



Benvenuto
nei *Supporti per la Formazione!*

Questa è la **pagina iniziale** dalla quale potrai accedere a tutti i contenuti. Scorri questo documento per visionare alcune **diapositive di esempio**.

Supporti per la formazione

Corso di formazione sul **MICROCLIMA**
AMBIENTI TERMICI SEVERI

Pierangelo Tura

Stima e valutazione dell'ambiente termico di tipo SEVERO nei
lavoro secondo il D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. e l'Accordo Stato-Regioni
formazione del 21/12/2011

- 158 diapositive in PowerPoint personalizzabili
- note e istruzioni per il docente
- test di apprendimento e attestato di partecipazione

[Introduzione](#)
[Diapositive](#)
[Questionari e soluzioni](#)
[Attestati di partecipazione](#)
[Normativa](#)

EPC EDITORE

© 2022 EPC srl Socia Unico • www.epc.it • www.insic.it

[Guarda tutti i titoli in collana](#)

Visita il sito www.epc.it



**Corso di formazione sul
MICROCLIMA IN AMBIENTE DI LAVORO**
ambienti termici severi

secondo il D.Lgs. 81/2008
e l'accordo Stato Regioni del 21/12/2011
**Stima e valutazione dell'ambiente termico
di tipo SEVERO in ambienti di lavoro**

Docente: <nome>

1

Copyright EPC Srl Socio Unico - tutti i diritti riservati, riproduzione vietata



Durante la proiezione di questa diapositiva il docente si presenta ed effettua un rapido giro di interviste per la conoscenza dell'aula.

Il docente deve entrare in aula con un'idea precisa del livello di conoscenza dei discenti sugli argomenti oggetto del suo intervento; ad ogni modo il momento iniziale delle presentazioni è fondamentale per tracciare una mappa dell'aula e saggiare il livello generale con qualche domanda o approfondendo un caso o una notizia da adottare come esempio.



Contenuti del corso

- ✓ Aspetti normativi
- ✓ Microclima e ambiente termico: definizioni
- ✓ Processi di scambio termico uomo ambiente: parametri fisici ambientali e personali
- ✓ Ambiente Severo Caldo - Metodo PHS
- ✓ Ambiente Severo Caldo - Indice WBGT
- ✓ Ambiente Severo Freddo - Indice IREQ
- ✓ Strumenti e metodi
- ✓ Esempi - Casi studio

2

Copyright EPC Srl Socio Unico - tutti i diritti riservati, riproduzione vietata



Lo schema generale del corso serve a introdurre la lezione.

Il docente illustra brevemente i temi e gli obiettivi generali di ogni sezione:

- Aspetti normativi → è il primo argomento che verrà illustrato nelle prossime diapositive; viene definita la normativa applicata all'esposizione al microclima in ambiente di lavoro: da obblighi di carattere generale a obblighi specifici contenuti nel D.Lgs.81/08.
- Microclima e ambiente termico: definizioni → viene definito "l'ambito tematico" e introdotti termini, definizioni e principi propedeutici alla trattazione e comprensione degli argomenti affrontati nelle varie sezioni del corso.
- Processi di scambio termico uomo-ambiente: parametri fisici ambientali e personali → principi fisici e grandezze che sono alla base della valutazione microclimatica in ambiente moderato e severo; in questa sezione sarà chiarito il fine della valutazione dell'esposizione microclimatica.
- Ambiente Severo Caldo - Metodo PHS → descrizione del metodo di valutazione dello stress termico determinato dall'esposizione al microclima in ambiente severo caldo mediante l'applicazione del modello PHS (Predicted Heat Strain).
- Ambiente Severo Caldo - Indice WBGT → descrizione del metodo di valutazione dello stress termico determinato dall'esposizione al microclima in ambiente severo caldo mediante l'applicazione dell'indice descrittore WBGT (temperatura a bulbo umido e del globotermometro).

- Ambiente Severo Freddo - Indice IREQ → descrizione del metodo di valutazione dello stress termico determinato dall'esposizione al microclima in ambiente severo freddo mediante l'applicazione dell'indice IREQ (Insulation REQuired) e valutazione del raffreddamento locale mediante l'indice twc (Wind Chill Temperature).
- Strumenti e metodi → introduzione alla strumentazione di misura e breve descrizione dei metodi; saranno esaminate criticità metodologiche e l'approccio che il valutatore dovrebbe avere nel pianificare un monitoraggio microclimatico considerando l'ampio numero di fattori e variabili da considerare.
- Esempi - Casi studio → presentazione di alcune valutazioni microclimatiche in ambienti termici «severi caldi» e «severi freddi» tratte da casi reali e casi elaborati a scopo didattico.



Contenuti del corso



Aspetti normativi

- ✓ Microclima e ambiente termico: definizioni
- ✓ Processi di scambio termico uomo ambiente: parametri fisici ambientali e personali
- ✓ Ambiente Severo Caldo - Metodo PHS
- ✓ Ambiente Severo Caldo - Indice WBGT
- ✓ Ambiente Severo Freddo - Indice IREQ
- ✓ Strumenti e metodi
- ✓ Esempi - Casi studio

Aspetti normativi

La legislazione vigente non prevede limiti specifici sui parametri microclimatici.

quindi... ? → facciamo il punto

OBBLIGHI GENERALI

D.Lgs. 81/2008

art. 2087 cod. civ.

...prescrive l'obbligo per l'imprenditore di adottare le misure necessarie a tutelare l'integrità fisica dei lavoratori...

art. 28 D.Lgs.81/08

...il datore di lavoro è tenuto ad effettuare la valutazione di tutti i rischi per la salute e sicurezza dei lavoratori...

4

Copyright EPC Srl Socio Unico - tutti i diritti riservati, riproduzione vietata

In questa diapositiva il relatore introduce obblighi normativi generali, non specifici sul microclima, ma che riguardano principi di prevenzione di base sulla valutazione dei rischi per i lavoratori. Nelle prossime slide ci si soffermerà invece sui richiami specifici alla valutazione dell'esposizione al microclima contenuti nel D.Lgs.81/08.

APPROFONDIMENTI: art. 17, art. 28, art. 29 Decreto Legislativo n. 81/2008 e Codice civile, art. 2087 “Tutela delle condizioni di lavoro” che recita “L'imprenditore è tenuto ad adottare nell'esercizio dell'impresa le misure che, secondo la particolarità del lavoro, l'esperienza e la tecnica, sono necessarie a tutelare l'integrità fisica e la personalità morale dei prestatori di lavoro.”




Aspetti normativi

Obblighi e principi di prevenzione a tutela dei lavoratori da condizioni di disagio e/o rischio derivanti dell'esposizione al microclima, sono presenti in tre diversi punti del D.Lgs. 81/2008, rispettivamente:

- Titolo II - «Luoghi di lavoro»
- Titolo VII - «Attrezzature munite di videoterminale»
- Titolo VIII - «Agenti fisici»


Tuttavia va anticipato che si tratta di indicazioni di carattere generale. Il legislatore non ha previsto all'interno del Decreto 81/2008 disposizioni mirate quali ad esempio: indici descrittivi, valori di riferimento, classi di esposizione, ecc. analogamente a quanto previsto per altri agenti di rischio di tipo fisico (ad esempio rumore, vibrazioni meccaniche, ecc.).



Analizziamone i contenuti...

5

Copyright EPC Srl Socio Unico - tutti i diritti riservati, riproduzione vietata



Questa slide ha finalità di introduzione alle successive.

Il relatore evidenzia il fatto che da un lato il microclima è un tema trattato esplicitamente in più punti del D.Lgs. 81 quindi obbligatoriamente oggetto di valutazione da parte del DDL in più ambiti dei luoghi di lavoro.

Aspetti normativi

TITOLO II - Luoghi di lavoro
Capo I - Disposizioni generali

Art.63 - Requisiti di salute e sicurezza

comma 1: i luoghi di lavoro devono essere conformi ai requisiti indicati nell'**ALLEGATO IV**.
...

Art.64 - Obblighi del datore di lavoro

comma 1: Il datore di lavoro provvede affinché:
a) i luoghi di lavoro siano conformi ai requisiti di cui all'articolo 63 commi 1, 2 e 3;
...


6

Copyright EPC Srl Socio Unico - tutti i diritti riservati, riproduzione vietata

Nella presente diapositiva e nelle prossime si entra nel merito degli adempimenti presenti nel D.Lgs. 81/08 riconducibili al microclima. Si inizia dal primo punto riportato nell'elenco della slide precedente: il Titolo II.

OSSERVAZIONE: art. 63 commi 1, 2 e 3 in combinato disposto con l'art. 64 comma 1 → Datore di lavoro e dirigente: la violazione di più precetti riconducibili alla categoria omogenea di requisiti di sicurezza relativi ai luoghi di lavoro di cui all'allegato IV è considerata un'unica violazione.

Passiamo ora ad analizzare i contenuti dell'ALLEGATO IV inerenti al microclima.




Aspetti normativi

Il microclima nell'Allegato IV

L'Allegato IV ripropone concetti (in alcuni casi ripresi parola per parola) già espressi da decreti legislativi precedenti al D.Lgs. 81, le cui prescrizioni sul microclima risultavano piuttosto generiche.

ALLEGATO IV




1.9 Microclima
...

1.9.1.3. Se sono utilizzati impianti di condizionamento dell'aria o di ventilazione meccanica, essi devono funzionare in modo che i lavoratori non siano esposti a **correnti d'aria fastidiosa**.
...

1.9.2.1. La **temperatura** nei locali di lavoro deve essere **adeguata** all'organismo umano durante il tempo di lavoro, **tenuto conto** dei metodi di lavoro applicati e **degli sforzi fisici** imposti ai lavoratori.
1.9.2.2. Nel giudizio sulla temperatura adeguata per i lavoratori si deve tener conto della influenza che possono esercitare sopra di essa il **grado di umidità** ed il **movimento dell'aria** concomitanti.
...

1.9.2.4. Le finestre, i lucernari e le pareti vetrate devono essere tali da evitare un **soleggiamento eccessivo** dei luoghi di lavoro, tenendo conto del tipo di attività e della natura del luogo di lavoro.
...

7Copyright EPC Srl Socio Unico - tutti i diritti riservati, riproduzione vietata

Vengono discussi tutti i punti dell'Allegato IV che contengono indicazioni in merito al controllo del microclima termico. Il testo indica in modo generico quei fattori ambientali e personali (evidenziati in grassetto) che entreranno in gioco nella stima dell'esposizione al microclima.

APPROFONDIMENTO: Allegato IV del D.Lgs. n.81/2008. I contenuti dell'Allegato IV in merito al microclima sono stati ripresi in gran parte da decreti precedenti al D.Lgs. 81/08 (D.P.R. 303 del 19/03/56, D.L. 626 del 19/09/94).



Contenuti del corso

- ✓ Aspetti normativi
- ✓ Microclima e ambiente termico: definizioni
- ✓ Processi di scambio termico uomo ambiente: parametri fisici ambientali e personali
-  **Ambiente Severo Caldo - Metodo PHS**
- ✓ Ambiente Severo Caldo - Indice WBGT
- ✓ Ambiente Severo Freddo - Indice IREQ
- ✓ Strumenti e metodi
- ✓ Esempi - Casi studio

59Copyright EPC Srl Socio Unico - tutti i diritti riservati, riproduzione vietata


La terza sezione del corso è terminata. Il relatore può lasciare spazio a domande, osservazioni, richiesta di chiarimenti sull'argomento concluso, prima di introdurre il successivo.

Considerazione introduttiva alla prossima sezione: comincia la presentazione dei metodi di valutazione dell'esposizione microclimatica in ambienti termici severi. In questa sezione verrà discusso il metodo PHS (Predicted Heat Strain), oggetto della norma UNI EN ISO 7933 - Ergonomia dell'ambiente termico. Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile.

E' attualmente il metodo più completo e accurato per la valutazione dell'esposizione ad ambienti caldi e della relativa risposta dell'organismo dei soggetti esposti a condizioni di stress termico.



Ambiente Severo Caldo - Metodo PHS



AMBIENTI SEVERI CALDI

Impongono un notevole grado di intervento al **sistema di termoregolazione** allo scopo di ridurre l'accumulo di calore nel corpo del soggetto esposto.


Si determina per il lavoratore una **persistente condizione di stress termico** in cui può avvenire un progressivo aumento della temperatura del nucleo corporeo.

I metodi di valutazione del rischio sono finalizzati a contenere l'accumulo termico attraverso la previsione e controllo dell'incremento di temperatura del nucleo corporeo, assumendo come limite un incremento massimo pari a 1°C



60

Copyright EPC Srl Socio Unico - tutti i diritti riservati, riproduzione vietata



Il docente legge e commenta la diapositiva richiamando rapidamente le caratteristiche dell'ambiente severo caldo, già introdotte in precedenza, e le relative implicazioni per i soggetti esposti a tali ambienti.



Ambiente Severo Caldo - Metodo PHS

La valutazione dello stress termico in ambienti caldi può essere effettuata mediante il **modello PHS** (*Predicted Heat Strain*). Esso rappresenta la procedura più dettagliata e affidabile per gli ambienti termici severi caldi ed è oggetto della norma:

- **UNI EN ISO 7933 - Ergonomia dell'ambiente termico.**
Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile.



La norma specifica un metodo per la **valutazione analitica** e per l'**interpretazione dello stress termico**. Analogamente alla procedura utilizzata negli ambienti termici moderati (**indice PMV**), anche questa si basa sul fatto che la condizione ottimale per l'individuo è quella rappresentata dalla «**neutralità termica**», quindi lo stress termico è tanto più intenso quanto maggiore è il guadagno di energia.

61

Copyright EPC Srl Socio Unico - tutti i diritti riservati, riproduzione vietata



Il docente introduce il modello di valutazione utilizzato per valutare l'esposizione in ambiente caldo, che sarà oggetto della presente sezione, e la norma tecnica che lo descrive. Alla base del modello vi sono i meccanismi di scambio termico definiti dall'equazione del bilancio energetico descritta nella sezione precedente.

APPROFONDIMENTI:

- UNI EN ISO 7933 - Ergonomia dell'ambiente termico. Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile.
- INAIL. «La valutazione del microclima», 2018. Consultabile e scaricabile sul sito Inail.



Ambiente Severo Caldo - Metodo PHS

Principi del metodo PHS

- Il metodo PHS si basa sull'equazione del bilancio termico dell'organismo umano e relativi **meccanismi di scambio «uomo-ambiente»**. In questi ambienti la sudorazione svolge un ruolo primario nel ridurre l'accumulo di calore. Dall'equazione del bilancio termico viene stimata la potenza termica da dissipare con l'evaporazione.
- Il metodo permette di monitorare l'**evoluzione temporale della risposta dell'organismo umano** e analizza nel tempo gli scambi di energia «uomo-ambiente». Il modello determina istante dopo istante l'eventuale incremento di energia termica nel soggetto e il conseguente aumento di temperatura del nucleo.

62


Copyright EPC Srl Socio Unico - tutti i diritti riservati, riproduzione vietata



Analogamente al metodo PMV (si veda il volume «Ambienti termici moderati») il PHS si basa sull'equazione del bilancio termico e sulla stima degli stessi 6 parametri, 4 ambientali e 2 personali (si veda la sezione «parametri fisici ambientali e personali»).


APPROFONDIMENTI:

- UNI EN ISO 7933 - Ergonomia dell'ambiente termico. Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile.
- INAIL. «La valutazione del microclima», 2018. Consultabile e scaricabile sul sito Inail.



Ambiente Severo Caldo - Metodo PHS

L'applicazione del PHS richiede la stima dei 6 parametri, 4 ambientali e 2 personali, che caratterizzano l'equazione del bilancio termico.




Parametri ambientali

t_r - temperatura media radiante [$^{\circ}\text{C}$]

t_a - temperatura dell'aria [$^{\circ}\text{C}$]

p_a - pressione parziale di vapore [Pa]

v_a - velocità dell'aria [m/s]




Parametri personali

M - metabolismo energetico [W/m^2 o met]

I_{cl} - isolamento termico del vestiario [clo]

63

Copyright EPC Srl Socio Unico - tutti i diritti riservati, riproduzione vietata



Questa slide prosegue e chiude i contenuti della precedente.

Il docente richiama brevemente i 6 parametri che saranno oggetto della valutazione dell'esposizione secondo il metodo PHS (si osserva che l'umidità dell'aria è espressa in termini di pressione parziale di vapore).

APPROFONDIMENTI:

- UNI EN ISO 7933 - Ergonomia dell'ambiente termico. Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile.
- INAIL. «La valutazione del microclima», 2018. Consultabile e scaricabile sul sito Inail.



Ambiente Severo Caldo - Metodo PHS

Il modello previsionale PHS mostra l'influenza dei diversi parametri fisici sullo stress termico a cui è sottoposto il soggetto, consentendo di individuare su quali grandezze sarebbe necessario intervenire al fine di ridurre il rischio di sollecitazioni fisiologiche.

GLI OBIETTIVI DEL METODO SONO I SEGUENTI:

Valutazione dello stress termico in termini di eccessivo aumento della temperatura del nucleo o eccessiva perdita di acqua per il soggetto

Determinazione dei tempi di esposizione massimi ammissibili per i quali la sollecitazione dell'ambiente caldo è fisiologicamente accettabile (non sono prevedibili danni fisici)

Nella presente slide il docente focalizza gli obiettivi del metodo nel controllo di possibili affetti avversi determinati dall'esposizione del soggetto in ambiente caldo. I contenuti di questa slide sono un'anticipazione che introduce concettualmente gli indici descrittivi e relativi valori limite, utilizzati nel modello previsionale alla base del metodo di valutazione, che verranno descritti nelle prossime slide.



Ambiente Severo Caldo - Metodo PHS

Applicabilità del metodo

La UNI EN ISO 7933 riporta che l'affidabilità del modello è verificata solo all'interno di determinati intervalli di valori dei parametri ambientali e personali.

Grandezza	Simbolo	Intervallo utile
temperatura dell'aria - [°C]	t_a	+15 ÷ +50
differenza tra t_a e t_r - [°C]	$t_r - t_a$	0 ÷ +60
pressione parziale del vapore acqueo - [kPa]	p_a	0 ÷ 4,5
velocità dell'aria - [m/s]	v_a	0 ÷ 3
attività metabolica - [W]	M	100 ÷ 450
isolamento termico del vestiario - [clo]	I_{cl}	0,1 ÷ 1

65

Copyright EPC Srl Socio Unico - tutti i diritti riservati, riproduzione vietata



Analogamente al modello basato sull'indice PMV (si veda il volume «Ambienti termici moderati») anche nel modello PHS i parametri d'ingresso sono limitati da opportuni intervalli di applicabilità.

L'applicabilità del modello deriva da una validazione sperimentale effettuata in laboratorio e in campo mediante diverse centinaia di prove.

OSSERVAZIONI

Nella tabella riportata nella slide si osserva quanto segue:

- I limiti sulla temperatura media radiante (t_r) sono espressi come differenza di temperature (temperatura dell'aria e temperatura media radiante).
- L'attività metabolica M è espressa in Watt e non in met o W/m^2 pertanto dovrà essere opportunamente ridefinita. Tali aspetti saranno trattati nella sezione «Strumenti e metodi». L'intervallo di applicabilità indicato in tabella corrisponde a circa $1 \div 4,3$ met per un'area corporea tipica di un individuo adulto di $1,8 m^2$.