

VALUTAZIONE E GESTIONE DEI RISCHI MICROCLIMATICI NELLE AZIENDE AGROALIMENTARI

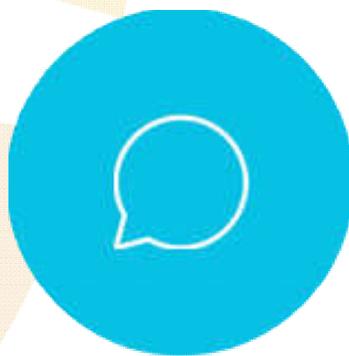
Massimo Cecchini

9 aprile 2019 - ore 15.00

PRIMA DI INIZIARE

Si ricorda che durante l'esposizione sarà possibile intervenire ponendo delle domande nella **chat condivisa**.

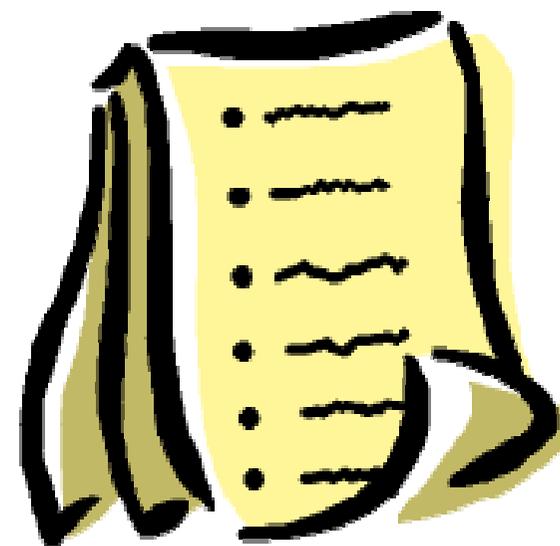
Al termine del webinar vi chiediamo gentilmente di compilare un brevissimo **questionario di gradimento** dove potete esprimere il vostro parere sul webinar.



Chat

IN BREVE

- ✓ Definizione di microclima
- ✓ Il bilancio termico
- ✓ Inquadramento normativo
- ✓ Lo studio del microclima



DEFINIZIONE DI MICROCLIMA



**Il Fondo Sociale Europeo
in Friuli Venezia Giulia**
Programma Operativo Regionale 2014-2020



Unione europea
Fondo sociale europeo



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

UN INVESTIMENTO PER IL TUO FUTURO



in rete fvg
seminari per l'innovazione in rete

IL MICROCLIMA

- Studia i fattori che contribuiscono a determinare, in un ambiente confinato, una **condizione di benessere** o di stress.
- Studia i rapporti tra salute ed atmosfera confinata.



IL MICROCLIMA

Dottrina delle alterazioni biochimiche

- Nell'aria espirata dall'uomo vi sono sostanze organiche tossiche volatili (*antropotossine*) responsabili della “viziatura” dell'aria confinata (Sanarelli e Biffi).

Dottrina delle alterazioni fisiche

- I disturbi causati dall'aria confinata sono attribuibili a fattori fisici e, principalmente, all'aumento di temperatura ed umidità (Hermans, 1883, Gardegni 1904, Flugge, 1905).

IL MICROCLIMA

Dottrina unitaria

- Il benessere e lo stato di salute dell'uomo, in un ambiente confinato, sono influenzati da fattori fisici, chimici e biologici.



IL MICROCLIMA

Studia gli aspetti “fisici”:

- modalità con cui si realizzano gli scambi termici tra organismo umano e ambiente
- clima degli ambienti confinati
- effetto del clima confinato sulla salute umana



IL MICROCLIMA

Con il termine “**microclima**” indichiamo, perciò, il complesso dei parametri ambientali che condizionano lo scambio termico soggetto-ambiente.

- **Parametri ambientali:** sono ad esempio le temperature estreme calde e fredde, l’umidità e le correnti d’aria.
- **Parametri non termici:** sono elementi che riguardano la qualità dell’aria (polveri, odori, scarso ricambio d’aria).

IL BILANCIO TERMICO



**Il Fondo Sociale Europeo
in Friuli Venezia Giulia**
Programma Operativo Regionale 2014-2020



Unione europea
Fondo sociale europeo



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

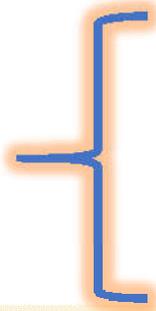
UN INVESTIMENTO PER IL TUO FUTURO



in rete fvg
seminari per l'innovazione in rete

ORGANISMI VIVENTI

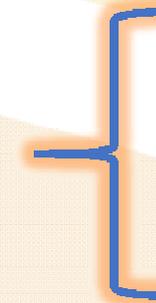
AUTOTROFI



ALGHE

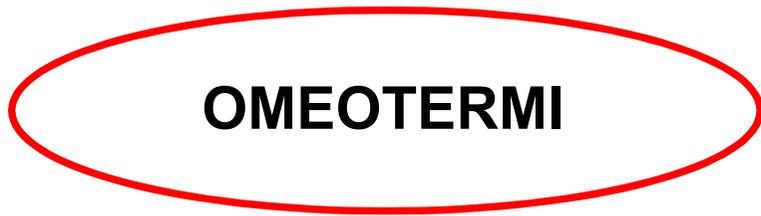
VEGETALI

ETEROTROFI



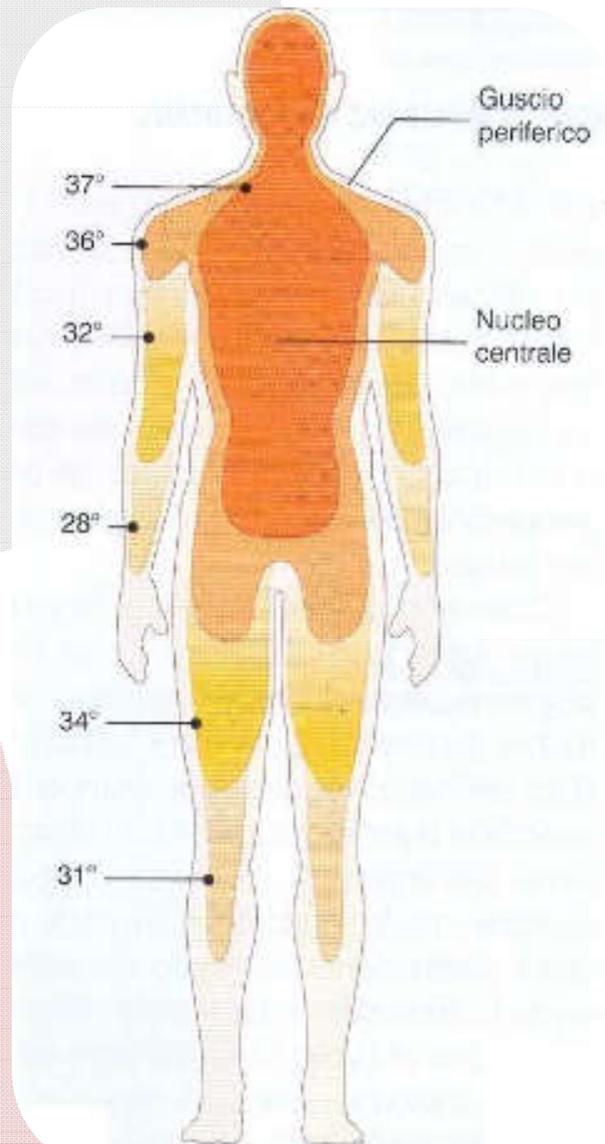
ETEROTERMI

OMEOTERMI



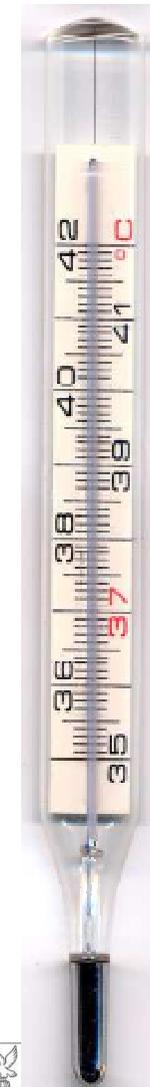
ORGANISMI OMEOTERMICI

Mantengono costante la temperatura corporea del nucleo



Termoregolazione gravemente compromessa

Termoregolazione efficiente



Limite superiore di sopravvivenza

Colpo di calore
Lesioni cerebrali,
convulsioni

Malattie febbrili e
intensa attività muscolare

Ambito
della temperatura normale

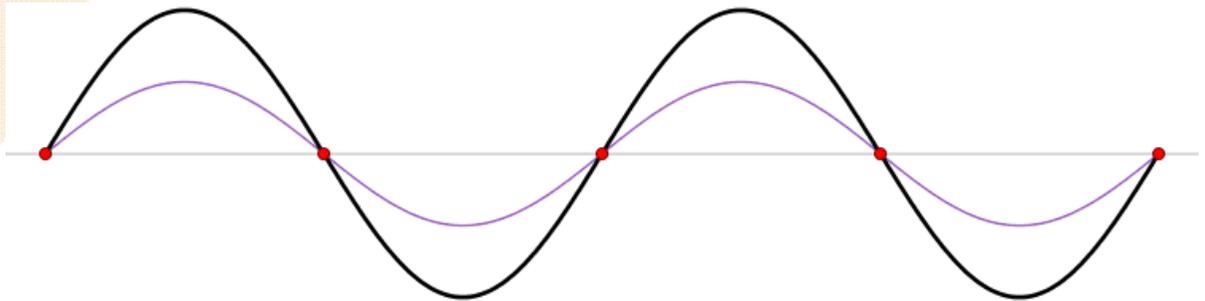
Ridotta sensibilità, capacità
motoria e facoltà mentali

Limite inferiore di sopravvivenza

ORGANISMI OMEOTERMICI

Mantengono costante la propria temperatura corporea attraverso i seguenti meccanismi:

- Produzione di calore endogeno
- Capacità termica dell'acqua
- Scambio termico con l'ambiente
- Centro termoregolatore



ORGANISMI OMEOTERMI

PRODUZIONE DI CALORE ENDOGENO

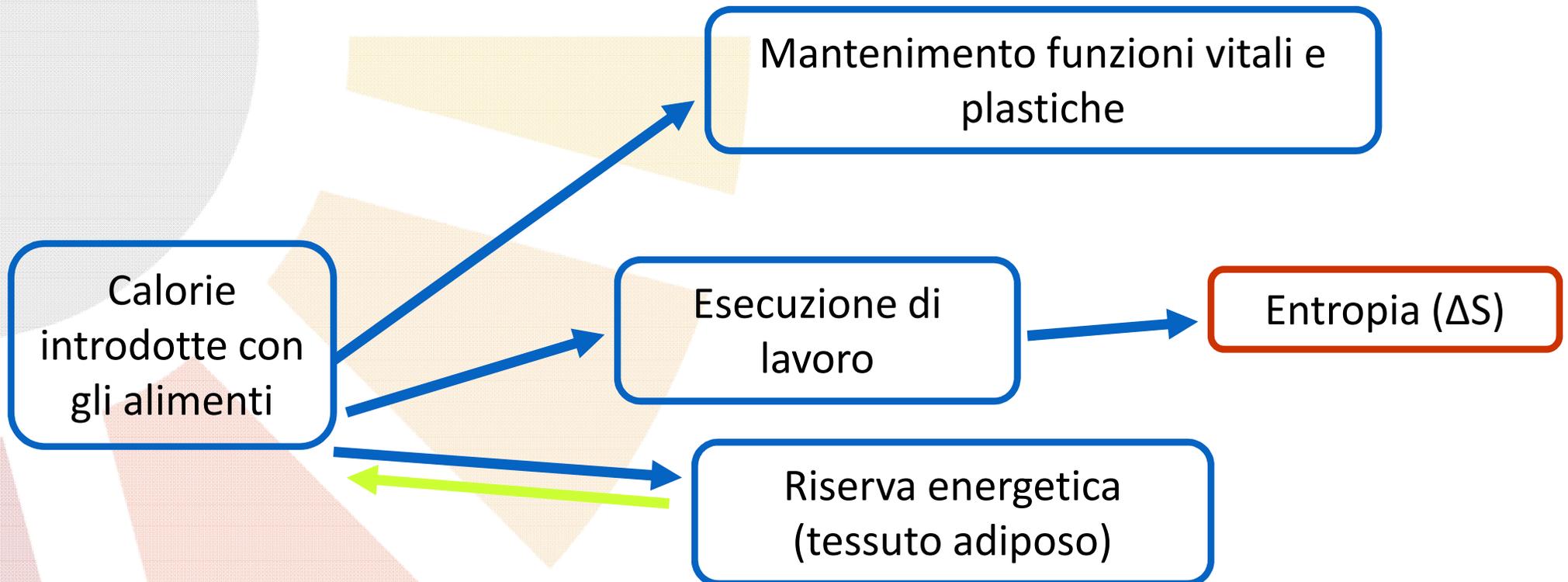
Tutti gli organismi viventi producono, a seconda del carico metabolico, energia in eccesso che deve essere eliminata sotto forma di calore.



ORGANISMI OMEOTERMICI

CARICO METABOLICO

Ogni giorno l'uomo introduce energia con gli alimenti.
Tale energia è così ripartita:



ORGANISMI OMEOTERMI

Volendo esprimere il bilancio metabolico dell'uomo con formule abbiamo:

$$B = EA - (MB + CM)$$

EA = energia fornita dagli alimenti

MB = metabolismo basale

CM = carico metabolico

$B = 0$ condizione di equilibrio

$B > 0$ aumento di peso

$B < 0$ dimagrimento

ORGANISMI OMEOTERMI

CARICO METABOLICO

Il carico metabolico è la somma dell'energia utilizzata per compiere un lavoro e l'energia dissipata sotto forma di entropia (calore).

Il **lavoro** è il prodotto della forza (F) per lo spostamento (S). Un organismo vivente compie un lavoro quando si muove.

$$L = F \times S$$

L'**entropia** è la quantità di energia che non può essere trasformata in lavoro. Viene liberata sotto forma di calore che riscalda l'organismo.

L'entropia di un sistema (corpo umano) aumenta con l'aumentare della velocità con cui l'energia, fornita dagli alimenti, viene trasformata in lavoro.

ORGANISMI OMEOTERMI

L'entropia aumenta con l'aumentare della velocità di trasformazione dell'energia in lavoro perché diminuisce il rendimento della macchina (uomo).

Quindi, ad esempio, se un uomo percorre 10 km alla velocità di 2 km/h consuma le seguenti energie:

$$500 \text{ kcal} = f \times s (250 \text{ kcal}) + \text{entropia} (250 \text{ kcal})$$

se compie lo stesso percorso alla velocità di 10km/h consumerà le seguenti energie:

$$800 \text{ kcal} = f \times s (250 \text{ kcal}) + \text{entropia} (550 \text{ kcal})$$

ORGANISMI OMEOTERMI

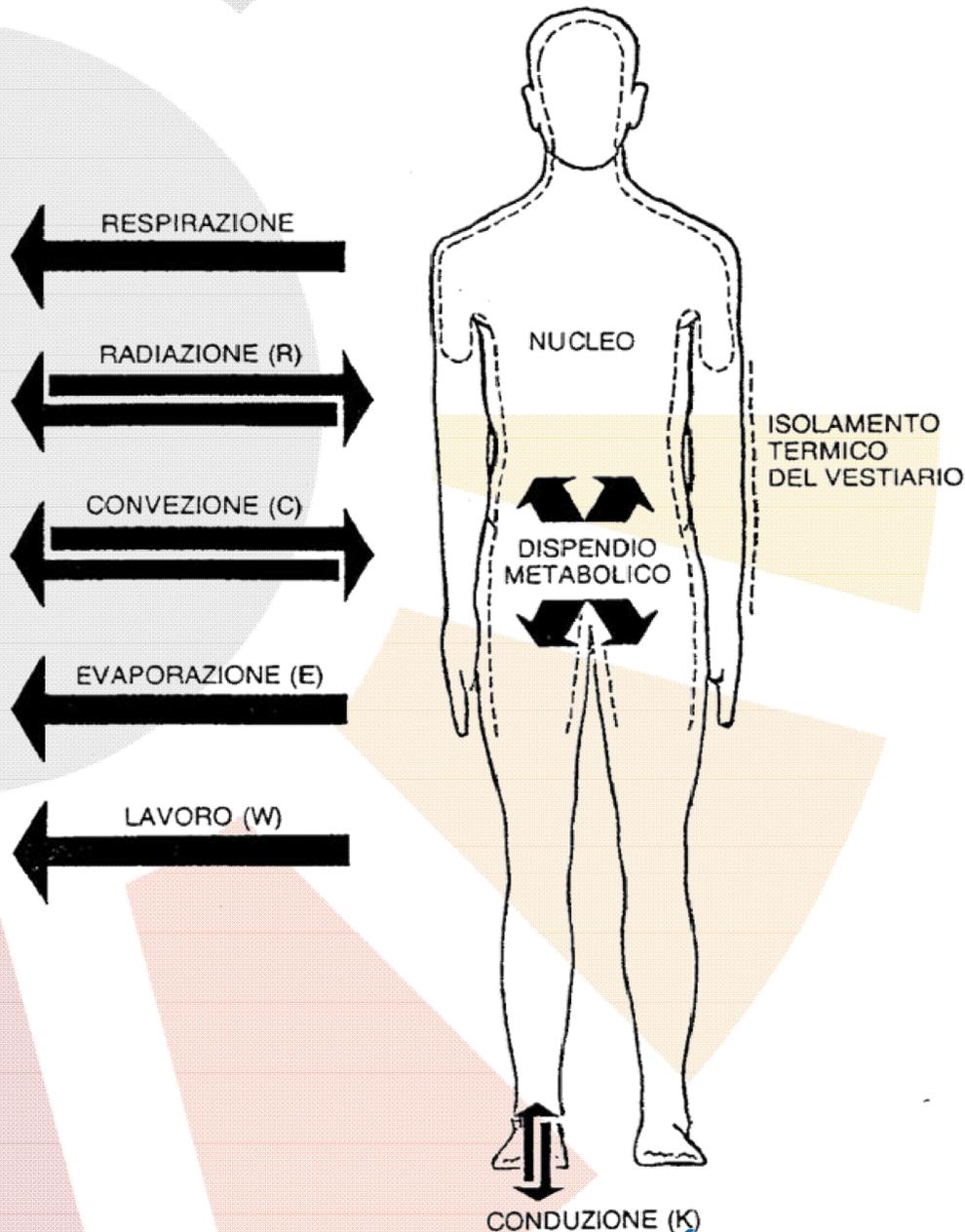
CAPACITA' TERMICA DELL'ACQUA

La capacità termica è la quantità di energia necessaria ad innalzare di 1°C la temperatura di un corpo.

È data dal prodotto della massa per il calore specifico (capacità termica massica).

Avendo l'acqua una elevata capacità termica, ed essendo gli organismi viventi costituiti in massima parte da acqua, quest'ultima si comporta come un ammortizzatore termico che assorbe grandi quantità di energia variando di poco la propria temperatura.

ORGANISMI OMEOTERMICI



SCAMBIO TERMICO CON L'AMBIENTE

Gli scambi termici tra l'uomo e l'ambiente si realizzano con differenti modalità.

BILANCIO TERMICO

L'insieme degli scambi termici uomo-ambiente può essere definito mediante l'equazione del bilancio termico:

$$B = M \pm C \pm R - E$$

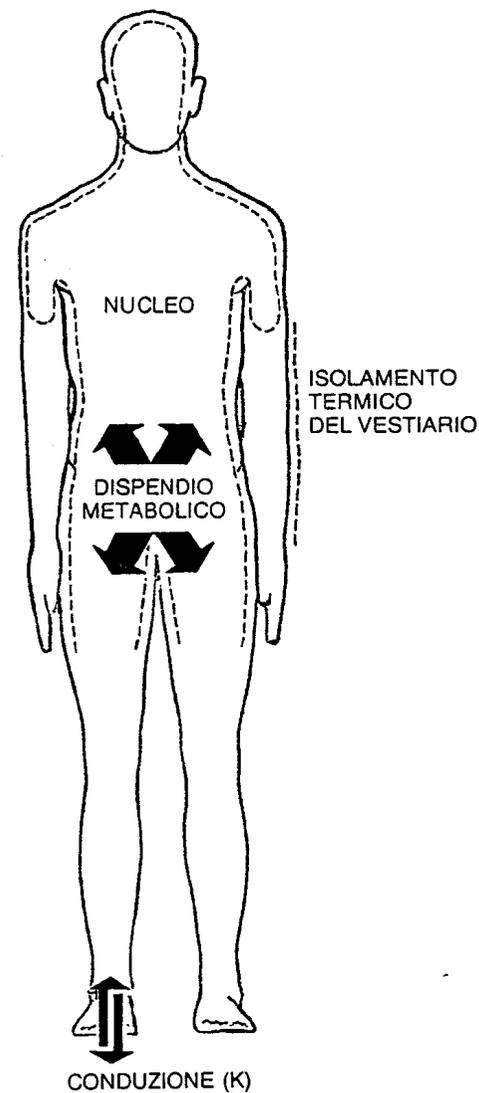
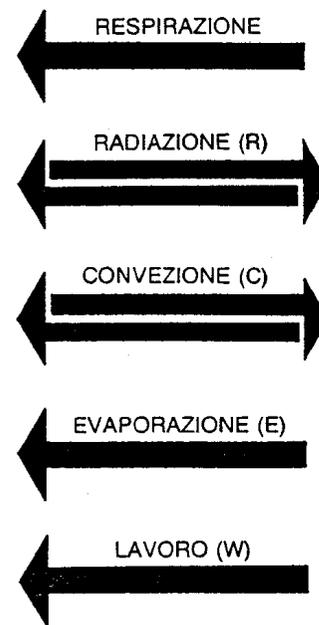
M = calore metabolico

C = calore scambiato per convezione/conduzione

R = calore scambiato per irraggiamento

E = calore scambiato per evaporazione

BILANCIO TERMICO



$$S = M - W + / - R + / - C + / - K - C_{RES} - E_{RES} - E$$

BILANCIO TERMICO

Equazione del bilancio energetico

$$S = M - W \pm R \pm C \pm K - C_{RES} - E_{RES} - E$$

S = flusso netto di energia in entrata o in uscita dal corpo umano.

M = potenza sviluppata da una serie di processi di ossidazione, nei quali si converte in energia termica parte dell'energia chimica contenuta negli alimenti. Questa quantità viene misurata in *met*, dove $1 \text{ met} = 58,2 \text{ W/m}^2$.

W = potenza meccanica impegnata per svolgere lavoro.

R = potenza scambiata per irraggiamento da/verso i corpi presenti nell'ambiente. E' influenzata dalla resistenza termica del vestiario. Questa quantità viene misurata in *clo*, dove $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \text{ K W}^{-1}$, ed assume valori tipici compresi fra 0,5 e 1,2 clo.

C = potenza scambiata per convezione. La quantità C è funzione della temperatura dell'aria, della resistenza termica dell'abbigliamento, e della velocità dell'aria.

K = potenza scambiata per conduzione fra il soggetto e i materiali solidi con cui è a contatto (es.: la sedia, il pavimento), ed è funzione della differenza fra temperatura superficiale degli indumenti e la temperatura dell'aria, e della resistenza termica degli indumenti.

E = potenza ceduta per evaporazione.

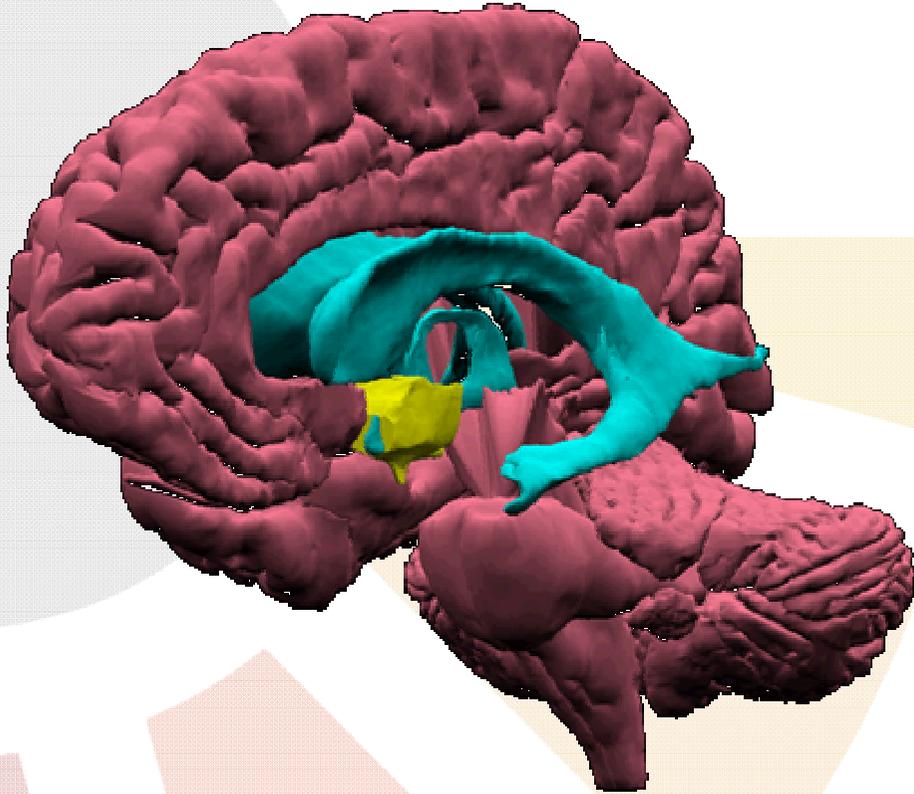
E_{RES} + C_{RES} = contributi alla potenza ceduta nella respirazione, dovuti rispettivamente alla differenza di temperatura e di umidità fra l'aria inspirata e quella espirata.

ORGANISMI OMEOTERMI

CENTRO TERMOREGOLATORE

È localizzato a livello del sistema nervoso centrale ed è capace di modulare gli scambi termici con l'ambiente attraverso vari meccanismi:

- aumento del metabolismo
- contrazioni muscolari (tremori)
- vasocostrizione o vasodilatazione dei vasi cutanei
- sudorazione



STRESS E BENESSERE TERMICO

Negli organismi omeotermi l'equazione del bilancio termico deve essere **B = 0**.

- Quando esiste una condizione di equilibrio tra calore prodotto e calore scambiato con l'ambiente siamo in una condizione di **BENESSERE TERMICO**.
- Quando per mantenere lo stato di omeotermia ($B=0$) è richiesto un impegno del sistema termoregolatore, siamo in una condizione di **STRESS TERMICO**.

IPOTERMIA ED IPERTERMIA

Condizione di benessere termico:

$$B = M \pm C \pm R - E = 0$$

Se B è diverso da 0 si è in pericolo di vita in quanto si realizzano condizioni di “ipotermia” ($B < 0$) o di “ipertermia” ($B > 0$).

$$B = M \pm C \pm R - E < 0 \text{ (ipotermia)}$$

$$B = M \pm C \pm R - E > 0 \text{ (ipertermia)}$$

INQUADRAMENTO NORMATIVO

D.LGS. 81/2008

TITOLO VIII AGENTI FISICI CAPO I DISPOSIZIONI GENERALI

- Art. 180. - (Definizioni e campo di applicazione)
- 1. Ai fini del presente decreto legislativo per agenti fisici si intendono:
 - il rumore,
 - gli ultrasuoni, gli infrasuoni,
 - le vibrazioni meccaniche, i campi elettromagnetici,
 - le radiazioni ottiche, di origine artificiale,
 - **il microclima** e le atmosfere iperbariche che possono comportare rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori.

D.LGS. 81/2008

TITOLO VIII AGENTI FISICI CAPO I DISPOSIZIONI GENERALI

- 2. Fermo restando quanto previsto dal presente capo, per le attività comportanti
 - esposizione a rumore si applica il capo II,
 - esposizione a vibrazioni si applica il capo III,
 - esposizione a campi elettromagnetici si applica il capo IV,
 - Per esposizione a radiazioni ottiche artificiali si applica il capo V.
- 3. La protezione dei lavoratori dalle radiazioni ionizzanti é disciplinata unicamente dal decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230, e sue successive modificazioni.

ART. 181 - VALUTAZIONE DEI RISCHI

1. Nell'ambito della valutazione di cui all'articolo 28, il datore di lavoro **valuta tutti i rischi derivanti da esposizione ad agenti fisici** in modo da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione **con particolare riferimento alle norme di buona tecnica ed alle buone prassi.**
2. La valutazione dei rischi derivanti da esposizioni ad agenti fisici é programmata ed effettuata, con cadenza almeno quadriennale, da personale qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione in possesso di specifiche conoscenze in materia. La valutazione dei rischi é aggiornata ogni qual volta si verificano mutamenti che potrebbero renderla obsoleta, ovvero, quando i risultati della sorveglianza sanitaria rendano necessaria la sua revisione. I dati ottenuti dalla valutazione, misurazione e calcolo dei livelli di esposizione costituiscono parte integrante del documento di valutazione del rischio.

ART. 181 - VALUTAZIONE DEI RISCHI

3. Il datore di lavoro nella valutazione dei rischi precisa quali misure di prevenzione e protezione devono essere adottate. La valutazione dei rischi é riportata sul documento di valutazione di cui all'articolo 28, essa può includere una giustificazione del datore di lavoro secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione dei rischi più dettagliata.

STUDIO DEL MICROCLIMA



**Il Fondo Sociale Europeo
in Friuli Venezia Giulia**
Programma Operativo Regionale 2014-2020



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

UN INVESTIMENTO PER IL TUO FUTURO



in rete fvg
seminari per l'innovazione in rete

STUDIO DEL MICROCLIMA

La valutazione dell'ambiente termico si basa sulla determinazione dei principali parametri che lo caratterizzano:

- Parametri **oggettivi**
- Parametri **soggettivi**

STUDIO DEL MICROCLIMA

PRINCIPALI PARAMETRI OGGETTIVI

- Temperatura globotermometrica
- Temperatura dell'aria
- Temperatura psicrometrica
- Temperatura umida naturale
- Umidità relativa
- Velocità dell'aria
- N° medio dei ricambi d'aria/ora
- Indice antracometrico

STUDIO DEL MICROCLIMA

PRINCIPALI PARAMETRI SOGGETTIVI

- Isolamento termico del vestiario
- Carico metabolico



STUDIO DEL MICROCLIMA

MISURA DEI PARAMETRI OGGETTIVI

La misura dei parametri oggettivi (temperatura, umidità relativa, ventilazione), viene effettuata con l'utilizzo di stazioni microclimatiche corredate di sonde che devono rispettare i requisiti dettati dalla norma ISO 7726

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
7726

Second edition
1998-11-01

**Ergonomics of the thermal environment —
Instruments for measuring physical
quantities**

*Ergonomie des ambiances thermiques — Appareils de mesure des
grandeurs physiques*

STUDIO DEL MICROCLIMA

ISO 7726

<u>Sonde di Classe C</u>	Intervallo di misura	Precisione
Temperatura globotermometro	10÷40°C	± 2°C
Temperatura dell'aria	10÷30°C	± 0,2°C
Velocità dell'aria	0,05÷1 m/s	± 0,05 m/s
Temperatura psicrometrica	10÷30°C	± 0,2°C

STUDIO DEL MICROCLIMA

ISO 7726

<u>Sonde di Classe S</u>	Intervallo di misura	Precisione
Temperatura globotermometro	- 40 ÷ 150°C	± 5°C
Temperatura dell'aria	- 40 ÷ 120°C	± 0,5°C
Velocità dell'aria	0,2 ÷ 10 m/s	± 0,1 m/s
Temperatura psicrometrica	- 40 ÷ 120°C	± 0,5°C

STUDIO DEL MICROCLIMA



SONDA GLOBOTERMOMETRICA

Misura la temperatura globotermometrica o del globo nero.

È costituita da un sensore termometrico posto al centro di una sfera cava in rame dello spessore di 0,2 mm dipinta in nero e del diametro di 15 cm.

STUDIO DEL MICROCLIMA

SONDA TERMOMETRICA

Generalmente è costituita da una termocoppia e può misurare i seguenti parametri:

- temperatura dell'aria (bulbo secco)
- temperatura psicrometrica (bulbo umido forzatamente ventilato)
- temperatura umida naturale (bulbo umido naturalmente ventilato)



STUDIO DEL MICROCLIMA



SONDA PSICROMETRICA

Viene utilizzata per la misura dell'Umidità Relativa (RH).

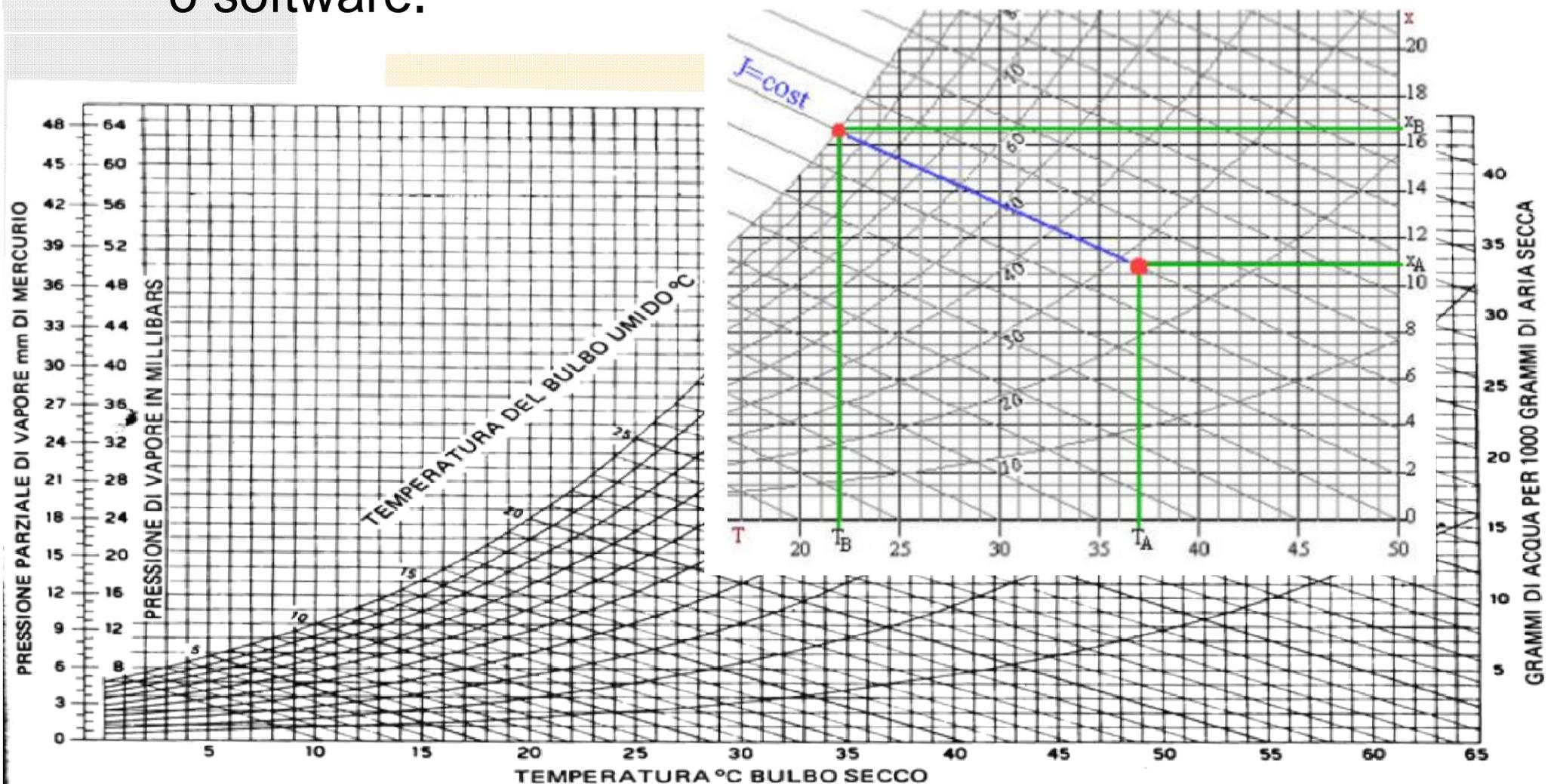
È costituita da due termometri:

- a bulbo secco
- a bulbo umido forzatamente ventilato

(Il bulbo asciutto misura la temperatura secca dell'aria (T_a), il bulbo umido è un termometro rivestito di una guaina idrofila, con l'opposta estremità immersa in una vaschetta d'acqua distillata, che misura la temperatura a bulbo umido a ventilazione forzata (T_w))

STUDIO DEL MICROCLIMA

Dalla differenza di temperatura tra i due termometri si può risalire alla percentuale di Umidità Relativa presente nell'ambiente mediante l'uso di diagrammi psicrometrici o software.



STUDIO DEL MICROCLIMA

ANEMOMETRO A FILO CALDO

Con questo strumento viene misurata la velocità dell'aria. È costituito da un filo di platino mantenuto ad una temperatura superiore a quella ambientale, per effetto Joule, da una corrente elettrica che lo attraversa.

Esistono anche anemometri "a sfera calda".



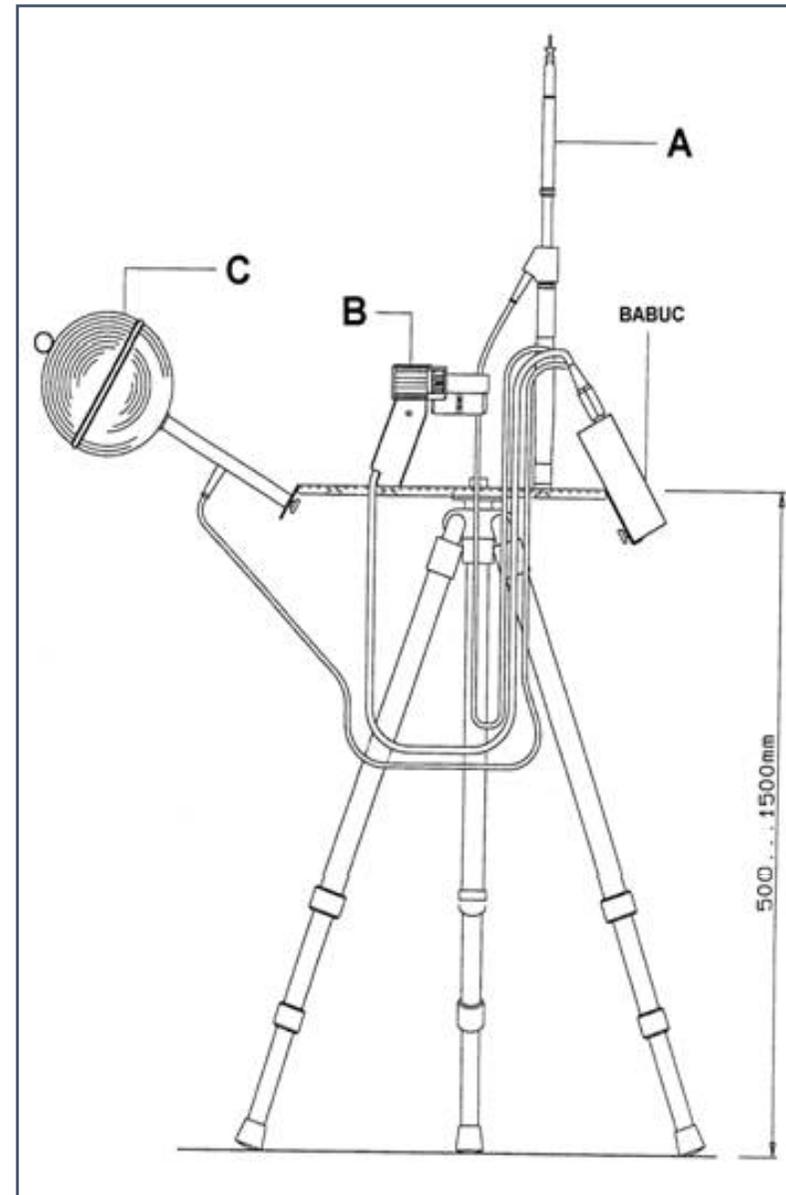
STUDIO DEL MICROCLIMA

CENTRALINA MICROCLIMATICA

A: anemometro a filo caldo

B: psicrometro

C: globotermometro





STUDIO DEL MICROCLIMA

PRINCIPALI PARAMETRI SOGGETTIVI

ISOLAMENTO TERMICO DEL VESTIARIO

L'unità di misura della resistenza termica del vestiario è il clo (da *cloting* = vestiario).

Un vestiario ha isolamento termico di 1 clo quando permette un flusso di calore pari a 50 kcal/h/m².



STUDIO DEL MICROCLIMA

I valori di resistenza termica del vestiario si possono ricavare da apposite tabelle

ABBIGLIAMENTO	clo
Nudo	0
Calzoncini corti	0,10
Abbigliamento tropicale	0,3
Abbigliamento estivo	0,6
Abbigliamento invernale	1,0

STUDIO DEL MICROCLIMA

PRINCIPALI PARAMETRI SOGGETTIVI



CARICO METABOLICO

Il carico metabolico dipende dal tipo di attività svolta e viene misurato in met (1 met = 1 kcal/kg/min).

STUDIO DEL MICROCLIMA

I valori di carico metabolico si possono ricavare da apposite tabelle

TIPO DI ATTIVITA'	met
Dormire	0,7
Stare distesi	0,8
Lavori d'ufficio	1,1 ÷ 1,3
Lavori domestici	2,0 ÷ 3,6
Carpenteria meccanica	1,8 ÷ 6,4
Fonderia	3,0 ÷ 7,0
Attività sportive	3,0 ÷ 8,7

AMBIENTI TERMICI E INDICI

Convezionalmente gli ambienti termici vengono distinti

Ambienti moderati

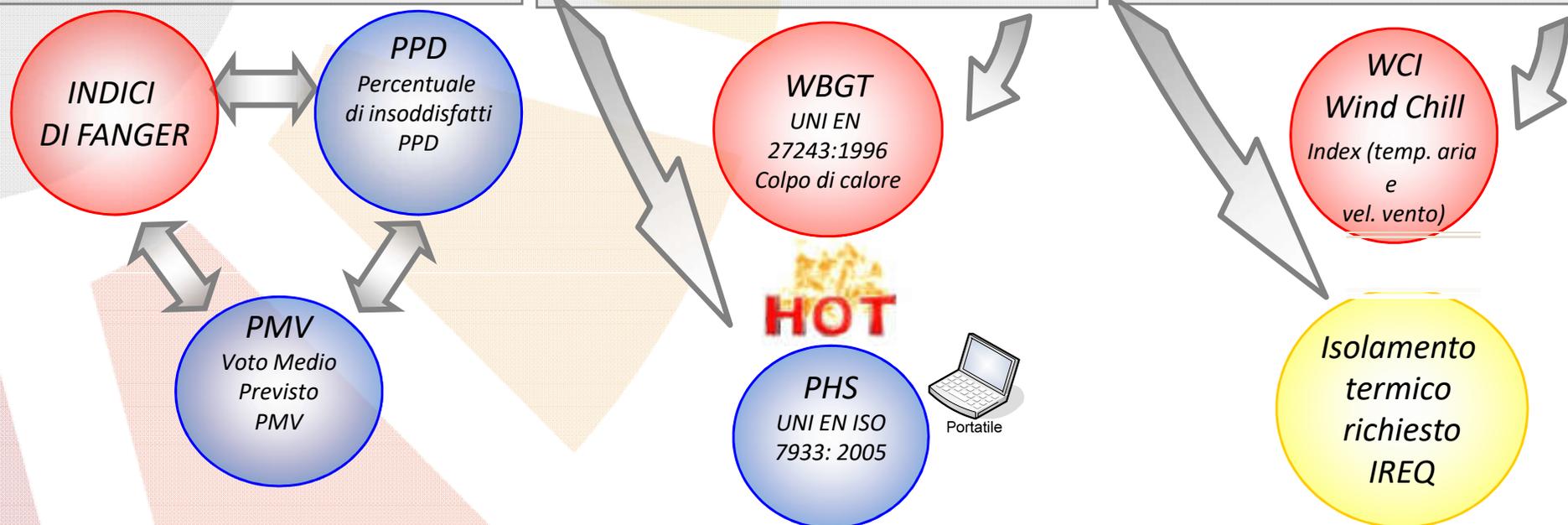
Individuati dal fatto che impongono un moderato grado di intervento del sistema di termoregolazione umano e che si realizzano facilmente le condizioni di omeotermia del soggetto

Ambienti caldi

Qualora richiedano un considerevole intervento sul sistema di termoregolazione umano al fine di ridurre il potenziale di accumulo di calore nel corpo e tentare di mantenere l'organismo in condizioni di omeotermia

Ambienti freddi

Caratterizzati da condizioni che richiedono un sensibile intervento del sistema di termoregolazione umano per limitare l'eccessiva diminuzione della temperatura corporea



AMBIENTI MODERATI

Gli ambienti moderati sono caratterizzati da:

- Condizioni ambientali omogenee con ridotta variabilità nel tempo
- Assenza di scambi termici localizzati
- Carico metabolico moderato
- Sostanziale uniformità del vestiario indossato

AMBIENTI MODERATI

ISO 7730

(in versione italiana **UNI EN ISO 7730**)

Considerando i parametri oggettivi e soggettivi, l'ISO con la norma 7730 ha elaborato una scala di misura psicofisiologica del comfort basata sul giudizio di benessere termico espresso da un campione rappresentativo di individui (1300) al variare dei parametri microclimatici ambientali, del carico metabolico e dell'isolamento termico del vestiario.



Prof. P. Ole Fanger

AMBIENTI MODERATI

In questi tipi di ambienti il problema è rendere oggettiva la sensazione di discomfort (soggettiva) espressa da ciascuno degli individui che vi operano.

Indici di Fanger

PMV (voto medio previsto - predicted mean vote):

- Scala di sensazioni termiche che va da +3 (molto caldo) a -3 (molto freddo) passando per lo 0 (neutro).
- Da un'indagine statistica su popolazione di individui non selezionata (valore medio).

Un valore di **S=0** nella equazione del bilancio energetico corrisponde ad una situazione di equilibrio termico, e produce il risultato di **PMV=0**.

AMBIENTI MODERATI

Indici di Fanger

PPD (percentuale di insoddisfatti - predicted percentage of dissatisfied)

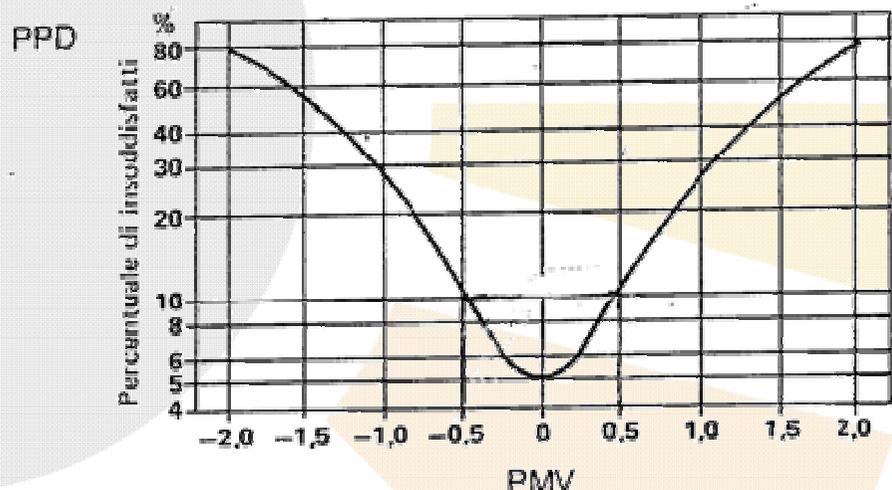
Questo indice definisce, per un dato PMV, la frazione di individui che si dichiarano insoddisfatti dell'ambiente termico in cui si trovano.

Fissando un valore limite, l'indice PPD consente di stabilire l'accettabilità o l'inaccettabilità di un microclima.



AMBIENTI MODERATI

La correlazione tra gli indici PPD e PMV è riportata nella tabella e nel grafico



INDICE PMV	INDICE PPD %
-2	75
-1	25
0	5
+1	25
+2	75

Anche per valori del PMV molto vicini allo zero la percentuale di insoddisfatti PPD non scende mai sotto al 5%.

AMBIENTI MODERATI

I valori di riferimento (ottimali) per PPD e PMV, previsti dalla norma ISO 7730, sono:

PPD <10%

PMV \pm 0,5



AMBIENTI MODERATI

Un ambiente viene definito accettabile per valori di PMV entro $\pm 0,5$ e PPD minore del 10%.

PMV	PPD		
	sensazione di freddo	sensazione di caldo	totale insoddisfatti
-2,0	76,4 %	--	76,4 %
-1,0	26,8 %	--	26,8 %
-0,5	9,9 %	0,4 %	10,3 %
-0,1	3,4 %	1,8 %	5,2 %
0	2,5 %	2,5 %	5,0 %
0,1	1,8 %	3,4 %	5,2 %
0,5	0,4 %	9,8 %	10,2 %
1,0	--	26,4 %	26,4 %
2,0	--	75,7 %	75,7 %

INDICI ALTERNATIVI

Esistono anche altre forme di valutazione del microclima:

- Temperatura operativa T_o
- Temperatura effettiva T_e

▪ Temperatura operativa

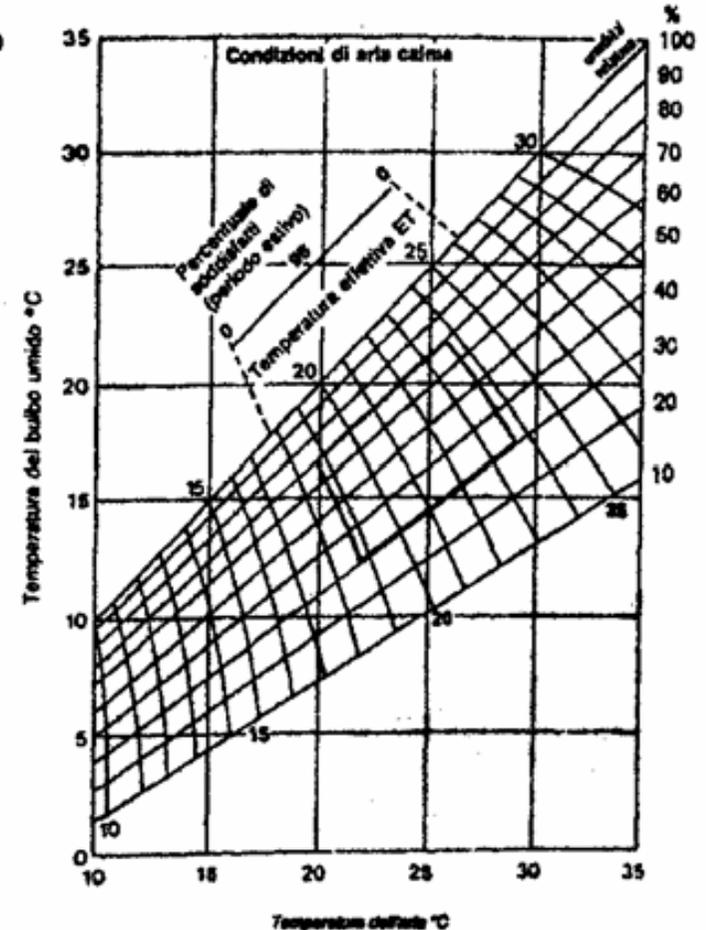
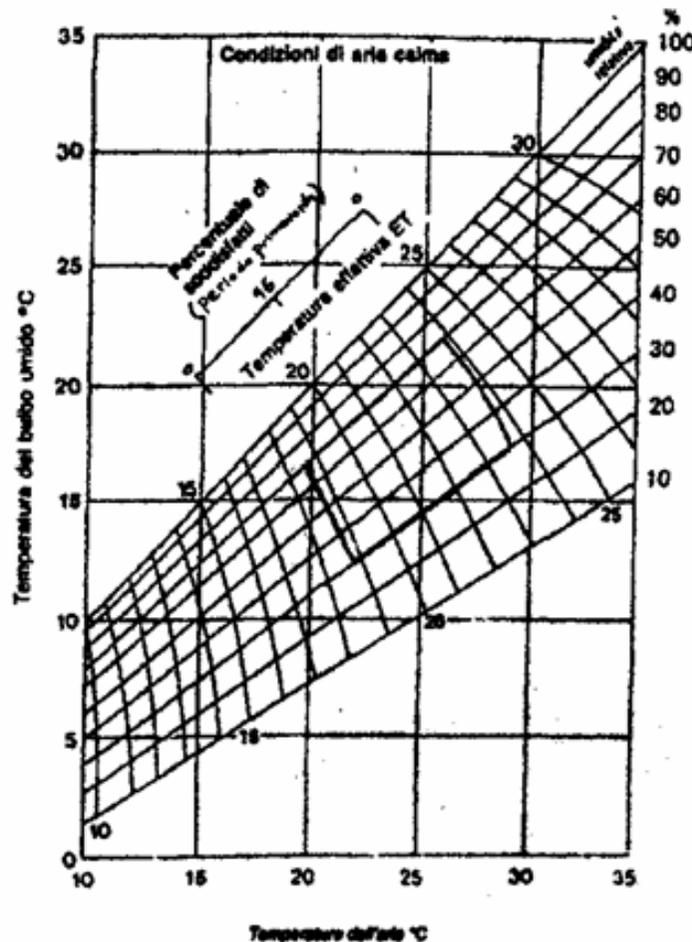
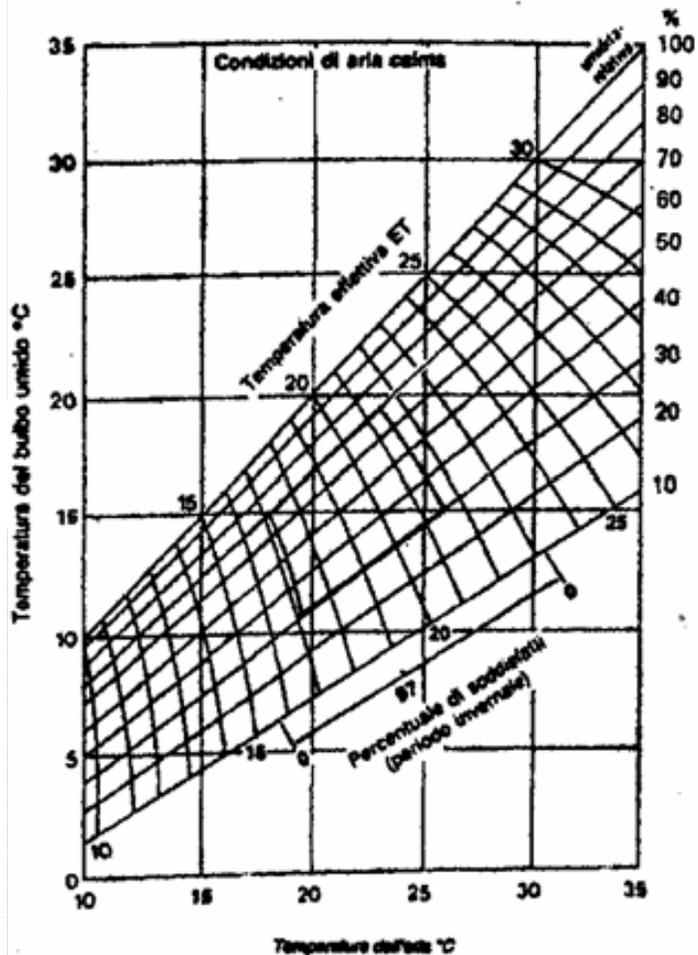
La temperatura operativa T_o può essere calcolata a partire dalla temperatura dell'aria T_a , dalla temperatura media radiante e dalla velocità dell'aria.

Gli intervalli per cui PMV rimane al di sotto del 10% sono: $T_o = 20 \div 23,5^\circ\text{C}$ in inverno con umidità del 40% e $T_o = 23 \div 26^\circ\text{C}$ in estate con umidità del 60%.

INDICI ALTERNATIVI

Temperatura effettiva

E' uno dei metodi più semplici per il calcolo del microclima. Si considerano la temperatura, l'umidità e la velocità dell'aria. La procedura è semplice: basta riportare tutti i valori nel grafico relativo alla stagione nella quale viene eseguito il rilievo.



AMBIENTI SEVERI

Vengono definiti “severi” tutti gli ambienti in cui è richiesto un notevole impegno del centro termoregolatore per mantenere lo stato di omeotermia.



AMBIENTI SEVERI CALDI

INDICE WBGT

Il WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) è l'indice di stress più importante.

E' stato elaborato per ottenere un indice di facile applicabilità che considerasse l'effetto dell'irraggiamento e della velocità dell'aria.

La sua determinazione richiede la misura di tre grandezze fisiche:

- temperatura globotermometrica (T_g)
- temperatura umida naturalmente ventilata (T_{wn})
- temperatura secca (T_a)



Psicrometro a ventilazione naturale

AMBIENTI SEVERI CALDI

INDICE WBGT

WBGT = 0,7 T_{nw} + 0,2 T_g + 0,1 T_a (esterno con esposizione solare)

WBGT = 0,7 T_{nw} + 0,3 T_g (interno ed esterno senza esposizione solare)

T_{nw} = temperatura (°C) misurata da un bulbo ricoperto da mussola inumidita con acqua distillata a temperatura ambiente, non soggetto ad irraggiamento termico, che risente della ventilazione naturale dell'ambiente;

T_g = temperatura (°C) misurata tramite il globotermometro di Vernon, consistente in un bulbo posto al centro di una sfera di rame verniciata esternamente in nero opaco. La superficie metallica, riscaldata per irraggiamento, trasmette all'aria contenuta all'interno della sfera una quantità di calore proporzionale all'irraggiamento termico, alla temperatura e alla velocità dell'aria dell'ambiente;

T_a = temperatura (°C) dell'aria misurata da un bulbo asciutto non soggetto ad irraggiamento termico e sottoposto a ventilazione compresa tra 2 e 4 m/s.

AMBIENTI SEVERI CALDI

INDICE WBGT

Secondo l'ACGIH i valori limite dell'indice WBGT sono valutabili in funzione del carico di lavoro e dell'alternanza lavoro/riposo e presuppongono un abbigliamento leggero (0,4 ÷ 0,5 clo) con normale permeabilità al vapore.

lavoro/riposo	carico di lavoro *		
	leggero	moderato	pesante
lavoro continuo	30,0	26,7	25,0
75% lavoro – 25% riposo	30,6	28,9	25,9
50% lavoro – 50% riposo	31,4	29,4	27,9
25% lavoro – 75% riposo	32,2	31,1	30,0

VALORI LIMITE

** è possibile superare i limiti indicati solo dietro visita medica e accertata sopportazione del lavoro in ambiente caldo.*

PER APPROFONDIRE

BERNINI M., CECCHINI M., COLANTONI A., MONARCA D. (2007). Risk due to heat during work in agriculture. In: *Advances in labour and machinery management for a profitable agriculture and forestry*. Nitra (Slovakia), 17-19 settembre 2007, Nitra: L.Nozdrovicky, vol. 1, p. 99-106, ISBN/ISSN: 978-80-8069-923-9.

CHIRICO F. Il comfort termico negli ambienti di lavoro - Strumenti per la consulenza tecnica e la sorveglianza sanitaria – EPUB

MARUCCI A., MONARCA D., CECCHINI M., COLANTONI A., DI GIACINTO S., CAPPUCCINI A. (2013). The heat stress for workers employed in a dairy farm. *Journal of Agricultural Engineering*, XLIV :218, pp. 170-174, ISSN: 2239-6268.

MONARCA D., BEDINI R., CECCHINI M., COLANTONI A., DI GIACINTO S., MARUCCI A., MENGHINI G., PORCEDDU P.R. (2012). Il rischio da microclima nei caseifici e nelle sale di mungitura. *Salute e sicurezza sul lavoro nel comparto zootecnico e caseario*. Sassari, 26 ottobre 2011.

MONARCA D., CECCHINI M., COLANTONI A. (2010). Valutazione e controllo del rischio microclimatico nelle imprese agroalimentari. *dba 2010 Rischi fisici: valutazione, prevenzione e bonifica nei luoghi di lavoro. A che punto siamo*. Modena, 7 ottobre 2010.

MONARCA D., CECCHINI M., COLANTONI A. (2008). Thermal stress of fruit and vegetables pickers: temporal analysis of the main indexes through “Predict Heat Strain” model. In: *Innovation Technology to Empower Safety, Health and Welfare in Agriculture and Agro-food Systems*. Ragusa, 15-17 settembre 2008, Ragusa: ElleDue, ISBN/ISSN: 978-88-903151-1-4.

GRAZIE PER AVER PARTECIPATO

Prima di scollegarvi dal vostro PC vi chiediamo gentilmente di compilare un brevissimo questionario di gradimento dove potete esprimere il vostro parere sul webinar “Tracciabilità e rintracciabilità nel settore agroalimentare”