

Roma, 23/3/2023



Andrea Bogi

Laboratorio di Sanità Pubblica, Azienda USL Toscana Sud Est

INAIL

Cambiamenti climatici ed impatti sulla salute e sicurezza dei lavoratori: il progetto Workclimate



**Strumenti tecnologici per
contrastare gli effetti del caldo
per i lavoratori
Parte I**

D.M. 9 aprile 2008 n. 81 Titolo VIII “Agenti Fisici”

Articolo 181

Valutazione dei rischi

in modo da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione con particolare riferimento alle norme di buona tecnica ed alle buone prassi

programmata ed effettuata, con cadenza almeno quadriennale, da personale qualificato ...in possesso di specifiche conoscenze in materia. ..aggiornata ogni qual volta si verificano mutamenti che potrebbero renderla obsoleta, ovvero, quando i risultati della sorveglianza sanitaria rendano necessaria la sua revisione.

Il datore di lavoro nella valutazione dei rischi precisa quali misure di prevenzione e protezione devono essere adottate

Il rischio Microclima è da valutarsi con riferimento alla buona tecnica



COORDINAMENTO
TECNICO
INTERREGIONALE
DELLA PREVENZIONE
NEI LUOGHI DI LAVORO

Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome

Gruppo Tematico Agenti Fisici

Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici ai sensi del Decreto Legislativo 81/08

- Parte 1: Titolo VIII Capo 1
- Parte 2: Radiazione Solare
- Parte 3: Microclima**
- Parte 4: Rumore
- Parte 5: Vibrazioni

Revisione 01: approvata dal sotto gruppo di lavoro tematico Agenti Fisici il 08/06/2021

approvata dal Gruppo Tecnico Interregionale Prevenzione Igiene e Sicurezza sui Luoghi di Lavoro il 21/07/2021



Strumenti tecnologici per contrastare gli effetti del caldo per i lavoratori: Parte I – Andrea Bogi



Decreto Legislativo 81/2008
Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione
a MICROCLIMA
Indicazioni operative

SEZIONE A

EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA

SEZIONE B

*METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA E LA STIMA
DEI PARAMETRI MICROCLIMATICI*

SEZIONE C

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

SEZIONE D

GESTIONE DEL RISCHIO

SEZIONE E

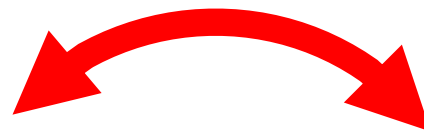
VIGILANZA

Coordinamento con i progetti nazionali

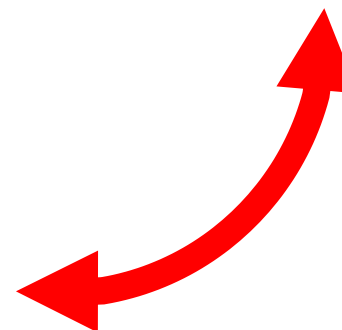
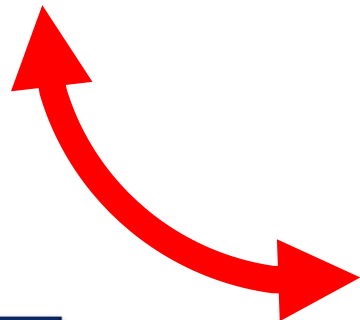


**COORDINAMENTO
TECNICO
INTERREGIONALE
DELLA PREVENZIONE
NEI LUOGHI DI LAVORO**

**Coordinamento Tecnico per la
sicurezza nei luoghi di
lavoro delle Regioni e delle
Province autonome**
Gruppo Tematico Agenti Fisici



www.portaleagentifisici.it



C.12 Come si valuta il rischio microclima in lavorazioni outdoor?

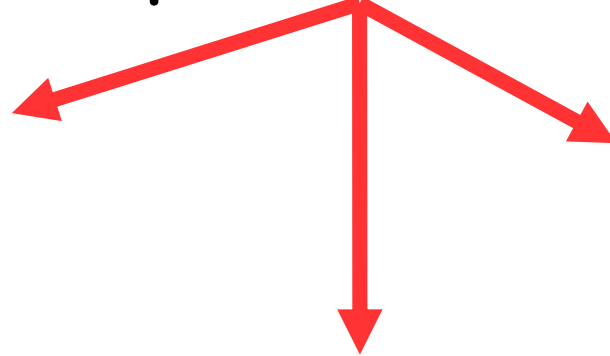
Valutazione preliminare



condizioni di insorgenza di criticità



piano d'azione



procedure di lavoro in
relazione a differenti
scenari

tutela dei
soggetti sensibili

DPI impermeabili, tute in tyvek etc.
valutazione specifica, in relazione alla attività
svolta

Individuare un preposto per l'attuazione delle misure di
tutela previste per le varie condizioni di rischio

C.12 Come si valuta il rischio microclima in lavorazioni outdoor?

Valutazione preliminare

E' possibile utilizzare l' **indice di calore** ("Heat Index") a partire da temperatura ed umidità dell'aria.

3 fasce di rischio (giallo/arancione/rosso)

Previsionale: dati storici

Foglio di calcolo che ne consente la valutazione è scaricabile dal Portale Agenti Fisici

Link su PAF a **Workclimate** che fornisce previsioni a 3 giorni dell'indice WBGT

Sul campo: termoigrometro

C.12 Come si valuta il rischio microclima in lavorazioni outdoor?

valutazione più approfondita:
Indice PHS
Calcolatore sul PAF



Stress da freddo va effettuata utilizzando l'indice
IREQ,
calcolatore disponibile sul PAF



D.4 Informazione e formazione: quando e con quali contenuti?

l'attivazione della informazione e formazione dei lavoratori esposti a condizioni microclimatiche sfavorevoli è legata, in analogia con gli altri agenti fisici, alla sola **presenza del rischio stesso**

sempre attivata condizioni microclimatiche severe

rendere **consapevoli** tutti i lavoratori, soprattutto "soggetto **particolarmente sensibile**" per un determinato rischio **tempestiva comunicazione** al datore di lavoro **valutazione specifica** di concerto con il Medico Competente

D.4 Informazione e formazione: quando e con quali contenuti?

l'attivazione della informazione e formazione dei lavoratori esposti a condizioni microclimatiche sfavorevoli è legata, in analogia con gli altri agenti fisici, alla sola **presenza del rischio stesso**

sempre attivata condizioni microclimatiche severe

rendere **consapevoli** tutti i lavoratori, soprattutto "soggetto **particolarmente sensibile**" per un determinato rischio **tempestiva comunicazione** al datore di lavoro **valutazione specifica** di concerto con il Medico Competente

MATERIALE INFORMATIVO

BROCHURE INFORMATIVE SULLE PATOLOGIE DA CALORE, SUI FATTORI CHE CONTRIBUISCONO ALLA LORO INSORGENZA 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 ART. 2 COMMA 2 D.LGS. 81/08).

Informativa sulle patologie da calore e sui fattori che contribuiscono alla loro insorgenza

LEGGI

Le condizioni croniche che aumentano la suscettibilità al caldo

LEGGI

Decalogo per la prevenzione delle patologie da calore nei luoghi di lavoro

LEGGI

L'importanza di mantenere un buono stato di idratazione

LEGGI

L'importanza delle pause programmate per i lavoratori esposti al caldo

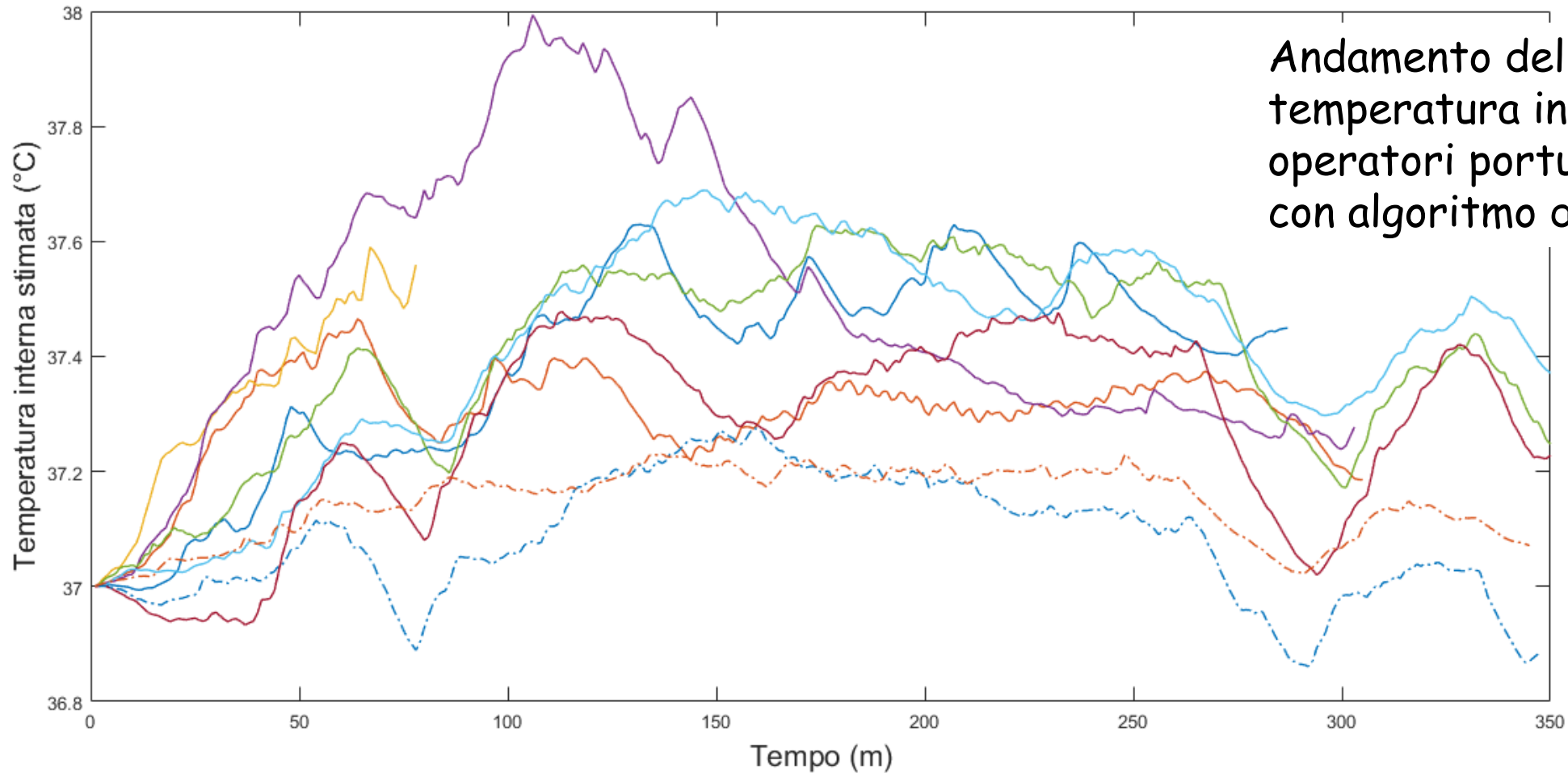
LEGGI

Studio in campo di sistemi di monitoraggio della temperatura interna



- Valutazioni ad hoc per soggetti particolarmente sensibili
- Valutazioni in condizioni estreme
- Studio di nuovi algoritmi

Dalla misura della frequenza cardiaca alla stima della temperatura interna





www.portaleagentifisici.it



Grazie

andrea.bogi@uslsudest.toscana.it

Laboratorio di Sanità Pubblica
USL Toscana Sud Est

Continua...



Strumenti tecnologici per contrastare gli effetti del caldo per i lavoratori: Parte I – Andrea Bogi



CAMBIAMENTI CLIMATICI ED IMPATTI SULLA SALUTE E SICUREZZA DEI LAVORATORI: il progetto Workclimate



INAIL

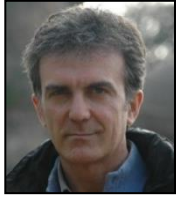
Simona Del Ferraro

INAIL – DiMEILA - Laboratorio di Ergonomia e Fisiologia



**Strumenti tecnologici per
contrastare gli effetti del
caldo per i lavoratori**

Roma, 23 marzo 2023



Vincenzo Molinaro

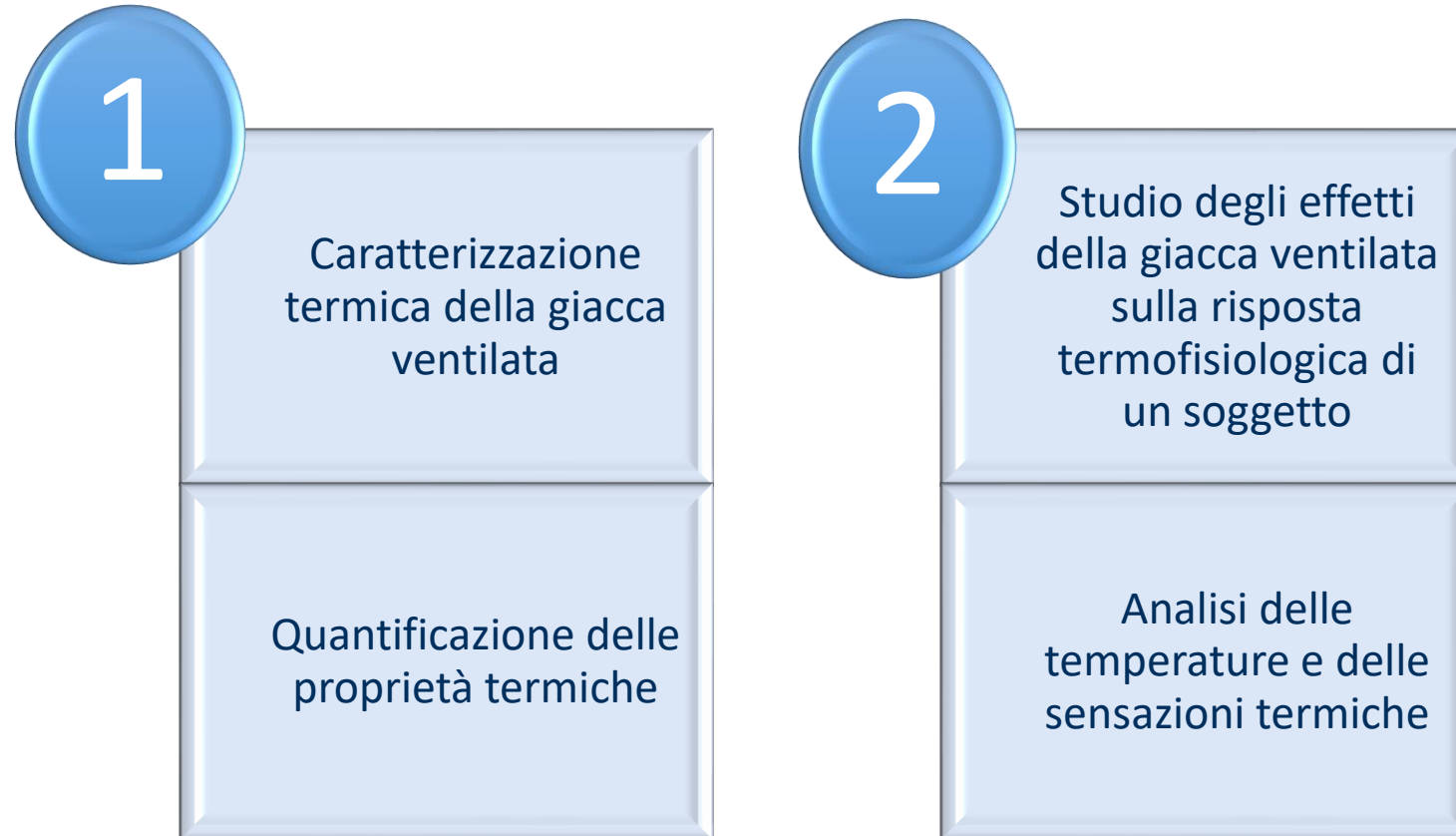


Simona Del Ferraro

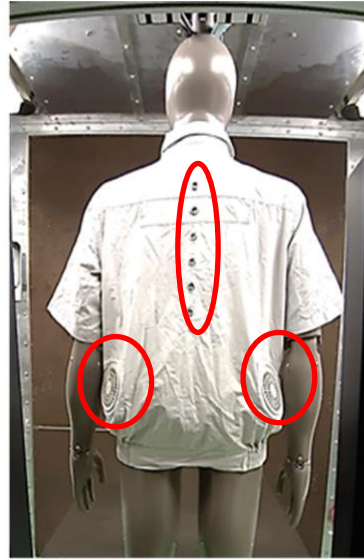


Tiziana Falcone

Studio e valutazione del potere raffreddante di una giacca ventilata

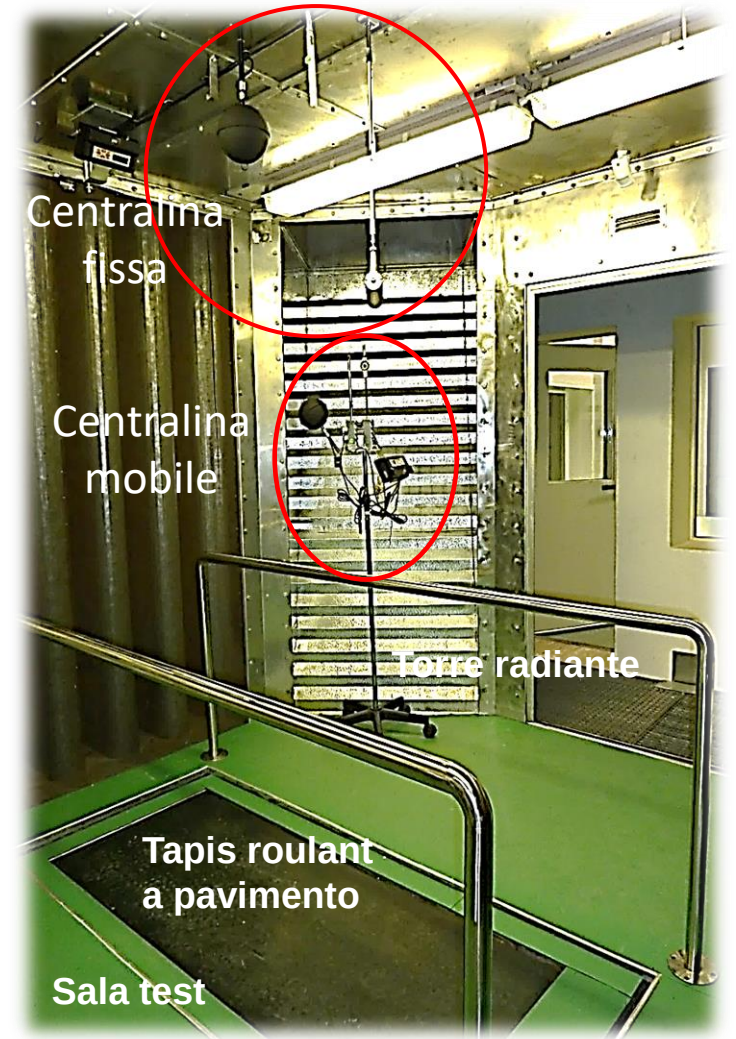
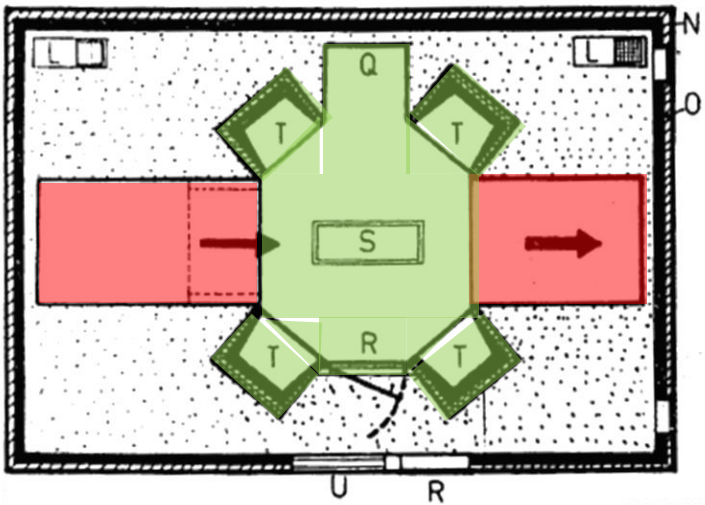
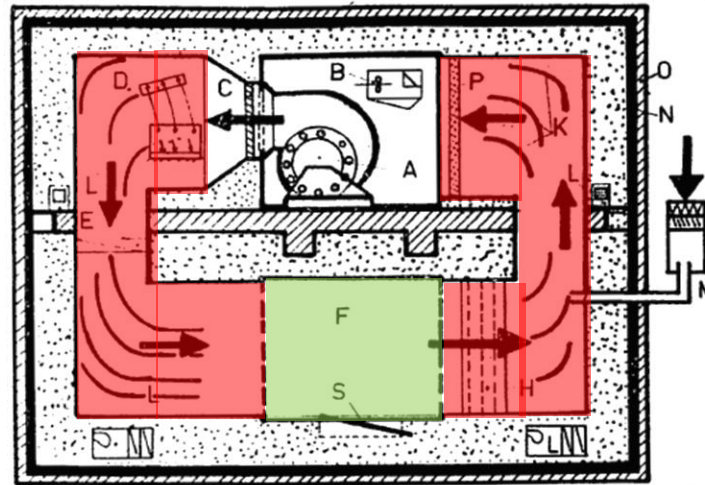


CARATTERISTICHE DELLA GIACCA



- Strato più esterno in **cotone**
- Nella parte posteriore è presente un secondo strato a **rete in poliestere**
- **2 ventole di diametro 8 cm** ciascuna alimentata da batterie agli ioni di Litio, con un voltaggio di 7.4V e capacità pari a 4400 mAh.
Velocità delle ventole regolabile su **4 livelli**
($v=2=6$ l/min; $v=4=12$ l/min)
- **6 aperture circolari aggiuntive** di diametro 1 cm sono presenti nella parte posteriore della giacca, poste a circa 4.5 cm di distanza (centro – centro)
- **2 tasche esterne e una zip** per tutta la lunghezza della giacca
- **Elastico** nella parte inferiore della giacca per far aderire la giacca nella zone dei glutei

La camera climatica



Dry tests e wet tests: i requirements delle F1291-16 e della F2370-16



Designation: F1291 – 16

Standard Test Method for
Measuring the Thermal Insulation of Clothing Using a
Heated Manikin¹

DRY TESTS

$t_a < \text{almeno } 12\text{ °C}$ rispetto alla temperatura della superficie
corporea del manichino ($T_{\text{skin}} = 35\text{ °C}$)



scambi di calore «secco» (convezione, irraggiamento)

I valori medi dei parametri ambientali in camera climatica sono
stati:

$t_a = 22.4 \pm 0.1\text{ °C}$ $v_a = 0.37 \pm 0.03\text{ m/s}$ **RH** = $50.0 \pm 1.6\%$



$$I_T = \frac{\overline{t_{sk}} - t_a}{\sum(\alpha_i \cdot H_i)}$$

isolamento
termico totale

INAIL



Designation: F2370 – 16

Standard Test Method for
Measuring the Evaporative Resistance of Clothing Using a
Sweating Manikin¹

WET TESTS

$t_a = T_{\text{skin}} = 35\text{ °C}$



scambi di calore solo per **evaporazione**
Scambi di calore secco = 0

I valori medi dei parametri ambientali in camera climatica sono
stati:

$t_a = 35 \pm 0.3\text{ °C}$ $v_a = 0.35 \pm 0.01\text{ m/s}$ **RH** = $40.0 \pm 0.6\%$

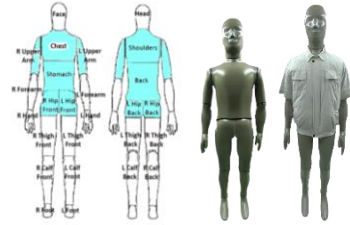


$$R_{e,T} = \frac{(P_s - P_a)A}{H_E}$$

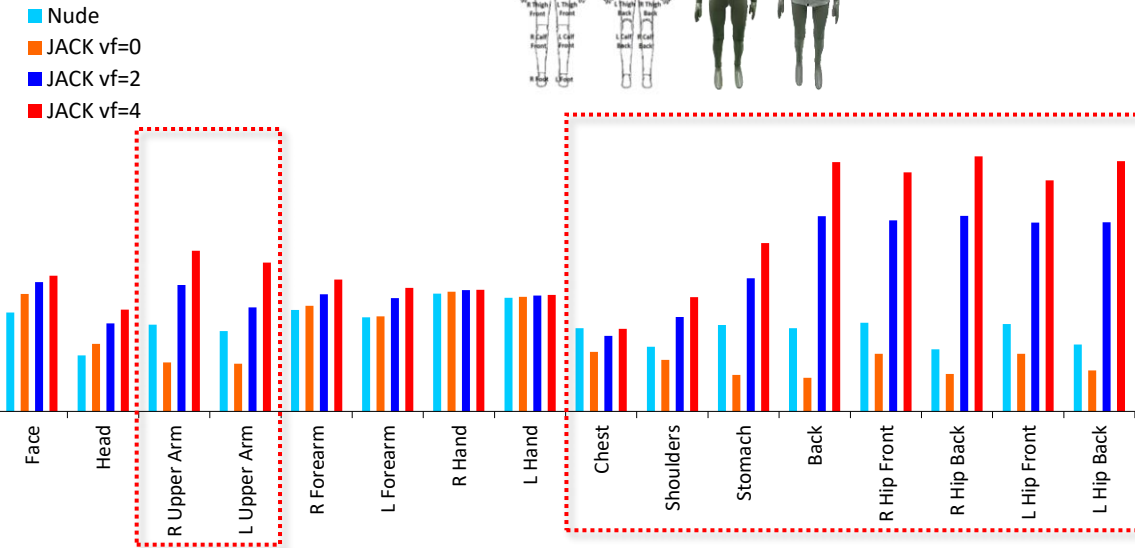
Resistenza
evaporativa totale

Dry test e wet test- risultati

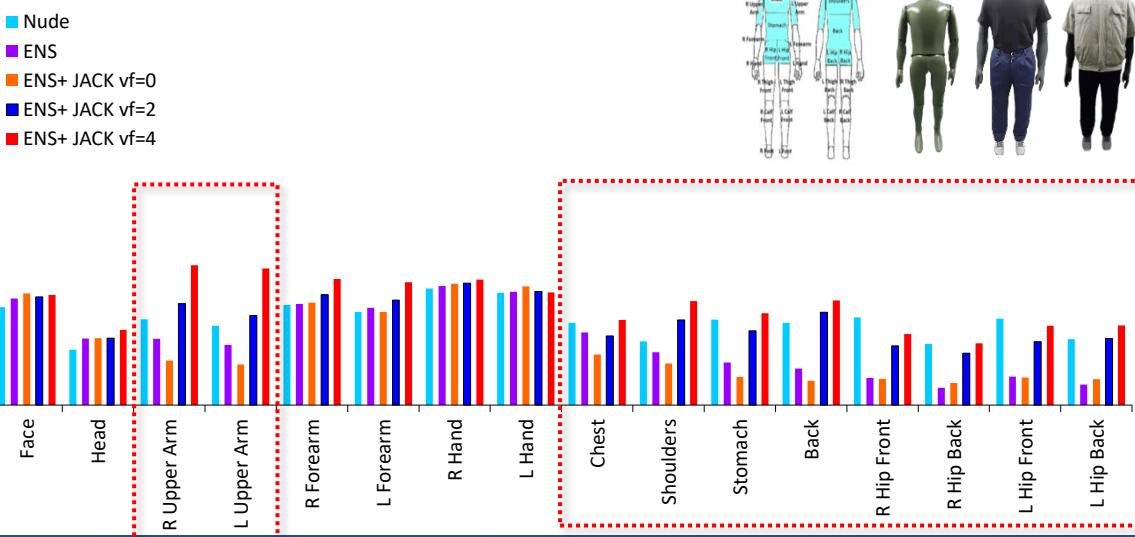
DRY TESTS



Dry Loss (W/m²)



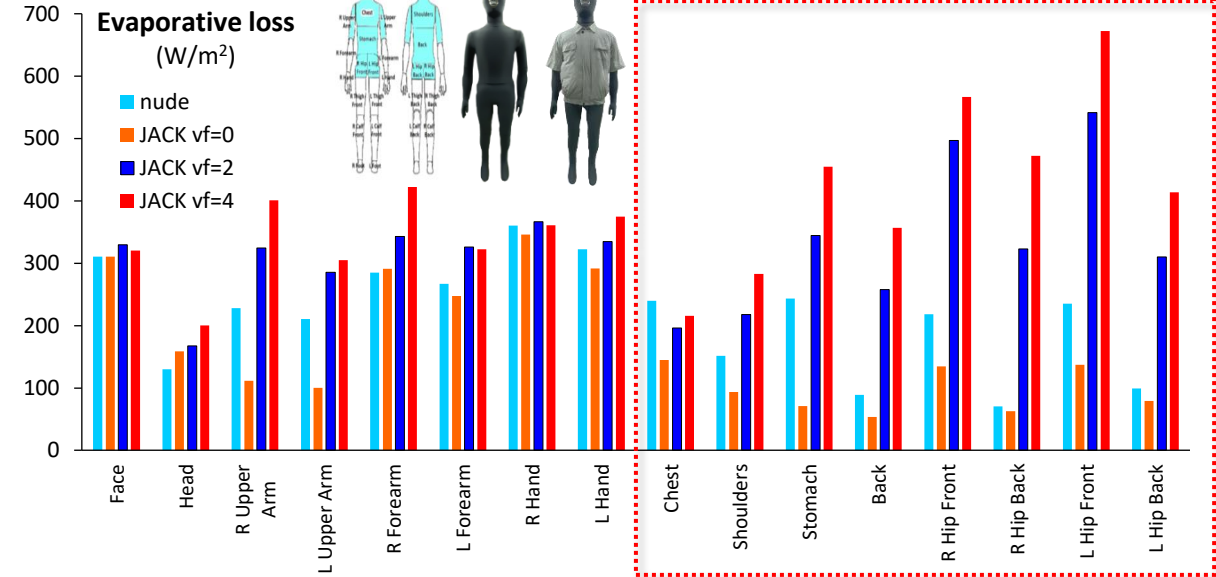
Dry loss (W/m²)



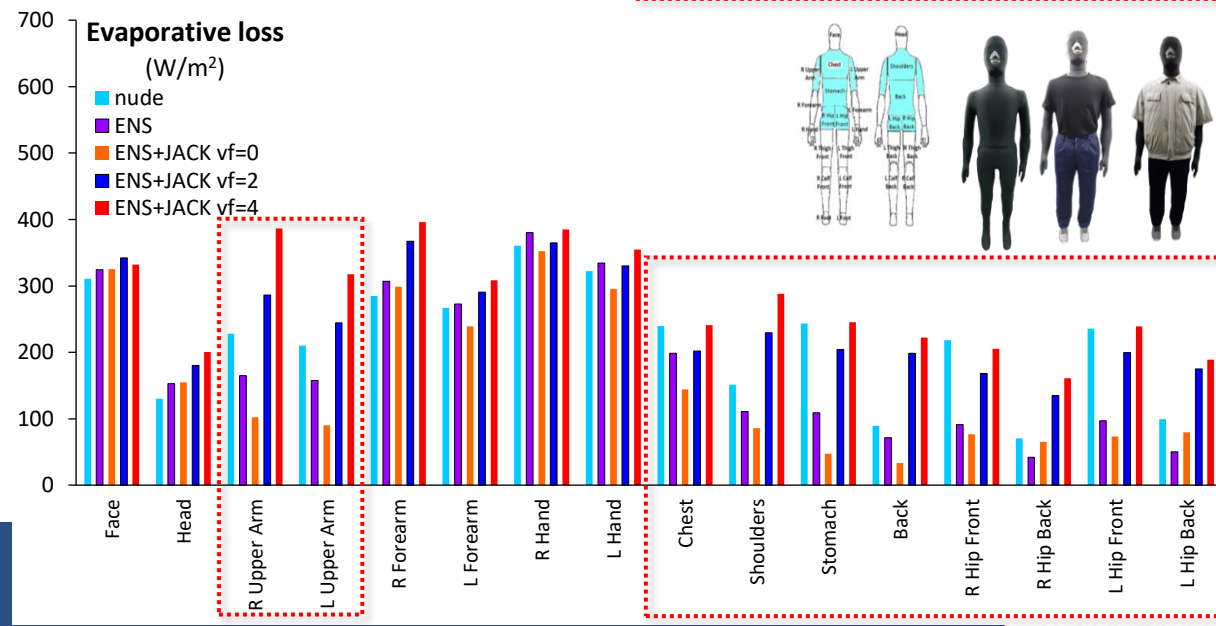
WET TESTS



Evaporative loss (W/m²)

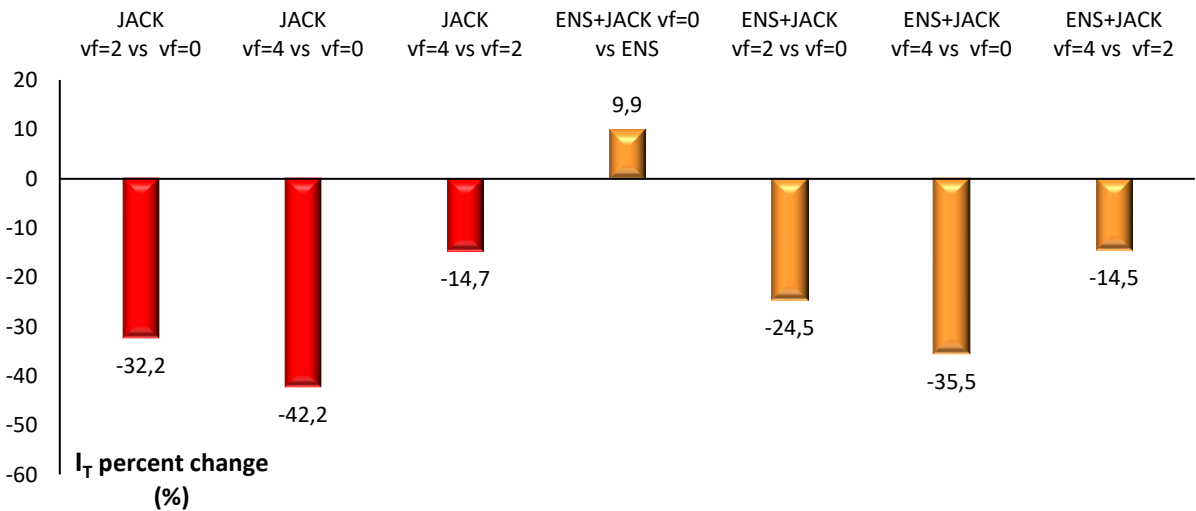
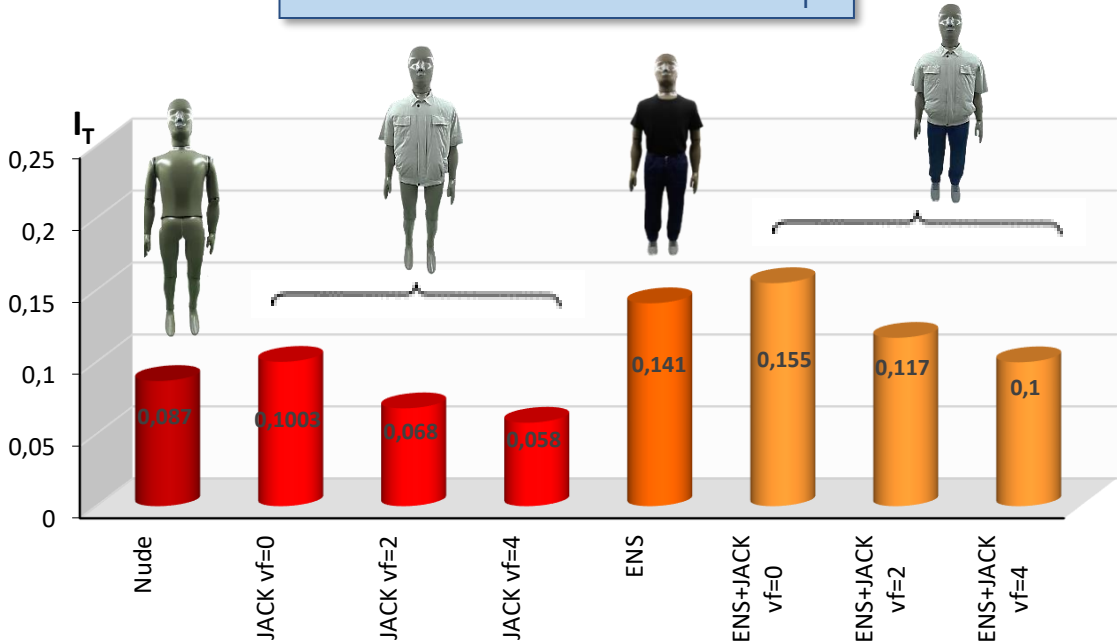


Evaporative loss (W/m²)

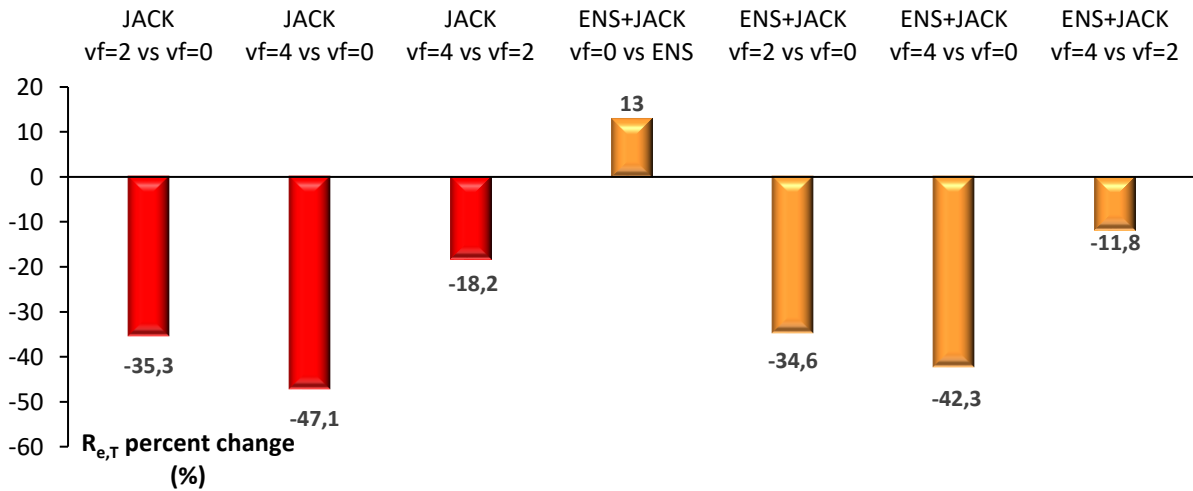
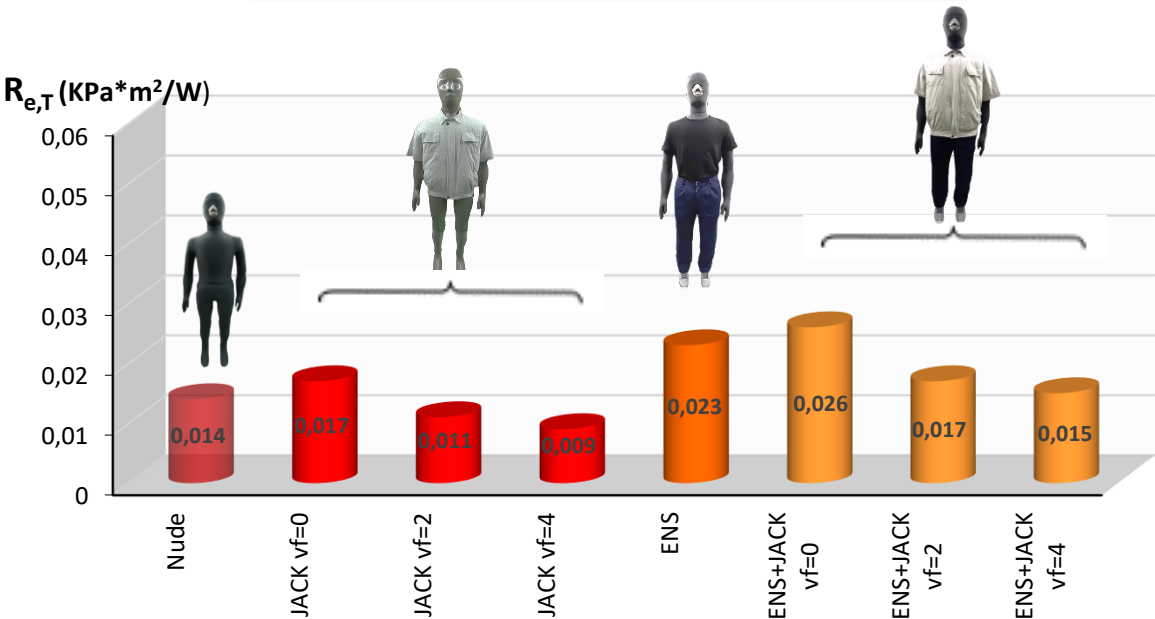


Quantificazione proprietà termiche della giacca ventilata

isolamento termico totale I_T



resistenza evaporativa totale $R_{e,T}$



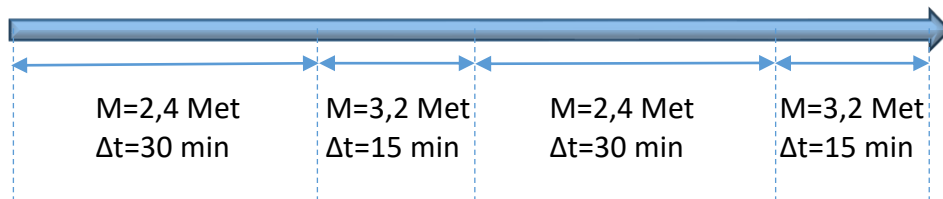
Test fisiologici: setup sperimentale

scenario termico simulato

- ✓ $t_a = 30,1 \pm 0,3 \text{ } ^\circ\text{C}$
- ✓ $v_a = 0,29 \pm 0,01 \text{ m/s}$
- ✓ $HR = 30,0 \pm 0,4 \%$

3 livelli di metabolismo

- ✓ $M_1 = 2,4 \text{ Met}$
- ✓ $M_2 = 3,2 \text{ Met}$
- ✓ Cycle: alternanza di M_1 e M_2



3 livelli di velocità delle ventole

- ✓ $v = 0$ (fan-off condition)
- ✓ $v = 2$ (fan-on condition)
- ✓ $v = 4$ (fan-on condition)

Durata di ciascun test

90 minuti

27 test fisiologici in totale



INAIL



Strumenti tecnologici per contrastare gli effetti del caldo per i lavoratori – Simona Del Ferraro

Risultati Test fisiologici

Effetto della giacca sulle temperature globali

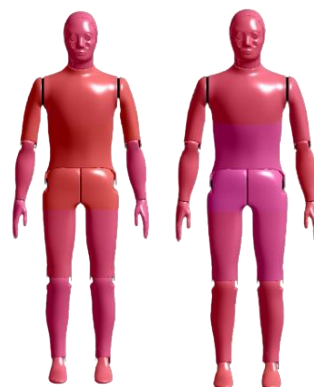
Nello scenario simulato, l'effetto delle ventole è di abbassare le temperature

Effetto su T_{re} molto contenuto
(max abbassamento - 0,12 °C)

Effetto su T_{sk} più evidente
(max abbassamento -1,36 °C)

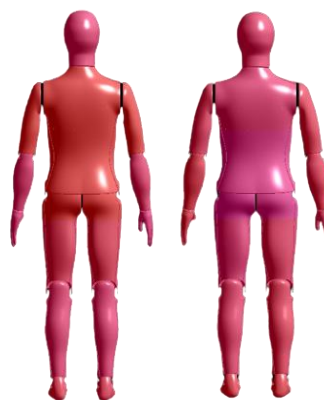
Effetto della giacca sulle temperature superficiali delle zone del tronco

Abbassamento delle temperature superficiali



Abbassamenti maggiori registrati nella zona del Back

Abbassamenti minori registrati nella zona del Chest (non eccedono 1°C)



Nelle condizioni ad M costante, nelle zone Shoulders, Stomach e Back, si registra un andamento decrescente da circa metà test dovuto probabilmente all'insorgenza del sudore

Effetto della giacca sulle sensazioni termiche

Nelle zone della parte superiore del tronco, nelle condizioni ad M costante, l'effetto della giacca è di riportare le sensazioni termiche nell'intervallo di neutralità

Per la parte inferiore del tronco, l'effetto della giacca determina sensazioni comprese tra -1 = Slightly Cool e -2 = Cool ed è un'evoluzione che va monitorata perché può tendere ad una condizione di discomfort

Conclusioni



Prospettive future

I risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate portano a concludere che nelle **condizioni simulate**:

l'**effetto** della giacca ventilata sulla **temperatura centrale** è molto **contenuto**

L'**effetto** della giacca ventilata è principalmente **locale**, sulle **temperature superficiali** delle zone del tronco, con un impatto maggiore sulla zona del **Back**

E' necessario monitorare che il raffreddamento fornito dalle ventole non risulti eccessivo e porti ad una condizione di discomfort termico per il lavoratore che indossa la giacca

Studio sul campo per verificare gli effetti della giacca ventilata su lavoratori durante l'esecuzione di attività lavorative

Grazie per
l'attenzione

