

PREMESSA

L'Organizzazione mondiale della sanità (Oms) ha stimato un eccesso di 250.000 decessi per anno a causa dell'impatto dei cambiamenti climatici nel periodo 2030 - 2050 e numerosi studi epidemiologici hanno mostrato

la rilevanza degli effetti sulla salute, in particolare in gruppi di soggetti vulnerabili, in associazione con l'aumento dell'intensità e della frequenza delle ondate di calore e con gli eventi climatici estremi. L'ultimo rapporto dell'*Intergovernmental Panel of Climate Change* (IPCC, 2022) afferma che in Europa, e in particolar modo in Europa meridionale, il numero di decessi e dei soggetti a rischio di stress da calore raddoppierà nei prossimi anni e inoltre il riscaldamento globale ridurrà gli habitat adatti agli attuali ecosistemi terrestri e marini e cambierà irreversibilmente la loro composizione, con effetti la cui gravità aumenterà se si supererà la soglia di 2 °C dovuta al riscaldamento globale. In questo quadro, mentre sono molto indagati gli effetti dei cambiamenti climatici, e in particolare del riscaldamento globale, sulla salute della popolazione generale, risultano meno approfonditi i temi del rapporto

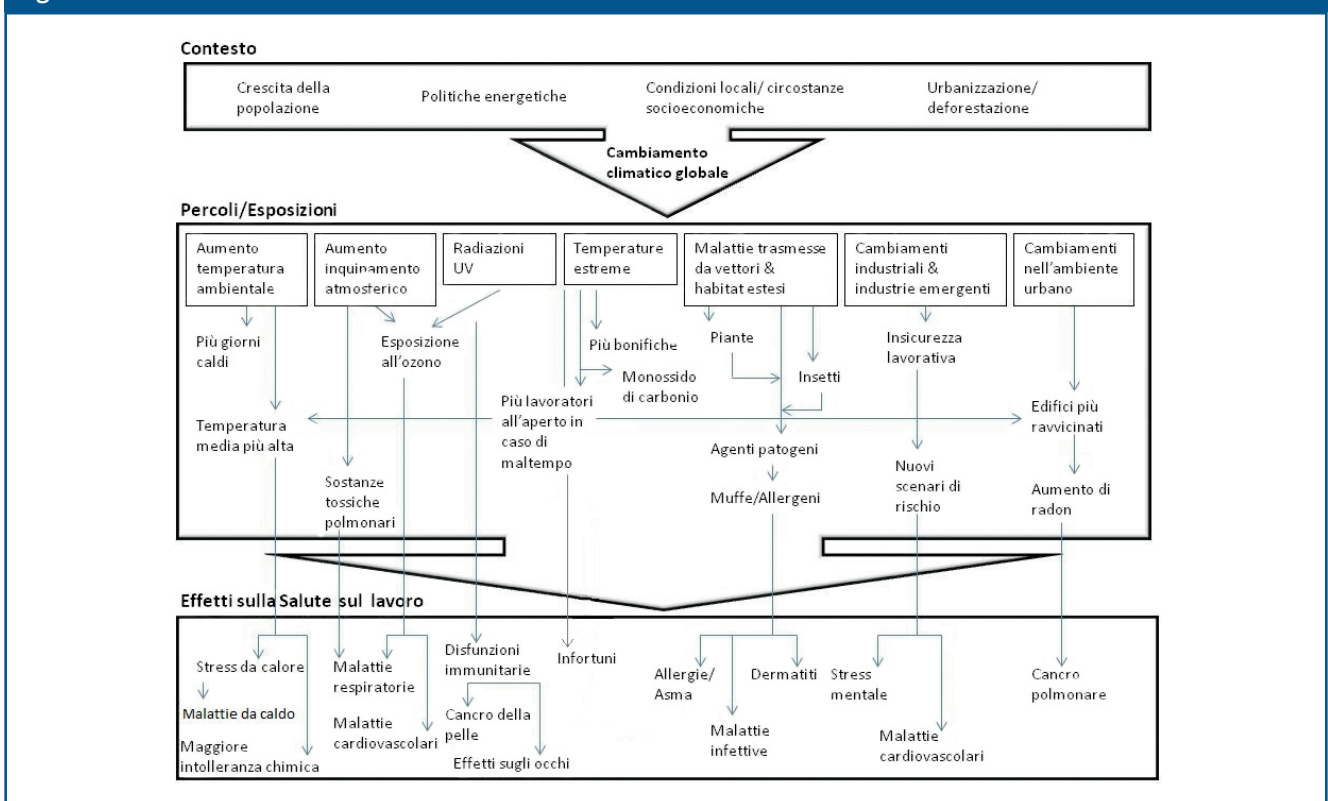
tra tali fenomeni e la salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro.

CAMBIAMENTI CLIMATICI E LAVORO

Il tema del cambiamento climatico e dell'impatto sulla salute e sicurezza dei lavoratori è di crescente rilevanza per la ricerca nella comunità scientifica, per le agenzie internazionali di regolazione e per le autorità di sanità pubblica, anche in relazione agli scenari di previsione meteo-climatica dei prossimi anni. Le linee di interazione fra cambiamento climatico e la salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro sono articolate e complesse. L'incremento della temperatura media e della frequenza e intensità delle ondate di calore può determinare un aumento del rischio di infortunio sul lavoro. L'aumento del livello di inquinamento atmosferico, l'esposizione alle radiazioni solari, l'interazione fra inquinamento ed esposizione a cancerogeni occupazionali e ad allergeni biologici sono ulteriori ambiti di connessione fra cambiamento climatico e rischi occupazionali per la salute. I legami potenziali tra il cambiamento climatico globale e la salute e la sicurezza sul lavoro possono essere visualizzati nel modello concettuale in Figura 1, che deriva da due modelli utilizzati dalla Oms per promuovere la comprensione di tali complesse relazioni causali.

Figura 1

Modello concettuale



(Shulte e Chun, 2009. Elaborato da Inail - Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale)

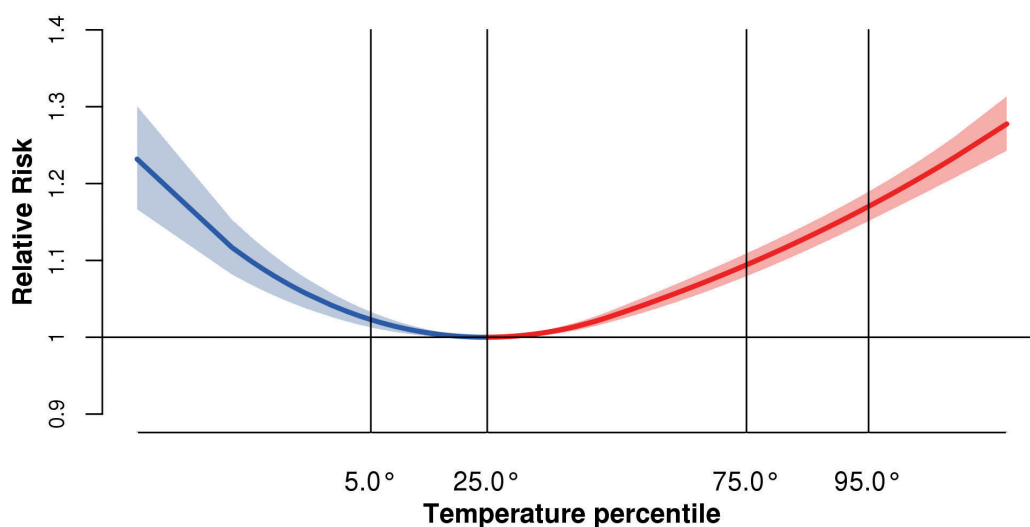
Tale modello concettuale può essere utile per identificare potenziali priorità di ricerca in relazione all'impatto dei cambiamenti climatici sulla salute e la sicurezza sul lavoro. Un ambito di ricerca in cui i risultati stanno diventando sempre più solidi è l'analisi della relazione fra infortuni sul lavoro e cambiamenti climatici, con particolare riferimento all'esposizione occupazionale alle temperature estreme.

In Italia è stata prodotta un'analisi retrospettiva di correlazione fra infortuni e temperature outdoor rilevando effetti significativi sia per il caldo estremo che per il freddo (Figura 2), con una stima di 5.200

incidenti sul lavoro all'anno (pari a circa 1,15% del totale degli infortuni) in cui l'esposizione a temperature estreme abbia avuto un ruolo causale [Marinaccio, 2019]. Lo stesso lavoro mostra una variabilità dei rischi in relazione al settore lavorativo (maggiori nell'edilizia per il caldo e nei trasporti per il freddo), all'età (maggiori nei lavoratori giovani per il caldo e per i lavoratori meno giovani per il freddo), al genere (le donne sono più suscettibili alle basse temperature, gli uomini alle alte) e alla dimensione aziendale (maggiore l'effetto del caldo sugli occupati nelle piccole imprese, maggiore l'effetto del freddo per le grandi aziende).

Figura 2

Relazione dose-risposta



Variazione percentuale degli infortuni sul lavoro per percentile di temperatura. Le aree blu e rosse corrispondono agli effetti delle basse e alte temperature rispettivamente.

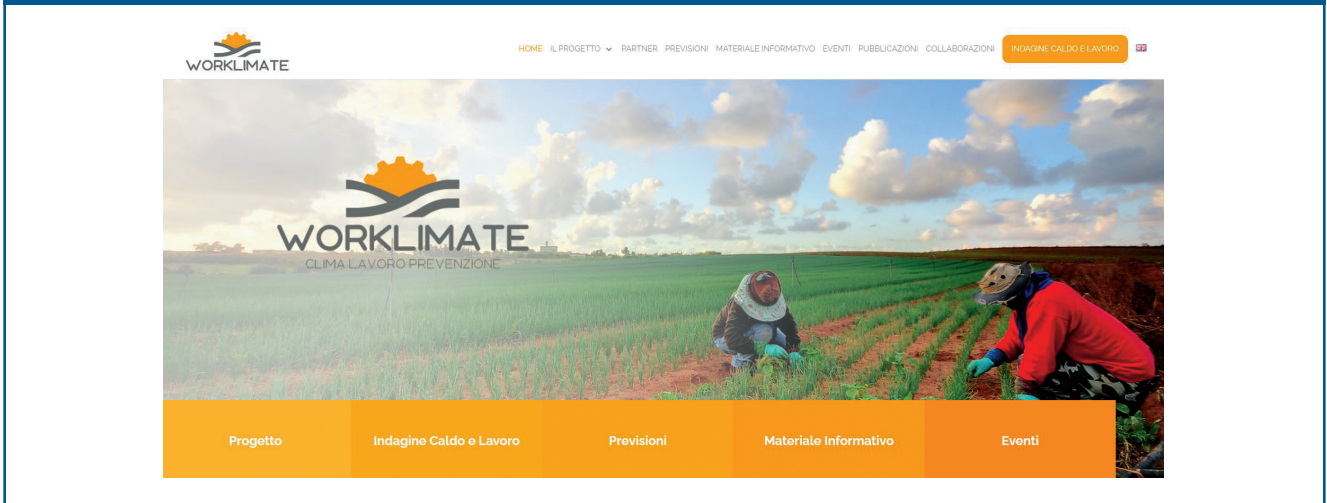
(Marinaccio et al, 2019. Elaborato da Inail - Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale)

IL PROGETTO WORKCLIMATE E LA PIATTAFORMA PREVISIONALE DI ALLERTA

Il progetto di ricerca Workclimate (www.workclimate.it, Figura 3), in collaborazione fra Inail, Consiglio nazionale delle ricerche - Istituto per la bioeconomia (Ibe), Azienda Usl Toscana Centro, Azienda Usl Toscana Sud Est, Dipartimento di epidemiologia, Servizio sanitario regionale Lazio e Consorzio LaMMA (Laboratorio di monitoraggio e modellistica ambientale per lo sviluppo sostenibile), ha sviluppato analisi epidemiologiche per valutare l'impatto delle condizioni termiche estreme (caldo e freddo) sull'incidenza degli infortuni nel mondo del lavoro in diversi ambiti occupazionali e sono in corso le analisi per la stima dei costi associati. Sono state inoltre condotte due web surveys, la prima per indagare la percezione e la conoscenza degli effetti del caldo negli ambienti di lavoro da parte dei lavoratori, la seconda

per valutare l'impatto dello stress da caldo associato all'utilizzo di dispositivi di protezione individuale per lavoratori del settore sanitario durante la prima ondata della pandemia Covid-19. Sono stati condotti casi studio con monitoraggi meteo-climatici e comportamentali in un campione di aziende e sono stati effettuati test con giacche ventilate in camera climatica e sul luogo di lavoro. È stato anche sviluppato materiale informativo sulle patologie da calore, sui fattori che contribuiscono alla loro insorgenza, sulle condizioni croniche che aumentano la suscettibilità al caldo e sulle raccomandazioni da seguire per un'efficace pianificazione degli interventi aziendali in materia di prevenzione del rischio microclima, da adottare nell'ambito della specifica organizzazione del sistema di prevenzione aziendale (ai sensi dell' art. 2 comma 2 del d.lgs. 81/2008) (<https://www.workclimate.it/materiale-informativo/>).

Figura 3



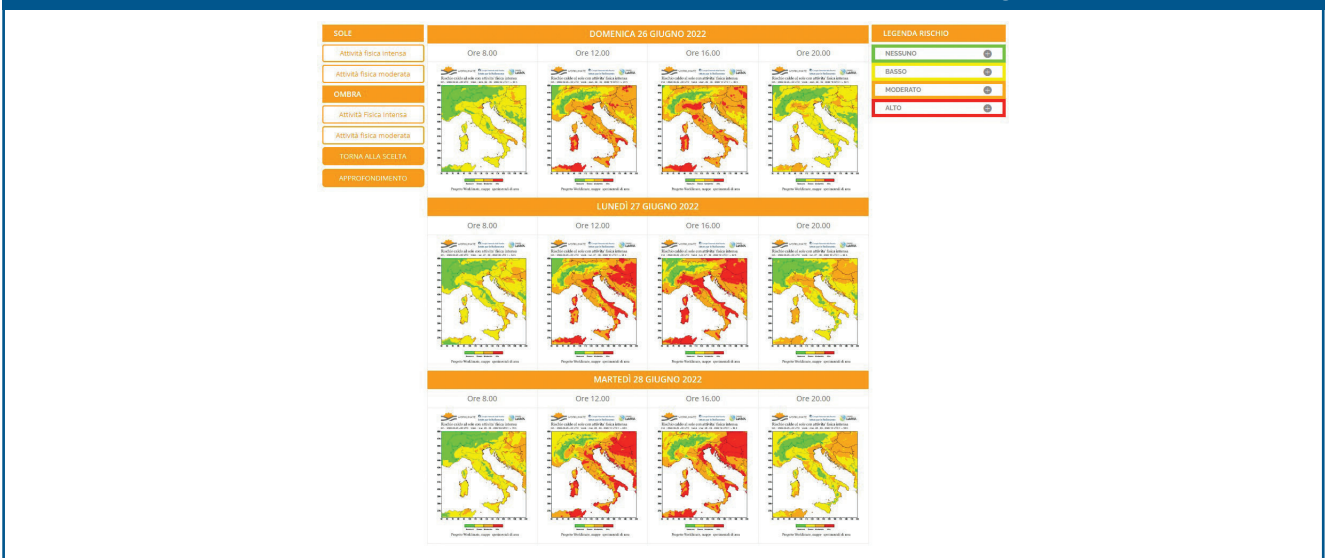
(<https://www.workclimate.it>)

Il progetto ha inoltre prodotto e reso disponibile un prototipo di sistema di previsione dello stress da calore (<https://www.workclimate.it/scelta-mappa/>) per lo screening dei rischi professionali a uso dei lavoratori, datori di lavoro e degli addetti alla salute e sicurezza aziendali (Figura 4), utilizzando l'indicatore Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) e un modello meteorologico deterministico (BOLAM), con una risoluzione spaziale di 7 km e un intervallo temporale di previsione fino a 120 ore [Grifoni, 2021]. Le previsioni del rischio caldo in ambito occupazionale sono personalizzate su soggetti sani, considerando un profilo di lavoratore standard (alto 175 cm, peso 75 kg), che svolge attività fisica moderata o intensa, esposto direttamente ai raggi solari o all'ombra, per le ore 8:00 e 12:00; 16:00 e 20:00. Nel mese di luglio 2021 il sistema previsionale è stato implementato nel sito web di progetto con una sezione dedicata alla previsione del rischio caldo per località (<https://workclimate.it/profilo/ordinanza-caldo-lavoro>) che permette di prevedere per cinque giorni i livelli di rischio caldo previsti in una specifi-

ca località alle ore 12:00 riferiti a un lavoratore non adattato al caldo, esposto al sole e impegnato in una attività fisica intensa. Tali informazioni di previsione del rischio sono state utilizzate tra il mese di giugno e luglio del 2021 in alcune regioni dell'Italia meridionale (Puglia, Basilicata, Molise, Calabria) per mettere in atto provvedimenti di tutela dei lavoratori durante il periodo estivo. Anche l'Ispettorato nazionale del lavoro e il Coordinamento tecnico delle Regioni per la salute e la sicurezza del lavoro hanno indicato i risultati del progetto come un riferimento essenziale nella pianificazione degli interventi di contrasto e mitigazione al rischio di esposizione occupazionale al caldo. Nel corso del secondo anno di attività di progetto è stata inoltre completata la realizzazione di una web app che permette una completa personalizzazione del rischio caldo per varie località, calibrata sulle caratteristiche dei lavoratori e su vari scenari espositivi, di utilità soprattutto per gli addetti alla salute e sicurezza aziendali e per i datori di lavoro. L'utilizzo della web app è stato sperimentato dall'estate 2022.

Figura 4

Previsione esaoararia a 3 giorni per un lavoratore 'standard' non acclimatato al caldo e che svolge attività moderata al sole



(<https://www.workclimate.it/scelta-mappa/>)

SFIDE PER LA RICERCA: SANITÀ PUBBLICA E MISURE DI PREVENZIONE

Il sistema previsionale Workclimate rappresenta uno strumento di orientamento a disposizione dei singoli lavoratori, delle autorità di sanità pubblica e degli operatori della prevenzione per valutare, monitorare e contrastare l'esposizione occupazionale ad alte temperature. Le sfide per la ricerca scientifica e le strategie di intervento riguardano la possibilità di sviluppare sistemi di allerta personalizzati, che tengano conto delle reali condizioni (intensità dello sforzo, esposizione al sole o a fonti di calore artificiali, tipologia di vestiario indossato, presenza di fattori di suscettibilità agli estremi termici, ecc.) a cui il lavoratore è esposto. È necessario caratterizzare le soluzioni di adattamento per contrastare le elevate temperature, tra cui l'utilizzo di indumenti refrigeranti e sistemi di raffrescamento ausiliari indossabili utili per prevenire l'insorgenza dello stress termico, prestando attenzione anche ai requisiti ergonomici che possono rendere i sistemi di raffreddamento indossabili poco pratici nell'impiego lavorativo. Sarà

necessario inoltre garantire soluzioni tecnologiche delle quali dovrà essere verificata l'applicabilità nei contesti occupazionali. Si tratterà di effettuare le opportune certificazioni (ad esempio certificazione dei *cooling garments* come dispositivi di protezione individuale), di renderle sostenibili per le imprese dal punto di vista economico, accettabili ai lavoratori (*user's acceptability*) e compatibili con le attività lavorative da svolgere. Il tema della informazione e formazione appare centrale e per questo è anche necessario mappare la percezione e la consapevolezza del rischio correlato alle temperature estreme e al cambiamento climatico nei luoghi di lavoro per facilitare l'implementazione di misure di prevenzione e interventi di riduzione del rischio sia a livello individuale che organizzativo. Dal punto di vista epidemiologico, l'analisi dei costi aziendali e sociali correlati alle condizioni di temperature climatiche estreme, anche in termini di potenziale perdita di produttività caldo-correlata, può risultare essenziale per programmare le priorità di intervento in un quadro di analisi dei costi/benefici.

PER ULTERIORI INFORMAZIONI

Contatti: m.bonafede@inail.it

SITOGRAFIA

IPCC - Intergovernmental Panel of Climate Change: Climate change 2022. Impacts, Adaptation and Vulnerability.

Url: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/> [consultato ottobre 2022].

Progetto Workclimate. Url: www.workclimate.it [consultato ottobre 2022].

Ministero della salute. Url:

<https://www.salute.gov.it/portale/caldo/dettaglioOpuscoliCaldo.jsp?lingua=italiano&id=344> [consultato ottobre 2022].

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Schulte PA, Chun H. Climate change and occupational safety and health: establishing a preliminary framework. *J Occup Environ Hyg* 2009;6: 542-54.

Marinaccio A, Scortichini M, Gariazzo C et al. Nationwide epidemiological study for estimating the effect of extreme outdoor temperature on occupational injuries in Italy. *Environ Int*. 2019;133(Pt A):105176. doi: 10.1016/j.envint.2019.105176.

Grifoni D, Messeri A, Crisci A, Bonafede M et al. Performances of Limited Area Models for the WORKCLIMATE Heat-Health Warning System to Protect Worker's Health and Productivity in Italy. *Int J Environ Res. Public Health* 2021;18:9940.

PAROLE CHIAVE

Eventi climatici estremi; Infortuni sul lavoro; Ondate di calore; Cambiamento climatico

GRUPPO DI LAVORO WORKCLIMATE

Alessandra Binazzi, Andrea Bogi, Michela Bonafede, Raimondo Buccelli, Tiziano Costantini, Alfonso Crisci, Francesca de'Donato, Simona Del Ferraro, Chiara Di Blasi, Tiziana Falcone, Luca Fibbi, Claudio Gariazzo, Bernardo Gozzini, Valentina Grasso, Daniele Grifoni, Miriam Levi, Alessandro Marinaccio, Alessandro Messeri, Gianni Messeri, Paola Michelozzi, Vincenzo Molinaro, Stefano Monti, Marco Morabito, Antonio Moschetto, Pietro Nataletti, Francesco Pasi, Francesco Picciolo, Emma Pietrafesa, Iole Pinto.