

DOCUMENTO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO MICROCLIMA

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 s.m.i.

GESAN S.R.L.

Sede legale

Centro direzionale Isola E4 SNC Palazzo Fadim IV P

Int.401/P-402 - NAPOLI (NA)

Datore di Lavoro:
Sig. Russo Pasquale
Data: 10/02/2025
Rev.01

Sommario

DESCRIZIONE GENERALE DELL'AZIENDA	4
DATI AZIENDALI	4
RELAZIONE INTRODUTTIVA	5
METODOLOGIA DI VALUTAZIONE	8
VALUTAZIONE DEL RISCHIO	10
MISURE DI PREVENZIONE	11
CONCLUSIONI	12

DESCRIZIONE GENERALE DELL'AZIENDA

DATI AZIENDALI

Dati anagrafici

Ragione Sociale	GESAN S.r.l.
Attività economica	Realizzazione di reti telematiche ed informatiche
Codice ATECO	• 62.09 Realizzazione di reti telematiche ed informatiche, basate sulle diverse tecnologie
Attività soggetta a CPI	No
Rischio Incendio	Non basso
Lavoro Notturno	No
Codice Fiscale	02364520615
Partita IVA	02364520615
Categoria Primo Soccorso	Categoria B

Titolare/Rappresentante Legale

Nominativo	Russo Pasquale
------------	-----------------------

Sede Legale

Comune	Napoli
Provincia	NA
CAP	80143
Indirizzo	Centro direzionale Isola E4 SNC Palazzo Fadim IV P Int.401/P-402

Sede Operativa

Comune	San Nicola la Strada
Provincia	CE
CAP	81020
Indirizzo	Via Torino, 14

RELAZIONE INTRODUTTIVA

Il presente documento è relativo alla **valutazione del Rischio Microclimatico** negli ambienti di lavoro, intendendosi per MICROCLIMA il complesso dei parametri fisici ambientali che caratterizzano l'ambiente stesso e che, insieme con alcuni parametri individuali (quali l'attività metabolica e l'isolamento termico del vestiario) determinano gli scambi termici fra ambiente e lavoratori presenti.

La valutazione è stata effettuata in accordo con la norma internazionale UNI EN ISO 7730, che fornisce i metodi per prevedere la sensazione termica globale ed il grado di disagio (insoddisfazione termica) delle persone esposte ad ambienti termici moderati. La norma permette la determinazione analitica e l'interpretazione del benessere termico mediante il calcolo del **PMV** (voto medio previsto) e del **PPD** (percentuale prevista di insoddisfatti) ed i criteri di benessere termico locale, fornendo le condizioni ambientali considerate accettabili per il benessere termico globale e quelle che caratterizzano il disagio locale. È applicabile ad uomini e donne in salute esposti ad ambienti chiusi nei quali si cerca di raggiungere il benessere termico o nei quali ci sono piccole deviazioni rispetto alle condizioni di benessere, nella progettazione di ambienti nuovi o nella valutazione di quelli esistenti.

DEFINIZIONI RICORRENTI

Agli effetti del presente documento, si intende per:

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 confort.

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 termoigrometrici stressanti.

Indice PMV (Predicted Mean Vote - voto medio previsto): è un indice di confort termico (particolarmente adatto alla valutazione di ambienti lavorativi a microclima moderato) che rispecchia l'influenza delle variabili fisiche e fisiologiche sul confort 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 alloggiati 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. La relazione tra PMV e PPD è data dalla seguente espressione:

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

Temperatura operativa: è la temperatura uniforme di una cavità in cui il soggetto scambierebbe per convezione ed irraggiamento la stessa energia che effettivamente scambia nell'ambiente reale non uniforme. Numericamente è la media pesata della temperatura dell'aria e di quella media radiante, in cui le conduttanze unitarie radiative (abiti-superfici) e convettive (abiti-aria) costituiscono i coefficienti di peso:

$$T_o = \frac{\alpha_c T_a + \alpha_r T_{mr}}{\alpha_c + \alpha_r}$$

I due coefficienti si possono considerare molto prossimi per cui si ha:

$$T_o = \frac{T_a + T_{mr}}{2}$$

BENESSERE TERMICO

Il confort è definibile come la sensazione di benessere fisico e mentale o come la condizione in cui un individuo esprime soddisfazione nei confronti dell'ambiente che lo circonda.

In generale, una persona si trova in stato di benessere quando non percepisce alcun tipo di sensazione fastidiosa ed è quindi in una condizione di neutralità assoluta rispetto all'ambiente circostante.

Già dalla definizione è chiaro che il benessere è una quantità non misurabile analiticamente ma solo statisticamente perché dipende da troppe variabili di cui alcune strettamente soggettive e di natura psicologica.

CONFORT TERMICO

Il confort termico dipende da:

- parametri fisici: temperatura dell'aria, temperatura media radiante, umidità relativa, velocità dell'aria, pressione atmosferica;
- parametri esterni: attività svolta che influenza il metabolismo, abbigliamento;
- fattori organici: età, sesso, caratteristiche fisiche individuali;
- fattori psicologici e culturali.

In base alle condizioni sociali e ambientali, inoltre, si possono trovare diversi gradi di accettazione di situazioni non confortevoli. Trovandosi in una prolungata situazione di disagio, infatti, si possono ritenere "normali" anche situazioni ambientali che in contesti diversi sarebbero giudicate di malessere.

	ESTATE	INVERNO
Temperatura dell'aria	26°C	20°C
Umidità relativa	30% < U < 60%	30% < U < 50%
Velocità dell'aria	0,1 ÷ 0,2 m/s	0,05 ÷ 0,1 m/s
Temperatura effettiva	20 ÷ 22°C	16 ÷ 18°C

Tab. 1 - Limiti medi per condizioni igrotermiche ottimali

- **Temperatura dell'aria** (°C): intesa come temperatura di bulbo secco, è il fattore più importante nella determinazione del benessere termico.
- **Temperatura media radiante** (TMR, °C): è 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 TMR è il fattore che influenza maggiormente la sensazione di calore perché la radiazione che cade sulla cute ne attiva gli stessi organi sensori. Se il corpo è esposto a superfici fredde, una quantità sensibile di calore è emessa sotto forma di radiazione verso queste superfici, producendo una sensazione di freddo. La variazione di 1°C nella temperatura dell'aria può essere compensata da una variazione contraria da 0.5 a 0.8°C nella TMR: la condizione più confortevole è stata considerata quella corrispondente ad una TMR di 2°C più alta della temperatura dell'aria. Una TMR più bassa di 2 °C è pure tollerabile se la radiazione emessa dal corpo è quasi la stessa in tutte le direzioni e ciò avviene solo se le temperature superficiali dell'ambiente circostante sono praticamente uniformi.
Si definisce anche la **temperatura operativa** come la media fra la temperatura dell'aria e quella media radiante proprio per valutare con un unico valore gli scambi termici per convezione e irraggiamento.
- **Velocità dell'aria** (m/s): il movimento dell'aria produce effetti termici anche senza variazione della temperatura dell'aria e può favorire la dissipazione del calore, attraverso la superficie dell'epidermide, nei seguenti modi:
 - aumento della dissipazione del calore per convezione, fino a quando la temperatura dell'aria rimane inferiore a quella dell'epidermide;
 - accelerazione dell'evaporazione e quindi produzione di raffreddamento fisiologico; alle basse umidità (< 30 %) questo effetto è irrilevante in quanto si ha già una intensa evaporazione anche con aria ferma; alle alte umidità (> 80 %) l'evaporazione è comunque limitata e il movimento dell'aria non ha grandi effetti rinfrescanti. L'evaporazione può essere invece notevolmente accelerata alle medie umidità (40-50 %): se l'aria è ferma, lo strato più vicino all'epidermide si satura velocemente, impedendo un'ulteriore evaporazione, il movimento dell'aria invece può assicurare un ricambio e quindi una continua evaporazione.

L'utilizzo del movimento dell'aria per il raffrescamento può essere limitato dai suoi effetti fastidiosi, infatti, le reazioni medie soggettive alle varie velocità sono le seguenti:

- fino a 0.25 m/s: impercettibile;
- 0.25-0.50 m/s: piacevole;
- 0.50-1.00 m/s: sensazione di aria in movimento;
- 1.00-1.50 m/s: corrente d'aria da lieve a fastidiosa;
- oltre 1.50 m/s: fastidiosa.

Tutti gli ambienti sono soggetti a movimenti anche impercettibili dell'aria. La velocità minima è di 0,075 m/s ma si inizia a percepire il movimento dell'aria a 0,3 m/s. Alle temperature più alte anche 1 m/s è considerato piacevole ed una velocità sino a 1.5 m/s è tollerabile. Nella stagione fredda, all'interno di un locale riscaldato, la velocità dell'aria non dovrebbe superare i 0.25 m/s.

Non esiste per la velocità dell'aria un limite inferiore necessario per il benessere, esiste invece un limite massimo per la velocità media negli spazi occupati.

La velocità media dell'aria nella zona occupata non deve superare 0,25 m/s.

La ventilazione influisce anche sulla qualità dell'aria interna e quindi sulla salute degli occupanti.

- **Umidità relativa** (UR, %): è il rapporto fra la quantità di acqua contenuta in un Kg d'aria secca ad una certa temperatura e la quantità massima di acqua che potrebbe essere contenuta alla stessa temperatura dallo stesso kg d'aria. L'umidità dell'atmosfera, se non è estremamente alta o bassa, ha un effetto lieve sulla sensazione di benessere.

Alle temperature di benessere non c'è necessità di raffrescamento evaporativo mentre a temperature più alte questo diventa il mezzo più importante di dissipazione del calore. L'aria satura (100 % di UR) impedisce qualsiasi raffrescamento di tipo evaporativo. Quando l'UR è minore del 20 % le membrane mucose si seccano ed aumentano le possibilità di infezione.

A basse temperature l'aria molto secca accresce la sensazione di freddo in quanto l'umidità che raggiunge la superficie dell'epidermide evaporando provoca una spiacevole sensazione di freddo. Per temperature dell'aria superiori ai 32°C con UR oltre il 70 % si accentua la sensazione di caldo in quanto il sudore prodotto non può evaporare. In regime stazionario un aumento di UR del 10 % ha lo stesso effetto di un aumento di temperatura di 0,3 °C.

L'influenza dell'UR aumenta se ci si sposta fra ambienti con diverse quantità della stessa (cioè in regime dinamico) aumentando l'incidenza sulla sensazione di benessere fino a 2 o 3 volte.

- **Attività svolta** (tasso di metabolismo): il corpo produce costantemente calore in quantità variabile: "metabolismo" è il termine che descrive tali processi biologici. Il tasso di metabolismo è l'energia liberata per unità di tempo dalla trasformazione degli alimenti. La quantità richiesta dal corpo dipende dal livello di attività. Si esprime in Watt/mq di superficie corporea (circa 1,8 mq) o in "Met" (1 Met = tasso metabolico di una persona in riposo = 58 W/mq).

METABOLISMO ENERGETICO PER DIVERSE ATTIVITA' (UNI EN ISO 7730 – UNI EN ISO 8996)

Tipo di attività prevalente esercitata	MET
Distesi o sdraiati	0,8
Seduti, rilassati	1,0
Attività sedentarie (ufficio, abitazione, laboratorio, scuola)	1,2
In piedi, a riposo	1,2
In piedi, attività leggere (shopping, laboratorio, industria leggera)	1,6
In piedi, attività medie (commesso, lavori domestici, lavori alle macchine)	2,0
Attività pesante (lavoro pesante su macchinari, garage)	2,6
Camminare in piano alla velocità di 2 Km/h	1,9
Camminare in piano alla velocità di 3 Km/h	2,4
Camminare in piano alla velocità di 4 Km/h	2,8
Camminare in piano alla velocità di 5 Km/h	3,4

Nota: 1 MET = 58,15 Watt/mq

- **Isolamento termico del vestiario** (CLO): il vestiario influisce sulle perdite di calore per evaporazione, sugli scambi di calore per conduzione e irraggiamento. Il vestiario è

l'isolamento termico delle persone e il cambio del vestiario rappresenta il più efficace sistema cosciente di controllo sulle dispersioni termiche.

L'isolamento termico del vestiario è espresso in "Clo" (1 Clo = tenuta invernale tipica da interno = 0,155 mq K/W).

ISOLAMENTO TERMICO DEL VESTIARIO (UNI EN ISO 7730 – UNI EN ISO 9920)

Tipo di attività prevalente esercitata	CLO
Tipico abbigliamento tropicale: slip, pantaloncini, camicia a maniche corte, scarpe	0,30
Tipico abbigliamento leggero estivo	0,50
Slip, tuta, calzini, scarpe	0,70
Slip, camicia, tuta, calzini, scarpe	0,80
Slip, camicia, pantaloni, grembiule, calzini, scarpe	0,90
Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, calzini, scarpe	1,00
Tipico abbigliamento invernale per ambienti chiusi	1,00
Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, giacca termica, calzini, scarpe	1,20
Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, giacca con imbottitura pesante e tuta, calzini, scarpe, berretto e guanti	1,40
Completo invernale tipico	1,50
Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, camicia, pantaloni, giacca, giacca con imbottitura pesante e tuta, calzini, scarpe	2,00
Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, giacca termica e pantaloni, parka, parka con imbottitura pesante, tuta con imbottitura pesante, calzini, scarpe, berretto e guanti	2,55

Nota: 1 CLO = gradiente termico di 0,18 °C su un'area di 1 m² attraversata da un flusso termico di 1 Kcal/h

METODOLOGIA DI VALUTAZIONE

L'indice PMV (Predicted Mean Vote) è una funzione matematica di 6 parametri che esprime il valore medio dei voti di un campione significativo di persone su una scala di sensazioni termiche a 7 punti che varia da -3 a +3. La seguente Tabella 1 riporta, in funzione dei valori di PMV, i corrispondenti valori di PPD (Percentuale di lavoratori insoddisfatti) ed il corrispondente giudizio termico sull'ambiente di lavoro.

TABELLA 1 – Valori di PMV, PPD e valutazione ambiente termico.

PMV	PPD (%)	VALUTAZIONE AMBIENTE TERMICO
+ 3	100	MOLTO CALDO
+ 2	75.5	CALDO
+ 1	26.5	TIEPIDO
+ 0.50	10	BENESSERE TERMICO
0	0	
- 0.50	10	
- 1	26.5	FRESCO
- 2	75.5	FREDDO
- 3	100	MOLTO FREDDO

Il valore di **PMV** viene calcolato con una equazione complessa, in funzione dei seguenti parametri:

Ta: Temperatura dell'aria in °C

Tr: Temperatura media radiante in °C

Va: Velocità relativa dell'aria in m/s

Icl: Isolamento termico dell'abbigliamento in clo (1 clo = 0,155 m² K/W)

M: Metabolismo energetico, in watt per metro quadrato (W/m²)

Pa: Pressione parziale del vapor d'acqua, in pascal Pa

La umidità relativa Ur (%) è legata alla pressione parziale del vapor d'acqua dalla seguente relazione:

Pa = Ur x 10 x e^{(16,6536 - 4030,183/(Ta+235))}

La seguente Figura 1 rappresenta il grafico relativo alla equazione già riportata in precedenza:

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

L'indice PMV (Predicted Mean Vote) è una funzione matematica di 6 parametri che esprime il valore medio dei voti di un campione significativo di persone su una scala di sensazioni termiche a 7 punti che varia da -3 a +3.

L'indice PMV dovrebbe essere usato solo per valori di PMV compresi tra -2 e +2 e quando i sei parametri principali sono compresi nei seguenti intervalli:

- M** tra 46 W/m² e 232 W/m² (0,8 met e 4 met)
- Icl** tra 0 m² K/W e 0,310 m² K/W (0 clo e 2 clo)
- Ta** tra 10 °C e 30 °C
- Tr** tra 10 °C e 40 °C
- Var** tra 0 m/s e 1 m/s
- Pa** tra 0 Pa e 2700 Pa

Il calcolo del PMV consente di attribuire un voto a qualsiasi condizione ambientale. Per stabilire quale votazione sia considerata sufficiente viene introdotta un'ultima grandezza: la percentuale prevista di insoddisfatti (PPD - Predicted Percentage of Dissatisfied).

Viene definito convenzionalmente insoddisfatto un soggetto che dia una votazione all'ambiente maggiore o uguale a +2 o minore o uguale a -2, corrispondenti rispettivamente alle sensazioni di caldo e di freddo. Il responso è di carattere statistico, per cui anche in condizioni di neutralità si ha mediamente una certa percentuale di insoddisfatti o verso il caldo (2,5%) o verso il freddo (2,5%). Ciò significa che nelle migliori condizioni il 5% dei soggetti risulta insoddisfatto. Tale percentuale aumenta quando ci si allontani da condizioni di neutralità.

Nelle successive tabelle vengono riportati i diversi ambienti di lavoro per i quali è stato ritenuto necessario procedere alla valutazione del microclima mediante il metodo dell'indice PMV.

Per ogni ambiente vengono calcolati :

- o **PMV** (Voto Medio Previsto)
- o **PPD** (Percentuale prevista di insoddisfatti)
- o **To** (Temperatura operativa)

In funzione dei valori di PMV e PPD viene espresso un giudizio termico secondo i criteri illustrati nella tabella 1.

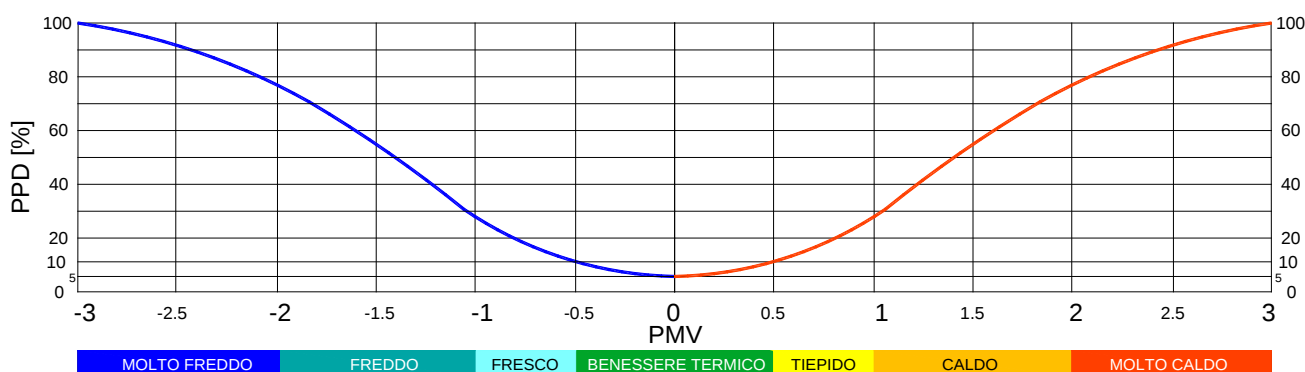


Figura 1 - Diagramma **PPD** (Percentuale prevista di insoddisfatti) in funzione del **PMV** (Voto Medio Previsto)

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

La presente valutazione è stata effettuata in base ai parametri ambientali stimati tra il periodo estivo e quello invernale in base al tipo di attività.

AMBIENTI DI LAVORO MODERATI - VALORI RILEVATI - RISULTATI DI CALCOLO

Nella seguente Tabella vengono riportati gli ambienti di lavoro con i parametri rilevati (prima parte) ed i valori calcolati di **To** (Temperatura Operativa), **PMV** (Predicted Mean Vote) e di **PPD** (Predicted Percentage of Dissatisfied).

Ta = Temperatura dell'aria (°C)

Tr = Temperatura media radiante (°C)

Va = Velocità dell'aria (m/sec)

Ur = Umidità relativa (%) **M** = Attività Metabolica (Met)

Icl = Isolamento Termico

Vestiario (clo)

DATI RILEVATI								RISULTATI			
Ambiente	Parametro	Ta (°C)	Tr (°C)	Va (m/s)	Ur (%)	M (met)	Icl (clo)	To (°C)	PMV	PPD (%)	GIUDIZIO TERMICO
	Range Applicabilità	10÷30	10÷40	0÷1	30÷60	0,8÷4	0÷2				
	Origine	Ta	Tr	Va	Ur	M	Icl				
Ufficio	Denominazione sede\Edificio\Piano TERRA	20	18	0,15	40	2	1	19	0,50	10,31	Tiepido
		20	18	0,15	40	2	1	19	0,50	10,31	Tiepido

Ne deriva:

Media

$-2 < PMV \leq -0,50, 5 < PMV \leq 2$

Rischio medio

MISURE DI PREVENZIONE

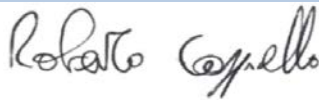
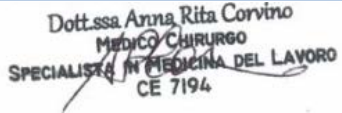
- Effettuare una misurazione strumentale (una nel periodo estivo e una nel periodo invernale) finalizzata a fornire precise indicazioni tecniche sul benessere termico dei luoghi di lavoro. Eventualmente per le misure di prevenzione da adottare e attuare, anche tenendo conto del parere del medico competente. I dati ottenuti dalla misurazione devono fare parte integrante della valutazione dei rischi.
- I lavoratori sono sottoposti a sorveglianza sanitaria.

CONCLUSIONI

Il presente documento di valutazione del rischio Microclima, composto da n. 12 pagine:

- è stato redatto ai sensi del D.Lgs. 81/08;
- sarà oggetto di aggiornamento periodico ove si verificheranno significativi mutamenti che potrebbero averlo reso superato.

La valutazione dei rischi è stata effettuata dal Datore di Lavoro che ricopre il ruolo di Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione con la collaborazione del Medico Competente ed il coinvolgimento preventivo del Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza.

Figure	Nominativo	Firma
Datore di lavoro	Sig. Russo Pasquale	
RSPP	Ing. Cappiello Roberto	
Medico competente	Dott.ssa Corvino Anna Rita	 Dott.ssa Anna Rita Corvino MEDICO CHIRURGO SPECIALISTA IN MEDICINA DEL LAVORO CE 7194
RLS	Sig.ra Pasquariello Immacolata	

Caserta, 10/02/2025