche umidità relativa, velocità dell'aria, temperatura radiante e resistenza termica del vestiario), impediscano il raggiungimento del comfort. Secondo la norma UNI EN ISO 7730, un ambiente termico moderato è un ambiente nel quale si manifestano scostamenti "moderati" dalle condizioni ideali di comfort termico. In un ambiente termico moderato il soggetto riesce a mantenere l'equilibrio termico del corpo con ridotte sollecitazioni del sistema di termoregolazione.

Ambiente Severo: viene definito "severo" un ambiente termico nel quale specifiche ed ineludibili esigenze produttive (vicinanza a forni ceramici o fusori, accesso a celle frigo o in ambienti legati al ciclo alimentare del freddo, ecc.) o condizioni climatiche esterne in lavorazioni effettuate all'aperto: in agricoltura, in edilizia, nei cantieri di cava, nelle opere di realizzazione e manutenzione delle strade, ecc.) determinano la presenza di parametri termo igrometrici stressanti. Da un punto di vista fisiologico, un ambiente termico "severo" è un ambiente nel quale i meccanismi di termoregolazione del corpo umano, che provvedono al mantenimento costante della temperatura degli organi interni intorno ai 37°C sono fortemente sollecitati, ed in casi estremi possono anche non essere sufficienti ad evitare gravi compromissioni temporanee o permanenti delle funzioni dell'organismo.

Indice PMV (Predicted Mean Vote – voto medio previsto): È un indice di comfort termico (particolarmente adatto alla valutazione di ambienti lavorativi a microclima moderato) che rispecchia l'influenza delle variabili fisiche e fisiologiche sul comfort termico. Sinteticamente esso deriva dall'equazione del bilancio termico il cui risultato viene rapportato ad una scala di benessere psicofisico ed esprime il parere medio (voto medio previsto) sulle sensazioni termiche di un campione di soggetti allocati nel medesimo ambiente. L'indice PMV viene generalmente espresso in una scala di sensazione termica a 7 punti (da 3 = molto freddo a +3 = molto caldo). In questo modo si ha direttamente la percezione della qualità dell'ambiente termico.

Indice PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied – percentuale prevista di insoddisfazione): Dall'indice PMV è derivato un secondo indice denominato PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) che quantifica percentualmente i soggetti comunque "insoddisfatti" in rapporto a determinate condizioni microclimatiche. Il PPD prevede il numero di persone termicamente insoddisfatte (nell'ambito di un gruppo numeroso). La relazione tra PMV e PPD è data dalla seguente espressione:

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

Indice WBGT (Wet Bulbe Globe Temperature – Temperatura del Globo a Bulbo Umido): È un metodo semplificato per la valutazione preliminare dello stress termico in ambienti lavorativi caldi, in modo da accertare se i valori di riferimento vengono superati. In tal caso è bene ricorrere a



standard più avanzati per fornire una stima più accurata del grado di stress termico a cui è sottoposto il lavoratore.

Indice PHS (Predicted Heat Strain – Stress Termico Previsto): È l'indice che permette di valutare approfonditamente lo stress termico a cui sono sottoposti i lavoratori in ambienti di lavoro caldi, nel caso vengano superati i limiti imposti dal metodo WBGT.

Indice IREQ (Insulation REQuired – Isolamento Rischiesto): È l'indice che permette di valutare lo stress termico a cui sono sottoposti i lavoratori in ambienti di lavoro freddi (sia per effetto del clima invernale od in caso di presenza di ambienti di lavoro particolari, come le celle frigorifere).

Temperatura operativa (To): corrisponde alla temperatura uniforme di un ambiente virtuale in cui il complesso degli scambi termici per convezione o irraggiamento tra il soggetto e l'ambiente virtuale è pari alla somma degli scambi termici per convezione e irraggiamento fra soggetto e ambiente reale.

Metabolismo energetico M: È un parametro di conversione di energia chimica in energia meccanica e termica, misura il costo energetico del carico muscolare e fornisce un indice numerico dell'attività svolta nell'ambiente termico misurato. È un fattore importante nella determinazione del comfort o dello sforzo risultante dall'esposizione ad un ambiente termico. È tabellato per varie occupazioni.

Isolamento termico dell'abbigliamento I_{cl}: è la resistenza al flusso di calore opposta dai vestiti e dallo strato d'aria presente tra i vestiti e la pelle. È un valore medio riferito all'intero corpo abbigliato e tiene conto anche delle parti scoperte del corpo, come ad es. testa e mani. Anche questo valore è tabellato in funzione della tipologia e della combinazione di vestiario.

Corrente d'aria: raffreddamento locale indesiderato del corpo dovuto a movimento dell'aria. Il disagio dovuto alla corrente d'aria (DR) può essere espresso come la percentuale di persone che si prevede saranno infastidite dalla corrente d'aria.

3.3 Effetti Biologici

Le condizioni microclimatiche di un luogo di lavoro e di vita possono interferire significativamente con le attività degli occupanti. In ambienti d'ufficio o domestici si possono creare condizioni non confortevoli che possono ridurre la produttività ma anche favorire il verificarsi di infortuni e di piccoli malesseri. Negli ambienti di lavoro in cui il ciclo produttivo richiede condizioni ambientali estreme con temperature particolarmente elevate o estremamente basse è addirittura necessario proteggere la salute dei lavoratori modificando, quando è possibile, il ciclo produttivo o realizzando adeguati sistemi di protezione collettiva e individuale. Una particolare attenzione deve essere rivolta ai luoghi di lavoro all'aperto in cui, durante la stagione estiva o durante l'inverno, i lavoratori possono essere esposti a condizioni climatiche estreme. I settori dell'agricoltura e dell'edilizia, caratterizzati dalla maggiore frequenza di infortuni e malattie professionali, sono particolarmente esposti a queste problematiche.

Patologie causate da caldo (molto spesso connesse alle funzionalità dell'apparato cardiovascolare):

- abbassamento della pressione sanguigna, fino ad arrivare alla "sincope" (perdita di coscienza transitoria);



- difficoltà respiratorie;
- crampi, causati dalla disidratazione e dalla conseguente perdita di elettroliti; si manifestano particolarmente in coloro che, per condizioni patologiche di base, fanno uso di farmaci diuretici;
- *rash* cutaneo;
- edemi, causati particolarmente dalla vasodilatazione;
- colpo di calore, che avviene quando le capacità dell'organismo di disperdere calore non riescono a far fronte all'abnorme aumento di temperatura. È un'emergenza medica e può provocare gravi danni a vari organi, ed in particolare al cervello, fino al decesso;
- iperpiressia, costituito dall'innalzamento della temperatura centrale al di sopra dei 40,5°C e dall'arresto della sudorazione, dovuti al blocco dei meccanismi centrali della termoregolazione, sintomi nervosi: agitazione o delirio, con cute secca e ardente, prostrazione, grave ipotonia muscolare, polipnea, tachicardia, incoordinazione motoria;
- colpo di sole, legato a una prolungata e intensa esposizione ai raggi solari.

Patologie causate dal freddo:

- Orticaria da freddo, tipica di soggetti con abnorme reattività alle basse temperature, nei quali l'esposizione anche breve al freddo non eccessivo può essere seguita da vasodilatazione prolungata
- Assideramento, sindrome connessa all'abbassamento della temperatura del nucleo corporeo causata dall'esposizione prolungata al freddo e caratterizzata da progressiva depressione delle funzioni vitali.
- Acrocianosi
- Geloni ed eritema pernio, cioè manifestazioni localizzate alle estremità, causate dalla esposizione al freddo e che interessano soggetti predisposti (linfatismo, anemia, distonia neurovegetativa), prevalentemente di sesso femminile, alla cui base vi è un'alterata regolazione del tono e della permeabilità vascolare con edema localizzato.
- Congelamento: interessa prevalentemente le estremità (mani, piedi, orecchie, naso).
- Ipotermia.

Effetti di tipo infortunistico

Lo stress termico può causare infortuni sul lavoro. Inoltre malori causati dallo stress termico possono ridurre la capacità di attenzione del lavoratore e quindi aumentare il rischio di infortuni, come tipicamente avviene nel caso degli addetti alla conduzione di macchinari o di veicoli.

Le tipologie e modalità di infortunio più frequenti a seguito di stress termico subito dal lavoratore sono: incidenti di trasporto, scivolamenti e cadute, contatto con oggetti o attrezzature, ferite, lacerazioni e amputazioni.



4 METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO

4.1 Indicazioni Normative

In base a quanto indicato nel Titolo II ed in particolar modo nell'allegato IV del D.Lgs. 81/08 e ss.mm.ii. e nell'ambito più generale della valutazione dei rischi di cui all'articolo 28 il datore di lavoro esegue una valutazione dei rischi tenendo in considerazione:

- *le condizioni e le caratteristiche specifiche del lavoro, ivi comprese eventuali interferenze;*
- *i rischi presenti nell'ambiente di lavoro;*
- *tutte le condizioni di esercizio prevedibili.*

In base a quanto indicato nell'art. 63 del D.Lgs. 81/08 e ss.mm.ii. i luoghi di lavoro devono essere conformi ai requisiti indicati nell'Allegato IV.

Per luogo di lavoro si intende un luogo destinato ad ospitare posti di lavoro ubicati all'interno dell'azienda o dell'unità produttiva, nonché ogni altro luogo di pertinenza dell'azienda o dell'unità produttiva accessibile al lavoratore nell'ambito del proprio lavoro.

I requisiti in questione degli ambienti di lavoro riguardano i **parametri microclimatici**.

Per i parametri microclimatici si fa riferimento all'Allegato IV del D. Lgs.81/08 punto 1.9.

Per quel che riguarda i riferimenti normativi ed i parametri per definire i requisiti microclimatici, si fa riferimento principalmente alle norme e linee guida riportate al cap. 2 Riferimenti legislativi e bibliografici.

4.2 Presenza Di Lavoratori Sensibili

La normativa, come già riportato in precedenza pone attenzione a lavoratori particolarmente sensibili, quindi soggetti a particolari rischi; a tal proposito viene riportato un estratto che riassume le categorie sensibili:

- Donne in gravidanza
- Anziani e Minori
- Persone con malattie croniche
 - ✓ Persone ipertese e cardiopatiche
 - ✓ patologie respiratorie (es. BPCO, asma bronchiale, bronchiti ricorrenti);
 - ✓ Persone con diabete
 - ✓ Persone con insufficienza renale e/o dializzate
 - ✓ Persone affette da disturbi psichici
 - ✓ Persone che assumono regolarmente alcuni tipi di farmaci che possono favorire disturbi causati dal caldo, perché interferiscono con i meccanismi della termoregolazione o perché influenzano lo stato di idratazione del soggetto, come ad esempio i farmaci assunti per:
 - *ipertensione e malattie cardiovascolari*
 - *disturbi della coagulazione*
 - *malattie neurologiche*
 - *malattie psichiatriche*
 - *disturbi della tiroide*
 - *malattie respiratorie croniche*
- ✓ abitudine e/o abuso di alcool.



4.3 Processo Di Valutazione

Gli ambienti possono essere suddivisi in ambienti termici moderati e ambienti termici severi (si vedano le definizioni al capitolo 3.2). La metodologia varia a seconda della tipologia di ambienti analizzati: negli ambienti termicamente moderati, quali locali ad uso ufficio o similari, l'obiettivo è il rispetto di quelle condizioni che garantiscano il comfort termico, mentre per quanto riguarda gli ambienti termicamente severi, nei quali il confort termico non è perseguibile, l'obiettivo è il rispetto di quelle condizioni che garantiscano la sicurezza dei lavoratori, risulta dunque necessario valutare il grado di rischio per il lavoratore.

Sulla base della letteratura scientifica disponibile, le tecniche attualmente più accreditate per la valutazione del microclima risultano essere quelle basate sugli indici:

1. **PMV** (voto medio previsto) e **PPD** (percentuale prevista di insoddisfatti) per ambienti moderati;
2. **WBGT** (indice di stress da caldo) e **PHS** (Predicted Heat Strain) per gli ambienti caldi;
3. **IREQ** (calcolo dell'isolamento dell'abbigliamento richiesto) per gli ambienti freddi.

Questi indici vengono utilizzati in funzione del tipo di ambiente termico e sono funzione di alcuni parametri ambientali rilevabili in sito:

- V_a : Velocità dell'aria
- T_a : Temperatura dell'aria (temperatura di bulbo secco)
- U_{rel} : Umidità relativa
- T_{Uvn} : Temperatura di bulbo umido (a ventilazione naturale)
- T_{Uvf} : Temperatura di bulbo umido (a ventilazione forzata)
- T_g : Temperatura globo termometrica
- T_r : Temperatura media radiante¹

¹ La **Temperatura media radiante**: è la temperatura media delle superfici che ci circondano e che si trovano ad una temperatura diversa da quella del nostro corpo. Viene definita come la temperatura media pesata delle temperature delle superfici che delimitano l'ambiente, incluso l'effetto dell'irraggiamento solare incidente. Influisce sugli scambi per irraggiamento.

Assieme alla temperatura dell'aria la T_{mr} è il fattore che influenza maggiormente la sensazione di calore perché la radiazione che cade sulla cute ne attiva gli stessi organi sensori.



4.3.1 Ambienti termici moderati

Gli ambienti moderati vengono definiti dal grado di intervento del sistema di termoregolazione; in questo caso risulta facilmente realizzata la condizione di omeotermia del soggetto.

In concreto tali ambienti sono caratterizzati da:

- condizioni ambientali piuttosto omogenee e con ridotta variabilità giornaliera o stagionale;
- assenza di scambi termici localizzati fra soggetto ed ambiente che abbiano effetti rilevanti sul bilancio termico complessivo;
- attività fisica sostanzialmente analoga per i diversi soggetti;
- sostanziale uniformità del vestiario indossato dai diversi operatori;
- temperatura operativa compresa tra 10 e 30°C.

La metodologia di valutazione utilizzata si articola in due fasi:

1. Rispetto dei parametri legislativi
2. Misurazione dei parametri normativi più rappresentativi

4.3.1.1 Rispetto dei parametri legislativi

Il rispetto dei parametri legislativi è legato principalmente alla verifica dei parametri microclimatici da Allegato IV del D. Lgs.81/08 punto 1.9 e riportati nella Tabella seguente:

| 1.9 Microclima |
|---|
| <u>Aerazione dei luoghi di lavoro chiusi:</u> |
| sono presenti aperture naturali o impianti di areazione artificiale che tengano conto dell'attività svolta |
| gli impianti, se presenti, sono mantenuti funzionanti |
| in caso di impianti è evitata la corrente d'aria fastidiosa |
| gli impianti sono periodicamente controllati, puliti, sanificati e mantenuti |
| qualsiasi sporcizia che può causare un pericolo immediato viene eliminata rapidamente |
| <u>Temperatura dei locali:</u> |
| la temperatura è adeguata all'attività svolta |
| finestre, lucernari, pareti vetrate sono progettate evitando il soleggiamento eccessivo o sono dotate di idonee misure di riduzione di esso |
| in caso di temperature troppo alte o troppo basse i lavoratori sono dotati di idonei dpi |
| gli apparecchi a fuoco diretto sono installati in locali idonei |
| <u>Umidità:</u> |



nei locali che per esigenze lavorative sono mantenuti a temperatura ed umidità spinte, è evitata la formazione di nebbia

Al fine di individuare in via preliminare la presenza/assenza di criticità relative al microclima in una attività lavorativa può essere usata la seguente lista di riscontro per la valutazione del rischio microclima:

| Fattore | Descrizione |
|---------------------------|--|
| Temperatura aria | Ambienti chiusi: La temperatura dell'aria è mai superiore a 28°C o inferiore a 12°C? |
| | La temperatura dell'aria è soggetta a escursioni nell'arco della giornata lavorativa? |
| | La temperatura dell'aria è soggetta a forti cambiamenti in relazione alle condizioni metereologiche esterne? |
| Temperatura radiante | Sono presenti sorgenti calde nell'ambiente? |
| | Sono presenti vetrate, coperture etc. che inducono disagio termico nell'ambiente in relazione alle condizioni meteo esterne? |
| Umidità | Ci sono macchinari /attrezzature che producono vapore? |
| | L'umidità dell'ambiente di lavoro è influenzata dalle condizioni esterne? |
| | Sono evidenti macchie di umidità/ muffa? |
| | L'aria è percepita come troppo secca? (umidità relativa è mai inferiore al 30%)? |
| Flussi d'aria | Nell'ambiente di lavoro sono riscontrabili flussi d'aria calda o fredda? |
| | I lavoratori lamentano spifferi/ correnti d'aria fastidiose? |
| Dispendio metabolico | Il lavoro svolto richiede mai sforzo fisico in condizioni di caldo? |
| | I lavoratori svolgono lavoro sedentario in condizioni di freddo? |
| DPI e indumenti di lavoro | Il lavoro richiede l'impiego di DPI per proteggersi da agenti chimici, fisici biologici (maschere, tute speciali, guanti, caschi etc.) |
| | I lavoratori usano DPI impermeabili al vapore? |
| | E' necessario indossare indumenti di lavoro non modificabili in relazione alle condizioni meteo? |
| | E' necessario indossare protezioni delle vie respiratorie? |

Premesso che per qualsiasi lavorazione all'aperto va effettuata la valutazione del rischio microclima, qualora la lista di riscontro presenti uno o più "SI" andrà condotta una valutazione specifica finalizzata alla riduzione ed al controllo delle criticità evidenziate, ed all'attuazione delle misure di tutela conseguenti.



4.3.1.2 Misure dei parametri normativi più rappresentativi

Generalmente ai fini della valutazione dei parametri microclimatici, vengono prese come riferimento le linee guida del Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province Autonome - Inail "Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro Requisiti e standard - Indicazioni operative e progettuali" (CTR) e le norme UNI EN ISO.

a) linee guida CTR (Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province Autonome): si riporta la tabella dei parametri microclimatici definita all'interno delle linee guida

| CATEGORIE DI EDIFICI | Aerazione naturale | Ventilazione forzata Rinnovi | ns | Classe dei filtri | Rircirc. | inverno | | | estate | | |
|--|------------------------------|--|------|-------------------|----------|--|---------|-------------|--------|---------|-------------|
| | | | | | | t | UR | va | t | UR | va |
| | | | | | | (°C) | (%) | (m/s) | (°C) | (%) | (m/s) |
| AMBIENTI INDUSTRIALI, LOCALI ACCESSORI E UFFICI -Ambienti industriali | | | | | | | | | | | |
| in generale ☒ | $n \geq 0,5$ & RA $\geq 1/8$ | $Q_{op} \geq 4,2 \div 11,1 + n \geq 0,5$ | ☒ | 3 ÷ 5 * | S | $\geq 10 \div \geq 18$ § ≤ 20 (I) | 30 ÷ 70 | $\leq 0,30$ | 26 | 50 ÷ 60 | $\leq 0,30$ |
| depositi, magazzini, archivi ☒ (u) | $n \geq 0,5$ & RA $\geq 1/8$ | $Q_{op} \geq 4,2 \div 11,1 + n \geq 0,5$ | ☒ | 2 ÷ 3 | A | $\geq 10 \div \geq 18$ § ≤ 20 (I) | 30 ÷ 70 | $\leq 0,30$ | 26 | 50 ÷ 60 | $\leq 0,30$ |
| Locali per uffici ed assimilabili | | | | | | | | | | | |
| uffici, box-ufficio singoli | $n \geq 0,5$ & RA $\geq 1/8$ | $Q_{op} = 11,0$ | 0,06 | 5 ÷ 7 | A | 20 ± 2 (I) | 35 ÷ 45 | 0,05÷0,15 | 26 | 50 ÷ 60 | 0,05÷0,20 |
| uffici open space | $n \geq 0,5$ & RA $\geq 1/8$ | $Q_{op} = 11,0$ | 0,12 | 5 ÷ 7 | A | 20 ± 2 (I) | 35 ÷ 45 | 0,05÷0,15 | 26 | 50 ÷ 60 | 0,05÷0,20 |
| locali riunione interne (<100 posti) | * | $Q_{op} = 10,0$ # | 0,6 | 5 ÷ 7 | A | 20 ± 2 (I) | 35 ÷ 45 | 0,05÷0,15 | 26 | 50 ÷ 60 | 0,05÷0,20 |
| centri elaborazione dati | * | $Q_{op} = 7,0$ | 0,08 | 6 ÷ 9 | S | 20 ± 2 (I) | 35 ÷ 45 | 0,05÷0,15 | 26 | 50 ÷ 60 | 0,05÷0,20 |
| Lavoro ai VDT | $n \geq 0,5$ & RA $\geq 1/8$ | $Q_{op} = 11,0$ | 0,12 | 5 ÷ 7 | A | 20 ± 2 (I) | 35 ÷ 45 | 0,05÷0,15 | 26 | 50 ÷ 60 | 0,05÷0,20 |

Note:

| |
|---|
| -a in assenza di aerazione naturale |
| I valori tipicamente previsti dai Regolamenti Comunali d'Igiene: controllare! |
| u in presenza/assenza di postazioni di lavoro / di attività / di accessi regolari |
| V ricircolo vietato |
| # sono previste equazioni correttive in funzione del volume disponibile per persona |
| * valori non previsti o non necessari |
| ☒ parametri fissati o da fissare tenuto eventualmente conto delle particolari, specifiche esigenze |
| § in funzione del carico metabolico dell'attività esercitata |
| • nei processi industriali comportanti l'uso di agenti biologici gruppi 2-4, sono obbligatori filtri HEPA (art.276, DLgs.81/08) sia in immissione che in estrazione |

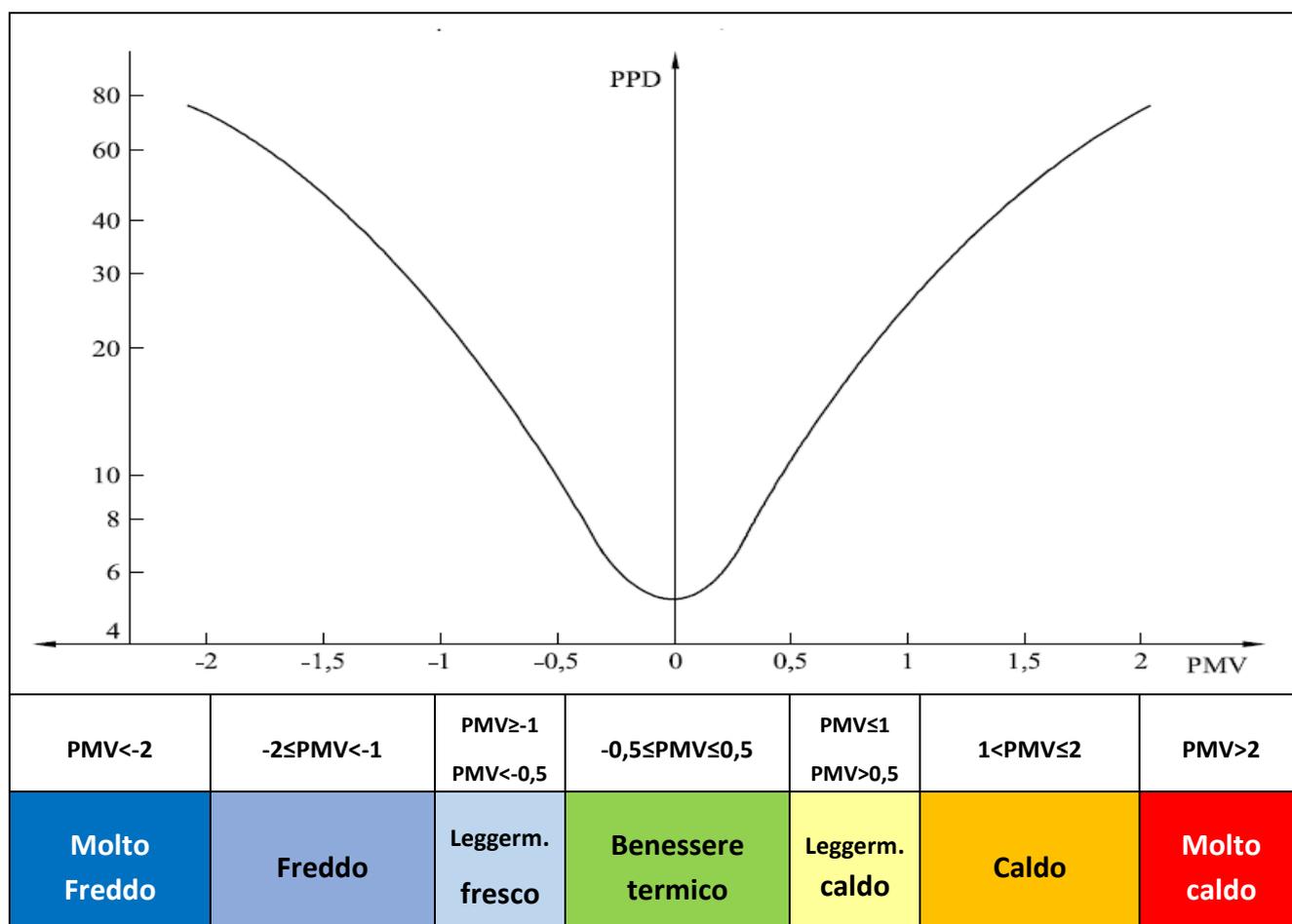
La linea guida richiama le seguenti norme di riferimento: UNI EN ISO 9241-6:2001 e 12464-1:2004.

b) UNI EN ISO: nel caso di presenza di misurazioni o di effettuazione di misurazioni, viene verificato almeno il comfort globale, utilizzando quindi PMV e PPD. Ove richiesto da esigenze specifiche (ad es. richieste degli Organi di Vigilanza) può essere verificato anche il discomfort locale, definito anch'esso da una percentuale di insoddisfatti (PD).

Tali indici sono definiti all'interno della UNI EN ISO 7730 ed all'interno delle linee guida menzionate precedentemente. In sostanza il disagio da caldo e da freddo per il corpo nel suo complesso (per ambienti moderati) è funzione della seguente rappresentazione grafica:



I. Percentuale prevista di insoddisfatti: Discomfort globale



Tale indice dovrebbe essere usato solo per valori di PMV compresi tra -2 e +2.

PMV tiene conto di temperatura e velocità dell'aria, tipologia di attività svolta e vestiario utilizzato, pressione parziale del vapore acqueo, temperatura media radiante, secondo una formula definita nella normativa.

Il benessere termico è quindi definito all'interno del campo [-0,5 0,5] che corrisponde ad una percentuale di insoddisfatti inferiore al 10%.

I limiti di applicabilità del metodo PMV-PPD sono (UNI EN ISO 7730):

- Isolamento termico del vestiario Icl: da 0 a 0,31 m² °C/W (da 0 a 2 clo)
- Consumo metabolico M: da 46 a 232 W/m² (da 0,8 a 4 MET)
- Temperatura ambiente Ta: da 10 a 30 °C
- Temperatura media radiante Tmr: da 10 a 40 °C
- Velocità relativa all'aria Var: da 0 a 1 m/s



II. Disagio termico locale: Discomfort locale

Nel momento in cui sono segnalate o si percepiscono evidenti sensazioni di indesiderato raffreddamento o riscaldamento di una particolare parte del corpo, dovute ad es. ad eccessive correnti d'aria o asimmetria della temperatura radiante (presenza di superfici caldi o fredde), differenza verticale della temperatura dell'aria, pavimenti caldi o freddi, è raccomandato valutare anche il discomfort termico locale. La misura di tali ulteriori parametri permette di verificare la presenza di un eventuale discomfort localizzato.

Le persone maggiormente sensibili al disagio locale sono soprattutto quelle che svolgono attività leggera e sedentaria, mentre a livelli di attività più elevati le persone sono meno sensibili e di conseguenza il discomfort locale è minore. Le grandezze ed i limiti per definire la trascurabilità del discomfort termico locale sono elencate nella seguente tabella.

| Discomfort locale (grandezza PD) | | |
|---|---|---|
| Grandezza | Limite massimo o Intervallo di accettabilità (Condizione 1) | PD massima raccomandata (Condizione 2) |
| correnti d'aria (DR) | $v_{a,l} < 0,11 \div 0,15 \text{ m/s (20°C)}$ $v_{a,l} < 0,17 \div 0,26 \text{ m/s (26°C)}$ | 15% |
| differenza verticale di temperatura | $\Delta t_{a,v} < 3^\circ\text{C}$ | 5% |
| temperatura del pavimento | $19 < t_f < 29^\circ\text{C}$ | 10% |
| asimmetria radiante | $\Delta t_{pr} < 10^\circ\text{C (vert.)}$ $\Delta t_{pr} < 5^\circ\text{C (orizz.)}$ | 5% |

in cui $v_{a,l}$ è la velocità media locale dell'aria.



4.3.1.3 Determinazione del livello di attività metabolica

Il metabolismo energetico, definito come conversione di energia chimica in energia meccanica e termica per unità di superficie, misura il costo energetico del carico muscolare e fornisce un indice numerico dell'attività. Il metabolismo energetico è un fattore importante nella determinazione del comfort o dello sforzo risultante dall'esposizione ad un ambiente termico.

La UNI ISO 8996 elenca differenti metodi inquadabili su quattro livelli di complessità per la determinazione dell'attività metabolica, a diversi livelli di precisione di stima, che forniscono valori di $W \cdot m^{-2}$ a partire dal semplice dato della mansione, fino a metodi di misura diretta come quello del consumo d'ossigeno o quello calorimetrico.

La presente indagine ha determinato il livello metabolico determinandolo per confronto con i valori tabulati nella tabella B.3 Allegato B della UNI, di seguito riportata, dove l'attività metabolica è categorizzata per tipologia generica di attività fisica (a livello 2, metodo dell'osservazione).

Al fine di inserire unità di misura congrue all'algoritmo utilizzato per calcolare l'indice PMV, i valori succitati sono stati tradotti rispettivamente in met, dove $1 \text{ met} = 58.2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

In alternativa è possibile dedurre il Metabolismo energetico per diverse attività dal Prospetto B.1 dell'Appendice B della UNI EN ISO 7730: 2006.

| prospetto B.3 Metabolismo energetico per attività tipo | | |
|--|--|----------------------|
| Attività | | ($W \cdot m^{-2}$) |
| Riposare | | 40 |
| Stare distesi | | 45 |
| A riposo, seduto | | 55 |
| A riposo, in piedi | | 70 |
| Camminare in piano lungo un sentiero | | |
| 1. senza carico | a $2 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ | 110 |
| | a $3 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ | 140 |
| | a $4 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ | 165 |
| | a $5 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ | 200 |
| 2. con carico | 10 kg, $4 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ | 185 |
| | 30 kg, $4 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ | 250 |
| Camminare in salita lungo un sentiero regolare e solido | | |
| 1. senza carico | pendenza di 5° , $4 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ | 180 |
| | pendenza di 15° , $3 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ | 210 |
| | pendenza di 25° , $3 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ | 300 |
| 2. con carico di 20 kg | pendenza di 15° , $4 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ | 270 |
| | pendenza di 25° , $4 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ | 410 |
| Camminare in discesa a $5 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$, senza carico | | |
| | pendenza di 5° | 135 |
| | pendenza di 15° | 140 |
| | pendenza di 25° | 180 |
| Salire scale con pendenza di 70° , salire alla velocità di $11,2 \text{ m} \times \text{min}^{-1}$ | | |
| | senza carico | 290 |
| | con un carico di 20 kg | 360 |
| Spingere o tirare un carro ribaltabile, su terreno regolare solido, alla velocità di $3,6 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ | | |
| | forza di spinta: 12 kg | 290 |
| | forza di traino: 16 kg | 375 |
| Spingere una carriola con ruote gommate, su terreno regolare, alla velocità di $4,5 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$, con un carico di 100 kg | | 230 |
| Limare il ferro | | |
| | 42 battute al minuto | 100 |
| | 60 battute al minuto | 190 |
| Lavorare a due mani con un martello pneumatico di massa 4,4 kg, 15 colpi al minuto | | 290 |
| Lavoro di carpenteria | | |
| | segare a mano | 220 |
| | segare a macchina | 100 |
| | piallare a mano | 300 |
| Posare mattoni, 5 mattoni/min | | 170 |
| Avvitare | | 100 |
| Scavare un fosso | | 290 |
| Attività sedentaria (ufficio, casa, scuola, laboratorio) | | 70 |
| In piedi, attività leggera (commesso, lavori domestici, lavoro a macchina) | | 115 |
| Lavoro ad una macchina utensile | | |
| | leggero (aggiustaggio, assemblaggio) | 100 |
| | medio (carico) | 140 |
| | alto | 210 |
| Lavoro con utensile a mano | | |
| | leggero (levigare leggermente) | 100 |
| | medio (levigare) | 160 |
| | alto (trapanare) | 230 |

prospetto B.1 Metabolismo energetico

| Attività | Metabolismo energetico | |
|---|------------------------|-----|
| | W/m^2 | met |
| Distesi | 46 | 0,8 |
| Seduti, rilassati | 58 | 1,0 |
| Attività sedentaria (ufficio, abitazione, scuola, laboratorio) | 70 | 1,2 |
| In piedi, attività leggera (shopping, laboratorio, industria leggera) | 93 | 1,6 |
| In piedi, attività medie (commesso, lavori domestici, lavori alle macchine) | 116 | 2,0 |
| Camminare in piano alla velocità di: | | |
| 2 km/h | 110 | 1,9 |
| 3 km/h | 140 | 2,4 |
| 4 km/h | 165 | 2,8 |
| 5 km/h | 200 | 3,4 |



4.3.1.4 Determinazione dell'isolamento termico dell'abbigliamento

L'abbigliamento è uno dei parametri che determinano la sensazione termica dell'uomo; in particolare, l'abbigliamento svolge tre distinte funzioni:

- isolamento termico;
- barriera alla traspirazione del vapore
- meccanismo comportamentale di termoregolazione.

L'isolamento termico dell'abbigliamento (I_{cl}) può essere stimato direttamente utilizzando i dati presentati nel prospetto C.1 della ISO 7730 per alcune combinazioni tipiche di capi (i valori sono quelli dell'isolamento termico intrinseco).

prospetto C.1 Resistenza termica di combinazioni tipiche di capi di abbigliamento

| Abbigliamento da lavoro | I_{cl} | | Abbigliamento giornaliero | I_{cl} | |
|---|----------|-----------------|--|----------|-----------------|
| | clo | $m^2 \cdot K/W$ | | clo | $m^2 \cdot K/W$ |
| Mutande, tuta, calzini, scarpe | 0,70 | 0,110 | Slip, maglietta, pantaloncini, calzini leggeri, sandali | 0,30 | 0,050 |
| Mutande, camicia, tuta, calzini, scarpe | 0,80 | 0,125 | Mutande, camicia con maniche corte, pantaloni leggeri, calzini leggeri, scarpe | 0,50 | 0,080 |
| Mutande, camicia, pantaloni, grembiule, calzini, scarpe | 0,90 | 0,140 | Slip, sottoveste, calzini, abito, scarpe | 0,70 | 0,105 |
| Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, calzini, scarpe | 1,00 | 0,155 | Biancheria intima, camicia, pantaloni, calzini, scarpe | 0,70 | 0,110 |
| Biancheria intima a gambe e maniche lunghe, giacca termica, calzini, scarpe | 1,20 | 1,85 | Slip, camicia, pantaloni, giacca, calzini, scarpe | 1,00 | 0,155 |
| Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, giacca con imbottitura pesante e tuta, calzini, scarpe, berretto, guanti | 1,40 | 0,220 | Slip, calze, blusa, gonna lunga, giacca, scarpe | 1,10 | 0,170 |
| Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, giacca con imbottitura pesante e tuta, calzini, scarpe | 2,00 | 0,310 | Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, camicia, pantaloni, maglione con scollo a V, giacca, calzini, scarpe | 1,30 | 0,200 |
| Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, giacca termica e pantaloni, parka con imbottitura pesante, calzini, scarpe, berretto, guanti | 2,55 | 0,395 | Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, gilet, giacca, cappotto, calzini, scarpe | 1,50 | 0,230 |

prospetto C.2 Isolamento termico dei singoli capi d'abbigliamento e variazioni della temperatura operativa ottimale

| Capo di abbigliamento | I_{cl} | | Variazione della temperatura operativa ottimale °C |
|---|----------|-----------------|---|
| | clo | $m^2 \cdot K/W$ | |
| Biancheria intima | | | |
| Slip | 0,03 | 0,005 | 0,2 |
| Mutande a gambe lunghe | 0,10 | 0,016 | 0,6 |
| Maglia | 0,04 | 0,006 | 0,3 |
| Maglietta | 0,09 | 0,014 | 0,6 |
| Maglia a maniche lunghe | 0,12 | 0,019 | 0,8 |
| Slip e reggiseno | 0,03 | 0,005 | 0,2 |
| Camicie - Bluse | | | |
| Maniche corte | 0,15 | 0,023 | 0,9 |
| Leggere, a maniche lunghe | 0,20 | 0,031 | 1,3 |
| Normali, a maniche lunghe | 0,25 | 0,039 | 1,6 |
| Di flanella, a maniche lunghe | 0,30 | 0,047 | 1,9 |
| Blusa leggera a maniche lunghe | 0,15 | 0,023 | 0,9 |
| Pantaloni | | | |
| Corti | 0,06 | 0,009 | 0,4 |
| Leggeri | 0,20 | 0,031 | 1,3 |
| Normali | 0,25 | 0,039 | 1,6 |
| Di flanella | 0,28 | 0,043 | 1,7 |
| Abiti - Gonne | | | |
| Gonna leggera (estiva) | 0,15 | 0,023 | 0,9 |
| Gonna pesante (invernale) | 0,25 | 0,039 | 1,6 |
| Abito leggero, a maniche corte | 0,20 | 0,031 | 1,3 |
| Abito invernale, a maniche lunghe | 0,40 | 0,062 | 2,5 |
| Tuta | 0,55 | 0,085 | 3,4 |
| Maglioni | | | |
| Gilet | 0,12 | 0,019 | 0,8 |
| Maglione leggero | 0,20 | 0,031 | 1,3 |
| Maglione | 0,28 | 0,043 | 1,7 |
| Maglione pesante | 0,35 | 0,054 | 2,2 |
| Giacche | | | |
| Giacca leggera estiva | 0,25 | 0,039 | 1,6 |
| Giacca | 0,35 | 0,054 | 2,2 |
| Grembiule | 0,30 | 0,047 | 1,9 |
| Ad alto isolamento termico, imbottitura di pelliccia sintetica | | | |
| Tuta | 0,90 | 0,140 | 5,6 |
| Pantaloni | 0,35 | 0,054 | 2,2 |
| Giacca | 0,40 | 0,062 | 2,5 |
| Panciotto | 0,20 | 0,031 | 1,3 |
| Abbigliamento per esterno | | | |
| Cappotto | 0,60 | 0,093 | 3,7 |
| Sotto giacca | 0,55 | 0,085 | 3,4 |
| Parka | 0,70 | 0,109 | 4,3 |
| Tuta imbottita di pelliccia sintetica | 0,55 | 0,085 | 3,4 |
| Accessori | | | |
| Calzini | 0,02 | 0,003 | 0,1 |
| Calzini pesanti alla caviglia | 0,05 | 0,008 | 0,3 |
| Calzini pesanti lunghi | 0,10 | 0,016 | 0,6 |
| Calze di nylon | 0,03 | 0,005 | 0,2 |
| Scarpe (suola sottile) | 0,02 | 0,003 | 0,1 |
| Scarpe (suola spessa) | 0,04 | 0,006 | 0,3 |
| Stivali | 0,10 | 0,016 | 0,6 |
| Guanti | 0,05 | 0,008 | 0,3 |



4.3.2 Livelli di rischio

In base a quanto indicato nei paragrafi precedenti si possono attribuire i seguenti indici di rischio:

| A) ASSENZA DI MISURE DI MICROLIMA | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-------------------|--|--------------|
| Rispetto prescrizioni legislative | Rispetto procedure | Classe di Rischio | Misure | RISCHIO |
| Si | Si | 0 | Sono stati adottati gli accorgimenti che le norme tecniche e legislative assumono come sufficienti per affrontare l'elemento di rischio in oggetto. Se non effettuate misure dei parametri valutare la possibilità di effettuarle a medio-lungo termine. | TRASCURABILE |
| Si | No | 1 | Risultano assenti alcuni accorgimenti tecnici o burocratici previsti dalle norme tecniche e legislative ma che non si ritengono portatrici di rischi significativi per l'immediato nei riguardi della sicurezza del personale, la situazione dovrà essere comunque sanata. Se non effettuate misure dei parametri effettuarle a breve-medio termine. | BASSO |
| No | Si | 2 | Risultano assenti accorgimenti tecnici o burocratici previsti dalle norme tecniche e legislative che si ritengono portatrici di rischi significativi per il breve periodo nei riguardi della sicurezza del personale, la situazione deve essere sanata anche attraverso modalità di gestione transitorie immediate. | MEDIO |
| No | No | 3 | Risultano assenti accorgimenti tecnici o burocratici previsti dalle norme tecniche e legislative che si ritengono portatrici di rischi significativi per l'immediato nei riguardi della sicurezza del personale, la situazione deve essere sanata nel più breve tempo possibile; in attesa di misure tecniche di adeguamento deve essere prevista l'interdizione al locale/attività. | ALTO |

**B) PRESENZA DI MISURE MICROCLIMA - Parametri di comfort globale (indici PMV e PPD)**

| Valori indici | Livello di rischio | | |
|---|--------------------|--|-----------------------------|
| Val. assoluto di PMV $\leq 0,5$ (PPD $\leq 10\%$) Area di comfort globale | 0 | Eventuali lamentele sono improbabili. In caso di segnalazioni specifiche, verificare eventualmente il discomfort termico locale. | Rischio Trascurabile |
| Val. ass. $0,5 < PMV \leq 1$ (10% < PPD $\leq 30\%$) Area di discomfort globale | 1 | Possibili manifestazioni di disagio. In caso di segnalazioni specifiche, verificare il discomfort termico locale: esso deve essere accettabile (rischio basso). Occorre programmare e prevedere interventi correttivi gestionali a lungo termine. | Rischio Basso |
| Val. ass. $1 < PMV \leq 2$ (30% < PPD $\leq 77\%$) Area di discomfort globale | 2 | Frequenti manifestazioni di disagio. Verificare il discomfort termico locale per individuare le cause di disagio, in modo da intervenire puntualmente sulla fonte di rischio. Occorre programmare e prevedere interventi correttivi transitori gestionali a medio termine. | Rischio Medio |
| Val. ass. di PMV > 2 (PPD > 77%) Area di "allarme" | 3 | Possono manifestarsi rischi per la salute. Sono richiesti interventi tecnico-gestionali immediati, considerando anche la sospensione dell'attività, dovuti ad importanti errori di progettazione, carenze costruttive, assenza di protezioni o criticità gestionali degli impianti. | Rischio Alto |

C) PRESENZA DI MISURE MICROCLIMA - Parametri di discomfort termico locale (indice PD)

| Grandezza | Limite massimo o Intervallo di accettabilità (Condizione 1) PD massima raccomandata (Condizione 2) | Livello di rischio |
|-------------------------------------|---|---------------------|
| Correnti d'aria (DR) | $v_{a,l} < 0,11 \div 0,15$ m/s (20°C) $v_{a,l} < 0,17 \div 0,26$ m/s (26°C) e PD $\leq 15\%$ | Rischi Basso |
| Differenza verticale di temperatura | $\Delta t_{a,v} < 3^\circ\text{C}$ e PD $\leq 5\%$ | Rischi Basso |
| Temperatura del pavimento | $19 < t_r < 29^\circ\text{C}$ e PD $\leq 10\%$ | Rischi Basso |
| Asimmetria radiante | $\Delta t_{pr} < 10^\circ\text{C}$ (vert.) $\Delta t_{pr} < 5^\circ\text{C}$ (orizz.) e PD $\leq 5\%$ | Rischi Basso |

Anche se presenti le misure, verranno segnalate eventuali non conformità legate a difformità rispetto alle prescrizioni legislative e/o procedure aziendali.

Ulteriori note:

- ⇒ Le misure - ove effettuate – sono state eseguite con strumentazione idoneamente tarata (si veda l'Allegato specifico).



4.3.3 Ambienti severi caldi

Si parla generalmente di ambienti severi caldi quando la temperatura di un determinato luogo di lavoro è superiore ai 30°C o si è in presenza di elevati valori dell'umidità, entrambe situazioni che richiedono un considerevole intervento del meccanismo di scambio termico tramite sudorazione, al fine di conservare l'omeotermia.

Per la valutazione dello stress termico in ambienti termici severi caldi, le norme tecniche armonizzate forniscono due procedure di valutazione: il metodo WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) ed il metodo PHS (Predicted Heat Strain).

Il metodo PHS risulta avere una procedura valutativa dalla complessa applicazione, mentre la procedura per il calcolo dell'indice WBGT risulta essere più semplice e consente una valutazione più snella, pertanto i due metodi sono solitamente impiegati in modo sequenziale. In via preliminare, per selezionare le condizioni eventualmente meritevoli di particolare attenzione, viene utilizzato il metodo WBGT. Nei casi in cui vengono superati i valori limite previsti dal metodo WBGT si procede con un approfondimento mirato con il calcolo dell'indice PHS.

4.3.3.1 Metodo WBGT

Il metodo fornisce, in funzione dell'attività metabolica, il valore dell'indice WBGT calcolato con le formule riportate di seguito, rispettivamente da applicarsi nei casi di ambiente soleggiato (outdoor) e non soleggiato (indoor). In particolare:

- **WBGT = 0,7 t_{nw} + 0,2 t_g + 0,1 t_a** (ambienti outdoor);
- **WBGT = 0,7 t_{nw} + 0,3 t_g** (ambienti indoor).

dove:

- **t_{nw}**: Temperatura di bulbo umido a ventilazione naturale;
- **t_g**: Temperatura di globotermometro;
- **t_a**: Temperatura dell'aria.

Nel metodo si assume che:

- Il vestiario possieda un isolamento termico pari a 0,6 clo ed abbia le caratteristiche di permeabilità al vapore acqueo del cotone;
- L'indice WBGT della zona di riposo sia molto vicino all'indice WBGT dell'area di lavoro, cioè che il soggetto sia quindi acclimatato.

I valori limite dell'indice WBGT sono riportati nella tabella seguente, in funzione della classe metabolica.

Il valore dell'indice WBGT calcolato, può essere corretto nel caso di abbigliamento diverso da quello preso come riferimento, aggiungendo al WBGT il CAV (Clothing Adjustment Value) nel seguente modo

$$\mathbf{WBGT_{eff} = WBGT + CAV}$$



I valori del parametro CAV, vengono definiti dalla seguente tabella (rif. Annex F norma UNI 7243:2017)

| Ensemble | Comment | CAV [°C-WBGT] |
|--|--|------------------|
| Work clothes | Work clothes made from a woven fabric is the reference ensemble. | 0 |
| Cloth coveralls | Woven fabric that includes treated cotton. | 0 |
| Non-woven SMS coveralls as a single layer | A non-proprietary process to make non-woven fabrics from polypropylene. | 0 |
| Non-woven polyolefin Coveralls as a single layer | A proprietary fabric made from polyethylene. | 2 |
| Vapour-barrier apron with long sleeves and long length over cloth coveralls | The wrap-around apron configuration was designed to protect the front and sides of the body against spills from chemical agents. | 4 |
| Double layer of woven clothing | Generally taken to be coveralls over work clothes. | 3 |
| Vapour-barrier coveralls as a single layer, without hood | The real effect depends on the level of humidity and in many cases the effect is less. | 10 |
| Vapour-barrier coveralls with hood as a single layer | The real effect depends on the level of humidity and in many cases the effect is less. | 11 |
| Vapour-barrier over cloth coveralls, without hood | — | 12 |
| Hood ^a | Wearing a hood of any fabric with any clothing ensemble. | +1 |
| The CAVs are added to the measured WBGT to obtain WBGT _{eff} . | | |
| NOTE For high vapour resistance clothing there is a dependence on relative humidity. The CAVs represent the likely high value. | | |
| ^a This value is added to the CAV of the ensemble without hood or respirator. | | |

I valori limite dell'indice WBGT sono riportati nella tabella seguente, in funzione della classe metabolica.

| Classe di tasso metabolico | Valore Limite dell'Indice WBGT | |
|---|---------------------------------------|---|
| | Persona acclimatata al calore (°C) | Persona non acclimatata al calore (°C) |
| 0 – Metabolismo a riposo (115 W) | 33 | 32 |
| 1 – Tasso metabolico basso (180 W) | 30 | 29 |
| 2 – Tasso metabolico moderato (300 W) | 28 | 26 |
| 3 – Tasso metabolico elevato (415 W) | 26 | 23 |
| 4 – Tasso metabolico molto elevato (520 W) | 25 | 20 |

In base a quanto indicato precedentemente, si possono attribuire i seguenti indici di rischio e la relativa classificazione.



| Condizione | Descrizione | IR | Livello di rischio |
|--|---|-----------|-----------------------------|
| WBGT << WBGT_{limite} | La condizione del rischio è accettabile. Non sono necessarie ulteriori attività. Garantire che i controlli siano mantenuti nel tempo. | 0 | Rischio Trascurabile |
| WBGT < WBGT_{limite} | La condizione del rischio è accettabile. Occorre che i controlli siano mantenuti costanti nel tempo ed eventualmente pianificare interventi migliorativi a lungo termine. | 1 | Rischio Basso |
| WBGT ≈ WBGT_{limite} | Zona d'incertezza. Necessario effettuare ulteriori approfondimenti attraverso la valutazione dell'Indice PHS. | 2 | Rischio Medio |
| WBGT > WBGT_{limite} | La situazione è inaccettabile. E' necessario effettuare urgentemente ulteriori approfondimenti attraverso la valutazione dell'Indice PHS, che se conferma la situazione critica comporta il fermo dell'impianto/attività in attesa di interventi di prevenzione e protezione. | 3 | Rischio Alto |

4.3.3.2 Metodo PHS

Il metodo PHS (Predicted Heat Strain) rappresenta la procedura più dettagliata ed affidabile per la valutazione dello stress termico in ambienti termici severi caldi. Il metodo si basa sulle equazioni del bilancio termico dell'organismo umano, calcolando i descrittori di rischio seguenti:

- **T_{core}**: Il parametro descrive lo stato termico della parte più interna del corpo umano. Viene approssimato alla temperatura rettale **T_{re}**;
- **D**: Il parametro descrive la quantità di liquido perduto nel corso dell'esposizione al microclima severo caldo;
- **D_{lim}**: Il parametro definisce il tempo limite di esposizione al microclima severo caldo, prima dell'insorgenza di danni via via sempre più gravi.

Il metodo è applicabile all'interno di determinati intervalli, sia per i parametri ambientali che per quelli individuali, come riportato nella tabella seguente.



| Parametro | Simbolo | Intervallo utile | Unità di misura |
|--------------------------------------|-------------|------------------|-----------------|
| Temperatura dell'aria | t_a | +15 ÷ +50 | °C |
| Differenza fra T_r e T_a | $t_r - t_a$ | 0 ÷ +60 | °C |
| Pressione parziale del vapore acqueo | p_a | 0 ÷ 4.500 | Pa |
| Velocità relativa dell'aria | v_a | 0 ÷ 3 | m/s |
| Attività metabolica | M | 0,8 ÷ 4,5 | met |
| Isolamento termico del vestiario | I_{cl} | 0,1 ÷ 1 | clo |

Si riportano di seguito i valori limite dei parametri caratterizzanti l'Indice PHS.

| Parametro | Limite massimo di accettabilità |
|---|--|
| Temperatura Rettale (T_{re}) | $T_{re-max} < 38^\circ C$ |
| Quantità di liquido perduto nel corso dell'esposizione [% massa corporea] (D) | $D_{max95} < 5\%$ (con accesso ai liquidi libero) $D_{max95} < 3\%$ (senza accesso ai liquidi libero) |
| Tempo limite di esposizione (D_{lim}) | $D_{lim} = \min(D_{limre}; D_{limloss95})$ |

Valgono inoltre le seguenti regole precauzionali:

- Nel caso in cui il tempo massimo di esposizione risulti essere inferiore a 30 minuti, viene richiesta una supervisione medica diretta e personalizzata sui soggetti a rischio;
- Se viene raggiunto il tempo limite per la perdita di liquidi pari al 5% del peso totale, la giornata lavorativa del soggetto a rischio deve essere considerata conclusa;
- Se viene raggiunto uno dei tempi limite è necessario programmare una giornata lavorativa nella quale siano previste una sequenza di pause, in modo che siano mantenute nel corpo del soggetto a rischio condizioni organiche accettabili. Vale comunque il vincolo che nessuno dei due indici T_{re} e D superi mai il rispettivo valore massimo ammissibile.

In base a quanto indicato precedentemente si possono attribuire i seguenti indici di rischio e la relativa classificazione.

| Parametro | Condizione | Descrizione | IR | Livello di rischio |
|----------------------------------|-------------------------------|--|----|----------------------|
| Temperatura Rettale (T_{re}) | $T_{re} \ll T_{re-max}$ | Il rischio è accettabile. Non sono necessarie ulteriori attività. Garantire che i controlli siano mantenuti nel tempo. | 0 | Rischio Trascurabile |
| | $T_{re} < T_{re-max}$ | Il rischio è accettabile. Occorre che i controlli siano mantenuti costanti nel tempo ed eventualmente programmare delle misure di miglioramento a lungo termine. | 1 | Rischio Basso |
| | $T_{re} \geq T_{re-max}$ | Rischio di colpo di calore. Necessario riprogrammare l'attività lavorativa. | 3 | Rischio Alto |
| Tempo d'esposizione | $T_{esposizione} \ll D_{lim}$ | Il rischio è accettabile. Non sono necessarie ulteriori attività. Garantire che i controlli siano mantenuti nel tempo. | 0 | Rischio Trascurabile |
| | $T_{esposizione} < D_{lim}$ | Il rischio è accettabile. Occorre che i controlli siano mantenuti costanti nel tempo ed eventualmente programmare delle misure di miglioramento a lungo termine. | 1 | Rischio Basso |
| | $T_{esposizione} > D_{lim}$ | Rischio di colpo di calore. Necessario riprogrammare l'attività lavorativa. | 3 | Rischio Alto |



L'esposizione tuttavia può essere considerata ammissibile solo se nessuno dei due limiti (Tre;max e Dmax) viene mai superato. Se almeno uno dei due limiti viene superato in almeno un istante, l'esposizione risulta invece inaccettabile. Di conseguenza devono essere messe in atto azioni di tipo organizzativo (es. riducendo o frammentando la durata dell'esposizione negli ambienti a più alta criticità, ecc.) o di tipo tecnico (es. riducendo la temperatura dell'aria e/o la temperatura radiante nelle postazioni maggiormente critiche, ecc.) per eliminare o minimizzare la situazione critica.

4.3.4 Ambienti severi freddi

Si considerano ambienti freddi quei luoghi di lavoro in cui la temperatura è inferiore a 10°C. Si parla di ambienti moderatamente freddi, in caso che le temperature dell'ambiente di lavoro risultino comprese tra 0°C e 10°C. Gli ambienti severi freddi sono invece caratterizzati da temperature inferiori a 0°C.

4.3.4.1 Indice IREQ

Il metodo IREQ (Insulation REQired) si basa sulle equazioni del bilancio termico dell'organismo umano e si fonda sulla nozione che le condizioni ideali coincidono con la condizione di neutralità termica, mentre lo stress termico è sempre più intenso quanto più lo squilibrio energetico (negativo nel caso del freddo, rappresentato da una perdita netta di energia) è grande.

Questo metodo fornisce l'indicazione dell'isolamento termico (IREQ) del vestiario richiesto allo scopo di mantenere condizioni organiche accettabili durante l'esposizione.

L'indice descrittore del rischio è l'indice IREQ, che viene declinato in due modalità diverse:

- **IREQ_{min}** è il valore di isolamento termico del vestiario in grado di assicurare condizioni minime accettabili, ovvero che lascia all'operatore che idealmente lo indossa la presenza di una sensibile, ma tollerabile, sensazione di freddo;
- **IREQ_{neutral}** è il valore di isolamento termico del vestiario in grado di garantire condizioni di neutralità termica all'operatore che idealmente lo indossa.

Vi è un ulteriore parametro che può essere calcolato, il **D_{LE}** (la durata limite dell'esposizione), che viene calcolato con la seguente formula:

$$D_{LE} = Q_{lim}/S$$

dove

- **Q_{lim}** rappresenta la massima perdita di energia tollerabile dall'organismo senza serie conseguenze, assunto pari a 40 Wh/m²;
- **S** rappresenta il raffreddamento del corpo umano.

Nel caso d'esposizione multifase, il metodo IREQ permette di stimare le pause con le quali interrompere l'attività negli ambienti severi freddi. La durata minima di tale pausa (**D_{rec}**) viene calcolata con la seguente formula:

$$D_{rec} = Q_{lim}/S'$$

Con **S'** che rappresenta la differenza tra la potenza termica acquisita e quella dissipata dal corpo umano.

Il metodo è applicabile all'interno di determinati intervalli dei parametri, come riportato nella tabella seguente.



| Parametri | Simbolo | Intervallo utile | Unità di misura |
|--------------------------------------|----------|------------------|-----------------|
| Temperatura dell'aria | t_a | < +10 | °C |
| Temperatura media radiante | t_r | - | °C |
| Pressione parziale del vapore acqueo | p_a | - | Pa |
| Velocità relativa dell'aria | v_a | 0,4 ÷ 18 | m/s |
| Attività metabolica | M | 1 ÷ 5 | met |
| Isolamento termico del vestiario | I_{cl} | > 0,5 | clo |

Nel metodo IREQ, per valutare le condizioni di esposizione dei lavoratori, viene messo a confronto l'indice calcolato nelle condizioni "neutre" e di "minimo isolamento" con l'isolamento termico I_{cl} effettivamente garantito dall'abbigliamento utilizzato. Vengono così definite tre possibili scenari espositivi.

| Condizione | Descrizione – Misure | IR | Livello di rischio |
|--|--|----|--------------------|
| $IREQ_{min} \leq I_{cl} \leq IREQ_{neutral}$ | Definisce l'intervallo di accettabilità e garantisce condizioni organiche caratterizzate da una sensazione soggettiva di freddo che varia da minima a significativa, senza tuttavia mai indurre derive termiche e conseguenti possibili ipotermie. | 1 | Rischio Basso |
| $I_{cl} > IREQ_{neutral}$ | Implica iperprotezione e conseguente rischio di sudorazione, che può produrre effetti nocivi in caso di lavori in un ambiente freddo. Si rende necessario ridurre l'isolamento termico fornito dall'abbigliamento. | 2 | Rischio Medio |
| $I_{cl} < IREQ_{min}$ | Implica protezione insufficiente e conseguente rischio di ipotermia. Si rende necessario aumentare l'isolamento termico fornito dall'abbigliamento o diminuire la durata dell'esposizione. Necessario verificare e rispettare il D_{LE} . | 3 | Rischio Alto |



4.3.4.2 Indice di rischio locale

Per quanto riguarda gli ambienti severi freddi, è possibile effettuare il calcolo di un **Indice di rischio locale** specifico, per valutare il potenziale eccessivo raffreddamento di alcune parti del corpo particolarmente sensibili (mani, piedi testa) dovuto sia alla minore protezione e alto rapporto superficie/volume.

L'indice è il *Wind Chill Temperature*, calcolato con la seguente formula

$$twc = 13,12 + 0,6215 * (V_{10})^{0,16} + 0,396 * ta * (V_{10})^{0,16}$$

dove:

V_{10} : velocità dell'aria a 10 m dal suolo

ta : temperatura ambiente

In base a quanto indicato nei paragrafi precedenti, si possono attribuire i seguenti indici di rischio e la relativa classificazione del rischio.

| Condizione | Descrizione | IR | Classificazione del rischio |
|--|--|----|-----------------------------|
| $-10 > twc$ | Sensazione di freddo | 1 | Rischio Basso |
| $-10 < twc < -24 \text{ }^\circ\text{C}$ | | | |
| $-25 < twc < -34 \text{ }^\circ\text{C}$ | Sensazione di freddo intenso rischio di congelamento | 2 | Rischio Medio Alto |
| $-35 < twc < -59 \text{ }^\circ\text{C}$ | Freddo pungente la pelle esposta a può congelarsi in 10 minuti | 3 | Rischio Alto |
| $twc < -60 \text{ }^\circ\text{C}$ | Congelamento della parte esposta in entro 2 minuti | | |

4.3.5 *Strumento Utilizzato*

Il **Delta Ohm HD32.3** è stato studiato per:

- Analisi degli ambienti severi caldi mediante l'indice **WBGT** (Wet Bulb Glob Temperature: temperatura a bulbo umido e del globo-termometro) in presenza o assenza di irraggiamento solare.
- Analisi degli ambienti moderati mediante l'indice **PMV** (Predicted Mean Vote: Voto Medio Previsto) e l'indice **PPD** (Predicted Percentage of Dissatisfied: Percentuale Prevista di Insoddisfatti).

Lo strumento è dotato di tre ingressi per sonde con modulo SICRAM; le sonde dispongono di un circuito elettronico che dialoga con lo strumento, nella loro memoria permanente sono conservati i dati di taratura del sensore.



Tutte le sonde SICRAM possono essere inserite in uno qualunque degli ingressi; vengono riconosciute automaticamente all'accensione dello strumento.

Le caratteristiche principali dello strumento sono:

- Logging: acquisizione dei dati e memorizzazione all'interno dello strumento.
- Capacità di memoria: 64 sessioni di logging distinte, con la possibilità di impostare l'intervallo di acquisizione dei campioni.

Si può impostare la **durata della memorizzazione** e, con la funzione **auto-start**, è possibile impostare la data e l'ora di inizio e di fine di memorizzazione dei dati.

- L'unità di misura delle grandezze di temperatura visualizzate: °C, °F, °K.
- La data e l'ora del sistema.
- La visualizzazione dei parametri statistici massimo, minimo, media e la loro cancellazione.
- La velocità di trasferimento dei dati tramite la porta seriale RS232.

Lo strumento HD32.3 è in grado di rilevare contemporaneamente le seguenti grandezze:

- Temperatura di globotermometro Tg con la sonda TP3276.2 o TP3275.
- Temperatura di bulbo umido a ventilazione naturale Tn con la sonda HP3201.2 o HP3201.
- Temperatura ambiente T con la sonda TP3207.2 o TP3207.
- Umidità relativa RH e temperatura ambiente T con la sonda HP3217.2 o HP3217R.
- Velocità dell'aria Va con la sonda AP3203.2 o AP3203.

Sulla base delle grandezze rilevate HD32.3 è in grado di calcolare, con le sonde TP3207.2 (o TP3207), HP3276.2 (o HP3275) e HP3201.2 (o HP3201):

- Indice WBGT (in) (Wet Bulb Glob Temperature: temperatura a bulbo umido e del globotermometro) in assenza di irraggiamento solare.
- Indice WBGT (out) (Wet Bulb Glob Temperature: temperatura a bulbo umido e del globotermometro) in presenza di irraggiamento solare.

Sulla base delle grandezze rilevate HD32.3 è in grado di calcolare, con le sonde HP3217.2 (o HP3217R), HP3276.2 (o HP3275) e AP3203.2 (o AP3203):

- Temperatura media radiante **Tr**.
- Indice **PMV** (Predicted Mean Vote: Voto Medio Previsto).



- Indice **PPD** (Predicted Percentage of Dissatisfied: Percentuale Prevista di Insoddisfatti).

Le caratteristiche della strumentazione utilizzata sono riportate in tabella.

| Strumento | Costruttore | Modello | Matricola |
|--------------------------------------|-------------|-----------|-----------|
| Centralina (datalogger) | Delta Ohm | HD32.3 | 17020562 |
| Globotermometro | | TP3276.2 | 17009686 |
| Sonda temperatura e umidità relativa | | HP3217.2R | 17010446 |
| Sonda a bulbo umido | | HP3201.2 | 17011150 |
| Sonda a filo caldo | | AP3203.2 | 17005596 |

Tutti i componenti della centralina microclimatica vengono tarati da laboratorio SIT con periodicità biennale. Per il certificato di taratura si faccia riferimento al **Par. 5.6**.

4.4 **MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE**

Indicazioni definite all'interno delle Linee Guida CTR:

- Negli uffici si raccomanda una temperatura di almeno 18 °C d'inverno (18-22 °C) mentre nel periodo estivo è importante che la differenza tra la temperatura interna e quella esterna non superi i 7 °C.
- L'umidità relativa deve essere compresa tra il 40% e il 60%.
- Il ricambio d'aria deve essere adeguato. Quando c'è un impianto di condizionamento, devono essere rispettate le quantità minime di aria esterna di rinnovo e devono essere presenti sistemi di filtrazione e depurazione dell'aria.
- I filtri hanno la funzione di purificare l'aria esterna e l'aria di ricircolo.
- I più comuni rischi di un impianto di condizionamento sono legati: all'inquinamento dell'aria per insufficiente manutenzione (sostituzione o pulizia filtri) e all'inquinamento biologico dell'unità di umidificazione.
- È necessario che la postazione di lavoro non sia posta in vicinanza di fonti di calore radiante (gli elementi degli impianti di riscaldamento, le finestre nel periodo estivo) e che sia evitata la presenza di correnti d'aria fastidiose (provenienti da porte, finestre, bocchette di ventilatori, ecc.).

La linea guida richiama le seguenti norme di riferimento: UNI EN ISO 9241-6:2001 e 12464-1:2004.

4.5 **INFORMAZIONE E FORMAZIONE**

Il datore di lavoro e i dirigenti sono obbligati a fornire ai lavoratori e ai RLS adeguata e specifica informazione e formazione, come stabilito dall' articolo 184, Titolo VIII, del D.lgs.81/2008:

“Nell'ambito degli obblighi di cui agli articoli 36 e 37, il datore di lavoro provvede affinché i lavoratori esposti a rischi derivanti da agenti fisici sul luogo di lavoro e i loro rappresentanti vengano informati e formati in relazione al risultato della valutazione dei rischi con particolare riguardo:



- a) *alle misure adottate in applicazione del presente titolo;*
- b) *all'entità e al significato dei valori limite di esposizione e dei valori di azione definiti nei Capi II, III, IV e V, nonché ai potenziali rischi associati;*
- c) *ai risultati della valutazione, misurazione o calcolo dei livelli di esposizione ai singoli agenti fisici;* d) *alle modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi dell'esposizione per la salute;*
- d) *alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria e agli obiettivi della stessa;*
- e) *alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo i rischi derivanti dall'esposizione;*
- f) *all'uso corretto di adeguati dispositivi di protezione individuale e alle relative indicazioni e controindicazioni sanitarie all'uso".*

Il datore di lavoro dovrebbe provvedere a formare e informare le varie figure coinvolte nelle lavorazioni in ambienti **caldi** in merito alle seguenti tematiche:

- *Il riconoscimento dei segnali e sintomi delle diverse patologie da caldo quali ad esempio: crampi, sincope da calore, eruzioni cutanee, colpo di calore;*
- *Le cause delle patologie da caldo e le procedure da seguire per ridurre il rischio di insorgenza (bere acqua, monitorare il colore e la quantità delle urine etc);*
- *Il corretto uso ed il corretto modo di conservare l'abbigliamento protettivo contro il caldo;*
- *L'effetto di fattori esterni non legati all'attività lavorativa (alcol, droghe, obesità etc.) sulla tolleranza allo stress termico e le condizioni di suscettibilità individuale;*
- *L'importanza dell'acclimatamento;*
- *L'importanza di segnalare immediatamente al preposto, per sé o per un collega, l'insorgere di sintomi e segnali legati alle patologie da caldo;*
- *Le procedure di emergenza che il datore di lavoro deve mettere in atto in caso di insorgenza di sintomi da patologie da caldo (chiamare il 118...)*

Inoltre, in aggiunta agli argomenti illustrati, il preposto dovrebbe essere formato su:

- *Come si può sviluppare adeguatamente e correttamente l'acclimatamento di un lavoratore;*
- *Quali procedure seguire nel caso un lavoratore presentasse sintomi compatibili con le patologie da caldo, incluse le procedure di emergenza;*
- *Come monitorare i rapporti/bollettini meteo;*
- *Come rispondere agli avvisi meteo;*
- *Come monitorare e incoraggiare l'assunzione di liquidi e le pause.*

Mentre, per quanto riguarda gli ambienti **freddi**, il datore di lavoro dovrebbe informare e formare i lavoratori su:

- *possibili problemi di salute causati dal freddo;*
- *segni e sintomi premonitori;*
- *condizioni di suscettibilità individuale;*
- *modalità appropriate di lavoro;*



- *al comparire di sintomi quali giramenti di testa, difficoltà di concentrazione, spossatezza, bruciore alla pelle necessità di interrompere le attività e portarsi all'interno di un luogo confortevole;*
- *in caso di sforzo fisico, asciugarsi regolarmente il sudore.*

4.6 SORVEGLIANZA SANITARIA

I lavoratori esposti in maniera significativa a microclima caldo e a radiazioni solari devono essere sottoposti a specifica sorveglianza sanitaria, secondo quanto disposto dall' articolo 185 del D.lgs. 81/2008:

"1. La sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti agli agenti fisici viene svolta secondo i principi generali di cui all'articolo 41, ed è effettuata dal medico competente nelle modalità e nei casi previsti ai rispettivi capi del presente titolo sulla base dei risultati della valutazione del rischio che gli sono trasmessi dal datore di lavoro per il tramite del servizio di prevenzione e protezione.

2. Nel caso in cui la sorveglianza sanitaria riveli in un lavoratore un'alterazione apprezzabile dello stato di salute correlata ai rischi lavorativi il medico competente ne informa il lavoratore e, nel rispetto del segreto professionale, il datore di lavoro, che provvede a:

- a) sottoporre a revisione la valutazione dei rischi;*
- b) sottoporre a revisione le misure predisposte per eliminare o ridurre i rischi;*
- c) tenere conto del parere del medico competente nell'attuazione delle misure necessarie per eliminare o ridurre il rischio".*

Nel caso del microclima, quando il processo di valutazione del rischio evidenzia una esposizione abituale o prevedibile del lavoratore nell'ambito delle attività lavorative espletate, ovvero la possibile insorgenza di condizioni di microclima che potrebbero risultare critiche per alcune categorie di lavoratori, deve essere predisposta la sorveglianza sanitaria.

Essa sarà in primo luogo preventiva, per verificare al momento dell'ingresso al lavoro la presenza di fattori di suscettibilità individuale (costituzionali o acquisiti) e per la definizione di specifiche misure di tutela da mettere in atto per le differenti categorie di lavoratori che debbano operare nell'ambiente termico sfavorevole, in relazione alle specificità delle mansioni in esso espletate e delle condizioni individuali del lavoratore (es. patologie, necessità di assumere farmaci etc.). Sarà poi attivato a cura del medico competente un protocollo di sorveglianza sanitaria periodica, con cadenza da stabilirsi a seconda della valutazione del rischio individuale che lo stesso medico competente valuterà nel proprio protocollo sanitario sulla base degli esiti della valutazione del rischio.



5 CRITERI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Per una valutazione del rischio si sono tenuti in considerazione gli elementi distintivi indicati nei paragrafi successivi. L'analisi del rischio ha permesso di associare ad ogni danno corrispondente ad un pericolo una valutazione circa la gravità del danno stesso e la probabilità che si verifichi. E' possibile procedere alla classificazione dei rischi in termini relativi, distinguendo in rischi elevati, accettabili o trascurabili (o comunque in fasce di livello di rischio) facilitando il processo decisionale. La tabella che segue definisce in modo chiaro i livelli di gravità (o danno). In questo caso si adotta una scala di 4 livelli.

| Codice | Gravità | Definizione criteri |
|--------|------------|---|
| 1 | Lieve | Infortunio o episodio di esposizione acuta con invalidità rapidamente reversibile (pochi giorni). Esposizione cronica con effetti rapidamente reversibili (pochi giorni). |
| 2 | Medio | Infortunio o episodio di esposizione acuta con invalidità reversibile. Esposizione cronica con effetti reversibili. |
| 3 | Grave | Infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti di invalidità parziale. Esposizione cronica con effetti rapidamente irreversibili e/o parzialmente invalidanti. |
| 4 | Gravissimo | Infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti letali o di invalidità totale. Esposizione cronica con effetti letali o totalmente invalidanti. |

Più complesso è stabilire i criteri di definizione dei livelli di probabilità con riferimento agli infortuni ed in riferimento alla salute come di seguito descritto.

| Codice | Probabilità | Definizione criteri |
|--------|-------------|--|
| 1 | Improbabile | La mancanza rilevata può provocare un danno per la concomitanza di più eventi improbabili indipendenti Non sono noti episodi già verificatisi con frequenza rarissima Il verificarsi dell'evento susciterebbe stupore. la probabilità di incidente (anche senza infortunio) è tra <1 E-3 per persona e per anno |
| 2 | Possibile | la mancanza rilevata può provocare danno anche se in modo automatico o diretto; è noto qualche episodio in cui alla mancanza ha fatto seguito un danno; il verificarsi del danno sul luogo di lavoro susciterebbe una moderata sorpresa; la probabilità di incidente (anche senza infortunio) è tra 1 E-2 ed 1 E-3 per persona e per anno |
| 3 | Probabile | esiste una correlazione diretta tra la mancanza rilevata ed il verificarsi del danno; si sono già verificati episodi per la stessa mancanza in altre circostanze o situazioni analoghe; il verificarsi del danno sul luogo di lavoro non susciterebbe alcuna sorpresa; la probabilità di incidente (anche senza infortunio) è tra 1 ed 1 E-2 per persona e per anno |

Per completare l'analisi di rischio si potranno utilizzare i seguenti sei livelli di criticità individuabili automaticamente con la relazione:

$$\text{Indice di Criticità} = \text{Indice di Gravità} + \text{Indice di probabilità} - 1$$



Definiti:

| Codice | Criticità | Azioni correttive |
|--------|--------------|--|
| 1 | Trascurabile | Non sono richieste azioni di mitigazione per i rischi identificati |
| 2 | Lieve | Sono da valutare azioni di mitigazione in fase di programmazione. Non si ravvisano interventi urgenti |
| 3 | Modesto | Mantenere sotto controllo i rischi valutando ipotesi di interventi mitigativi |
| 4 | Moderato | Monitorare costantemente i rischi valutando la necessità di interventi mitigativi nel breve/medio periodo |
| 5 | Alto | Intervenire con urgenza per individuare ed attuare gli interventi di prevenzione e protezione che riducano il rischio ad una criticità inferiore |
| 6 | Molto Alto | Intervenire immediatamente per eliminare/ridurre il pericolo e comunque ridurre il rischio ad una criticità inferiore. |

Le risultanze della relazione sopra descritta possono essere raccolte in forma matriciale ponendo appunto in relazione gravità e probabilità per ottenere la criticità.

Matrice di rischio

| | | | |
|---------|-------------|---|---|
| Gravità | 4 | 5 | 6 |
| | 3 | 4 | 5 |
| | 2 | 3 | 4 |
| | 1 | 2 | 3 |
| | Probabilità | | |

5.1 Criteri per l'attribuzione del rischio

In base alle risultanze dei punti precedenti viene determinata la valutazione del **rischio complessivo**.

Gli ambienti oggetto di studio sono quelli relativi ad ambienti moderati/caldi, per i quali sono stati calcolati gli indici PMV e PPD, WGBT e PHS e i corrispondenti livelli di rischio 0 – 3, secondo la tabella b del paragrafo 4.3.2 e 4.3.3. “livelli di rischio”, pertanto facendo una corrispondenza con le aree di rischio riportate nel paragrafo precedente, le fasce di rischio complessive applicabili risultano **TRASCURABILE**, **LIEVE**, **MODESTO/MODERATO** e **ALTO**.

6 VALUTAZIONE DEL RISCHIO

6.1 Descrizione Attività

La continuità educativa e le sezioni estive delle Scuole d'Infanzia/nidi sono un servizio offerto nei mesi di giugno-luglio alle bambine e ai bambini che frequentano le Scuole d'Infanzia comunali, statali e paritarie private in posti in convenzione con il Comune di Milano.

La seguente tabella riporta le scuole dell'infanzia/nidi del comune di Milano oggetto della presente valutazione:

| SCUOLA | ATTIVITA' DI CONTINUITÀ EDUCATIVA ED ESTIVE | INDIRIZZO |
|---|---|--|
| Padova 25 - nido | Accoglienza, attività didattica mattutina (al chiuso e all'aperto), pranzo, riposo, attività didattica pomeridiana, uscita. | Municipio 2 – Unità Educativa 8 Milano, via Padova 25 |
| Cesalpino 38 - scuola dell'infanzia | | Municipio 2 – Unità Educativa 10 Milano, via Cesalpino 38 |
| SS. Trinità - nido | | Municipio 1 – Unità Educativa 4 Milano, piazza Santissima Trinità 5 |
| Arena 21 - nido | | Municipio 1 – Unità Educativa 1 Milano, Via Arena 21 |
| Pini 2 – nido | | Municipio 3 – Unità Educativa 19 Milano, via Pini 2 |
| Reni 11 - scuola dell'infanzia | | Municipio 3 – Unità Educativa 16 Milano, via Reni 11 |
| Barabino 2 - scuola dell'infanzia | | Municipio 4 – Unità Educativa 26 Milano, via Barabino 2 |
| Ucelli di Nemi 40 - nido | | Municipio 4 – Unità Educativa 28 Milano - via Ucelli di Nemi, 40 |
| Pezzi 3 – scuola dell'infanzia | | Municipio 5 – Unità Educativa 29 Milano, via Pezzi 3 |
| Dell'Arcadia 20 - scuola dell'infanzia | | Municipio 5 – Unità Educativa 33 Milano - via dell'Arcadia, 20 |
| Dei Crollalanza 15 - scuola dell'infanzia | | Municipio 6 – Unità Educativa 34 Milano - via Dei Crollalanza, 15 |
| Savona 30 - scuola dell'infanzia | | Municipio 6 – Unità Educativa 35 Milano, via Savona 30 |
| Bianca Milesi 2 - scuola dell'infanzia | | Municipio 7 - Unità educativa 46 Milano - via Bianca Milesi, 2 |
| Valsesia 54 - nido | | Municipio 7 - Unità educativa 47 |

| SCUOLA | ATTIVITA' DI CONTINUITÀ EDUCATIVA ED ESTIVE | INDIRIZZO |
|---|---|--|
| Mario Borsa 16 - nido | | Milano, via Valsesia 54 Municipio 8 - Unità educativa 57 Milano, via Mario Borsa, 16 |
| Massena 12 - scuola dell'infanzia | | Municipio 8 - Unità educativa 52 Milano, via Massena 12 |
| Ciriè 9/Girola 4 - scuola dell'infanzia | | Municipio 9 - Unità educativa 64 Milano, via Ciriè 9 / Girola 4 |
| Guerzoni 40 - nido | | Municipio 9 - Unità educativa 60 Milano, via Guerzoni 40 |

La presente valutazione si riferisce ad edifici scolastici costituiti da ambienti termici moderati/caldi in quanto non vi si svolgono né lavorazioni né sono presenti macchinari tali da modificare in modo significativo l'ambiente dal punto di vista termoigrometrico.

In considerazione del tipo di ambienti, la strategia di valutazione delle condizioni di benessere termico ha previsto il calcolo degli indici PMV e PPD previsti dalla norma UNI EN ISO 7730 per le postazioni con una temperatura rilevata inferiore a 30°C e il calcolo degli indici WBGT e PHS previsti dalle norme UNI EN ISO 7243 e UNI EN ISO 7933:2005 per le postazioni con una temperatura rilevata superiore a 30°C.

Insieme ai referenti aziendali del servizio di Prevenzione e Protezione del Comune di Milano sono stati individuati i punti in cui eseguire le misurazioni dei parametri microclimatici.

I punti di misura sono stati scelti a campione fra i piani che compongono l'edificio ed i vari locali nei quali le Educatrici svolgono le attività giornaliere con i bambini, comunque in numero minimo sufficiente ad evidenziare le eventuali disomogeneità spaziali dell'ambiente termico e di conseguenza a fornire una caratterizzazione rappresentativa dell'ambiente lavorativo durante l'intera giornata.

Le misure eseguite hanno avuto una durata dell'ordine di 15-20 minuti, tempo sufficiente affinché tutte le sonde raggiungano un ragionevole equilibrio termodinamico con l'ambiente nel quale la misura viene eseguita. In questo modo è stato possibile fornire risultati realmente rappresentativi della condizione esaminata.

6.2 Presenza Di Lavoratori Particolarmente Sensibili

Sulla base delle informazioni ricevute dai referenti aziendali non è stata considerata la presenza di persone rientranti nelle categorie specificate al paragrafo 4.2.

Eventuali riscontri ricevuti dai lavoratori in merito verranno gestiti di volta in volta in funzione del singolo caso in collaborazione con il Medico Competente.



6.3 Analisi Delle Mansioni

Il presente documento si riferisce alla valutazione dei rischi connessi al microclima presente nei luoghi di lavoro in cui operano le Educatrici delle Scuole d'Infanzia/Nidi del Comune di Milano, in particolare durante le attività di continuità educativa e le sezioni estive del periodo giugno-luglio.

Considerando le mansioni, le attività svolte da queste e le particolari condizioni climatiche presenti (giornata estiva), per le misure effettuate sono stati definiti i seguenti parametri.

| Mansione | Attività | Dispendio energetico |
|---|---|----------------------|
| Educatrici delle Scuole d'Infanzia/Nidi | Accoglienza, attività didattica mattutina (al chiuso e all'aperto), pranzo, riposo, attività didattica pomeridiana, uscita. | 1,2 met |

Il personale scolastico che presta servizio presso le Scuole dell'infanzia/Nidi durante l'orario lavorativo indossa abiti leggeri (periodo estivo), i cui elementi di resistenza termica sono riconducibili ai dati indicati nella seguente tabella. Inoltre hanno la possibilità di coprirsi o spogliarsi facilmente in funzione del tipo di attività.

| Tipologia di lavorazioni | Vestiaro indossato | Resistenza termica |
|--|--|--------------------|
| Attività educative (Attività prevalentemente sedentarie) | Camicia (maglia leggera) a maniche corte di cotone, pantaloni leggeri. Scarpe a suola sottile, slip e calzini leggeri. | 0,5 clo |

In base alle misure eseguite e alla possibilità di organizzare le attività nel corso della giornata, unitamente alla possibilità di reintegro dell'aria con l'apertura delle ampie finestre poste su lati opposti, i luoghi di lavoro delle Scuole d'infanzia/Nidi del comune di Milano sono classificabili come "Ambienti Moderati/Caldi". Pertanto non sussistono condizioni tali da creare situazioni di stress termico ai lavoratori che li occupano, ma possono esclusivamente verificarsi situazioni di comfort/discomfort, dovuti alla percezione termica soggettiva dei singoli occupanti.

Ciò nonostante, per le postazioni con T maggiori di 30°C è stato valutato lo stress termico con il metodo WBGT ed il metodo PHS.

| | | | |
|--|--|--------|------------|
|  Comune di Milano | Valutazione dei parametri microclimatici ai sensi del Tit. II, All.IV e Tit. VIII del D.Lgs.81/08 e ss.mm.ii. | Rev. | 0 |
| | | Data | 30/06/2023 |
| | | Pagina | 38 di 45 |

6.4 Analisi e valutazione

Le misure sono state effettuate in diverse giornate del mese di **giugno-luglio 2023** con idonea strumentazione regolarmente tarata (si faccia riferimento al par. 4.3.5 per il dettaglio della strumentazione utilizzata ed al par. 6.6 per il certificato di taratura).

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

- **Ing. Giuseppe Milito;**
- **Ing. Battista Arrai;**
- **Ing. Paola Lodolo;**
- **P.E. Michele Lecchi.**

Nell'ambito della valutazione, in relazione all'analisi delle attività lavorative svolte, alla caratterizzazione dell'abbigliamento utilizzato dai lavoratori ed alla definizione dei punti di misura ritenuti più rappresentativi, è stato consultato il **Servizio di Prevenzione e Protezione** del comune di Milano.

Sono state svolte misure strumentali a campione caratterizzando nella maniera più completa le condizioni microclimatiche dei siti oggetto dell'indagine: si è cercato di monitorare un campione il più possibile rappresentativo, in funzione del numero di persone, tipologie di locali, ubicazione degli stessi, attività svolte al loro interno, segnalazioni di disagio etc.

Per la valutazione di alcuni indici (principalmente l'indice PHS), nonostante le condizioni in alcuni luoghi di lavoro la presenza di personale non sia continuativa e le condizioni possano variare durante l'arco della giornata in base all'entità di lavoro necessaria, si valuta comunque l'esposizione al microclima per le canoniche 8 ore lavorative, in modo da valutare se risultano presenti limiti di tempo per la permanenza in sicurezza dei lavoratori all'interno degli ambienti valutati (prima dell'insorgenza del colpo di calore). In egual modo è stato considerato che i lavoratori abbiano la possibilità di reintegrare i liquidi persi con la sudorazione, in modo da valutare anche in questo caso se sono presenti tempi limite di permanenza presso i luoghi di lavoro valutati.

I locali non oggetto dell'indagine microclimatica possiedono caratteristiche simili a quelli valutati oppure la presenza di personale risulta essere saltuaria e di breve durata.

Negli **Allegati** al presente documento si riportano i valori dei parametri microclimatici registrati nelle diverse scuole monitorate, gli esiti e le conclusioni della valutazione.



6.5 **Misure tecniche ed organizzative di miglioramento**

Vengono riportate di seguito le misure tecniche ed organizzative di miglioramento raccomandate (definite all'interno delle Linee Guida CTR e nelle successive Indicazioni operative):

- Rendere disponibile sui luoghi di lavoro un termometro ed igrometro per prevenire e fronteggiare l'insorgenza di condizioni di lavoro critiche mediante l'adozione di idonee procedure organizzative.
- Predisporre un piano di azione in caso di insorgenza di condizioni microclimatiche critiche.
- Nei locali interni si raccomanda, nel periodo estivo, che la differenza tra la temperatura interna e quella esterna non superi i 7 °C.
- L'umidità relativa deve essere compresa tra il 40% e il 60%.
- Il ricambio d'aria deve essere adeguato mediante l'apertura delle finestre e delle porte.
- È necessario che la postazione di lavoro non sia posta in vicinanza di fonti di calore radiante (le finestre nel periodo estivo) e che sia evitata la presenza di correnti d'aria fastidiose dirette (provenienti da porte, finestre, bocchette di ventilatori, ecc.).
- Programmare pause - definendone durata e periodicità - in aree di lavoro in condizioni di comfort termico.
- Prevedere un programma di acclimatamento per i lavoratori alle condizioni termiche di esercizio.
- Garantire disponibilità di acqua per l'idratazione con specifici protocolli di assunzione dei liquidi.
- Fornire ai lavoratori – ove possibile - indumenti da lavoro leggeri di tessuto traspirante.
- Fornire ai lavoratori pasti adeguati ricchi in frutta e verdura, evitando cibi ricchi in grassi e sale che rallentano la digestione e predispongono a stress da caldo.
- Formare ed informare i lavoratori sulle problematiche legate all'esposizione al caldo, sulle procedure di lavoro da adottare, sulle metodiche di acclimatamento e a seguito dell'insorgenza di condizioni di suscettibilità individuale; in particolare la formazione dovrebbe riguardare le seguenti tematiche
 - Il riconoscimento dei segnali e sintomi delle diverse patologie da caldo quali ad esempio: crampi, sincope da calore, eruzioni cutanee, colpo di calore;
 - Le cause delle patologie da caldo e le procedure da seguire per ridurre il rischio di insorgenza (bere acqua, monitorare il colore e la quantità delle urine etc.);
 - Il corretto uso ed il corretto modo di conservare l'abbigliamento protettivo contro il caldo;
 - L'effetto di fattori esterni non legati all'attività lavorativa (alcol, droghe, obesità etc.) sulla tolleranza allo stress termico e le condizioni di suscettibilità individuale;
 - L'importanza dell'acclimatamento.



6.6 Certificati Di Taratura Strumento



Delta OHM s.r.l.
Member of GHM GROUP
società unipersonale soggetta ad attività di direzione e coordinamento di GHM Messtechnik GmbH
via G. Marconi 5 | 35030 SelvaZZano Dentro
Padova | ITALY
P.IVA / C.F. 03383960281
Tel. +39 049 8977192
calibration@deltaohm.com
www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Anemometria
Air Speed Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 124

Pagina 1 di 3

Page 1 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21002414

Certificate of Calibration

- data di emissione
date of issue 2021/06/30

- cliente
customer Tecnopound S.r.l. - Via Val Venosta, 23 - 48124 Ravenna (RA)

- destinatario
receiver Nier Ingegneria S.p.A. - Via C. Bonazzi, 2 - 40013 Castel Maggiore (BO)

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

Si riferisce a

referring to

- oggetto
item Anemometro

- costruttore
manufacturer Delta Ohm S.r.l. + Delta Ohm S.r.l.

- modello
model HD32.3 + AP3203.2

- matricola
serial number 17020562 + 17005596

- data delle misure
date of measurements 2021/06/29

- registro di laboratorio
laboratory reference 2021063061

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 124 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).

This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the Issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as an expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

per la Direzione tecnica
(on behalf of the Approving Officer)

Matteo Gastaldello



Comune di
Milano

Valutazione dei parametri microclimatici
ai sensi del Tit. II, All.IV e Tit. VIII del D.Lgs.81/08 e ss.mm.ii.

| | |
|--------|------------|
| Rev. | 0 |
| Data | 30/06/2023 |
| Pagina | 41 di 45 |



Member of GHM GROUP
Delta OHM s.r.l.

società specializzata soggetta ad attività di
attività e coordinamento di OHM Messtechnik GmbH
via G. Marconi 5 | 35030 SelvaZZano Dentro
35030 | ITALY
P.IVA / C.F. 03363090381
Tel. +39 049 8977159
calibration@deltoohm.com
www.deltoohm.com

Laboratorio Misure di Umidità
Humidity Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 124

Pagina 1 di 3

Page 1 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21002391
Certificate of Calibration

| | |
|--------------------------------------|---|
| - data di emissione date of issue | 2021/06/28 |
| - cliente customer | Tecnopound S.r.l. - Via Val Venosta, 23 - 48124 Ravenna (RA) |
| - destinatario receiver | Nier Ingegneria S.p.A. - Via C. Bonazzi, 2 - 40013 Castel Maggiore (BO) |

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

Si riferisce a

referring to

| | |
|---|---|
| - oggetto item | Catena termohigrometrica Thermohygrometric chain |
| - costruttore manufacturer | Delta Ohm S.r.l. + Delta Ohm S.r.l. |
| - modello model | HD32.3 + HP3217.2 R |
| - matricola serial number | 17020562 + 17010446 |
| - data delle misure date of measurements | 2021/06/21 |
| - registro di laboratorio laboratory reference | 2021062111 |

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 124 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).

This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95 %. Normally, this factor k is 2.

per la Direzione tecnica
(on behalf of the Approving Officer)

Andrea Spoladore



Comune di
Milano

Valutazione dei parametri microclimatici
ai sensi del Tit. II, All.IV e Tit. VIII del D.Lgs.81/08 e ss.mm.ii.

| | |
|--------|------------|
| Rev. | 0 |
| Data | 30/06/2023 |
| Pagina | 42 di 45 |



Member of GHM GROUP
Delta OHM s.r.l.

società unipersonale soggetta ad attività di direzione e coordinamento di GHM Meszinger GmbH
Via G. Marconi 5 | 35030 Selvazzano Dentro
Padova | ITALY
P.IVA / C.F. 03343960281
Tel. +39 049 9272150
calibration@deltaohm.com
www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Umidità
Humidity Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 124

Pagina 1 di 3

Page 1 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21002389
Certificate of Calibration

| | |
|--------------------------------------|---|
| - data di emissione date of issue | 2021/06/28 |
| - cliente customer | Tecnopound S.r.l. - Via Val Venosta, 23 - 48124 Ravenna (RA) |
| - destinatario receiver | Nier Ingegneria S.p.A. - Via C. Bonazzi, 2 - 40013 Castel Maggiore (BO) |

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

Si riferisce a

| | |
|---|---|
| referring to | |
| - oggetto item | Catena termometrica Thermometric chain |
| - costruttore manufacturer | Delta Ohm S.r.l. + Delta Ohm S.r.l. |
| - modello model | HD32.3 + TP3276.2 |
| - matricola serial number | 17020562 + 17009686 |
| - data delle misure date of measurements | 2021/06/21 |
| - registro di laboratorio laboratory reference | 2021062109 |

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 124 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).

This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità dal Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95 %. Normally, this factor k is 2.

per la Direzione tecnica
(on behalf of the Approving Officer)

Andrea Spoladore



Comune di
Milano

Valutazione dei parametri microclimatici
ai sensi del Tit. II, All.IV e Tit. VIII del D.Lgs.81/08 e ss.mm.ii.

| | |
|--------|------------|
| Rev. | 0 |
| Data | 30/06/2023 |
| Pagina | 43 di 45 |



Member of GHM GROUP
Delta OHM s.r.l.

società unipersonale soggetta ad attività di
direzione e coordinamento di GHM Messtechnik GmbH
via G. Marconi 5 | 35030 Selvazzano Dentro
Padova | ITALY
P.IVA / C.F. 03363996283
Tel. +39 049 8977156
calibration@deltaohm.com
www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Umidità
Humidity Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT 124
Calibration Centre



Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 124

Pagina 1 di 3

Page 1 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21002388
Certificate of Calibration

| | |
|---|---|
| - data di emissione <i>date of issue</i> | 2021/06/28 |
| - cliente <i>customer</i> | Tecnopound S.r.l. - Via Val Venosta, 23 - 48124 Ravenna (RA) |
| - destinatario <i>receiver</i> | Nier Ingegneria S.p.A. - Via C. Bonazzi, 2 - 40013 Castel Maggiore (BO) |

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale della Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

Si riferisce a

referring to

| | |
|--|--|
| - oggetto <i>item</i> | Catena termometrica <i>Thermometric chain</i> |
| - costruttore <i>manufacturer</i> | Delta Ohm S.r.l. + Delta Ohm S.r.l. |
| - modello <i>model</i> | HD32.3 + HP3201.2 |
| - matricola <i>serial number</i> | 17020582 + 17011150 |
| - data delle misure <i>date of measurements</i> | 2021/06/21 |
| - registro di laboratorio <i>laboratory reference</i> | 2021062108 |

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 124 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).

This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95 %. Normally, this factor k is 2.

per la Direzione tecnica
(on behalf of the Approving Officer)

Andrea Spoladore



Member of GHM GROUP
Delta OHM s.r.l.

società unipersonale soggetta ad attività di direzione e coordinamento di GHM Massachusetts GmbH
via G. Marconi 5 | 35030 Selvetzzone Dentice
Padova | ITALY
P.IVA / C.F. 03363960283
Tel. +39 049 8972150
calibration@deltaohm.com
www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Umidità
Humidity Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT 124
Calibration Centre



Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 124

Pagina 1 di 4

Page 1 of 4

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 21002390
Certificate of Calibration

- data di emissione
date of issue
2021/06/28

- cliente
customer
Tecnopound S.r.l. - Via Val Venosta, 23 - 48124 Ravenna (RA)

- destinatario
receiver
Nier Ingegneria S.p.A. - Via C. Bonazzi, 2 - 40013 Castel Maggiore (BO)

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

Si riferisce a

referring to

- oggetto
item
Catena termoligrometrica
Thermohygroscopic chain

- costruttore
manufacturer
Delta Ohm S.r.l. + Delta Ohm S.r.l.

- modello
model
HD32.3 + HP3217.2 R

- matricola
serial number
17020562 + 17010446

- data delle misure
date of measurements
2021/06/22

- registro di laboratorio
laboratory reference
2021062210

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 124 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95 %. Normally, this factor k is 2.

per la Direzione tecnica
(on behalf of the Approving Officer)

Andrea Spoladore

7 ALLEGATI

Di seguito si riporta l'elenco dei documenti allegati:

ALLEGATO 1: Conclusioni Padova 25 - nido

ALLEGATO 2: Conclusioni Cesalpino 38 - scuola dell'infanzia

ALLEGATO 3: Conclusioni SS. Trinità – nido

ALLEGATO 4: Conclusioni Arena 21 - nido

ALLEGATO 5: Conclusioni Pini 2 – nido

ALLEGATO 6: Conclusioni Reni 11 - scuola dell'infanzia

ALLEGATO 7: Conclusioni Barabino 2 - scuola dell'infanzia

ALLEGATO 8: Conclusioni Ucelli di Nemi 40 - nido

ALLEGATO 9: Conclusioni Pezzi 3 – scuola dell'infanzia

ALLEGATO 10: Conclusioni Dell'Arcadia 20 - scuola dell'infanzia

ALLEGATO 11: Conclusioni Dei Crollalanza 15 - scuola dell'infanzia

ALLEGATO 12: Conclusioni Savona 30 - scuola dell'infanzia

ALLEGATO 13: Conclusioni Bianca Milesi 2 - scuola dell'infanzia

ALLEGATO 14: Conclusioni Valsesia 54 - nido

ALLEGATO 15: Conclusioni Mario Borsa 16 - nido

ALLEGATO 16: Conclusioni Massena 12 - scuola dell'infanzia

ALLEGATO 17: Conclusioni Ciriè 9/Girola 4 - scuola dell'infanzia

ALLEGATO 18: Conclusioni Guerzoni 40 - nido