

Progetto WORKCLIMATE

<https://www.workclimate.it/>



Approfondimento e limiti del sistema previsionale WORKCLIMATE

Il prototipo di sistema previsionale messo a punto nell'ambito dell'attività sperimentale di WORKCLIMATE, nella forma attuale, prevede tre sezioni di previsioni:

1. Previsione del rischio caldo per vari profili di lavoratori
2. Previsione del rischio caldo sulla base dell'ordinanza "anti-caldo" in vigore in alcune regioni italiane
3. Previsione delle aree in cui è possibile il superamento di una temperatura massima giornaliera di 35 °C

Le prime due tipologie di previsione utilizzano un indicatore ampiamente utilizzato in ambito occupazionale a livello internazionale per una prima valutazione (primo screening) dello stress da caldo. L'indicatore scelto, il Wet Bulb Globe Temperature (WBGT), è scaturito da una revisione della letteratura i cui risultati sono disponibili all'interno di un "Report" consultabile sul sito di progetto nella sezione "Pubblicazioni" (<https://www.workclimate.it/primo-report-di-attivita-su-revisione-dei-sistemi-di-allerta-da-caldo-e-selezione-degli-indicatori-da-utilizzare-per-valutare-limpatto-sui-lavoratori/>).

Il WBGT (UNI EN ISO 7243:2017) è un indice empirico sviluppato negli anni 50 come base per il monitoraggio dello stress da caldo nei campi di addestramento militare degli Stati Uniti. Successive implementazioni ne hanno permesso un ampliamento nel suo campo di utilizzo, prendendo in considerazione aspetti fondamentali nel campo occupazionale, quali l'abbigliamento, i dispositivi di protezione individuale, oltre che il livello di acclimatazione del soggetto e la tipologia di attività svolta (tasso metabolico). Ad oggi esso rappresenta l'indice di stress termico più comunemente

utilizzato negli ambienti di lavoro per garantire che la temperatura corporea media di un lavoratore non superi i 38 °C. Una descrizione dettagliata dell'indicatore è presente sul sito del Portale Agenti Fisici (PAF) (https://www.portaleagentifisici.it/fo_microclima_metodiche.php?lg=IT).

Tale indice è usato per la prevenzione degli effetti termici su soggetti sani in assenza di condizioni individuali di suscettibilità termiche (https://www.portaleagentifisici.it/fo_microclima_index.php?lg=IT).

Il WBGT è stato scelto anche come indicatore nel prototipo di sistema previsionale (previsioni probabilistiche a bassa risoluzione spaziale e senza alcun dettaglio intragiornaliero) dedicato al settore occupazionale, messo a punto nell'ambito del progetto europeo (H2020) HEAT-SHIELD (<https://www.heat-shield.eu/>).

Alla base della previsione dei parametri meteorologici di input del prototipo previsionale WORKCLIMATE si trova il modello deterministico BOLAM (<http://www.lamma.rete.toscana.it/modelli/atmo/bolam-e-moloch-info-sui-modelli>) inizializzato sul modello globale GFS (Global Forecasting System); si tratta di un modello a mesoscala (una dimensione geografica dei sistemi meteorologici, intermedia tra la scala sinottica e la microscala) con risoluzione spaziale di 7 km e temporale oraria con un orizzonte di 120 ore. Sebbene fossero disponibili modelli a più alta risoluzione, in questa fase e per le prime due tipologie di previsioni sviluppate in WORKCLIMATE è stato preferito l'utilizzo del modello BOLAM in quanto esso rappresentava un buon compromesso fra una comunque discreta qualità della previsione e una relativamente più semplice gestione della catena operativa (elemento necessario in questa fase di test della catena). Per dettagli è possibile leggere la pubblicazione riportata al seguente link: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/18/9940>.

Va comunque ricordato che le previsioni meteorologiche (a maggior ragione quelle automatiche da modelli meteorologici) sono sempre affette, per loro natura, da una intrinseca incertezza e possono risultare significativamente differenti dalle reali condizioni osservate; pertanto le informazioni da essi derivate sono da intendersi solo come uno strumento di supporto all'attuazione di misure di prevenzione e sicurezza nelle diverse realtà operative, da prevedere in sede di valutazione dei rischi ai sensi del D.lgs. 81/08, che non può prescindere dall'osservazione diretta sul luogo di lavoro.

L'incertezza delle previsioni può variare al variare di diversi fattori come per esempio la bontà (fedeltà alle condizioni reali) dei dati utilizzati per l'inizializzazione del modello a mesoscala ("condizioni iniziali" derivate dai modelli globali), le caratteristiche del territorio, la situazione meteorologica, la stagione, la risoluzione spaziale del modello, il parametro meteorologico, ecc.

Nei modelli meteorologici, vengono fatte una serie di semplificazioni sia per quanto riguarda l'atmosfera (che viene suddivisa in più o meno numerosi livelli verticali) che la superficie terrestre; quest'ultima viene suddivisa in un grigliato regolare di punti (punti griglia) la cui distanza rappresenta la risoluzione orizzontale del modello (per esempio nel caso di un modello a 7 km di risoluzione questi punti si troveranno a distanza di 7 km fra di loro); la risoluzione spaziale viene pertanto ad influenzare direttamente la corretta rappresentazione delle caratteristiche superficiali come l'orografia e la morfologia del territorio (quota, linea di costa, ecc.) o l'uso e le caratteristiche del suolo (uso bosco, uso agricolo, uso urbano, umidità del suolo, tipo di suolo, ecc.) e conseguentemente anche le grandezze previste (temperatura, vento, umidità, ecc.)

La previsione sarà tanto più fedele alle caratteristiche del territorio quanto più alta sarà la risoluzione spaziale, sebbene possano persistere tutte le altre fonti di incertezza della previsione. Ad esempio, il verificarsi di precipitazioni, di venti, di nuvolosità, ecc. non previsti dal modello potrà determinare notevoli differenze fra i valori previsti e osservati di altri parametri meteorologici al suolo (temperatura, umidità, ecc.), indipendentemente dalla risoluzione del modello; lo stesso dicasi nel caso in cui tali fenomeni siano previsti dal modello, ma non si verificano.

Occorre comunque tenere presente che anche in modelli ad alta risoluzione (es. 2 km o più spinte) le caratteristiche superficiali non potranno mai essere accurate come nella realtà; per esempio, nel caso della quota, in aree ad orografia complessa le vallate risulteranno ad una quota generalmente superiore a quella reale, mentre le montagne ad una inferiore, considerazioni simili sull'incertezza si possono fare anche per le altre caratteristiche superficiali (anche in considerazione del fatto che uso suolo e molte caratteristiche del suolo sono spesso descritte in modo grossolano, non aggiornate e comunque mediate sulla base della risoluzione orizzontale). Ne consegue che, anche nel caso di una risoluzione orizzontale ad alto dettaglio non sarà possibile prevedere l'esistenza di microclimi locali (nell'ambito della previsione per un determinato punto griglia il modello non permette di distinguere se si è su un prato, su un tetto di un edificio, su un piazzale asfaltato, ecc.).

Tornando all'esempio dell'incertezza nella rappresentazione della quota, essa potrà in generale comportare un aumento della probabilità di possibili sottostime, anche rilevanti, nelle temperature e nei livelli di rischio previsti (come per esempio in molti fondovalle) o sovrastime (come per esempio su alcuni rilievi). In talune circostanze, ad esempio nel caso di inversioni termiche (tipiche del periodo invernali), si potrebbe avere la situazione opposta con sovrastime della temperatura nei fondovalle.

La problematica sopra descritta, è posta in evidenza osservando la seguente figura (Fig. 1).

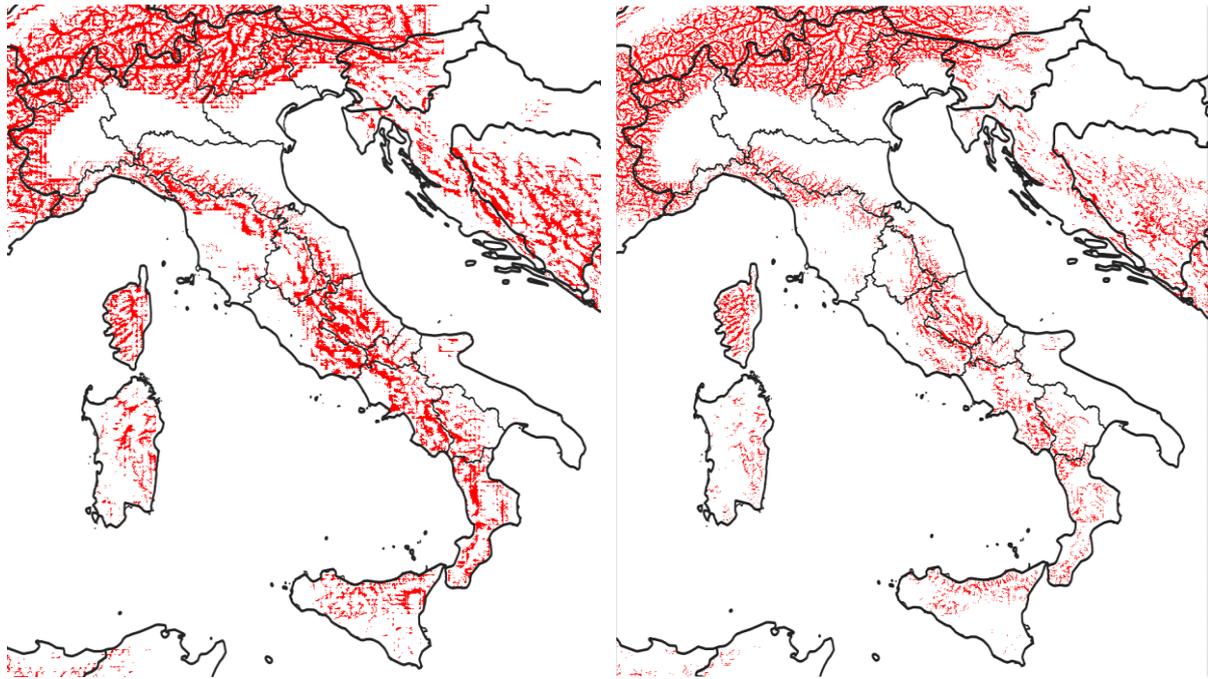


Figura 1: Differenza di quota tra il DEM (Digital Elevation Model) dei modelli meteorologici BOLAM (7 km) e MOLOCH (2.5 km) e il DEM a 90 m di risoluzione (<https://portal.opentopography.org/raster?opentopoID=OTSRTM.042013.4326.1>). In rosso sono indicate le aree in cui la differenza di quota è superiore a 200 m, cioè quelle zone per cui i modelli BOLAM e MOLOCH considerano una quota di almeno 200 m superiore a quella reale.

In figura le zone in rosso indicano aree (prevalentemente fondovalle in zone ad orografia complessa) dove la quota del DTM del modello è di almeno 200 metri superiore a quella di un DTM ad alta risoluzione (90 m).

È abbastanza evidente che passando da un modello a 7 km ad uno a 2.5 km le zone in rosso risultino meno ampie dimostrando quanto il DTM del modello diventi più fedele all'orografia reale. Analoghe mappe potrebbero essere elaborate per le zone dove la quota del modello risulta essere inferiore a quella reale (prevalentemente crinali e zone superiori ad una certa altitudine).

Sempre in termini di rappresentazione morfologica e orografica, anche una non corretta rappresentazione della linea di costa potrà portare a sottostime del rischio caldo durante il giorno in prossimità della costa, soprattutto qualora il punto griglia del modello sia all'interfaccia terra/mare. Queste sono situazioni sicuramente da tenere in particolare considerazione in fase di interpretazione e valutazione del rischio insieme a tutte le altre incertezze menzionate.

La procedura di calcolo del rischio personalizzato utilizzata nel sistema previsionale di WORKCLIMATE a partire dai dati meteorologici previsti è consultabile in una pubblicazione del 2019 (<https://www.mdpi.com/1660-4601/16/16/2890>). Anche questa fase può essere fonte di ulteriore incertezza previsionale.

La previsione del rischio caldo è personalizzata su un profilo di lavoratore standard (alto 175 cm, peso 75 kg) non acclimatato al caldo, che svolge attività moderata o intensa direttamente esposto alla radiazione solare o all'ombra. Il lavoratore standard non indossa dispositivi di protezione individuale o comunque indossa un abbigliamento che non determina un ulteriore aumento del rischio.

La previsione del livello di rischio è definita dal rapporto percentuale tra il WBGT previsto e la soglia personalizzata di WBGT del lavoratore standard sopra descritto. Se il WBGT previsto si colloca al di sotto dell'80% della soglia personale di WBGT, il conseguente rischio sarà nullo (verde), se invece si colloca tra l'80 ed il 100% il rischio sarà basso (giallo). Nel caso in cui invece il WBGT previsto sia superiore alla soglia personale, il rischio potrà essere moderato (tra il 100 ed il 120%, arancione) oppure alto (oltre il 120%, rosso). Le condizioni di rischio moderato e alto sono quindi quelle in cui viene previsto un valore di WBGT superiore alla soglia personalizzata di WBGT e che quindi richiedono importati azioni e andranno considerate in un sistema di prevenzione orientato a fornire soluzioni organizzative o comportamentali per proteggere i lavoratori dagli effetti del caldo. È importante sottolineare, tuttavia, che anche condizioni di rischio basso, nonostante rappresentino situazioni in cui il valore di WBGT previsto non superi la soglia personale di WBGT rappresentano condizioni da non sottovalutare, soprattutto se persistenti per molte ore o giorni e/o nel caso di lavorazioni che richiedano uso di DPI impermeabili o indumenti da lavoro pesanti. Per i lavoratori che sono in condizioni di vulnerabilità termica, anche in presenza di rischio basso (aree in giallo) andranno previste ed attuate misure di tutela ad hoc.

Anche la previsione del rischio caldo fornita sulla base dell'ordinanza “anti-caldo” in vigore in alcune regioni italiane, si basa sempre sull'indicatore WBGT calcolato utilizzando i dati previsti dal modello meteorologico BOLAM. In questo caso il rischio caldo è calcolato considerando la situazione prevista alle ore 12:00 sulla base del profilo di lavoratore indicato nell'ordinanza regionale, quindi per un lavoratore sano (senza condizioni individuali di suscettibilità termiche), non acclimatato al caldo, esposto al sole alle ore 12:00 e impegnato in un'attività fisica intensa. Di seguito le ordinanze regionali “anti-caldo” emesse dal 2021 sulla base delle previsioni fornite dal sistema previsionale WORKCLIMATE:

- 2021
 - Regione Puglia, Ord. N. 182 del 26/06/2021
 - Regione Basilicata, Ord. N. 33 del 01/07/2021
 - Regione Calabria, Ord. N. 44 del 30/06/2021
 - Regione Molise, Ord. N. 38 del 29/06/2021
- 2022
 - Regione Puglia, Ord. N. 69 del 21/06/2022
 - Regione Basilicata, Ord. N. 28 del 23/06/2022
 - Regione Calabria, Ord. N. 11 del 13/07/2022

- 2023
 - Regione Puglia, Ord. N. 60 del 24/06/2023
 - Regione Basilicata, Ord. 7 del 29/06/2023

Un esempio di ordinanza “anti-caldo” in vigore nel 2023 nella regione Puglia è consultabile al seguente indirizzo (https://press.regione.puglia.it/documents/65725/0/ordinanza+258_caldo+agricoltura+2022_signed.pdf/fba44af6-7ea2-3aab-8e2c-01a35eb6a7fa?t=1655813235905), mentre una pubblicazione di progetto sulle politiche di prevenzione sanitaria dell'esposizione professionale al caldo messe in atto in Italia è consultabile a questo indirizzo (<https://oem.bmj.com/content/79/3/215>).

La terza sezione del prototipo di sistema previsionale WORKCLIMATE, quindi la previsione delle aree in cui è possibile il superamento della temperatura massima giornaliera di 35 °C, utilizza la previsione della temperatura dell'aria massima giornaliera prevista sulla base del modello meteorologico MOLOCH, con una risoluzione di 2.5 km. La legenda delle tre mappe di previsione (oggi, domani e dopodomani) indica il possibile superamento (in rosso) o non superamento (in bianco) della soglia di temperatura dell'aria massima giornaliera di 35 °C. Tale informazione viene fornita a supporto del comunicato stampa congiunto INAIL-INPS (https://www.inps.it/content/dam/inps-site/it/scorporati/comunicati-stampa/2022/07/Allegati/3153_CS-Inps-Inail-.pdf) e che fornisce le istruzioni per la cassa integrazione ordinaria in caso di sospensione o riduzione dell'attività lavorativa a causa di temperature elevate.

Il sistema previsionale WORKCLIMATE rappresenta in questa fase prototipale uno strumento di primo orientamento a disposizione delle autorità di sanità pubblica e degli operatori della prevenzione: ad oggi il sistema prototipale di allerta nella forma in cui è disponibile sul sito di progetto permette di visualizzare informazioni con un dettaglio grafico a livello regionale e l'estrazione di alcune informazioni anche per le singole località. E' inoltre in fase di sperimentazione una Web App per la previsione personalizzata di vari prodotti previsionali WORKCLIMATE dedicati al settore occupazionale.