



L'AMBIENTE DI LAVORO IL MICROCLIMA

01



- L'AMBIENTE DI LAVORO - IL MICROCLIMA

Sommario

| | |
|--|----|
| IL MICROCLIMA | 2 |
| Definizione di Microclima. | 2 |
| Il Sistema di sorveglianza, previsione e allarme. | 2 |
| MICROCLIMA - EFFETTI SULLA PERSONA | 3 |
| Effetti sulla salute. | 3 |
| OBBLIGHI DEL DATORE DI LAVORO - VALUTAZIONE DEL RISCHIO | 6 |
| Stress e benessere termico..... | 6 |
| Ergonomia..... | 10 |
| Lavori eseguiti all'esterno o in condizioni variabili..... | 12 |
| Lavori eseguiti all'interno o in condizioni costanti. | 18 |
| Lo stress da freddo e il fattore "wind chill". | 21 |
| Il vento e la temperatura. | 23 |
| I Dispositivi di Protezione Individuali -DPI- per gli ambienti freddi..... | 27 |

IL MICROCLIMA

Definizione di Microclima.

Il **microclima di un ambiente di lavoro**, è quel complesso di **parametri fisici**, quali: **temperatura dell'aria, temperatura media radiante, velocità dell'aria, umidità relativa**, che adeguatamente considerati con i **parametri relativi alla persona**, quali: **attività metabolica ed abbigliamento**, caratterizzano gli **scambi termici** tra **ambiente** e **lavoratori** in esso inseriti.

Il **microclima** è un elemento molto importante di ogni **valutazione dei rischi**, infatti, l'**ambiente termo-igrometrico** in cui opera un lavoratore non solo può **comprometterne** la **sicurezza** e **salute**, ma può essere **non adeguato** all'**attività** e **creare** vere e proprie **sensazioni di disagio (discomfort)**.

Il **confort** (o **comfort**) **microclimatico** (o **termico**) è definito dalla **American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE)**¹ come “**condizione di benessere psicofisico dell'individuo rispetto all'ambiente** in cui vive e opera”.

Inoltre, come indicato nel documento **INAIL “Microclima e luoghi di lavoro”**², dal punto di vista **termico** si possono distinguere **almeno due** diverse **tipologie di ambiente**:

- “**Ambienti moderati**, in cui si possono raggiungere condizioni di **comfort**” e il lavoratore **non corre generalmente rischi per la salute** perché è possibile raggiungere facilmente la condizione di **benessere termico**;
- “**Ambienti severi caldi o freddi** in cui tali condizioni non possono essere garantite e pertanto ci si deve **preoccupare di assicurare la salute e la sicurezza** del lavoratore”; essendo ambienti in cui non si possono realizzare condizioni di **comfort termico**, è **necessario individuare opportune misure di protezione**, sia **tecniche** (per esempio, Dispositivi di protezione collettiva, individuale), sia **organizzative** (per esempio preventiva definizione di tempi e metodi operativi, alternanze tra operatori, pause di riposo per il recupero termico o altro ritenuto necessario).

Il Sistema di sorveglianza, previsione e allarme.

Il “**Sistema Nazionale di Sorveglianza, previsione e di allarme**” per la **prevenzione degli effetti delle ondate di calore sulla salute della popolazione** è stato attivato dal **Dipartimento della Protezione Civile** nel **2004**³.

¹ Vedasi <https://www.ashrae.org/>

² Vedasi INAIL, Settore Ricerca, Dipartimento di Medicina del Lavoro, “ Microclima e luoghi di lavoro”, a cura di V. Molinaro e S. Del Ferraro (formato PDF, 601 kB) in <https://www.inail.it/repository/ContentManagement/information/P487577151/microclima.pdf>

³ Vedasi <http://www.protezionecivile.it/index.php>

Per gli aspetti tecnici lo strumento è **coordinato** dal **Dipartimento di Epidemiologia** della ASL RM/E, individuato come **Centro di Competenza Nazionale dalla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 febbraio 2004**, ed è dislocato nelle **principali città italiane** che sono: Ancona, Bari, Bolzano, Bologna, Brescia, Cagliari, Campobasso, Catania, Civitavecchia, Firenze, Frosinone, Genova, Latina, Messina, Milano, Napoli, Palermo, Perugia, Pescara, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Torino, Trieste, Venezia, Verona e Viterbo.

Il sistema consente di **individuare le condizioni meteo-climatiche** che possono avere un **impatto significativo sulla salute dei soggetti vulnerabili** per ogni specifica area urbana. In caso di necessità, i **bollettini** sono **inviati ai centri locali interessati** al fine dell'**attivazione dei piani di intervento a favore della popolazione potenzialmente interessata**, quindi comprensiva degli **ambienti di lavoro**.

Chiunque può accedere a questi **bollettini giornalieri** che segnalano, nel **periodo 15 maggio - 15 settembre**, dal **lunedì al sabato** per le 27 città italiane prima citate, la **situazione**, compresi i **possibili effetti sulla salute delle condizioni meteorologiche previste a 24, 48 e 72 ore** ed il **livello di attenzione** per il **calore**, espresso con **indici numerici** che vanno da **0 a 3**:

- * **Livello 0** - Condizioni meteorologiche **non a rischio per la salute della popolazione**;
- * **Livello 1** - Condizioni meteorologiche che **non rappresentano un rischio** per la salute della popolazione ma **possono precedere il verificarsi di condizioni di livello 2 (livello di attenzione)**;
- * **Livello 2** - Temperature elevate e condizioni meteorologiche che **possono avere effetti negativi sulla salute della popolazione a rischio**;
- * **Livello 3** – “**Ondata di calore**” dove condizioni meteorologiche a **rischio che persistono per tre o più giorni consecutivi**. È necessario **adottare interventi di prevenzione mirati alla popolazione a rischio**.

MICROCLIMA - EFFETTI SULLA PERSONA

Effetti sulla salute.

Per un funzionamento ottimale del nostro corpo, per “**stare bene**” e mantenere le capacità fisico-mentali necessarie allo svolgimento delle normali attività, compreso il lavoro, è necessario che tutte le parti componenti l'**organismo umano funzionino al meglio**, e questo avviene anche, e soprattutto, **mantenendo la temperatura interna a ~37°C**⁴. Per evitare questa situazione, ed eventuali danni alla salute, le **condizioni ambientali lavorative** devono **consentire all'individuo** (acclimatato, completamente

⁴ Vedasi anche il Manuale per RLS-RLST “Per non navigare a vista” del 2001 nel sito UIL nazionale in http://www.uil.it/NewsSX.asp?ID_News=32&Provenienza=3 e più precisamente nelle schede cartacee RS5 contenute nello stesso libro

vestito della tuta e dei DPI previsti per l'attività e con una assunzione adeguata di acqua e sali minerali) di **non uscire mai** dal **campo massimo 36,5-37,5°C** rilevato dalla misurazione della **temperatura corporea interna**.

Per garantire questo, in caso di:

► **Eccesso di calore** - fattore normalmente dovuto all'**attività muscolare** abbinato a condizioni di "**stress da calore ambientali**" (temperatura esterna sensibilmente più elevata di quella corporea), il "termometro interno" del corpo agisce **incrementando la circolazione sanguigna**, quindi aumentando la **dispersione del calore tramite la vasodilatazione periferica**, dove l'effetto più importante si manifesta sull'epidermide con l'aumento della sudorazione. Tuttavia, **oltre certi limiti** di temperatura esterna, il **bilanciamento termico non è più assicurato** e la temperatura del corpo comincia a crescere. In situazioni estreme, questa situazione esce dal controllo e può portare:

1. Alla più **seria malattia** causata dal calore: il "**colpo di calore**", il quale può causare **danni irreversibili** o essere una **minaccia per la vita** stessa.
2. All'**esaurimento da calore**, un'altra **patologia tipica** che, nella forma più grave, conduce a **prostrazioni** e può causare **gravi danni** sia **fisici** che **mentali**.
3. A "**crampi da calore**", caratterizzati da **debolezza passeggera**, che **sono facilmente reversibili** se **trattati prontamente** in modo adeguato.
4. Ad altri disturbi meno gravi, quali: **disidratazione**, **eruzioni cutanee**, **edema da calore** e **diminuita capacità lavorativa** sia **fisica** che **mentale**, da cui deriva un possibile aumento del rischio di infortunio.

► **Carenza di calore** - fattore normalmente dovuto ad una **perdita corporea di calore**, al fine di compensare le **basse temperature esterne** (presenza di freddo ambientale, vento); in questa situazione il corpo cerca di **recuperare calore attivando tremori muscolari** incontrollati, in grado di **generare energia termica supplementare** attraverso l'energia cinetica liberata dal **rapido movimento delle fibre muscolari**.

Per ciò che, invece, riguarda i **danni dall'esposizione al freddo**, l'Istituto Nazionale Francese per la prevenzione degli infortuni sul lavoro e delle malattie professionali (INRS), ha pubblicato un interessante **dossier**⁵ sulla materia. Va tenuto presente che questi **danni variano intensità e natura** e sono generati da **molteplici i rischi** per l'**esposizione al freddo** durante il lavoro, comunque generalmente collegabili:

- ✓ Alla **diretta, repentina e immediata esposizione** alle **basse temperature**.
- ✓ A un'**esposizione prolungata ed eccessiva al freddo** (ad esempio, se si lavora nelle celle frigorifere per vari anni, saranno inevitabili tutte le patologie collegate).

In generale:

1. Quando l'organismo è esposto a **temperature molto rigide**, esso non è in grado di regolare la propria temperatura e inizia a **perdere più calore di quanto riesca a produrre** e va quindi incontro a uno stato di **ipotermia**. Se la temperatura si abbassa troppo ne fa le spese il **cervello** e, in una prima fase, il soggetto colpito **perde la**

⁵ Vedasi il testo in lingua francese in http://www.inrs.fr/htm/travail_au_froid.html

capacità di pensare in modo lucido o di **muoversi correttamente** (la vittima può non essere pienamente consapevole di ciò che sta accadendo e perciò può non essere in grado di fare nulla per contrastarne gli effetti); con il prolungare dell'esposizione si assisterà in sequenza alla **perdita di coscienza**, il **coma** e, in casi estremi, anche la **morte** dell'individuo. Oltre agli ambienti con temperature rigide, l'ipotermia può verificarsi **anche in un ambiente fresco** con temperatura dai 4°C in su, per esempio quando il **lavoratore si bagna** sotto la **pioggia** o si immerge nell'**acqua fredda**.

2. Il **congelamento** è provocato dalla temperatura troppo rigida che fa **perdere la sensibilità della zona colpita**, la quale diventa molto pallida, e può provocare **lesioni permanenti all'organismo** e, nei casi più gravi, condurre alla **necrosi**⁶ e all'**amputazione**. Nella maggior parte dei casi interessa le parti **più esposte e meno irrorate dal flusso sanguigno** quali, ad esempio, **naso, orecchie, guance, mento, dita delle mani e dei piedi**.
3. Chi viene esposto di **frequente** a temperature basse può, ad esempio, soffrire di **sensibilità ridotta agli arti** o la **difficoltà di concentrazione**, dove entrambi i fattori potrebbero generare quindi possibili errori di distrazione nello svolgimento delle mansioni previste e/o favorire il verificarsi di incidenti anche gravi.
4. Altri danni di minore gravità, possono essere collegabili a tutte quelle malattie comunemente associate all'esposizione, anche per brevi periodi, al freddo quali, per esempio, **sinusiti, artrosi, artriti reumatoidi** e altre **patologie legate all'apparato muscoloscheletrico**.

In definitiva, va considerato come gli **effetti** sull'organismo inserito in **situazioni ambientali con temperature estreme**, da un lato vedono che le **reazioni fisiologiche di chi lavora** in queste condizioni, generalmente siano spesso **simili o assimilabili** dall'altro, invece, possano **variare o differire notevolmente** secondo:

- Il **tipo** e delle **condizioni di lavoro**;
- Lo **stato di salute della persona esposta**;
- Dell'**acclimatamento** (sono sempre necessari alcuni giorni per adattarsi a variazioni climatiche importanti);
- dell'**età** (la tolleranza al caldo diminuisce con l'età), del **sesso** (le donne sopportano peggio dell'uomo le alte temperature);
- della **tipologia corporea** (l'obesità o la magrezza eccessiva riducono la tolleranza al caldo);
- della **assunzione di alcolici o di farmaci**;
- Inoltre, è dimostrato che un'**anormale pressione barometrica** (per esempio dovuta all'altitudine) può dar luogo ad uno **stress supplementare** per l'organismo esposto.

⁶ Vedasi <https://it.wikipedia.org/wiki/Necrosi> - Con il termine necrosi (tradotto dal derivato greco "cadavere", significa "la fase di morte, l'atto di uccidere") si indica l'insieme dei fenomeni morfologicamente osservabili cui la cellula va incontro a morte prematura per cause non naturali nei tessuti viventi. Le possibili cause di necrosi sono molte: ipossia, temperature estreme, tossine prodotte da batteri, virus lisogeni infettanti, traumi. La necrosi è quasi sempre dannosa e può anche rivelarsi fatale: per questa ragione si rende spesso necessaria l'asportazione chirurgica

OBBLIGHI DEL DATORE DI LAVORO - VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Il **confort** (o **comfort**) **microclimatico** è un aspetto di **rischio importante** in tutti gli ambienti di lavoro e lo stesso **Decreto legislativo 81/2008** (a.d. **Testo Unico sulla tutela della salute e sicurezza dei lavoratori**) prevede:

- ▶ All'**articolo 28**, comma 1, il decreto prevede come il **Datore di Lavoro** debba **valutare tutti i rischi** per la sicurezza e la salute dei lavoratori; quindi obbligandolo a valutare anche il **rischio legato ai fattori microclimatici**, in particolare al **lavoro svolto in ambiente caldo, freddo o soggetto a sbalzi repentini di temperatura** (per esempio l'entrata o uscita da ambienti diversamente climatizzati come le celle frigorifere).
- ▶ Nel **Titolo VIII, articolo 180**, il decreto **inserisce il microclima tra gli agenti fisici** i quali, **ai sensi dell'articolo 181**, devono essere **compresi nella valutazione dei rischi**.

Ovvero, il **microclima**, benché **mancante di un capo specifico** come altri agenti fisici, **deve essere valutato** con riferimento alle **norme di buona tecnica** (UNI, ISO ecc.) ed alle **buone prassi** in modo da **identificare ed adottare** le più **adeguate misure di prevenzione e protezione**.

Stress e benessere termico.

Al fine di **valutare se i lavoratori in attività** sono in uno **stato di benessere termico** o **sottoposti a stress termico** devono essere adottate precise **indagini microclimatiche negli ambienti di lavoro**.

- Il **benessere termico** è rappresentato da quelle condizioni in cui l'**organismo** riesce a **mantenere l'equilibrio termico senza l'intervento del sistema di termoregolazione proprio**.
- Lo **stress termico** è definito dalle **condizioni microclimatiche** che **richiedono l'intervento del sistema di termoregolazione** al fine di **mantenere l'equilibrio termico corporeo**.

Inoltre:

- Lo **stress termico** è funzione della **produzione di energia termica** all'interno del corpo, delle **caratteristiche microclimatiche dell'ambiente circostante** e dell'**abbigliamento** in uso.
- Il **carico termico interno** è il risultato del **metabolismo collegato all'attività fisica**.

Quanto sopra detto è espresso matematicamente dalla seguente equazione di **Bilancio termico**: $B_t = M \pm C \pm R - E$ dove:

M = calore metabolico prodotto dall'organismo;

C = calore scambiato per convezione;
R = calore scambiato per irraggiamento;
E = calore scambiato per evaporazione;

Nel caso in cui il **risultato** dell'**equazione** sia:

- **Bt = 0** (zero), si avrà una condizione di **omeotermia**, ovvero di **stabilità nell'equilibrio termico ambiente-uomo** e quindi una **situazione di benessere termico** e di **gradevolezza** per quest' ultimo.
- **Bt > 0**, si avrà un **apporto termico dall'ambiente verso l'uomo**.
- **Bt < 0**, si avrà un **dispendio termico dall'uomo verso l'ambiente**.

→ In **tutti i casi** dove il **bilancio termico Bt** è **diverso** da **0** (zero), rientrando quindi in una condizione positiva o negativa, si avrà una **condizione termica** tale da creare una **situazione di disagio** se non addirittura di **malessere per l'uomo**.

Inoltre, nella **formulazione** del **bilancio termico** intervengono **numerosi fattori** distinguibili in **due gruppi, soggettivo (S) e fisico (F)**:

S) - Fattori soggettivi strettamente legati all'individuo quali: Temperatura cutanea, Temperatura corporea interna, Vestiario indossato, Superficie corporea vestita, Superficie corporea svestita, Capacità sudorativa, Attività metabolica di base, Attività fisica svolta, Età, Peso corporeo, Acclimatazione, Stato di salute.

Tenendo presente che le **caratteristiche individuali devono essere effettivamente rilevate sul soggetto in analisi**, è facilmente intuibile come queste, oltre alla difficoltà pratica del rilevamento stesso in opera (si pensi, per esempio, al solo rilevamento della temperatura interna e cutanea durante il lavoro), siano legate ad **accertamenti sanitari eseguibili esclusivamente da personale medico autorizzato** (medico competente o consulenti sanitari incaricati).

→ Alcune aziende (va ricordato che la responsabilità dei criteri adottati nella Valutazione dei Rischi, secondo il D.Lgs. 81/2008 è in capo al Datore di lavoro) tendono a "snellire" le indagini, **accettando un dato generico** e non **individuale**, tramite l'adozione di un **modello umano standard** con **caratteristiche prestabilite** quali, ad esempio, Temperatura corporea = 37°C, Peso = 70Kg, Attività metabolica di base = 35 W/m², Altezza 1.70 m, Età = 35 anni, in buono stato di salute.

L'adozione di questo metodo "**empirico**", rappresentativo di un "**modello tipo**", **deve essere dichiarata sul DVR** (Documento di Valutazione dei rischi secondo articoli 27 e 28 del D.Lgs. 81/2008) e i **risultati**, confrontati con i fattori fisici, devono essere considerati utili **solamente all'inserimento nel protocollo sanitario** degli esposti e al conseguente **giudizio di idoneità** espresso dal **Medico competente**.

F) - Fattori fisici ambientali quali:

1. **Temperatura dell'aria** o di **bulbo secco a ventilazione forzata** (TA).
2. **Temperatura del bulbo umido a ventilazione forzata** (TW).

3. **Temperatura del bulbo umido a ventilazione naturale (TN).**
 4. **Temperatura globotermometrica (TG).**
 5. **Velocità dell'aria (VA).**
 6. **Temperatura media radiante (TR).**
 7. **Umidità relativa (RH)**
- misurabili direttamente con opportuna e specifica strumentazione.

→ Dato che la misurazione della **temperatura interna del corpo**, e del suo **mantenimento a valori costanti**, **non è pratica** (soprattutto in continuo o per lunghi periodi), per consentire il **monitoraggio** del **carico calorico positivo o negativo**, è preferibile adottare **sistemi** tesi a tenere **sotto controllo** i **fattori ambientali esterni** e le **risposte fisiologiche** a loro **correlate**.

Quindi, nel caso che le **lavorazioni si svolgano in:**

► **Ambienti caldi** - se si propende alla **sola misurazione dei fattori fisici ambientali**, lasciando le caratteristiche individuali alla **sorveglianza sanitaria** e al **protocollo sanitario** adottato e, nel caso si sia in presenza di **condizioni ambientali** con la caratteristica di essere **abbastanza costanti nel tempo** e nelle **variabili** prima indicate, per la valutazione è possibile utilizzare l'**indice WBGT**, un **indice di facile determinazione**, che può dare un'idea immediata sulla **necessità** di una **valutazione più accurata** (per esempio utilizzando il **modello PHS**, un metodo analitico sofisticato che tiene conto anche di fattori complessi).

Questa metodologia **si basa solo sul rilevamento dei parametri ambientali** e **non dell'attività lavorativa** (se non con dei pratici riferimenti generali sul carico di lavoro espresso su tre livelli) e dell'**abbigliamento indossato dal lavoratore**, secondo quanto specificato nella **Norma Italiana UNI EN 27243 del febbraio 1996**⁷.

La determinazione del WBGT è effettuata da un apparecchio particolare che fornisce, nei tempi necessari alla rilevazione, il dato d'interesse oppure usando un **globotermometro nero**, un **termometro statico a bulbo umido naturalmente ventilato** ed uno a **bulbo secco**: la misura finale è data dalla combinazione delle tre letture la cui formula empirica è:

► Per l'**esposizione solare (irraggiamento diretto)**, rispettivamente 20% - 70% - 10% (ovvero si moltiplicano le letture effettuate sui rispettivi termometri, in sequenza come da elencazione di cui sopra, per 0,2 - 0,7 - 0,1 e poi si sommano i risultati);

► Per l'**interno o ambiente ombreggiato** 30% - 70% - 0 (ovvero si usa il globotermometro nero e quello a bulbo umido, si moltiplicano le letture per 0,3 e 0,7 infine, si sommano i risultati).

⁷ UNI EN 27243 del febbraio 1996 dal titolo "Ambienti caldi – Valutazione dello stress termico per l'uomo negli ambienti di lavoro, basata sull'indice WBGT (temperatura a bulbo umido e del globo termometro)" – "Relazioni internazionali = EN 27243:1993 (=ISO 7243:1989) la presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 27243 (edizione ottobre 1993). Classificazione ICS 13.180".

► **Ambienti freddi** - per la valutazione si deve tenere conto:

- Del **raffreddamento globale** (corpo intero). Per questo aspetto si utilizza l'**indice IREQ** (procedura analitica basata sulla **valutazione dell'isolamento** dato dall'**abbigliamento richiesto** affinché il corpo sia in equilibrio termico con l'ambiente).
- Del **raffreddamento locale**, ovvero di alcune parti specifiche come viso, mani e piedi, per il quale è applicabile la norma **UNI EN ISO 11079**⁸ che individua **4 tipi di raffreddamento locale** (raffreddamento dovuto al **vento freddo**, raffreddamento della **pelle** per contatto con superficie fredde, raffreddamento delle **estremità**, raffreddamento delle **vie respiratorie**).

A supporto di quanto appena citato, segue un **elenco** non esaustivo del **parco normativo di riferimento**, disponibile sull'argomento.

Per gli **ambienti moderati**:

- **UNI EN ISO 7730:2006** "Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale": questa norma presenta metodi per prevedere la sensazione termica globale ed il grado di disagio (insoddisfazione termica) delle persone esposte in ambienti termici moderati. Consente infatti la determinazione analitica e l'interpretazione del benessere termico mediante il calcolo del PMV e del PPD e dei criteri di benessere termico locale, fornendo le condizioni ambientali considerate accettabili per il benessere termico globale così come quelle che rappresentano il disagio locale.

Per gli **ambienti molto caldi**:

- **UNI EN ISO 7933:2005** "Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile";
- **UNI EN 27243** "Ambienti caldi. Valutazione dello stress termico per l'uomo negli ambienti di lavoro, basata sull'indice WBGT (temperatura a bulbo umido e del globotermometro)".

Per gli **ambienti molto freddi**:

- **UNI EN 342:2004** "Indumenti di protezione - Completi e capi di abbigliamento per la protezione contro il freddo";
- **UNI EN 511:2006** "Guanti di protezione contro il freddo";
- **UNI EN ISO 11079:2008** "Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione e interpretazione dello stress termico da freddo con l'utilizzo dell'isolamento termico dell'abbigliamento richiesto (IREQ) e degli effetti del raffreddamento locale".

Per **tutti i tipi di ambiente termico**:

⁸ Vedasi http://store.uni.com/catalogo/index.php/uni-en-iso-11079-2008.html?josso_back_to=http://store.uni.com/josso-security-check.php&josso_cmd=loggin_optional&josso_partnerapp_host=store.uni.com

- **UNI EN ISO 7726:2002** “Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche”;
- **UNI EN ISO 8996:2005** “Ergonomia dell’ambiente termico - Determinazione del metabolismo energetico”;
- **UNI EN ISO 9886:2004** “Ergonomia - Valutazione degli effetti termici (thermal strain) mediante misurazioni fisiologiche”;
- **UNI EN ISO 9920:2009** “Ergonomia dell’ambiente termico - Valutazione dell’isolamento termico e della resistenza evaporativa dell’abbigliamento”;
- **UNI EN ISO 12894:2002** “Ergonomia degli ambienti termici - Supervisione medica per persone esposte ad ambienti molto caldi o molto freddi”.

Ergonomia

Da notare che queste norme, quasi tutte citano in titolo il termine “**ergonomia**” riferito agli **ambienti termici** e, per **completare il contenuto dei riferimenti**, può essere utile analizzarne il **significato** proposto da varie fonti.

▷ Si parla di ergonomia già nel D.Lgs. 626/1994, poi ripresa dal D.Lgs. 81/2008 in relazione al **miglioramento del benessere del lavoratore**. Oggi, l’articolo 15, lett. d) del **Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro** impone “il **rispetto dei principi ergonomici** nell’**organizzazione del lavoro**, nella **concezione dei posti di lavoro**, nella **scelta delle attrezzature** e nella **definizione dei metodi di lavoro e produzione**, in particolare al fine di ridurre gli effetti sulla salute del lavoro monotono e di quello ripetitivo”.

▷ Secondo l’**Enciclopedia Treccani**⁹, il termine significa: «**Disciplina scientifica** che, utilizzando le conoscenze e i dati forniti da vari campi del sapere, **studia il sistema uomo-macchina-ambiente** con l’**obiettivo** di trovare **soluzioni ottimali, adatte alle capacità** e ai **limiti psicofisiologici dell’uomo** [...] Alle sue **origini** era orientata solo allo **studio dei rapporti dell’uomo con l’ambiente di lavoro** e ai problemi della **sicurezza**, con specifiche ricerche su **postura e geometria del corpo umano, disegno e progettazione dei posti di lavoro, movimenti dell’operaio in produzione, microclima, relazioni interpersonali nell’attività lavorativa** [...] successivamente l’impostazione, elaborata per lo studio dei sistemi di carattere militare, dimostrò la sua **validità e applicabilità a tutti i diversi sistemi uomo-macchina**.

Ciò indusse, nel 1949, **K.F.H. Murrel**¹⁰ (1908-1984) a costituire a Oxford un gruppo di studiosi che in seguito diede vita alla **Ergonomics research society** [...] con una notevole apertura dei primi studi angloamericani verso l’interdisciplinarietà e l’uso del **nuovo termine ergonomics**. Nella teoria di Murrel, che rappresenta il fondamento della nuova scienza, la **macchina** intesa come **strumento di lavoro** e l’**uomo** che vi è addetto

⁹ Vedasi <http://www.treccani.it/enciclopedia/ergonomia/>

¹⁰ Da Wikipedia in https://it.wikipedia.org/wiki/Hywel_Murrell - Kennet Frank Hywel Murrell (1908 – 1984) è stato uno psicologo britannico, tra i primi ad occuparsi di studi sull’ergonomia.

costituiscono il sistema uomo-macchina; questo è inserito in un determinato ambiente e pertanto diventa il sistema uomo-macchina-ambiente. Ogni sistema è quindi costituito da un operatore umano, dai mezzi materiali di cui dispone, dai metodi che applica e dall'ambiente in cui opera. Gli studi in questo nuovo ramo della scienza ebbero ulteriore sviluppo con la costituzione, nel 1959, a Stoccolma dell'International ergonomics association, e a Roma, nel 1961, della Società Italiana di Ergonomia¹¹ (SIE)».

«Nata da esigenze connesse ai settori industriale e militare, l'ergonomia non è rimasta limitata e circoscritta a questi ambiti, ma ha esteso il suo campo d'indagine ai rapporti che intercorrono fra l'uomo e l'ambiente in genere, occupandosi di tutte le possibili relazioni tra l'uomo, le macchine, le tecnologie, l'ambiente fisico-sociale, il contesto di vita, e utilizzando conoscenze multidisciplinari allo scopo di analizzare, progettare e valutare i sistemi che si sviluppano intorno all'uomo. Le caratteristiche psicofisiologiche dell'uomo costituiscono infatti i parametri fondamentali cui devono essere adattati non solo i mezzi, le macchine, l'ambiente, i metodi e l'organizzazione del lavoro, ma anche le abitazioni, gli agglomerati urbani in cui egli vive e opera, gli svariati oggetti di uso umano. Obiettivi fondamentali sono la ricerca di quell'equilibrio psicofisico e sociale che porta alla perfetta compatibilità tra la vita dell'uomo e tutto ciò che lo circonda, nonché il miglioramento dell'efficienza e affidabilità dei sistemi: scopo dell'ergonomia è, in sostanza, conseguire al tempo stesso la massima sicurezza, il massimo benessere e, infine, la massima efficienza».

▷ In Wikipedia¹² si cita: «Il termine “ergonomia” deriva dalle parole greche “érgon” (lavoro) e “nómos” (regola, legge) ed è stato usato per la prima volta da Wojciech Jastrzębowski in un giornale polacco nel 1857 [...] L'ergonomia, secondo l'International Ergonomics Association¹³ (IEA) è quella scienza che si occupa dell'interazione tra gli elementi di un sistema (umani e d'altro tipo) e la funzione per cui vengono progettati (nonché la teoria, i principi, i dati e i metodi che vengono applicati nella progettazione), allo scopo di migliorare la soddisfazione dell'utente e l'insieme delle prestazioni del sistema. In pratica è quella scienza che si occupa dello studio dell'interazione tra individui e tecnologie [...] La qualità del rapporto tra l'utente e il mezzo utilizzato è determinata dal livello di ergonomia. Il requisito più importante per determinare questo livello è la sicurezza, seguito dall'adattabilità, l'usabilità, il comfort, la gradevolezza, la comprensibilità, e così via [...] L'ergonomia si basa su molte discipline e scienze nello studio degli esseri umani e dei loro ambienti, tra cui antropometria, biomeccanica, ingegneria meccanica, bioingegneria, ingegneria industriale, ingegneria biomedica, design industriale, chinesologia, fisiologia e psicologia».

«Uno dei principali campi di applicazione dell'ergonomia riguarda l'organizzazione del lavoro. L'ergonomia organizzativa si basa sul lavoro di gruppi interdisciplinari che intervengono sulle dimensioni sociali, cognitive, relazionali e fisiche dell'ambiente di lavoro. In questo campo, oltre che a sviluppare studi metodologici e strumenti idonei per

¹¹ Vedasi https://it.wikipedia.org/wiki/Societ%C3%A0_italiana_di_ergonomia

¹² Vedasi <https://it.wikipedia.org/wiki/Ergonomia>

¹³ Vedasi https://it.wikipedia.org/wiki/International_Ergonomics_Association

la **prevenzione, valutazione di patologie psicosociali emergenti** (stress, mobbing e burn out, in particolare), l'ergonomia fornisce anche principi e **modelli di progettazione ergonomica degli ambienti di lavoro**, con l'intento di **migliorare la qualità della vita e il benessere nei luoghi di lavoro**».

Lavori eseguiti all'esterno o in condizioni variabili.

Si consideri che il corpo umano **produce sudore quanto basta per raffreddare la pelle dalla sensazione di calura**: l'evaporazione sottrae calore e si percepisce una **temperatura inferiore**. La **brezza, il vento**, attenuano ulteriormente la sensazione di caldo, perché **accentuano** relativamente l'**evaporazione dalla pelle**.

Più il **tasso di umidità è elevato**, più si **rallenta il processo di raffreddamento** da evaporazione del sudore della pelle, il corpo umano percepisce una maggiore temperatura e il **calore diventa opprimente**.

Con questi presupposti, l'ambiente lavorativo caldo, sostanzialmente si può distinguere in due precise, e comuni, situazioni:

- Il **caldo umido, o caldo afoso**, si ha quando ad una **componente di elevate temperature si somma quella di un alto tasso di umidità**. Si tratta di una situazione dove l'umidità atmosferica è elevata, per fare un esempio, con +30 °C rileviamo il 50/60% di umidità, siamo in una condizione di caldo fastidioso e afoso.
- Il **caldo secco, o caldo torrido**, si può accompagnare a **temperature molto elevate**, ma con ridotto grado di umidità, e la sensazione di disagio fisico per la calura è minore. Per fare un esempio, in presenza di 30°C ed il 25/30% di umidità, la percezione di calore è molto limitata, così con valori di +35°C e magari anche meno del 20% di umidità, si può percepire meno caldo che con 30°C e 60% di umidità.

Le diverse situazioni appena elencate rientrano nel caso in cui i lavoratori siano incaricati ad eseguire **lavorazioni all'esterno, all'aria aperta**, o comunque in ambienti operativi dove la **temperatura, umidità e ventilazione** sono sostanzialmente **legate alle condizioni atmosferiche**, le quali possono essere **rapidamente variabili** da un giorno all'altro.

In tali attività è praticamente **impossibile** procedere ad una **valutazione del rischio approfondita mediante misurazioni**:

- ➔ **“standard”**, perché basate su dati medi in conformità alle norme tecniche di riferimento,
- ➔ derivate dall'**utilizzo di strumentazioni non facilmente disponibili e/o utilizzabili** solo da personale esperto (vedasi analisi con indice WBGT),
in quanto devono **rappresentare l'effettiva e continuativa condizione di lavoro**.

Per poter fare una **valutazione di questa tipologia di rischio ritenuta sufficiente**, anche dal comparto sanitario, nella maggior parte delle **attività lavorative in esterno**, per lavori eseguiti **in ambiente caldo**, o per periodi in cui si prevede caldo intenso e/o **sogetto a notevole variabilità**, al fine di **valutare preventivamente** il rischio di esposizione al calore, le prime cose più importanti da fare quotidianamente, sono quelle relative alla verifica:

- Delle **previsioni e condizioni meteorologiche**.
- Della **temperatura dell'aria e umidità relativa**.

Per quest'ultimo **indicatore**, combinato tra temperatura e umidità relativa, esiste un **modello di calcolo**¹⁴ proposto dall'**Istituto nazionale francese per la prevenzione degli infortuni sul lavoro e delle malattie professionali**¹⁵ (INRS) che prevede un intervallo di applicabilità dell'**Indice di Calore** chiamato anche "**Heat Index**" (HI) o "**Apparent Temperature**" (AT), è valido solo per temperature **>= 80 °F (27°C)** ed **umidità relativa >= 40%**, senza tener conto della radiazione solare diretta, né del vento. Inoltre, in **presenza di temperature > 42°C**, non importa più il valore dell'umidità relativa perché l'indice fornirà comunque una condizione di "**elevato pericolo**". L'aspetto generale da ricordare è che **tanto più è alta l'umidità (relativa) tanto più l'organismo ha difficoltà nello smaltire il calore**: questo avviene perché, in queste condizioni, è **più difficoltosa l'evaporazione del sudore**, lo strato d'acqua che rimane sulla pelle ostruisce i pori e forma una specie di isolamento tra il corpo e l'ambiente, generando situazioni che, nei casi più estremi, possono portare al colpo di calore.

Comunque, all'interno di questo "range" (intervallo che sta tra i minimi e massimi di uno spazio valutativo), devono sempre essere **considerate a rischio** quelle giornate in cui si prevede che la **temperatura all'ombra superi i 30°C** e/o **l'umidità relativa sia superiore al 70%**.

Il rischio è poi accresciuto quando la **temperatura notturna rimane al di sopra dei 25°C**, perché ciò **non favorisce un recupero dell'organismo** e determina una **cattiva qualità del sonno**.

L'Indice di Calore normalmente è calcolato in gradi **Fahrenheit (°F)** in modo da allargare le stime del disagio fisiologico causato dalla presenza di alte temperature ed elevati tassi di umidità anche ad altri continenti, e la formula utile a trasformare i valori della temperatura da:

$$\blacktriangledown \text{ °C in °F è: } T_a(\text{°F}) = T_a(\text{°C}) \times 9/5 + 32$$

$$\blacktriangledown \text{ °F in °C è: } T_a(\text{°C}) = T_a(\text{°F}) - 32 \times 5/9$$

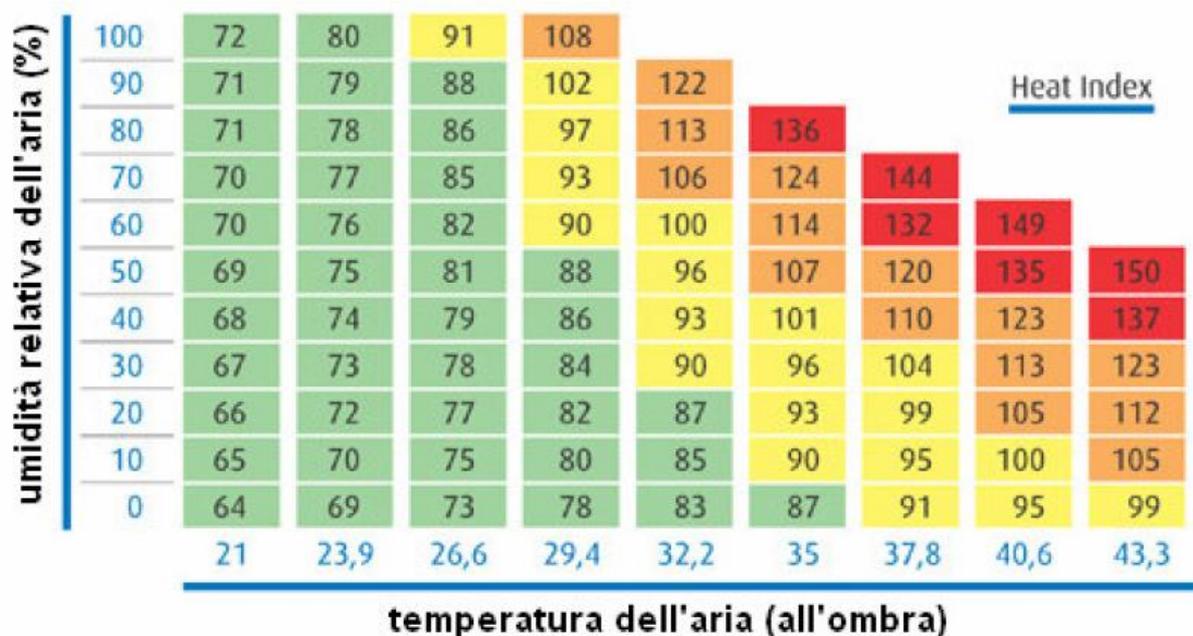
Comunque, giusto per capire la complessità del calcolo, l'equazione utilizzata dal **Centrometeo nazionale**¹⁶ per calcolare l'indice di calore in °F è questa: **HI = - 42.379 + 2.04901523 x T + 10.14333127 x RH - 0.22475541 x T x RH - 0.00683783 x T² - 0.05481717 x RH² + 0.00122874 x T² x RH + 0.00085282 x T x RH² - 0.00000199 x T² x RH²** dove T_a = temperatura dell'aria (°F) e l'umidità relativa RH va espressa nel valore di percentuale, inoltre, ogni "step" di calcolo fa riferimento ad altrettanti coefficienti numerici che sono stati ottenuti da ulteriori calcoli che tengono conto di: pressione di vapore; velocità effettiva del vento; dimensioni di un uomo; temperatura interna del corpo; tasso di sudorazione.

¹⁴ Vedasi <http://www.centrometeo.com/articoli-reportage-approfondimenti/climatologia/5006-indice-calore-heat-index-hi>

¹⁵ Vedasi <http://www.inrs.fr>

¹⁶ Vedasi <http://www.centrometeo.com/>

Comunque, per evitare l'applicazione di complicati calcoli, al fine di arrivare a valutare in modo semplificato il rischio sulla base dei due parametri disponibili: **temperatura dell'aria** e **umidità relativa**, si ritiene utile l'utilizzo del seguente diagramma definito "Carta dell'indice di calore", proposto anche dall'Istituto nazionale francese per la prevenzione degli infortuni sul lavoro e delle malattie professionali¹⁷ (INRS)



Questo diagramma, è composto da **11 righe orizzontali**, riferite alla **percentuale di umidità relativa** in frazioni decimali che vanno da 0 al 100%, e **9 colonne verticali** riferite alla **temperatura ambientale misurata** sia in °F (corrispondenti alla riga 0 umidità), sia in °C (numerazione azzurra sotto la riga di base).

Incrocando la verticale passante per la **temperatura dell'aria**, misurata **all'ombra mediante un semplice termometro** e **nelle immediate vicinanze del posto di lavoro**, con l'orizzontale passante per la percentuale di **umidità relativa**, misurata con un **igrometro** si ottiene l'indice "Heat Index" (HI) riferito alla **situazione lavorativa in analisi** (per valori intermedi di temperatura e umidità relativa, spesso non necessari, si utilizzeranno indici proporzionalmente ricalcolati).

A questo punto abbiamo ottenuto il **valore numerico dell'indice HI** espresso in °F - va ricordato che questi indici sono validi per lavoro all'ombra e con vento leggero mentre, in **caso di lavoro al sole l'indice letto in tabella** (con temperatura dell'aria rilevata comunque all'ombra e nella zona più prossima al luogo di lavoro), **va aumentato di 15 unità** -.

Il valore dell'indice "Heat Index" ricavato, espresso in gradi **Fahrenheit (°F)**, e/o del colore relativo alla casella, va **confrontato con la tabella seguente**, che riassume le **4 aree dei possibili effetti o conseguenze sulla salute del lavoratore esposto**.

¹⁷ Vedasi <http://www.inrs.fr>

| CATEGORIA | RANGE INDICE DI CALORE (HI) | Possibili disturbi da calore per persone che rientrano nelle categorie ad elevato rischio |
|------------------|----------------------------------|---|
| Cautela | 80°F (27°C) ≤ HI < 89°F (32°C) | Possibile stanchezza in seguito a prolungata esposizione al sole e/o attività fisica |
| Estrema cautela | 90°F (32°C) ≤ HI < 104°F (40°C) | Possibile colpo di sole, crampi da calore con prolungata esposizione e/o attività fisica |
| Pericolo | 105°F (41°C) ≤ HI < 129°F (54°C) | Probabile colpo di sole, crampi da calore o spossatezza da calore, possibile colpo di calore con prolungata esposizione al sole e/o attività fisica |
| Elevato pericolo | HI ≥ 130°F (54°C) | Elevata probabilità di colpo di calore o colpo di sole in seguito a continua esposizione |

Heat Index (indice di calore)

L'indice di calore Heat Index, introdotto da Stedman nel 1979, oggi è di riferimento a chi intende valutare preventivamente, attraverso un supporto grafico/matematico, gli **effetti della combinazione di alte temperature e umidità sugli uomini** e sugli animali.

D'estate, in presenza di **alte temperature** unite ad un tasso **elevato di umidità**, si è soliti parlare di condizioni di **afa** o di **"ondate di calore"**.

In queste situazioni il **corpo umano**, che solitamente **cede calore attraverso la sudorazione**, non riesce a far **evaporare al meglio il sudore** (azione che toglie il calore perché energia assorbita dall'evaporazione stessa) perché l'aria circostante è quasi **satura di umidità**; ciò causa un **aumento della temperatura corporea** che in qualche caso può portare a pericolosi **colpi di calore** i quali, a seconda dei casi, possono provocare **senso di spossatezza, giramenti di testa** ed in taluni casi **perdita di coscienza**.

La seguente tabella, utilizzata prevalentemente nel **comparto agricoltura**, riporta al posto del valore dell'indice di calore HI (Heat Index) la **"temperatura percepita"** espressa in °C; i campi relativi alla **conseguenza**, identificati dalla colorazione, sono praticamente **sovrapponibili alla tabella precedente**.

(Fonte: Centro Operativo Agrometeo della Regione Marche)

| | | Umidità relativa | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 20% | 25% | 30% | 35% | 40% | 45% | 50% | 55% | 60% | 65% | 70% | 75% | 80% | 85% | 90% |
| T E M P E R A T U R E | 41°C | 41 | 43 | 45 | 48 | 51 | 54 | | | | | | | | | |
| | 39°C | 38 | 39 | 41 | 43 | 46 | 49 | 52 | 55 | | | | | | | |
| | 37°C | 35 | 36 | 38 | 39 | 41 | 43 | 46 | 49 | 51 | 55 | | | | | |
| | 35°C | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 39 | 41 | 43 | 45 | 48 | 50 | 53 | | | |
| | 33°C | 31 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 38 | 40 | 41 | 44 | 46 | 48 | 51 | 54 |
| | 31°C | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 38 | 39 | 41 | 43 | 45 |
| | 29°C | 27 | 28 | 28 | 28 | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 |
| 27°C | 26 | 26 | 26 | 27 | 27 | 27 | 27 | 28 | 28 | 28 | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | |

| Conseguenze | |
|-------------|--|
| 27-31°C | Possibile affaticamento, crampi di calore |
| 32-39°C | Forte affaticamento, difficoltà nella respirazione |
| 40-54°C | Possibile colpo di calore, insolazione |
| oltre 54°C | Colpo di calore altamente probabile |

In riferimento ai dati ottenuti dallo sviluppo delle tabelle sopra riportate, occorre tener presente che il **rischio è sempre più incisivo** quando il **fisico non ha avuto il tempo di acclimatarsi al caldo** (l'acclimatamento completo richiede dagli **8 ai 12 giorni** e poi **scompare dopo 8 giorni**).

È quindi evidente **che il rischio è più elevato nel caso di "ondate di calore", soprattutto quando queste si verificano a fine primavera o all'inizio dell'estate.**

Inoltre, **oltre alle condizioni atmosferiche**, va considerato che **si devono aggiungere in modo prevedibile:**

♦ **Altre sorgenti di calore o di umidità presenti sul luogo di lavoro** (per esempio durante l'asfaltatura del manto stradale si è in presenza di materiale a ~80 °C e vapori caldi emessi, oppure quando si lavora in prossimità di strutture in lamierato esposte al sole diretto, la cui temperatura raggiunge facilmente i 70 °C.).

♦ **Radiazioni solari (raggi UV)** - i raggi ultravioletti, invisibili e impercettibili, ci raggiungono ogni giorno tramite l'irraggiamento solare. **In estate i valori massimi giornalieri si registrano tra le 11:00 e le 15:00.** A partire da una determinata intensità **i raggi UV possono provocare tumori della pelle o lesioni oculari.**

♦ **Ozono** - si forma quando l'irraggiamento solare è molto intenso, soprattutto in estate. **I valori massimi giornalieri si registrano nel tardo pomeriggio** (all'incirca tra le 16:00 e le 18:00). L'ozono che **si forma in prossimità del suolo** (ozono troposferico) ha l'effetto di un **gas irritante**. Una prolungata esposizione ad elevate concentrazioni di ozono può

provocare **bruciore agli occhi, irritazioni della gola e della faringe, insufficienza respiratoria e mal di testa.**

Sono elencabili **ulteriori fattori**, legati al posto di lavoro, che possono **aumentare i rischi da esposizione a caldo intenso**:

‡ **Impossibilità di procurarsi acqua fresca** - il bere acqua fresca non solo **abbassa la temperatura interna del corpo**, ma soprattutto consente al fisico di **recuperare i liquidi persi con la sudorazione**, che è il principale meccanismo di dispersione del calore in situazioni di caldo elevato. Occorre tener presente che in condizioni di stress termico elevato il fisico può perdere **più di 1 litro di sudore ogni ora**;

‡ **Lavoro fisico pesante** - il lavoro fisico **produce calore in modo proporzionale all'intensità del lavoro**; se il calore non viene disperso aumenta conseguentemente la temperatura interna dell'organismo;

‡ **Pause di recupero insufficienti** - in condizioni di stress termico elevato (indicativamente con "Heat index" sopra 90 - o anche con valori inferiori se il lavoro fisico è molto pesante o il soggetto non è perfettamente sano - o tassativamente con indice superiore a 100) è necessario **prevedere ogni ora pause in luogo il più possibile fresco**, con durata variabile in rapporto all'intensità del caldo.

A tal proposito occorre sottolineare che tali pause **devono essere previste come misure di prevenzione da chi organizza il lavoro ed i lavoratori devono essere invitati a rispettarle**; esse non devono essere lasciate alla libera decisione del lavoratore (per esempio "quando ti senti stanco ti puoi fermare" perché il corpo umano, mentre avverte la temperatura esterna elevata e la fatica fisica, non è in grado di avvertire l'accumulo interno di calore; questo può portare a situazioni di estrema gravità (colpo di calore) senza che l'individuo se ne renda conto.

‡ **Utilizzo di mezzi di protezione** che possono rendere più difficoltosa la dispersione del calore (tute poco traspiranti, per esempio quelle "usa e getta" utilizzate durante lavori di rimozione dell'amianto).

Oltre a ciò occorre considerare che il rischio **da esposizione a caldo intenso** può essere aumentato da **Fattori individuali**, quali:

‡ **caratteristiche individuali fisiologiche** (per esempio **obesità, abituale consumo di alcolici**)

‡ **caratteristiche individuali patologiche** (per esempio malattie o uso di farmaci che diminuiscono la capacità di sudorazione o alterano l'equilibrio idrico).

→ Perciò, **in tutte le lavorazioni in cui è stato valutato un rischio di "stress da calore" è sempre obbligatoria la sorveglianza sanitaria come da D.Lgs. 81/2008.**

Naturalmente è altrettanto **obbligatorio** (e necessario) **fornire ai lavoratori tutte le informazioni** sul **rischio**, sui possibili **danni** e sulla loro **gravità**, sui **sintomi di allarme**, sulle **misure di prevenzione** adottate e sui comportamenti di **salvaguardia** da tenere.

Riepilogando

Misure di prevenzione in relazione alla valutazione del rischio:

- verificare quotidianamente le condizioni meteorologiche, valutare il rischio e adottare le misure di prevenzione conseguenti
- informare i lavoratori
- mettere a disposizione quantitativi sufficienti di acqua potabile fresca
- preparare aree di riposo ombreggiate
- aumentare la frequenza delle pause di recupero
- effettuare una rotazione nel turno fra i lavoratori esposti
- organizzare il lavoro in modo da minimizzare il rischio (programmare i lavori più pesanti nelle ore più fresche; programmare in modo che si lavori sempre nelle zone meno esposte al sole)
- variare l'orario di lavoro, se del caso, per sfruttare le ore meno calde
- evitare lavori isolati (permettendo un reciproco controllo, in caso di problemi)

Comportamenti di autoprotezione da raccomandare al caldo:

- bere acqua fresca regolarmente
- indossare abiti leggeri
- coprirsi il capo
- evitare bevande alcoliche, limitare il fumo
- nella pausa pranzo evitare pasti abbondanti
- in caso di malessere segnalare i sintomi al capocantiere o a un collega: non mettersi alla guida di un veicolo, ma farsi accompagnare

Lavori eseguiti all'interno o in condizioni costanti.

Abbiamo visto come il **microclima** sia il fattore di rischio la cui valutazione si basa sulla considerazione degli effetti generati sul corpo umano dalla **combinazione** tra **temperatura**, **umidità** e **ventilazione**, il **calore prodotto dal corpo** in attività e a riposo ed il **calore ambientale** determinano, insieme, il **carico calorico totale**, il quale **non deve assolutamente arrivare ad innalzare la temperatura interna corporea al di sopra dei 37,5-38°C**.

Nel caso che le lavorazioni si svolgano in **ambienti termici** con la caratteristica di essere **abbastanza costanti nel tempo** e **nelle variabili prima indicate**, la metodologia più opportuna è l'adozione dell'**indice WBGT** (misurazione temperatura a bulbo umido e del globo termometro come già descritta nel paragrafo "Ambienti caldi" inserito nel capitolo

“Stress e benessere termico”).

Se il lavoro deve essere eseguito in condizioni ambientali a rischio per la condizione microclimatica calda, **al fine di proteggere il lavoratore da un'esposizione eccessiva** si dovrà **stabilire la categoria del carico di lavoro** relativa a ciascuna mansione e si dovrà **valutare**, rispetto agli standard applicabili, il **limite di esposizione al calore relativo a quello specifico carico di lavoro**.

La **categoria del carico di lavoro** può essere individuata con l'utilizzo di complicate formule (l'energia/lavoro spesa dal corpo può essere valutata **misurando direttamente il metabolismo sull'uomo**) ma, non essendo i tecnici aziendali addetti alla valutazione dei rischi (RSPP o ASPP, ma anche i RLS) **degli specialisti in medicina del lavoro** ed avendo bisogno di **riferimenti pratici**, in questo caso è opportuno adottare un **metodo empirico** che, osservando attentamente il lavoratore sulla base del **tipo di attività svolta**, mette in grado di operare una **prima suddivisione** in:

- ⇒ **Lavoro leggero** – stare seduti o in piedi al controllo di macchine, svolgere attività leggere a carico degli arti superiori o degli inferiori.
- ⇒ **Lavoro moderato** – camminare effettuando sollevamenti e/o spinte moderate.
- ⇒ **Lavoro pesante** – lavorare sotto sforzo o scavando terra.

Stratificando i rilevamenti termometrici WBGT dell'ambiente di lavoro sulle categorie prima descritte, **in riferimento ad un'unità di tempo lavorativo medio pari ad un'ora totale** (ovvero si considera, **il periodo totale di un'ora con il carico lavorativo più pesante** riferito all'intera giornata lavorativa), otteniamo dati confrontabili con la seguente tabella, indicativa dei **valori limite di soglia (TLV) massimi espressi in °C WBGT**.

| Tabella indicativa dei TLV massimi espressi in °C WBGT | | | |
|--|---------|----------|---------|
| Quantità di lavoro su di 1 ora di riferimento | leggero | moderato | pesante |
| Lavoro continuo | 30,0 | 26,7 | 25,0 |
| 75% lavoro e 25% riposo | 30,6 | 28,0 | 25,9 |
| 50% lavoro e 50% riposo | 31,4 | 29,4 | 27,9 |
| 25% lavoro e 75% riposo | 32,2 | 31,1 | 30,0 |

Molte aziende hanno già **adottato il dato 26,7 °C WBGT** quale limite di riferimento per i **monitoraggi**, **almeno con cadenza annuale** ed effettuati **nel periodo di maggior calura**, inseriti nel **Registro Dati Ambientali -RDA-** (il **CCNL Chimico** ne chiede anche l'**esposizione in bacheca pubblica** nei reparti e/o zone interessate dalla rilevazione), in quanto è **diffusamente probabile** rilevare, nella maggioranza degli **ambienti soggetti a operatività manuale**, la **condizione di lavoro moderato** e in modo **continuativo per 1 ora** nell'arco della giornata.

Questo è un metodo che definisce dei parametri ambientali in cui si **presuppone** che il **lavoratore** (nella media delle diverse soggettività) **non ne riceva danno alcuno**, ciò

significa che, se dai dati emersi risulta necessario intervenire sul rischio rilevato, **va adottata una soluzione tecnica direttamente sulla fonte** (per esempio **ausiliare meccanicamente il lavoro o climatizzare l'ambiente**) mentre, **se non possibile**, o nel periodo provvisorio di attesa della realizzazione tecnica, va **studiata un'organizzazione del lavoro che consenta di rimanere nei parametri d'esposizione**, sempre relativi all'ora totale, pertanto, per **rientrare nei dati tabellati** potrebbe rendersi necessario un **riferimento ad altro carico operativo**, per esempio un'attività lavorativa al 25%, quindi al lavoratore dovrà essere consentito di poter operare per massimo 15 minuti ogni ora lavorativa (questi sono tempi di lavoro e acclimatazione ben distinti e non sommabili, quindi non è da prendere in considerazione, continuando sull'esempio di prima, il far operare per 2 ore continuative sulle 8 totali).

Di seguito si trova l'esempio di una **tabella recante una serie di domande**, in forma di **Check List**, sul tema **“operazioni in ambiente caldo”**.

Si tralascino le domande che non interessano la vostra azienda. Se si risponde con un «no», occorre adottare una contromisura.

| Check List per lavorazioni effettuate in ambiente caldo | | | |
|--|--|-----------|-----------|
| N° | Domanda | SI | NO |
| Per temperature > 25°C all'ombra | | | |
| 1 | Il responsabile sul posto per la tutela della salute (RSPP o preposto) conosce i rischi legati alla canicola e all'ozono e sa quali misure di protezione adottare? | | |
| 2 | I lavoratori sono informati sui rischi legati alla canicola e all'ozono e sanno come comportarsi? | | |
| 3 | Le condizioni ambientali nei diversi posti di lavoro e lo stato fisico dei lavoratori sono costantemente sotto osservazione? | | |
| 4 | Sono disponibili dei luoghi ombreggiati per le pause? | | |
| 5 | Sul posto di lavoro si fornisce ai collaboratori acqua potabile in quantità sufficiente? | | |
| 6 | I lavoratori assumono i liquidi necessari? | | |
| 7 | I lavoratori e i loro responsabili evitano di consumare bevande alcoliche o droghe? | | |
| 8 | I lavori particolarmente pesanti vengono eseguiti nelle prime ore del mattino? | | |
| 9 | I lavoratori indossano abiti leggeri che proteggano la pelle dai raggi solari (calore, raggi UV) e permettano la traspirazione del sudore? | | |
| 10 | I lavoratori proteggono le parti del corpo esposte al sole (anche le labbra devono essere protette) applicandosi una crema solare con adeguato fattore di protezione? | | |
| 11 | I lavoratori indossano il casco di protezione oppure, se il casco non è necessario, un adeguato copricapo? | | |
| 12 | Se necessario i collaboratori portano occhiali da sole adeguati (vanno indossati occhiali da sole che proteggano anche di lato) che proteggano gli occhi dall'abbagliamento provocato da oggetti riflettenti e dai raggi UV? | | |
| Ulteriori misure per temperature > 30°C all'ombra. | | | |
| 13 | I lavoratori sanno che se sono malati (presentano alterazioni dell'equilibrio, | | |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | pressione anormale, febbre o sudore freddo) non devono lavorare a queste temperature? | | |
| 14 | Si adegua l'orario di lavoro alle particolari condizioni climatiche, ad esempio spostando l'inizio della giornata lavorativa alle prime ore del mattino? | | |
| 15 | I lavoratori seguono uno schema pause o fanno ogni ora una breve pausa (almeno cinque minuti) in un luogo fresco e ombreggiato? | | |
| 16 | Quando le temperature superano i 30°C si fa in modo, per quanto possibile, di lavorare soltanto in luoghi ombreggiati? | | |
| 17 | I lavoratori che operano da soli o devono utilizzare dispositivi di protezione individuale particolarmente fastidiosi (ad esempio una tuta di protezione con maschera antipolvere) sono sorvegliati da un'altra persona? | | |
| Ulteriori misure per temperature > 35°C all'ombra | | | |
| 18 | Si evita di lavorare in pieno sole o all'occorrenza si crea un'ombreggiatura artificiale coprendo il posto di lavoro con un tetto provvisorio, un tendone parasole o altro? | | |
| 19 | I lavori molto pesanti sono ridotti al minimo indispensabile? | | |
| 20 | I lavoratori assumono liquidi in quantità sufficiente (min. 3-5 decilitri 2-3 volte ogni ora)? | | |
| 21 | Ogni ora è programmata una pausa di circa 15 minuti in un luogo fresco? | | |
| 22 | I collaboratori prestano attenzione ad eventuali sintomi di patologie da caldo per se stessi o per i colleghi (debolezza, esaurimento fisico, giramenti di testa, nausea, crampi muscolari, disturbi della concentrazione)? | | |
| Condizioni climatiche con elevata umidità atmosferica | | | |
| 23 | In caso di clima afoso (ad esempio con tendenza a temporali e tasso di umidità atmosferica superiore al 75 %) le misure descritte nelle domande dalla 18 alla 22 devono essere applicate già a partire da 32°C. – La vostra azienda procede in questo modo? | | |

Lo stress da freddo e il fattore "wind chill".

Prima di tutto è bene chiarire che **non esistono parametri scientifici fissi per definire il freddo.**

La sensazione del freddo dipende da vari fattori, ma, in linea generale, **si può definire lavoro al freddo** quello svolto a **temperature inferiori a 15°C** soprattutto se riguarda **lavori sedentari** e che implicano **minimi movimenti**; in queste condizioni la sensazione di disagio percepita dai lavoratori dipende anche dalle differenze individuali.

Di contro, per lavori che si svolgono a **temperature inferiori ai 5°C**, e in particolare per tutte operazioni svolte a temperature **sotto lo zero**, il **rischio** che il lavoratore corre è **immediato, grave** e da **valutare con la massima attenzione.**

Inoltre, la **sensazione di freddo varia** a seconda di una serie di **fattori ambientali** e di differenze di **percezione individuali**, per esempio può essere **accentuata dal movimento dell'aria** (vento freddo) o dal **tasso di umidità.**

Comunque, in estrema sintesi, può essere considerato un **ambiente di lavoro freddo** quello in cui **la perdita termica è superiore a quella che si osserva abitualmente** e si avrà un **dispendio termico dall'uomo verso l'ambiente**, secondo la **formula del benessere termico: $Bt < 0$** , citata nel capitolo "Stress e benessere termico".

Alcuni **danni** sono **direttamente provocati dall'esposizione al freddo**, altri sono **conseguenze indirette** del lavoro in ambienti freddi. Tra queste ultime per esempio sono diffusissime le **cadute su ghiaccio** o **incidenti dovuti alla perdita di sensibilità** provocata dal freddo.

I **disturbi** provocati direttamente dall'**esposizione al freddo** sono:

- **A carattere locale** il lavoro al freddo può provocare **vari disturbi agli arti** che vanno dalla semplice **perdita di sensibilità** a **geloni**.
- **A livello generale** i rischi sono molto più gravi perché chi lavora al freddo è esposto a rischio **ipotermia**, un disturbo per cui l'individuo non è più in grado di regolare la sua temperatura interna e che può aver conseguenze drammatiche quali **alterazioni dello stato di coscienza, coma** e anche **decesso**.

I **disturbi all'apparato muscoloscheletrico** sono molto diffusi anche tra i lavoratori che operano a basse temperature.

Gli **addetti** alla preparazione, stoccaggio e trasporto di prodotti delle **industrie agroalimentari** lavorano in ambienti le cui temperature possono andare dai -20°C ai $+12^{\circ}\text{C}$. Questi lavoratori devono prendere tutte le precauzioni possibili per **limitare l'esposizione al freddo intenso** stabilendo opportuni **turni di lavoro** e adottando i necessari **dispositivi di protezione personale**.

Tecnici, muratori, agricoltori, trasportatori e molti altri si trovano a lavorare in inverno e all'esterno con temperature che possono arrivare anche sotto lo zero. Inoltre, questi lavoratori sono esposti a ulteriori fattori di rischio ambientale quali la **presenza di vento, pioggia, neve e ghiaccio**.

L'organismo umano ha una **bassissima capacità di sopravvivenza in acqua fredda**. Basti pensare che **un uomo può sopravvivere in acque calme alla temperatura di 18° per sole 4 ore circa**. Chi lavora in acqua fredda (ad esempio soccorritori, sommozzatori, addetti alla riparazione manutenzioni di strutture sottomarine) deve quindi lavorare sotto **strettissima sorveglianza**, con **protezioni idonee** e per **periodi di lavoro brevissimi**.

Chi deve lavorare a grandi altitudini (personale di impianti sciistici, manutentori, guide d'alta montagna, guardie di frontiera, ecc.) oltre all'ipotermia deve proteggersi dall'**ipossia**, la carenza di ossigeno nel sangue data dalla rarefazione dello stesso nell'aria di alta montagna. In questo caso, l'**organismo** è quindi già "impegnato" nell'affrontare questo stress fisico ed **ha minori energie per contrastare il freddo e mantenere la temperatura interna stabile**.

Per ciò che attiene all'individuazione e uso dei DPI, questi lavoratori devono proteggersi adeguatamente e principalmente attraverso l'utilizzo **capi di vestiario adatti**, che li tengano al **caldo senza provocare una eccessiva sudorazione**, in quanto il sudore, **bagnando la pelle** e la stessa **struttura termoisolante dell'indumento**, può rendere **inefficiente il DPI stesso**.

Il vento e la temperatura.

Il termine inglese **wind chill** (talvolta indicato "windchill" o "wind-chill"), deriva dall'abbinamento di **wind** = vento e **chill** = gelido; nel **Dizionario Scientifico e Tecnico McGraw-Hil Zanichelli**, questo vocabolo composto è descritto come: "**raffreddamento da vento**" ed è generalmente usato per identificare **la sensazione di freddo che prova il corpo umano sottoposto all'effetto combinato di basse temperature e vento**.

L'organismo, infatti, sotto l'effetto raffreddante dell'aria in movimento - il **vento**, **accrescendo l'evaporazione**, di conseguenza aumenta l'**esportazione di calore corporeo** - percepisce temperature più basse di quelle reali e l'**indice wind chill**, per una determinata velocità del vento e una determinata temperatura, è **quel numero adimensionale che vuole rappresentare la temperatura percepita (o apparente) come se si fosse in assenza di vento**.

La materia interessata all'argomento è la **biometeorologia umana**; ovvero la **scienza che studia le interazioni tra i fenomeni atmosferici e l'uomo**, una scienza **interdisciplinare** che coinvolge settori scientifici fra loro diversi, come la **meteorologia**, la **medicina** e la **biologia**.

La comprensione dell'**indice wind chill (WC)** e del **relativo effetto** (visti come **TLV¹⁸ o valore limite di soglia**) si propongono di poter **individuare le condizioni critiche ambientali** aiutandoci a capire meglio i **bollettini meteorologici** e i **fenomeni fisici**, in particolare quando abbiamo la necessità di **adeguare opportunamente l'equipaggiamento dei lavoratori esposti a temperature rigide** e pertanto di **proteggerli dall'ipotermia e/o danni da freddo in generale**.

Questi indumenti, o DPI, hanno l'obiettivo di **prevenire un abbassamento della temperatura interna corporea sotto i 36°C** (temperature interne inferiori hanno sensibili probabilità di portare l'individuo ad una **riduzione della vigilanza** e della **capacità decisionale** o alla **perdita di coscienza**, con possibilità di **conseguenze fatali**) e di **tutelare contro il danno da freddo le estremità** (mani, piedi e testa).

¹⁸ Da Wikipedia in https://it.wikipedia.org/wiki/Threshold_Limit_Value - I Threshold Limit Value (ovvero "valore limite di soglia" o TLV) sono le concentrazioni ambientali degli agenti pericolosi aerodispersi, al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori (90%) possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza alcun effetto negativo per la salute

L'effetto wind chill è stato nel tempo oggetto di **studi e ricerche** e già nel 1940 gli **scienziati ed esploratori Paul A. Siple¹⁹ e Charles F. Passel**, dell'**U.S. Antarctic Service**, nel corso di ricerche scientifiche in Antartide, dopo aver misurato il tempo di congelamento dell'acqua in varie condizioni di temperatura e vento, con la tabella dei dati rilevati, nel 1945 **misero a punto un algoritmo** utile a quantificare il **raffreddamento in condizioni di vento**.

Per il **calcolo** di questo **indice** è impiegata una **equazione empirica** che tiene conto della **temperatura dell'aria** (T_a) e della **velocità del vento** (V) e la formula è applicabile con le seguenti soglie: temperatura ambiente minore di 50 °F (10 gradi Celsius) e velocità del vento maggiore di 3 mph (circa 5 Km/h).

$$wc = (33 + (T_a - 33) \times (0.474 + 0.454 + \sqrt{v} - (0.0454 \times v)))$$

L'equazione esprime il **fattore dell'indice WC, in W/m²** (watt su metro quadrato), come la **capacità dell'ambiente di togliere calore al corpo umano**, ovvero una misura del **tasso di calore perso dal corpo** valida per **fini scientifici**, ma presto ci si rese conto che era di **scarsa utilità e comprensibilità** ai fini valutativi applicabili a indicazioni derivate dall'analisi dei **bollettini meteo**.

Per questo motivo l'indice di **Siple e Passel** è stato in seguito **rivisto** applicando alcuni **fattori correttivi²⁰**, ottenuti dopo anni di ricerca che hanno coinvolto il **Servizio Meteo canadese** e la **Società Internazionale di Biometeorologia**, al fine di fornire una **"temperatura equivalente"** in modo più semplice e comprensibile, comunque tenendo presente il fatto che il valore del wind chill è adimensionale e che non è quindi corretto indicare il wind chill in gradi centigradi (°C) o Celsius.

Ne nacque un algoritmo (formula), ufficializzato a partire dal 1 novembre 2001, che fornisce l'indice **valore numerico puro** assimilabile ai gradi di **temperatura percepita** (per esempio: il **valore wind chill di -15**, indica **pari temperatura -15°C**, in gradi Celsius, **percepita dal soggetto**).

A questo punto l'indice può essere impiegato per **valutare** quale sia la **reale temperatura avvertita** da un **organismo umano** in **relazione alla temperatura dell'aria** e alla **velocità del vento** e, quindi, oltre a dare **indicazioni sul tipo di abbigliamento da indossare** ha anche un ruolo importante nel **definire il rischio di congelamento dei tessuti umani** possibile.

¹⁹ Il termine wind chill venne coniato da Siple nel suo studio "Adaptation of the Explorer to the Climate of Antartica" del 1939

²⁰ Per non è più considerata all'altezza standard dell'anemometro (ovvero 10 m), ma a 1,5 m, misura più compatibile con quella adottata dall'uomo; inoltre la formula comprende la teoria moderna sullo scambio di calore dal corpo ai relativi dintorni durante i giorni di freddo e ventosi. Il risultato è stato un indice più attenuato del precedente.

Per fare un esempio utile alla migliore comprensione, la presenza di un'**esposizione** di **10-15 minuti** a **-35 °C** può essere **assimilabile** ad una **temperatura percepita di raffreddamento da vento di -35** in occasione di una permanenza in ambiente esterno con **temperatura termometrica di -20°C** e **vento a 55 km/h**: in tale caso è possibile limitare le **esposizioni di parti del corpo all'aria esterna** e **contrastare il raffreddamento** attraverso l'**adozione di DPI (coperture) adeguati** a questo indice e **procedurarne i tempi massimi di permanenza**.

Il fattore "**wind chill**" (unità di perdita di calore del corpo espressa in watt/m²/ora), è calcolato in funzione della **combinazione tra temperatura dell'aria e velocità del vento** e si rileva da apposite tabelle, dove troviamo:

- ✓ l'**indicazione della temperatura esterna in assenza di vento**;
- ✓ la **velocità del vento**;
- ✓ le **temperature risultanti dalle due variabili**;
- ✓ la **suddivisione in aree** relative a vari gradi di **pericolo** (da **basso/limitato, crescente e elevato**).

Nella **tabella** a seguire è possibile **incrociare i valori delle temperature reali e del vento** per avere indicazioni relative al wind chill calcolato con la nuova formulazione.

La tabella è accompagnata da questa nota in estratto essenziale: "[...] si può avere congelamento locale dei tessuti superficiali solamente a temperature inferiori a -1 °C indipendentemente dalla velocità del vento".

Tabella per la valutazione dell'indice wind-chill ed effetti sull'organismo umano

| $T_{\text{aria}} [^{\circ}\text{C}] \backslash V_{10\text{m}} [\text{km/h}]$ | 5 | 0 | -5 | -10 | -15 | -20 | -25 | -30 | -35 | -40 | -45 | -50 |
|--|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 4 | -2 | -7 | -13 | -19 | -24 | -30 | -36 | -41 | -47 | -53 | -58 |
| 10 | 3 | -3 | -9 | -15 | -21 | -27 | -33 | -39 | -45 | -51 | -57 | -63 |
| 15 | 2 | -4 | -11 | -17 | -23 | -29 | -35 | -41 | -48 | -54 | -60 | -66 |
| 20 | 1 | -5 | -12 | -18 | -24 | -30 | -37 | -43 | -49 | -56 | -62 | -68 |
| 25 | 1 | -6 | -12 | -19 | -25 | -32 | -38 | -44 | -51 | -57 | -64 | -70 |
| 30 | 0 | -6 | -13 | -20 | -26 | -33 | -39 | -46 | -52 | -59 | -65 | -72 |
| 35 | 0 | -7 | -14 | -20 | -27 | -33 | -40 | -47 | -53 | -60 | -66 | -73 |
| 40 | -1 | -7 | -14 | -21 | -27 | -34 | -41 | -48 | -54 | -61 | -68 | -74 |
| 45 | -1 | -8 | -15 | -21 | -28 | -35 | -42 | -48 | -55 | -62 | -69 | -75 |
| 50 | -1 | -8 | -15 | -22 | -29 | -35 | -42 | -49 | -56 | -63 | -69 | -76 |
| 55 | -2 | -8 | -15 | -22 | -29 | -36 | -43 | -50 | -57 | -63 | -70 | -77 |
| 60 | -2 | -9 | -16 | -23 | -30 | -36 | -43 | -50 | -57 | -64 | -71 | -78 |
| 65 | -2 | -9 | -16 | -23 | -30 | -37 | -44 | -51 | -58 | -65 | -72 | -79 |
| 70 | -2 | -9 | -16 | -23 | -30 | -37 | -44 | -51 | -58 | -65 | -72 | -80 |
| 75 | -3 | -10 | -17 | -24 | -31 | -38 | -45 | -52 | -59 | -66 | -73 | -80 |
| 80 | -3 | -10 | -17 | -24 | -31 | -38 | -45 | -52 | -60 | -67 | -74 | -81 |

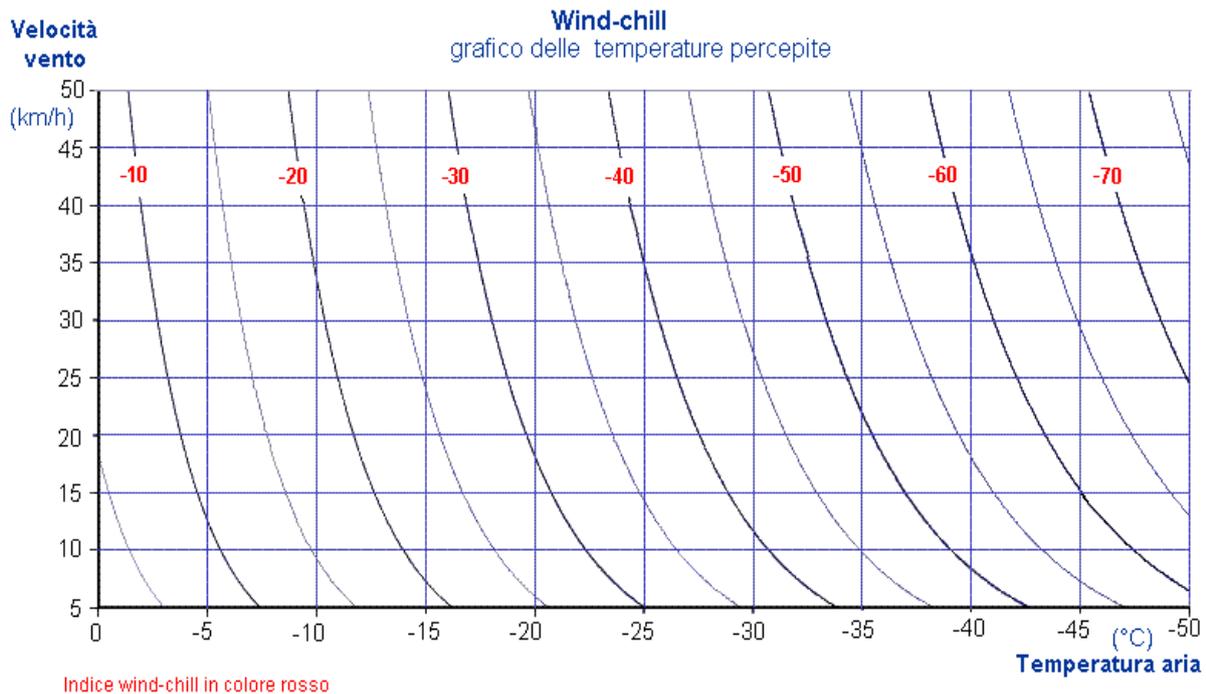
Legenda colori ed effetti sull'organismo umano

| | |
|---|--|
|  | Basso rischio di congelamento per la maggioranza delle persone |
|  | Aumento del rischio di congelamento per la maggioranza delle persone con 30 minuti di esposizione |
|  | Elevato rischio di congelamento per la maggioranza delle persone con esposizione da 5 a 10 minuti |
|  | Elevato rischio di congelamento per la maggioranza delle persone con esposizione da 2 a 5 minuti |
|  | Elevato rischio di congelamento per la maggioranza delle persone con esposizione di 2 minuti o meno |

In alternativa, si può fare uso di un'altra tabella utile a calcolare il fattore "temperature percepite" dove, sugli assi verticale e orizzontale del grafico si trovano rispettivamente i valori di **velocità del vento** e di **temperatura termometrica** (misurata senza vento): i **valori dell'indice wind chill** corrispondenti sono riportati all'interno dell'area del diagramma avendo a riferimento le curve.

Per fornire alcuni esempi di lettura, ecco alcuni riferimenti:

| con una temperatura ambientale di: | e velocità del vento in km/h: | avremo un indice wind chill (temperatura in °C percepita dal nostro corpo) di ~: |
|---|--------------------------------------|---|
| -10°C | 10 | -15 |
| -10°C | 25 | -18 |
| -10°C | 35 | -20 |
| -20°C | 45 | -35 |
| -25°C | 15 | -35 |
| -25°C | 40 | -41 |
| -30°C | 50 | -49 |
| -35°C | 45 | -55 |



I Dispositivi di Protezione Individuali -DPI- per gli ambienti freddi

I DPI per la **protezione del corpo** sono generalmente identificabili in:

- **Indumenti di protezione** (contro aggressioni meccaniche, chimiche, radiazioni, calore, **freddo, sbalzi termici, vento, intemperie**, ecc.);
- Dispositivi di **protezione di tronco e addome** (giubbotti o grembiuli);
- Dispositivi di protezione della **pelle** (guanti, creme protettive, pomate).

Comunque, nella **scelta degli indumenti o DPI da lavoro**, le **caratteristiche protettive** si devono fondere con quelle di **comodità d'uso** (leggerezza, versatilità, comodità, presenza eventuale di tasche particolari, ecc).

Tutti questi aspetti si possono ritrovare nelle **caratteristiche protettive** ricercate nei DPI destinati all'**utilizzo in ambiente di lavoro freddo** dove il **Benessere termico -Bt-** è **negativo**, in quanto il **dispendio termico** è orientato dall'**uomo verso l'ambiente**.

Le **norme tecniche vigenti**, contenenti **elementi di riferimento generale** per l'**abbigliamento protettivo**, sono elencabili nelle **UNI**:

EN 340: Abbigliamento Protettivo - **Requisiti Generali**;

EN 342: Abbigliamento Protettivo - **Protezione contro il freddo**;

EN 343: Abbigliamento Protettivo - **Protezione contro le intemperie**.

In accordo alla **UNI EN 340**, il **capo di abbigliamento** deve avere una **marcatura, indelebilmente stampata sul prodotto stesso o su una etichetta attaccata al prodotto**, che **contenga i seguenti elementi**: tipo di prodotto - taglia - indicazione di uso -

pittogrammi - indicazione della norma applicabile - istruzioni per la manutenzione ed il lavaggio.

- **Abbigliamento contro il freddo atmosferico.**

Secondo **EN 342**, per la **protezione da freddo**, normalmente va utilizzato l'abbigliamento di materiale **sintetico** o **naturale**, in tessuto **imbottito** o a **più strati** (speciale strato isolante compatibile con le attività in atto), per la **protezione a temperature inferiori ai -5°C**, per **lavori all'aperto** in **particolari condizioni climatiche** ma anche in **particolari luoghi** (come, per esempio, nelle celle frigorifere), **garantendo** comunque sempre un **accettabile livello di comfort per il lavoratore**.

È sempre **indispensabile** per coloro che **lavorano** in **ambiti** e **luoghi** dove le **temperature** e **correnti d'aria** sono particolarmente **impattanti sul benessere dell'individuo**.

- **Abbigliamento contro le intemperie.**

Secondo **EN 343**, per la **protezione dalle intemperie**, il DPI si riferisce a indumenti di **tipo «standard»** (foggia, struttura molto simile all'abbigliamento comune non certificato), normalmente realizzato in materiale sintetico o in tessuto plasticato con aperture per l'aerazione sotto le ascelle e sulla schiena, in grado di fornire un adeguata **protezione** anche come **abbigliamento** contro il **freddo**, se utilizzato con una fodera termica, **fino a temperature di -5°C** (per temperature inferiori si fa riferimento alla **UNI EN 342**), studiati principalmente per la protezione da **condizioni atmosferiche sfavorevoli**, cioè **pioggia, umidità, correnti d'aria, vento** o altro.

- **Abbigliamento per protezione da azioni meccaniche.**

Questo DPI è progettato per rispondere ai requisiti contenuti nelle norme **EN 510**, quindi per **contrastare pericoli** derivati da **urti, contatti, impiglio** in parti mobili o rotanti sul lavoro.

In questi casi, generalmente è prevista la **strutturazione** degli **abbigliamenti** in un **unico pezzo** (le classiche tute con o senza maniche) o, in alternativa, anche giubbotti e salopette con patta, cuciture senza fronzoli con **superfici lisce** e aperture solo indispensabili (per gli arti o le tasche). Il materiale di realizzazione va dai **tessuti tecnici sintetici** sino al **cotone sanforizzato**, cioè prelavato e trattato per migliorare le sue caratteristiche di robustezza, resistenza meccanica e ai trattamenti di lavaggio, senza subire deperimenti o restringimenti.

In caso siano **presenti** queste **lavorazioni** in **ambiente freddo** (sopra o sotto i -5°C, come da EN 342 e EN 343) queste caratteristiche tecniche dovranno essere aggiunte alla protezione da freddo.

- **Abbigliamento di segnalazione o ad alta visibilità (AV).**

Il **DM 9 giugno 1995** prevede che tutti coloro che lavorano nei cantieri o in prossimità di essi, esposti al traffico veicolare o in condizioni di scarsa visibilità devono **obbligatoriamente indossare indumenti ad alta visibilità (AV)**, di tipo **fluorescenti e rifrangenti**, marcati **CE** in conformità ai requisiti della **norma EN 471**.

Secondo la norma **EN 471** si tratta di **indumenti progettati per garantire la visibilità dell'utilizzatore in tutte quelle situazioni dove il pericolo potenziale sia determinato dalla scarsa visibilità**, sia in condizione di **luce diurna** che **notturna, su strada** (comunque ambienti soggetti a traffico veicolare) o in **ambienti chiusi a visibilità ridotta** (per esempio magazzini, piazzali di stoccaggio, o altro).

La norma specifica requisiti chiari per questi indumenti, facendo distinzione tra caratteristiche di visibilità dell'abbigliamento in:

- condizione di **luce diurna**, ottenuta semplicemente dai **colori fluorescenti** dell'abito;
- in **notturna** o in presenza di luci artificiali, la visibilità è ottenuta dalle **bande retroriflettenti** che riflettono la luce dei fari o sorgenti luminose di tipo diverso.

Comunque, le due specifiche, obbligatoriamente **applicate** entrambe **sul vestiario**, garantiscono un **ottimo supporto alla visibilità del portatore**.

Gli indumenti ad alta visibilità, possono essere **classificati in 3 classi in funzione della quantità di materiale utilizzato** nel fondo **fluorescente o rifrangente**, in conformità alla seguente tabella:

| Riferimenti minimi in % sull'intera superficie visibile del vestiario o in m ² | Classe 3 | Classe 2 | Classe 1 |
|---|---------------------------|-----------------|-----------------|
| Materiale fluorescente | 80% o 0,80 m ² | 50% | 14% |
| Materiale retroriflettente | 20% | 13% | 10% |
| Altro materiale | 0 | 0 | 20% |

Naturalmente, rifacendoci agli esempi prima esposti, **le corrispondenze alle norme EN 342, EN 343, EN 471 e EN 510** (o altre specifiche norme di riferimento utili ad integrare le protezioni richieste valutate secondo l'attività) **sono perfettamente combinabili**, nel qualcaso si troverà l'**indicazione completa** sull'etichetta (e libretto/foglio di istruzioni) presente sul capo stesso.

• **Abbigliamento di protezione degli arti superiori - Guanti -**

Anche per i "DPI guanti" vale la regola della combinabilità delle caratteristiche protettive richieste pertanto, fatto salva la presenza delle caratteristiche specifiche della norma:

EN 511 - Guanti di protezione contro il freddo, possono essere presenti anche **altre indicazioni normative**, naturalmente **derivate dalla preventiva valutazione dei rischi effettuata sulle lavorazioni** destinate all'**ambiente "freddo"** di riferimento.

La **presenza delle caratteristiche della protezione da freddo**, secondo **UNI EN 511**, è

riportata sull'etichetta prodotto e graficamente rappresentata da uno **scudo con un fiocco di neve**, seguito dall'indicazione di **3 livelli di certificazione: A, B e C**.

Il tutto riducibile in una tabella riassuntiva:

Protezione contro freddo (EN-511)

|  ABC | Livelli delle prestazioni | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|--|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| | Assicurata fino a – 50 °C | | | | | |
| | A – Resistenza al Freddo convettivo (livello di prestazione 0-4). Isolamento termico “ITR” espresso in m ² x °C/W | ITR < 0,10 | 0,11 < ITR < 0,15 | 0,16 < ITR < 0,22 | 0,23 < ITR < 0,30 | 0,30 < ITR |
| | B – Resistenza al freddo da contatto (livello di prestazione 0-4). Resistenza termica “R” espressa in m ² x °C/W | R < 0,025 | 0,026 < R < 0,050 | 0,051 < R < 0,100 | 0,100 < R < 0,150 | 0,150 < R |
| C - Permeabilità all’acqua (su 1 livello). | Fallito – Si verifica penetrazione di acqua | Superato – Nessuna penetrazione di acqua | | | | |

È importante sapere che **tutti i guanti classificati in base alla norma EN 511 devono conseguire almeno il livello 1** di prestazione per la **resistenza all’abrasione** e allo **strappo** come da **EN 388:2016**, relativa ai **“Guanti di protezione contro rischi meccanici”**, di cui, a seguire, la tabella delle caratteristiche di certificazione.

Protezione contro i rischi meccanici

|  ABCD | Livelli delle prestazioni | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | A - Resistenza all’abrasione (cicli). Si basa sul numero di cicli necessari per causare l’abrasione del guanto campione | 100 | 500 | 2000 | 8000 | - |
| | B - Resistenza al taglio da lama (Coup test/Indice). Si basa sul numero di cicli necessari per tagliare il campione | 1,2 | 2,5 | 5,0 | 10,0 | 20,0 |
| | C - Resistenza allo strappo (Newton). Si basa sulla forza necessaria a trappare il campione | 10 | 25 | 50 | 75 | - |
| D - Resistenza alla perforazione (Newton). Si basa sulla forza necessaria per perforare il campione con una punta standard | 20 | 60 | 100 | 150 | - | |

I riferimenti normativi UNI, “aggiuntivi” alla EN 511 e EN 388, possono essere così riassunti (elenco non esaustivo):

- EN 374/1 - Guanti di protezione contro prodotti chimici e microrganismi. Terminologia e requisiti prestazionali;
- EN 374/2 - Guanti di protezione contro prodotti chimici e microrganismi. Determinazione della resistenza alla penetrazione;
- EN 374/3 - Guanti di protezione contro prodotti chimici e microrganismi. Determinazione della resistenza alla permeazione dei prodotti chimici;
- EN 388;
- EN 421 - Guanti di protezione contro le radiazioni ionizzanti e la contaminazione radioattiva;
- EN 60903 - Guanti di protezione da contatto con parti sotto tensione;
- EN 1082/1 - Indumenti di protezione - Guanti e proteggi-braccia contro tagli e coltellate causati da coltelli a mano, guanti e proteggi-braccia di maglia metallica.

• **Abbigliamento di protezione degli arti inferiori - Scarpe -**

Nei casi previsti, registrati nel Documento di valutazione dei rischi -DVR-, è vietato l'uso di calzature non idonee.

Le calzature di sicurezza sono regolate principalmente da tre norme tecniche di riferimento:

1. UNI EN 345 - 1/1992 - Calzature di SICUREZZA - hanno puntale per sostenere un impatto fisico di 200 joule
2. UNI EN 346 - 1/1992 - Calzature di PROTEZIONE - hanno puntale per sostenere un impatto fisico di 100 joule
3. UNI EN 347 - 1/1992 - Calzature da LAVORO: - possono anche essere senza puntale

Poi sono suddivisi in 2 tipi di destinazione secondo il materiale di costruzione:

I - In cuoio e altri materiali

II - Interamente in gomma vulcanizzata o polimero stampato

Classificati secondo la forma:

A – Scarpa bassa;

B – Scarpa alla caviglia;

C – Scarpa al polpaccio;

D – Stivale al ginocchio;

E – Stivale alla coscia.

Le marcature dei principali requisiti sono (dove la prestazione è rilevata sotto le condizioni dei metodi di prova applicati dalla EN 344/1992):

| Simbolo | Requisito | Prestazione minima |
|---------|--|--------------------|
| CI | Isolamento dal freddo | Prova a – 20 °C |
| E | Assorbimento di energia nella zona del tallone | ≥ 20 J |

| | | |
|------------|---|----------------|
| WRU | Tomaia idrorepellente | ≥ 60 min. |
| P | Resistenza alla perforazione del fondo | ≥ 1100 N |
| A | Caratteristiche di antistaticità | 0,1 ÷ 1000 MΩ |
| C | Caratteristiche di conduttività elettrica | ≤ 0,1 MΩ |
| HI | Isolamento dal calore | Prova a 150 °C |

Il codice “S” rappresenta un **gruppo minimo** di **caratteristiche**, per le quali può essere utilizzata la sigla **S** più un **numero identificativo**, dove da **SB** (base) a **S3**, la siglatura riguarda le calzature e **S4-S5** riguarda gli stivali:

| Simbolo | Protezione | SB | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
|----------------|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A | Calzatura antistatica | - | X | X | X | X | X |
| E | Assorbimento di energia al tallone | - | X | X | X | X | X |
| WRU | Tomaia resistente all’acqua | - | - | X | X | - | X |
| P | Resistenza di perforazione suola | - | - | - | X | - | X |



PERCORSI
DI SICUREZZA

