

Be sure. **testo**



# Guida pratica Misura del livello di comfort sul posto di lavoro

## Introduzione.

Diverse centinaia di milioni di persone nel mondo lavorano negli uffici. Molte di loro non sono soddisfatte delle condizioni climatiche in cui si trovano a lavorare. I reclami principali riguardano il comfort termico e la qualità dell'aria negli ambienti chiusi.

Simili reclami devono essere solitamente verificati da un tecnico interno/ della climatizzazione, che deve affrontare la sfida di valutare in modo oggettivo le percezioni termiche dei dipendenti al fine di stabilire se i reclami siano giustificati e, in tal caso, individuarne le cause ed eliminarle.

Da un punto di vista meramente aziendale, va da sé che i reclami devono essere presi sul serio in quanto le prestazioni lavorative dei dipendenti sono direttamente correlate alle condizioni ambiente del luogo di lavoro.

Lo scopo della presente guida pratica consiste nel fornire supporto ai responsabili del clima negli ambienti chiusi e nell'individuare dei metodi per valutare in modo oggettivo le impressioni soggettive riguardo al livello di comfort.



## Indice:

1. Che cos'è il comfort termico?	4
2. Motivi dell'utilizzo della tecnologia di misura per la valutazione termica sul posto di lavoro	5
3. Misure adottate dal tecnico della climatizzazione in caso di reclami	6
3.1 Preparazione	6
3.2 Misura della temperatura e dell'umidità dell'aria ambiente	7
3.3 Misura PMV/PPD	8
3.4 Misura della turbolenza e delle correnti d'aria	14
3.5 Altri criteri per valutare il livello di comfort	16
3.6 Valutare la qualità dell'aria negli ambienti chiusi	17
4. Che cosa rende uno strumento di misura ideale per la valutazione del livello di comfort nei luoghi di lavoro?	19
5. Conclusioni	22
6. Note	23

# 1. Che cos'è il **comfort termico**?

Il comfort termico svolge un ruolo decisivo nelle capacità fisiche e mentali delle persone.

La sensibilità del corpo umano al calore dipende sostanzialmente dall'equilibrio termico dell'organismo. Tale equilibrio termico è influenzato dall'attività fisica e dall'abbigliamento così come dai parametri atmosferici dell'ambiente.

Questi sono:

- Temperatura dell'aria
- Temperatura radiante
- Velocità dell'aria (correnti d'aria)
- Umidità

Il comfort termico è presente quando una persona ha una percezione termicamente neutra. Ciò accade quando si trovano gradevoli i parametri climatici (temperatura, umidità, correnti d'aria e irraggiamento di calore) attorno a sé e non si sente il bisogno di aria più calda o più fredda, più secca o più umida.

Il comfort termico dipende anche dal tipo di attività e dall'abbigliamento della persona.

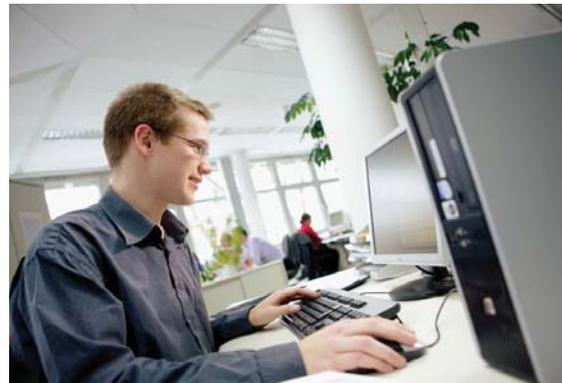


Fig. 1: Il comfort termico dipende da vari fattori.

## 2. Motivi dell'utilizzo della tecnologia di misura per la valutazione termica sul posto di lavoro

Il comfort termico sul posto di lavoro non è un lusso superfluo dei dipendenti, bensì un requisito di base per le prestazioni e la produttività. Il che spiega perché, da un punto di vista economico, sia necessario creare condizioni climatiche adeguate.

Se un dipendente lamenta un malessere sul lavoro, il tecnico interno / della climatizzazione deve sempre occuparsene con la massima priorità.

Utilizzando una tecnologia di misura appropriata, i commenti dei dipendenti a proposito del malessere termico possono essere trasformati in un risultato di misura oggettivo. La situazione può così essere valutata nel migliore dei modi.

Se i risultati di misura rientrano nell'intervallo normale, il tecnico interno o della climatizzazione può procedere escludendo qualsiasi configurazione scorretta dell'impianto HVAC.

L'analisi del malessere termico del dipendente deve allora essere spostata su un altro livello.

Potrebbero esserci altri motivi per i reclami; per esempio, l'insoddisfazione nei confronti del lavoro, problemi con i colleghi, questioni private o problemi di salute possono tutti avere un impatto sulla sensazione di comfort termico.

### **Vantaggi della tecnologia di misura professionale.**

1. Le percezioni soggettive sono valutate in modo oggettivo.
2. È possibile dimostrare che l'impianto HVAC funziona correttamente.
3. Le misure sono documentate e possono essere analizzate.
4. Se si utilizza uno strumento di misura di alta qualità, il dipendente che ha sollevato il reclamo si sente preso sul serio.

## 3. Misure adottate dal tecnico della climatizzazione in caso di reclamo

### 3.1 Preparazione

Se un dipendente si lamenta delle condizioni termiche sul posto di lavoro, la prima cosa da fare è prendere il reclamo seriamente e iniziare subito a indagare.

#### **Controllare l'impianto HVAC.**

Prima di condurre un'indagine dettagliata sul posto di lavoro, il tecnico dovrà esaminare le impostazioni dell'impianto HVAC tenendo presenti le domande seguenti: Qual è lo stato della centralina della temperatura dell'impianto HVAC? Qui, verificare la temperatura sul posto che viene trasmessa dai sensori di temperatura nella stanza. Oppure sono state apportate modifiche recenti alle impostazioni dell'impianto HVAC?

#### **Indagine iniziale sul posto di lavoro.**

Prima di iniziare una valutazione dei criteri di comfort sul posto di lavoro, occorre verificare l'esatta natura del reclamo del dipendente. Fa troppo freddo, troppo caldo, l'aria è troppo

secca, troppo umida oppure è esposto a correnti d'aria? I problemi sono permanenti o si manifestano solo in determinate ore del giorno?

#### **Condizioni sul posto.**

Per farsi un'idea iniziale sul posto, prestare attenzione a quanto segue:

- Sensori di temperatura non installati correttamente nella stanza (alla luce diretta del sole, coperti, vicino a correnti d'aria). Questo causerà un feedback scorretto alla centralina dell'impianto HVAC.
- Bocchette dell'aria ostruite/sporche
- Finestre aperte
- Modifiche strutturali



Fig. 2: Bocchetta dell'aria ostruita.

### 3.2 Misura della temperatura e dell'umidità dell'aria ambiente

Indipendentemente dal reclamo del dipendente, è utile ottenere alcune informazioni iniziali in merito alle condizioni climatiche effettuando una semplice misura della temperatura/umidità nella stanza.

#### **Processo di misura con lo strumento di misura multifunzione testo 480.**

Posizionarsi nel centro della



Fig. 3: Misurare la temperatura e l'umidità dell'aria ambiente usando lo strumento di misura del clima testo 480.

stanza con testo 480. Far oscillare leggermente avanti e indietro la sonda igrometrica dell'aria ambiente a un'altezza di circa 60 cm (velocità circa 1,5 m/s) finché i valori visualizzati non si stabilizzano. Fare attenzione a non alterare la misura con il respiro.

#### **Risultato/interpretazione della misura.**

Il risultato di misura è costituito dalla temperatura dell'aria in °C e dall'umidità relativa in %. Una persona in un ufficio prova generalmente un comfort maggiore a una temperatura di 22 – 24 °C e con un'umidità dell'aria ambiente del 40% – 60%.

La norma DIN EN 15251 Categoria II consente temperature massime di 26 °C in modalità raffreddamento e 20 °C in modalità riscaldamento, con un'umidità del 25% - 60%.

Questa misura viene usata per ottenere alcune informazioni iniziali sul clima negli ambienti chiusi. Se i valori misurati si discostano già notevolmente dal suddetto intervallo del livello di comfort, per il momento non sono necessarie ulteriori indagini. Con ogni probabilità, il problema sarà causato da un malfunzionamento dell'impianto HVAC.

## Misura del livello di comfort sul posto di lavoro

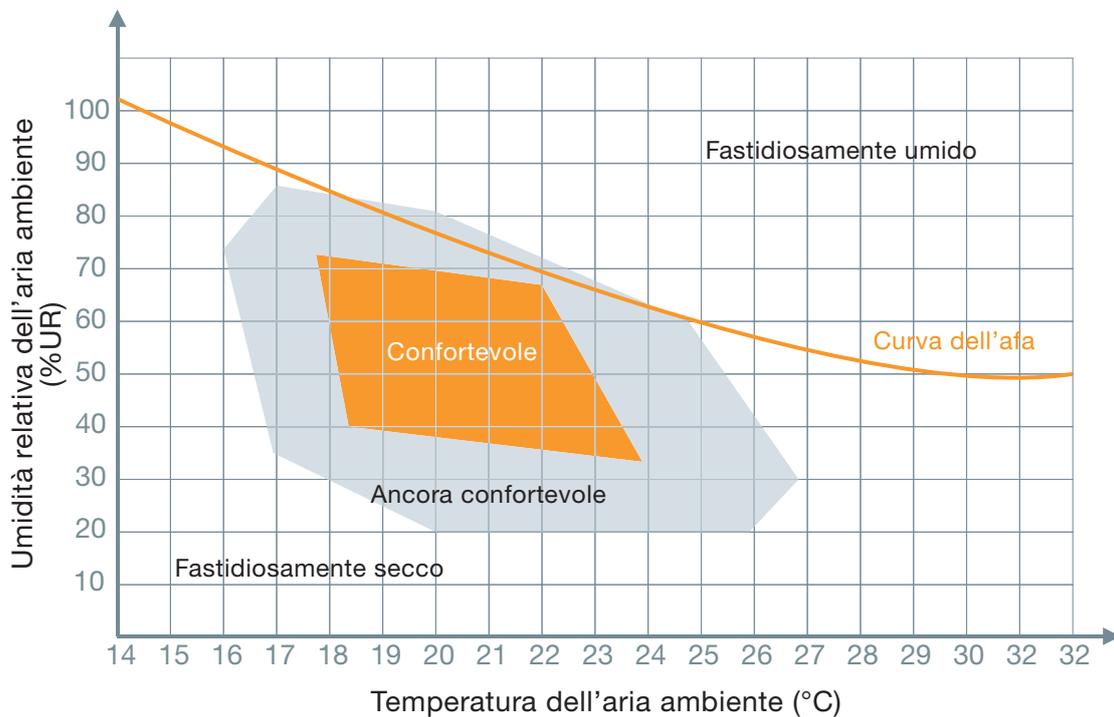


Fig. 4: Presentazione grafica del livello di comfort rispetto all'umidità dell'aria ambiente e alla temperatura dell'aria ambiente.

### 3.3 Misura PMV/PPD

Il valore PMV/PPD fornisce un esame integrato dei fattori termici nelle rispettive condizioni ambiente e di lavoro sul luogo di lavoro. Il risultato di misura è un'indicazione oggettiva in merito al livello di comfort termico.

#### **PMV (Predicted Mean Vote).**

Il PMV è una misura della percezione termica media di un ampio gruppo di persone. Questo valore è calcolato sulla base dei parametri

- Temperatura ambiente
- Temperatura radiante
- Flusso
- Umidità relativa e valori di input
- Coefficiente di abbigliamento
- Dispendio metabolico

### **Coefficiente di abbigliamento.**

L'abbigliamento influisce sull'equilibrio termico di una persona. Esso costituisce lo strato di confine tra il corpo e il clima negli ambienti chiusi e ha quindi un impatto diretto sul comfort termico. Da un punto di vista fisico, l'abbigliamento è caratterizzato dall'indice di resistenza termica tra la pelle e l'ambiente circostante.

Il PPD descrive la percentuale prevista di persone insoddisfatte nei confronti delle condizioni climatiche negli ambienti chiusi. Tale valore è espresso in percentuale e non scende al di sotto del 5% di persone insoddisfatte, in quanto è impossibile specificare un clima ambiente che soddisfi chiunque a causa della varianza tra le persone.

### **Dispendio metabolico.**

Il dispendio metabolico è un parametro che è correlato all'attività svolta. Una persona completamente a riposo ha un tasso metabolico di  $M = 0,8$  met (met = metabolic rate = unità metabolica, 1 met = 58 W/m<sup>2</sup> di superficie corporea).

### **PPD (Predicted Percentage Dissatisfied).**

<b>Parametri di misura e sonde raccomandate.</b>		
<b>Parametro di misura</b>	<b>Codice</b>	<b>Descrizione</b>
Temperatura (radiante)	0602 0743	Termometro a bulbo
Temperatura dell'aria	0632 1543	0632 Sonda IAQ (raccomandata) o sonda termo/igrometrica (codice 0636 9743)
Umidità relativa		
Velocità dell'aria	0628 0143	Sonda del livello di comfort

Tabella 1: Parametri di misura con le sonde appropriate.

## Misura del livello di comfort sul posto di lavoro

Parametri per il calcolo PMV/PPD	
<b>Parametro di misura</b>	<b>Campo di misura</b>
Attività svolta Dispendio metabolico	0,1 ... 4,0 met (met = Metabolic Rate, valutazione dell'attività umana)
<b>Parametro [met]</b>	<b>Descrizione</b>
0,1 - 0,7	Sdraiati, rilassati
0,8 - 0,9	Seduti, rilassati
1,0 - 1,1	Attività da seduti
1,2 - 1,5	In piedi
1,6 - 1,7	In piedi, attività leggera
1,8 - 1,9	In piedi, attività moderata
2,0 - 2,3	Camminata lenta
2,4 - 2,9	Camminata veloce
3,0 - 3,4	Attività faticosa
3,4 - 4,0	Attività molto faticosa
<b>Parametro di misura</b>	<b>Campo di misura</b>
Coefficiente abbigliamento	0,1 ... 3,0 clo (clo = Clothing factor, valutazione dell'abbigliamento)
<b>Parametro [clo]</b>	<b>Descrizione</b>
0 - 0,02	Nessun abbigliamento
0,03 - 0,29	Indumenti intimi
0,30 - 0,49	Pantaloni corti e maglietta
0,50 - 0,79	Pantaloni lunghi e maglietta
0,80 - 1,29	Abbigliamento da lavoro leggero
1,30 - 1,79	Abbigliamento da lavoro caldo
1,80 - 2,29	Giacca o cappotto
2,30 - 2,79	Abbigliamento invernale caldo
2,80 - 3,00	Abbigliamento invernale molto caldo

Tabella 2: Parametri per il calcolo PMV/PPD.

**Processo di misura con testo 480.**

1. Lo strumento di misura del clima testo 480 con le sue sonde viene installato nel posto di lavoro oggetto del reclamo. Le sonde sono posizionate all'altezza di lavoro del dipendente. (La norma DIN EN ISO 7730 non specifica l'altezza di misura.)
2. Prima di iniziare la misura PMV/PPD effettiva, bisogna prendere in considerazione il tempo necessario a stabilizzare la misura della sonda a bulbo (circa 20 – 30 min.). Pertanto, per la temperatura del bulbo è stato definito un ritardo per il raggiungimento di un valore fisso prima dell'inizio del programma di misura. .
3. Il programma di misura PMV/PPD guida il tecnico attraverso la misura passo dopo passo. Oltre all'indice di abbigliamento e all'attività, bisogna definire anche il periodo di misura e il ciclo di misurazione. Questi ultimi dipendono principalmente dal rispettivo tipo di misura o dalla natura del reclamo.



Fig. 5: Spesso una misura relativamente rapida è sufficiente a delineare le condizioni termiche.



Fig. 6: Le condizioni termiche sono subito evidenti a colpo d'occhio.

### Ciclo di misurazione/periodo di misura.

Se un dipendente lamenta un malessere permanente generale sul posto di lavoro, una misura rapida della durata di qualche minuto è spesso sufficiente per farsi un'idea delle condizioni termiche. Tuttavia, se il dipendente è insoddisfatto delle condizioni termiche in maniera discontinua, in diversi momenti della giornata, allora sarà opportuno eseguire una misura prolungata nell'arco dell'intera giornata lavorativa. La programmazione dell'impianto HVAC, in funzione dei giorni, può causare un malessere termico momentaneo. Il ciclo di misurazione selezionato per la misura prolungata deve essere relativamente ristretto (5 – 30 s), in quanto un maggior numero di dati permette di condurre un'indagine più precisa in termini di tempo. Con una memoria in grado di contenere fino a 60 milioni di letture, testo 480 può anche documentare volumi di dati molto elevati.

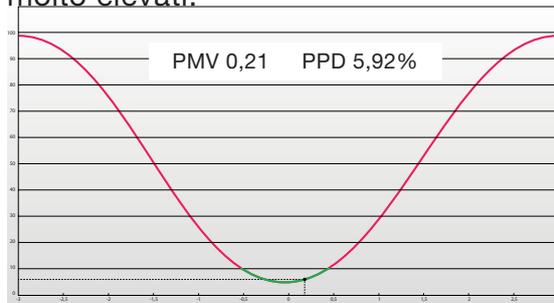


Fig. 7: Estratto del protocollo di misura di testo 480.

### Risultato/interpretazione della misura.

Indipendentemente dal fatto che si stia svolgendo una misura relativamente breve o una misura prolungata nell'arco della giornata, una volta concluso il programma di misura si otterrà un valore PMV/PPD calcolato come media sul rispettivo periodo di misura.

In talune circostanze, questo può fornire informazioni sufficienti.

Avete però anche la possibilità di eseguire un'analisi dei singoli valori PMV/PPD al fine di filtrare i valori che, nel caso di una misura prolungata, risultano essere al di fuori dell'intervallo normale soltanto in un dato momento. Questo può essere fatto in tutta comodità usando il software testo EasyClimate fornito in dotazione.

#### Scala valutazione climatica PMV

+3	molto caldo
+2	caldo
+1	leggermente caldo
0	neutro
-1	leggermente freddo
-2	freddo
-3	molto freddo

Table 3: Scala di valutazione climatica PMV.

Il risultato di misura è un valore compreso tra +3 e -3 e si riferisce all'ambiente circostante. Un valore PMV compreso tra -0,5 e +0,5 equivale al comfort termico. La valutazione può essere effettuata sotto forma di grafico o di tabella. La Figura 7 mostra il risultato di misura sotto forma di grafico, in cui un valore PMV di 0,21 e un valore PPD di 5,92% sono mostrati come punto blu sulla linea verde. Tutti i valori sulla linea verde corrispondono al comfort termico di Categoria B secondo la norma DIN EN ISO 7730.

Se il valore PMV è al di fuori del limite di  $\pm 0,5$ , è necessario condurre un'analisi delle cause. Per prima cosa, i risultati di misura dei singoli

parametri temperatura del globo, temperatura della stanza, umidità e velocità dell'aria devono essere esaminati più da vicino (v. Tabella 4). Se per esempio si rileva una notevole differenza di temperatura tra la temperatura della stanza e del globo, la causa potrebbe essere un elevato irraggiamento solare attraverso la finestra.

A seconda di quali parametri individuali si discostano dalla norma, le cause potrebbero essere componenti difettosi, un'impostazione scorretta dell'impianto HVAC oppure le condizioni ambiente sul posto (ad es. bocchette dell'aria, finestre, modifiche strutturali).

Tipo di stanza	Attività in met	Coefficiente di abbigliamento in clo		Catego- ria	Temperatura di lavoro (del globo) in °C		Velocità dell'aria media max. in m/s	
		Estate	Inverno		Estate	Inverno	Estate	Inverno
Ufficio singolo Ufficio open space Sala conferenze Auditorium Caffetteria / ristorante Classe	1.2	0.5	1.0	B	24.5 ± 1.5	22.0 ± 2.0	0.19	0.16

La velocità dell'aria media massima si basa su una turbolenza del 40% e su una temperatura dell'aria uguale alla temperatura del globo. Per i mesi estivi e invernali si utilizza rispettivamente un'umidità relativa del 60% o del 40%. Al fine di determinare la velocità dell'aria media massima si seleziona la temperatura più bassa dell'intervallo per i mesi sia estivi che invernali.

Tabella 4: Estratto della norma DIN EN ISO 7730.

### 3.4 Misura di turbolenza e correnti d'aria

Oltre alla misura PMV/PPD, esistono anche altri metodi di misura per valutare i reclami dei dipendenti in modo oggettivo. Per esempio, se un dipendente si lamenta in maniera specifica per le correnti d'aria, si potrà sempre effettuare una misura della turbolenza o del rischio di correnti d'aria.

#### Definizione dei parametri di

**misura.** La misura è una registrazione non direzionale delle velocità dell'aria per mezzo della sonda del livello di comfort. La sonda del livello di comfort di Testo è conforme ai requisiti tecnici della norma DIN 1946 Part 2/ EN 13779.

#### Turbolenza.

La turbolenza descrive l'uniformità o non uniformità della velocità dell'aria ed è necessaria per calcolare il rischio di correnti d'aria. Per calcolare la turbolenza occorre misurare la deviazione standard ( $S_v$ ) del valore della velocità dell'aria determinato.

$$T_u = \frac{S_v}{\bar{v}} * 100 \text{ [%]}$$

$S_v$  = deviazione standard dei valori istantanei della velocità dell'aria

$\bar{v}$  = velocità dell'aria media



Fig. 8: Prima misura delle correnti d'aria a un'altezza di 0,1 m da terra.



Fig. 9: Seconda misura delle correnti d'aria all'altezza del tavolo (0,6 m).

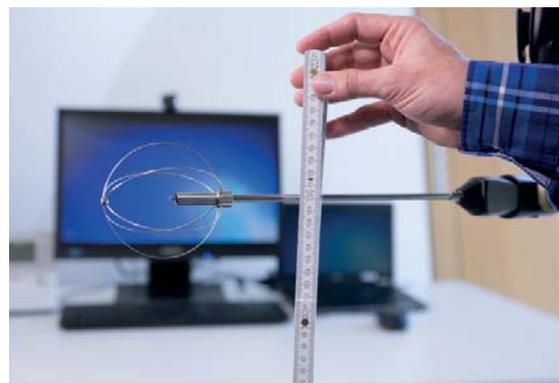


Fig. 10: Terza misura delle correnti d'aria sopra la scrivania a un'altezza di 1,1 m.

### Correnti d'aria.

L'indice DR rappresenta la percentuale prevista di utenti insoddisfatti della stanza a causa della velocità dell'aria troppo elevata. Il calcolo include la temperatura dell'aria ambiente ( $t_a$ ), la velocità dell'aria media ( $v$ ) e la turbolenza ( $T_u$ ).

$$DR = (34 - t_a)(v - 0,05)^{0,62} (0,37 \times v \times T_u + 3,14) [\%]$$

DR = indice delle correnti d'aria  
 $t_a$  = temperatura dell'aria locale [°C]  
 $v$  = velocità dell'aria media locale [m/s]  
 $T_u$  = turbolenza locale [%]  
 (variabile calcolata)

### Misura.

I seguenti requisiti devono essere soddisfatti per la misura:

- Sensore di flusso termico rapido, senza massa (sonda del livello di comfort)
- Tre altezze di misura in funzione dell'attività  
 Attività in piedi:  
 0,1 m/1,10 m/1,70 m  
 Attività da seduti:  
 0,1 m/0,6 m/1,10 m
- Periodo di misura: 180 secondi per altezza di misura (raccomandato)
- Ciclo di misurazione: 1 secondo

### Risultato/interpretazione della misura.

Con testo 480, si ottiene il seguente protocollo di misura:



Fig. 11: Estratto del protocollo di misura.

Qui si possono visualizzare la velocità dell'aria media misurata, la temperatura media e anche la turbolenza e l'indice DR calcolati su tale base. Nell'esempio abbiamo un indice DR del 7%.

Un indice DR massimo ammissibile secondo la norma DIN EN ISO 7730 – Categoria B corrisponde al 20%. È dunque possibile assegnare un indice DR della norma DIN EN ISO 7730 – Categoria B a questa locazione di misura.

### 3.5 Altri criteri per valutare il livello di comfort

#### **Differenza verticale della temperatura dell'aria.**

Un'elevata differenza verticale della temperatura dell'aria nella parte compresa tra la testa e le caviglie può essere causa di malessere.

#### **Misura.**

Per verificare la differenza verticale della temperatura dell'aria è sufficiente una misura spot della temperatura differenziale tra l'altezza della testa (1,10 m) e delle caviglie (0,10 m) di una persona seduta.

#### **Risultato/interpretazione della misura.**

Per poter soddisfare i criteri di confort secondo la norma DIN ISO 7730-Categoria B, la differenza di temperatura deve essere inferiore a 3 K.

#### **Pavimenti caldi e freddi.**

Se il pavimento è troppo caldo o troppo freddo, le persone nella stanza possono provare malessere a causa della sensazione di caldo o freddo ai piedi. Per chi indossa calzature leggere adatte per interni, il fattore decisivo per il livello di comfort non è tanto il materiale del pavimento quanto piuttosto la sua temperatura.

#### **Misura.**

La temperatura del pavimento può essere determinata con testo 480 e una sonda per superfici (sonda con banda trasversale) o ancora più rapidamente con uno strumento di misura a infrarossi.



Fig. 12: Misura a livello del pavimento.

**Risultato/interpretazione della misura.** Secondo la norma DIN EN ISO 7730, la temperatura del pavimento deve essere compresa tra 19 e 29 °C.

### 3.6 Valutare la qualità dell'aria negli ambienti chiusi

Oltre al comfort termico, un fattore importante per il livello di comfort è anche il mantenimento della qualità dell'aria negli ambienti chiusi. La concentrazione di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) è un indicatore chiave di una “buona” qualità dell'aria. Una “scarsa” qualità dell'aria derivante da un'eccessiva concentrazione di CO<sub>2</sub> causa stanchezza, mancanza di concentrazione e può persino far ammalare.



Fig. 13: Misurare la qualità dell'aria negli ambienti chiusi usando testo 480.

#### Misura.

Posizionare testo 480 al centro della stanza, come descritto nella misura di temperatura/umidità della stanza, e tenere la sonda al di fuori della propria “atmosfera” (altezza 0,6 m). A seconda del reclamo, sarà possibile formulare un parere iniziale già dopo un breve periodo di stabilizzazione della sonda CO<sub>2</sub> (circa 30 – 60 s). Per la misura della CO<sub>2</sub>, è solitamente utile effettuare una misura prolungata nell'arco di una giornata lavorativa. In seguito, è possibile eseguire una valutazione tramite software per analizzare in quale momento del giorno vengono raggiunte concentrazioni elevate e se l'impianto di climatizzazione sta fornendo un appropriato ricambio d'aria. Sulla base della concentrazione di CO<sub>2</sub> si possono trarre anche conclusioni in merito alle abitudini di aerazione degli utenti della stanza.

#### Risultato/interpretazione della misura.

La Tabella 5 elenca i valori di riferimento consentiti per la concentrazione di CO<sub>2</sub>. Nella pratica, la concentrazione di CO<sub>2</sub> sul posto di lavoro non deve superare i 1000 ppm (secondo Pettenkofer). Per raggiungere la corretta qualità dell'aria negli ambienti chiusi, si deve rispettare un coefficiente di ricambio d'aria di almeno 50 m<sup>3</sup>/h per utente della stanza.

## Misura del livello di comfort sul posto di lavoro

Concentrazione di CO <sub>2</sub> – valori di riferimento		
CO <sub>2</sub> Vol%	CO <sub>2</sub> ppm	Descrizione
0,033 ... 0,04	330 ... 400	Aria fresca in campagna
0,07	700	Aria in città
0,1	1.000	Valore limite negli uffici, valore massimo secondo Pettenkofer
0,5	5.000	Valore MAC
0,7	7.000	Valore massimo nei cinema dopo lo spettacolo
2	20.000	Valore di tolleranza fisiologica a breve termine
2 ... 4	20.000 ... 40.000	Respiro affannato, battito accelerato
4 ... 5.2	40.000 ... 52.000	Aria espirata
4 ... 8	40.000 ... 80.000	Mal di testa, vertigini
8 ... 10	80.000 ... 100.000	Convulsioni, rapida perdita di conoscenza, una candela accesa si spegne
20	200.000	Letale in pochi secondi

Tabella 5: Valori di riferimento per la concentrazione di CO<sub>2</sub>.

La curva mostra la percentuale di persone che sono insoddisfatte della qualità dell'aria negli ambienti chiusi in presenza di una particolare concentrazione di CO<sub>2</sub>.

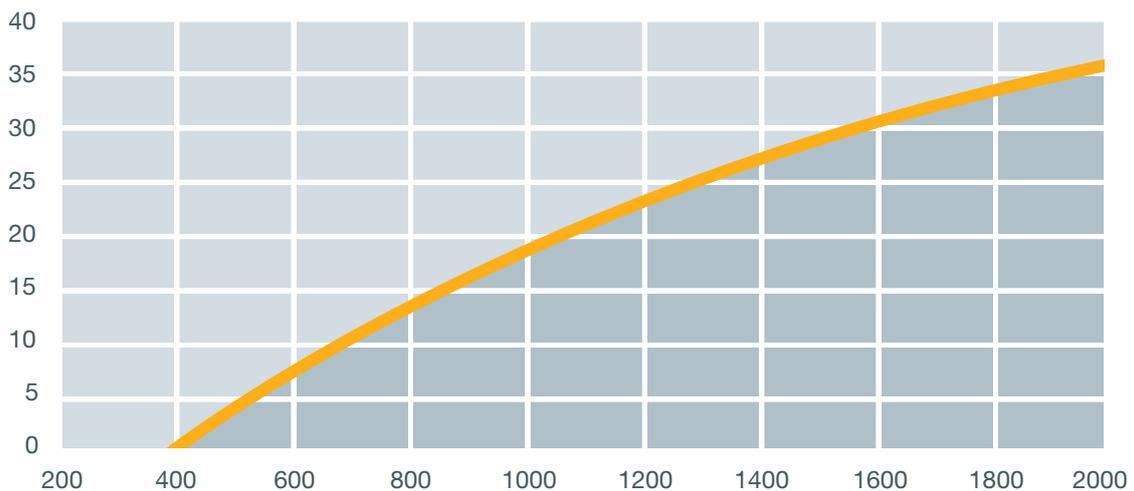


Fig. 14: Percentuale di persone insoddisfatte in presenza di una particolare concentrazione di CO<sub>2</sub>.

## 4. Perché è lo **strumento di misura ideale** per la valutazione del livello di comfort nei luoghi di lavoro?

Nel campo della misura del clima esistono vari produttori di strumenti di misura della temperatura e del clima. Tuttavia, la misura del livello di comfort sul posto di lavoro è qualcosa più di una “semplice” misura della temperatura o dell’umidità in loco. Quindi, in aggiunta ai normali criteri di selezione, ci si dovrà concentrare soprattutto sui seguenti fattori di scelta prima di acquistare uno strumento di misura del clima:

1. Quali parametri di misura si possono registrare?
2. Posso utilizzare lo strumento di misura per eseguire misure conformi agli standard? Quale assistenza riceverò?
3. È possibile effettuare misure prolungate (capacità di memoria, durata della batteria, alimentatore) senza problemi?
4. Esistono software per analizzare le mie misure?
5. Come posso documentare le mie misure?



Fig. 15: Strumento di misura multifunzione testo 480.

### **La soluzione: lo strumento di misura multifunzione testo 480.**

#### **1. Quali parametri di misura si possono registrare?**

testo 480 registra tutti i parametri relativi al clima:

- Temperatura dell’aria
- Temperatura del bulbo
- Temperatura di superficie
- Umidità
- Flusso (turbolenza, correnti d’aria)
- CO<sub>2</sub>
- Pressione
- Illuminamento
- Ulteriori parametri calcolati, come ad esempio punto di rugiada, temperatura differenziale ecc.

testo 480 può essere personalizzato con sonde adeguate al tipo di misura.



Fig. 16: testo 480 può essere dotato di molte sonde.

**2. Posso utilizzare lo strumento di misura per eseguire misure conformi agli standard? Quale assistenza riceverò?**

In particolare nel campo della misura del livello di comfort, testo 480 offre all'utente un'assistenza molto comoda con programma di misura integrati che forniscono orientamenti passo dopo passo attraverso la misura. È possibile usare il programma di misura PMV/PPD per ottenere un risultato di misura

chiaro e oggettivo in conformità con la norma DIN EN ISO 7730.

La misura della turbolenza secondo la norma EN 13779 per il calcolo del rischio di correnti d'aria può essere svolta anche in maniera intuitiva.

**3. È possibile effettuare misure prolungate senza problemi?**

testo 480 è ideale per le misure prolungate. Non solo dispone di una memoria interna molto ampia

in grado di registrare 60 milioni di letture, ma le misure possono anche essere effettuate su periodi di tempo prolungati usando la potente batteria ricaricabile agli ioni di litio o l'alimentatore fornito in dotazione.



Fig. 17: Software di analisi delle misure.

#### 4. Esistono software per analizzare le mie misure?

I risultati di misura possono essere trasferiti direttamente a un PC via cavo USB, e presentati e analizzati con la massima semplicità usando il software testo EasyClimate software fornito in dotazione. Il software aiuta a filtrare e valutare i dati di misura, in particolare quando si eseguono misure prolungate.

#### 5. Come posso documentare le mie misure?

I risultati di misura sono trasmessi a un PC tramite USB o scheda SD e sono poi trasferiti a un report finale di misura in pochi clic.

Possono essere personalizzati usando il report designer in dotazione.

Se necessario, i risultati di misura possono anche essere stampati direttamente sul posto usando la stampante rapida, che è disponibile come opzione.



Fig. 18: Estratto del software.

## 5. Conclusioni

Con l'aumentare dei posti di lavoro dotati di aria condizionata negli edifici nuovi o restaurati per aumentarne l'efficienza energetica, aumentano anche i reclami dei dipendenti per il malessere termico sul posto di lavoro.

Senza la tecnologia di misura appropriata, è praticamente impossibile per i tecnici interni / della climatizzazione rilevare la differenza tra malessere personale e reali effetti negativi sul clima negli ambienti chiusi. Tuttavia, ciò è assolutamente necessario per eliminare sistematicamente qualsiasi impatto negativo derivante dagli impianti HVAC. L'implementazione semplice ed economica della procedura di misura supera di gran lunga i rischi che possono derivare da una configurazione inadeguata o scorretta della tecnologia di ventilazione e climatizzazione negli edifici.

Con lo strumento di misura del clima testo 480 e la sua ampia gamma di sonde, i responsabili possono registrare, analizzare e documentare tutti i parametri chiave in modo rapido ed efficiente e adottare così tutte le misure correttive del caso.

**DRAWINGCAD**  
Soluzioni per la tua Professione

Via San Leonardo, 120  
(traversa Migliaro)  
84131 Salerno (SA) Italia  
tel./fax 089 33 51 98  
e-mail: [info@misureambientali.it](mailto:info@misureambientali.it)  
sito internet: [www.misureambientali.it](http://www.misureambientali.it)