



Sistema di Riferimento  
Veneto per la Sicurezza  
nelle Scuole

# MICROCLIMA

**MODULO A**  
Unità didattica

**A6.7**

**CORSO DI FORMAZIONE  
RESPONSABILI  
E ADDETTI SPP  
EX D.Lgs. 195/03**

# MICROCLIMA

## Definizioni

---



### CLIMA

Fattori atmosferici e geografici che determinano le condizioni meteorologiche di un luogo

---



### MICROCLIMA

Condizioni climatiche di ambienti chiusi o ristretti influenzate sia dal clima esterno sia da fattori interni, quali la presenza di persone o la presenza di un ciclo tecnologico

# MICROCLIMA

## Normativa



### Ambienti di lavoro

- difesa agenti atmosferici
- ricambio dell'aria naturale
- difesa contro l'umidità

**D.Lgs. 81/08**  
**Art. 63 e all. IV**

### Temperatura

- temperatura adeguata all'attività
- grado di umidità e movimento dell'aria
- temperatura locali di riposo
- difesa contro l'irraggiamento solare eccessivo
- difesa contro le temperature troppo alte o troppo basse con misure localizzate.

### Umidità

- limitazione dell'umidità dell'aria eccessiva, a causa delle condizioni di lavoro, entro limiti minimi.

# MICROCLIMA

## Normativa



**D.Lgs. 81/08**  
**Art. 63 e all. IV**

### Valutazione dei rischi

- valutazione e programmazione delle misure di prevenzione difesa agenti atmosferici

### Soluzioni praticabili

- DPI contro il caldo ed il freddo
- Difesa agenti atmosferici

## **MICROCLIMA**

### **Normativa e Standard**



**Le leggi vigenti, salvo alcune eccezioni, non fissano i limiti da considerare ottimali per garantire condizioni di comfort nei luoghi di lavoro.**

**Le indicazioni fornite dagli standard nazionali e internazionali sono normalmente utilizzate per valutare l'idoneità dei luoghi di lavoro e tali indicazioni sono state ritenute valide, in più casi, anche dalla suprema Corte di Cassazione.**

## MICROCLIMA

### Benessere termico



La maggior parte della popolazione trascorre  
**l'80 – 90 % del tempo in ambienti chiusi.**

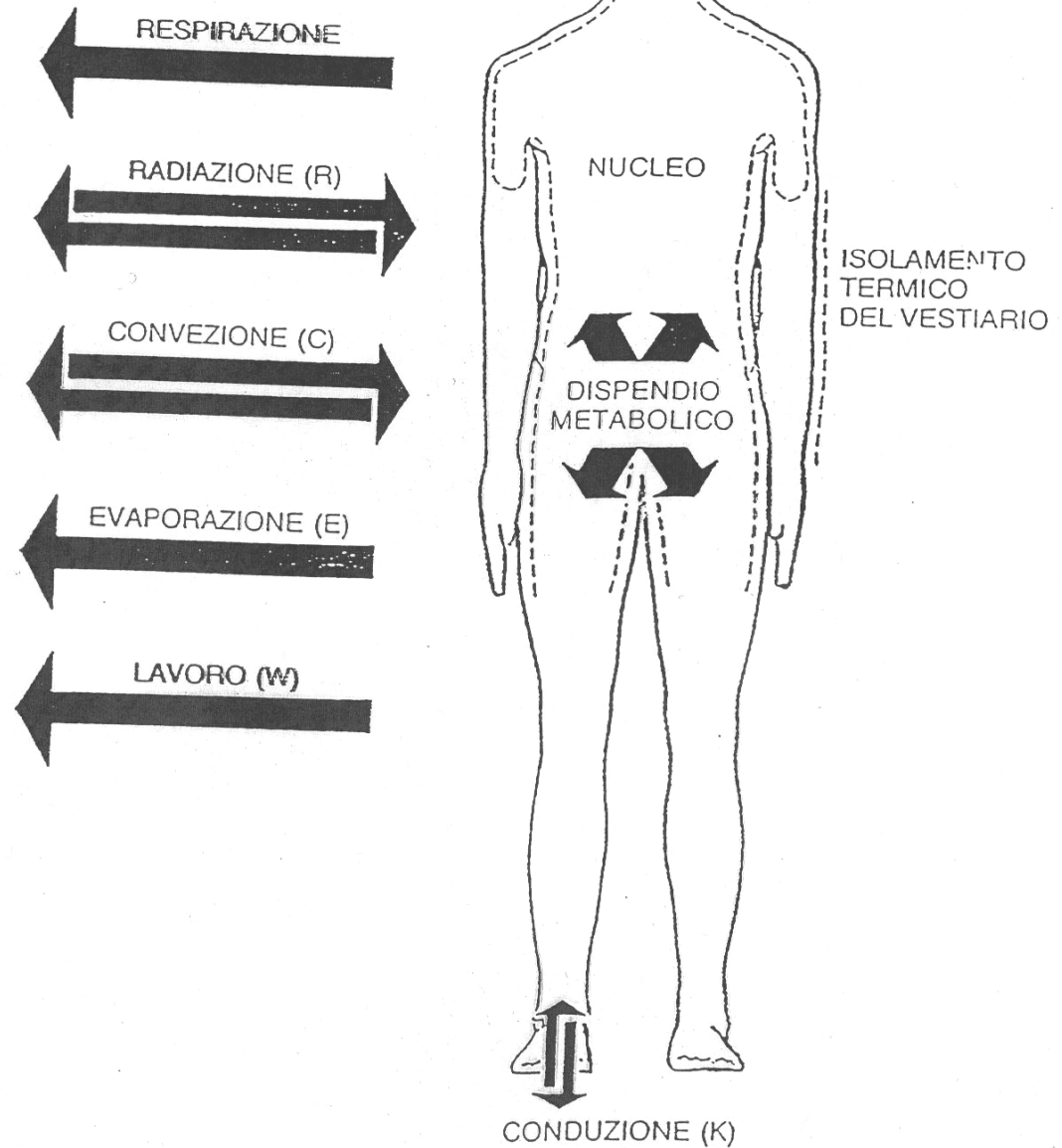
Il microclima condiziona lo **scambio termico tra uomo e ambiente** necessario a mantenere costante la temperatura corporea (10–20% lavoro, 80–90% calore)

### Benessere termico

Condizioni in cui l'organismo riesce a mantenere l'equilibrio termico (**OMEOTERMIA**) senza l'intervento del sistema di termoregolazione propria.

# MICROCLIMA

## Scambi di energia tra uomo e ambiente



# MICROCLIMA

## Meccanismi di termoregolazione

### TERMOGENESI

Contrazioni muscolari (brividi)  
Vasocostrizione periferica  
Accelerazione del metabolismo  
dei carboidrati

### TERMOLISI

Vasodilatazione  
Sudorazione  
Aumento della ventilazione  
polmonare

**TEMPERATURA CORPOREA:  $36,7 \text{ } ^\circ\text{C} \pm 0,2$**



# MICROCLIMA

## Bilancio termico

$$BT = M - W \pm R \pm C - E \pm K - Resp$$

- M: energia metabolica prodotta dalle reazioni biochimiche
- W: energia ceduta sottoforma di lavoro meccanico
- C: calore scambiato per convezione
- R: calore scambiato per irraggiamento
- K: calore scambiato per conduzione
- E: calore ceduto per evaporazione
- Resp: calore ceduto per respirazione

**BT=0 omeotermia condizione di benessere**

**BT>0 aumento della temperatura corporea**

**BT<0 diminuzione della temperatura corporea**

# MICROCLIMA

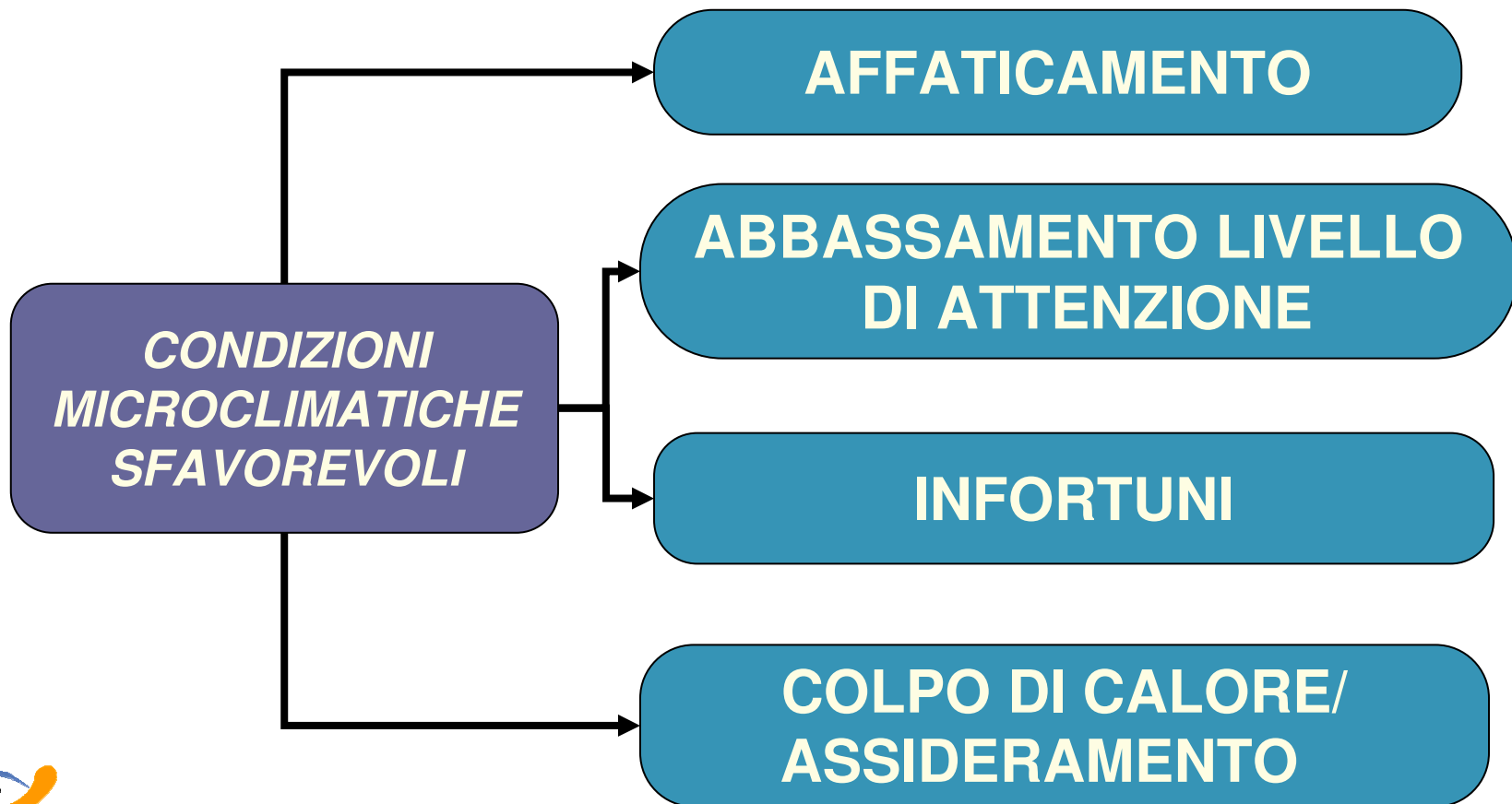
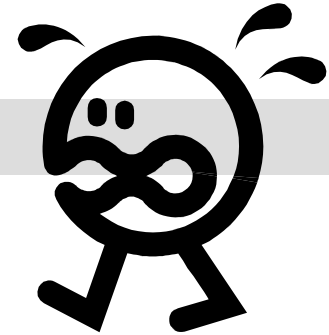
## Equilibrio termico

### EQUILIBRIO TERMICO $BT \rightarrow 0$

<b>BT=0</b> minimo sforzo termoregolazione	<b>BENESSERE</b>
<b>BT=0</b> discreto sforzo termoregolazione	<b>DISAGIO</b>
<b>BT<math>\neq</math>0</b> massimo sforzo termoregolazione	<b>STRESS TERMICO</b>

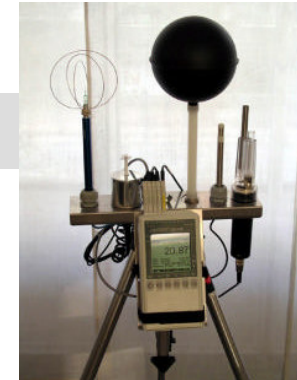
# MICROCLIMA

## Effetti



# MICROCLIMA

## Parametri di riferimento



## FATTORI AMBIENTALI

**Temperatura dell'aria**

*t<sub>a</sub> °C termometro schermato*

**Temperatura radiante**

*t<sub>r</sub> °C globotermometro*

**Umidità relativa**

*UR % psicrometro*

**Velocità dell'aria**

*v<sub>a</sub> m/sec anemometro*

## FATTORI INDIVIDUALI\*

**Dispendio energetico metabolico**

*met, Kcal/h*

**Resistenza termica del vestiario**

*clo*

---

\*ricavabili da tabulati

1 met = 50 Kcal m<sup>2</sup> = 58 W/ m<sup>2</sup>

1 clo = 0,155 m<sup>2</sup> °C/W = 0,180 m<sup>2</sup> °C h /Kcal

# MICROCLIMA

## Gli ambienti termici

### AMBIENTI MODERATI

Scuole, uffici, abitazioni, negozi, ecc.

### AMBIENTI SEVERI CALDI

Acciaieria, fonderia, filatura, stireria, ecc.

### AMBIENTI SEVERI FREDDI

Industria alimentare, lavori all'aperto,  
(edilizia, porti, manutenzioni  
movimentazioni, ecc.)



# MICROCLIMA

## Valutazione dell'ambiente termico

La **misura isolata** delle singole variabili che determinano il microclima **è insufficiente** a quantificare gli scambi termici tra uomo-ambiente e a valutare le caratteristiche di un ambiente termico

# MICROCLIMA

## Indici microclimatici sintetici

Esprimono in modo sintetico (o integrato) più grandezze e costituiscono valori (di disagio o di stress) da confrontare con uno standard di riferimento



### Indici strumentali

ricavati da strumenti che simulano le reazioni umane

### Indici fisiologici (o empirici)

ottenuti in base alle risposte umane

### Indici razionali

dedotti dall'analisi del bilancio termico

# MICROCLIMA

## Ambienti termici: valutazione

<b>Ambienti termici moderati</b>	UNI EN ISO 7730	Determinazione degli indici PMV e PPD e specifica delle condizioni di benessere termico
<b>Ambienti severi caldi</b>	UNI EN 27243	Valutazione dello stress termico per l'uomo negli ambienti di lavoro, basata sull'indice WBGT (temperatura a bulbo umido e del globotermometro)
<b>Ambienti severi freddi</b>	UNI EN 11079	Valutazione degli ambienti freddi. Determinazione dell'isolamento richiesto dagli indumenti(IREQ)



# MICROCLIMA

## Discomfort locali

