



Metodologia per la realizzazione di un DPI  
– guanto ergonomico –  
per la protezione dell'operatore dal rischio causato  
da applicazione di pressione

Spada S., Raverta C., Lionello D., Moccia R.



# AGENDA



- Introduzione
  - Motivazioni
  - Obiettivo
- Ricerca
  - Ricerca e analisi dei materiali
  - Strumenti di misura
  - Studio letteratura
- Sviluppo
  - Definizione layout guanto ergonomico
  - Test in laboratorio e stabilimento
  - Implementazione layout guanto ergonomico
- Conclusioni e sviluppi futuri

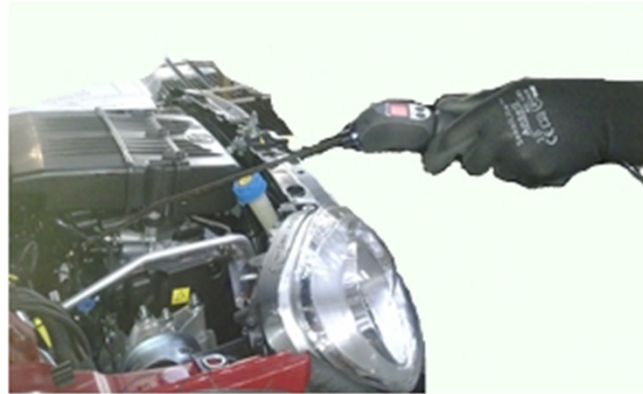
# ***INTRODUZIONE***

# Motivazione



In diversi task lavorativi in uno stabilimento produttivo automotive si osserva l'applicazione di un ***elevato carico biomeccanico tramite la mano dell'Operatore***

Il carico esercitato sulla mano può essere causa di disturbi all'apparato muscolo-scheletrico



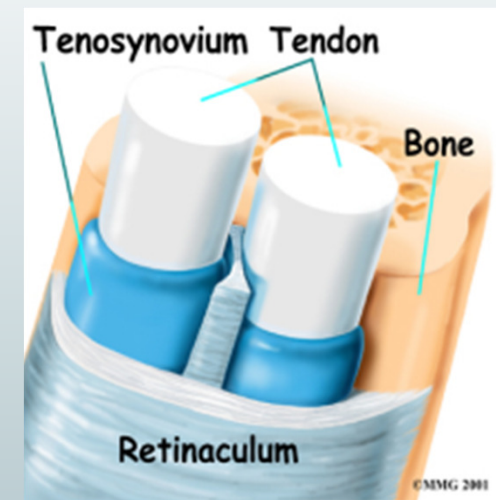
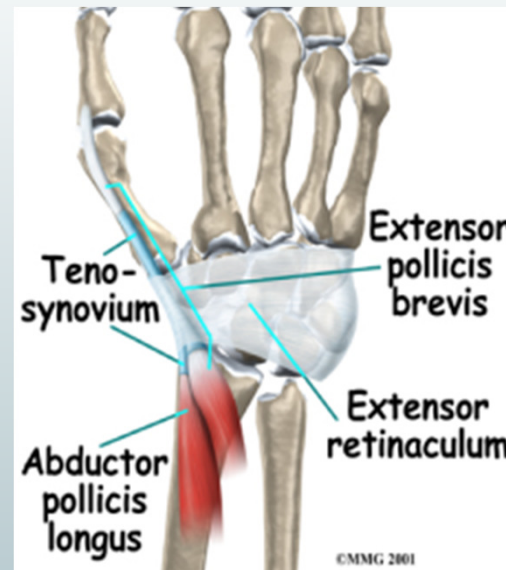
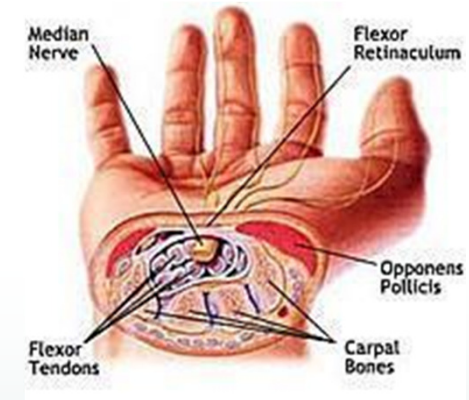
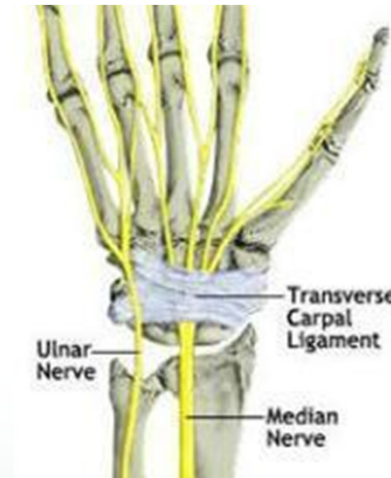
# Disturbi Muscolo-Scheletrici a livello di mano e polso

## *Sindrome del tunnel carpale*

Compressione del nervo mediano a livello del polso

## *Sindrome di De Quervain*

Infiammazione dei due tendini e della loro guaina (*Tenosynovium*) che controllano il movimento del pollice





Progettazione e valutazione di un **dispositivo di protezione individuale (DPI)**, in grado di **smorzare il carico biomeccanico** sulla mano dell'Operatore.

Tale dispositivo verrà chiamato **guanto ergonomico**



# Fasi di ricerca e sviluppo

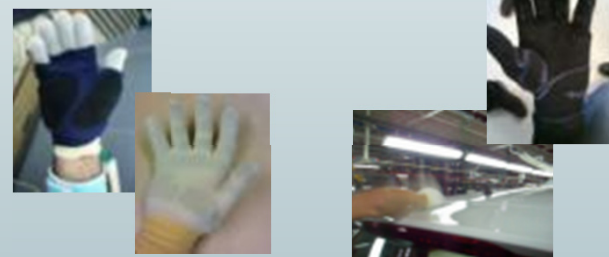
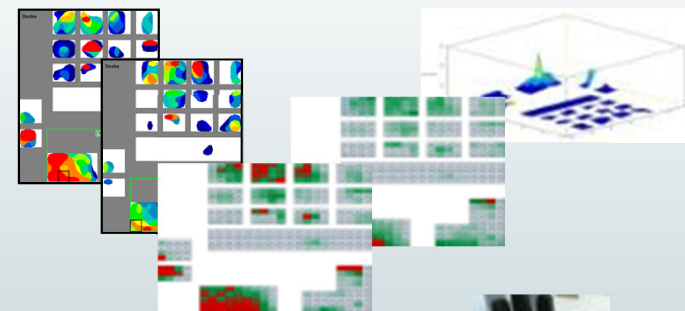
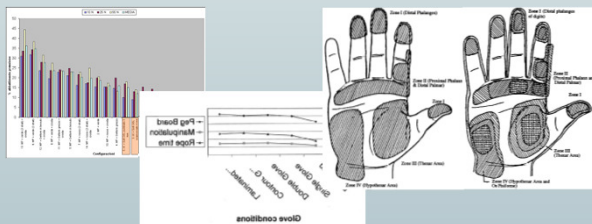


## Ricerca

- ✓ Analisi stato dell'arte
- ✓ Ricerca materiali
- ✓ Ricerca strumenti di misura
- ✓ Analisi e scelta dei materiali
- ✓ Studio letteratura

## Sviluppo

- ✓ Analisi mappe di carico
- ✓ Definizione layout prototipo
- ✓ Test in laboratorio
- ✓ Test in stabilimento su task reali
- ✓ Implementazione versioni prototipali del guanto

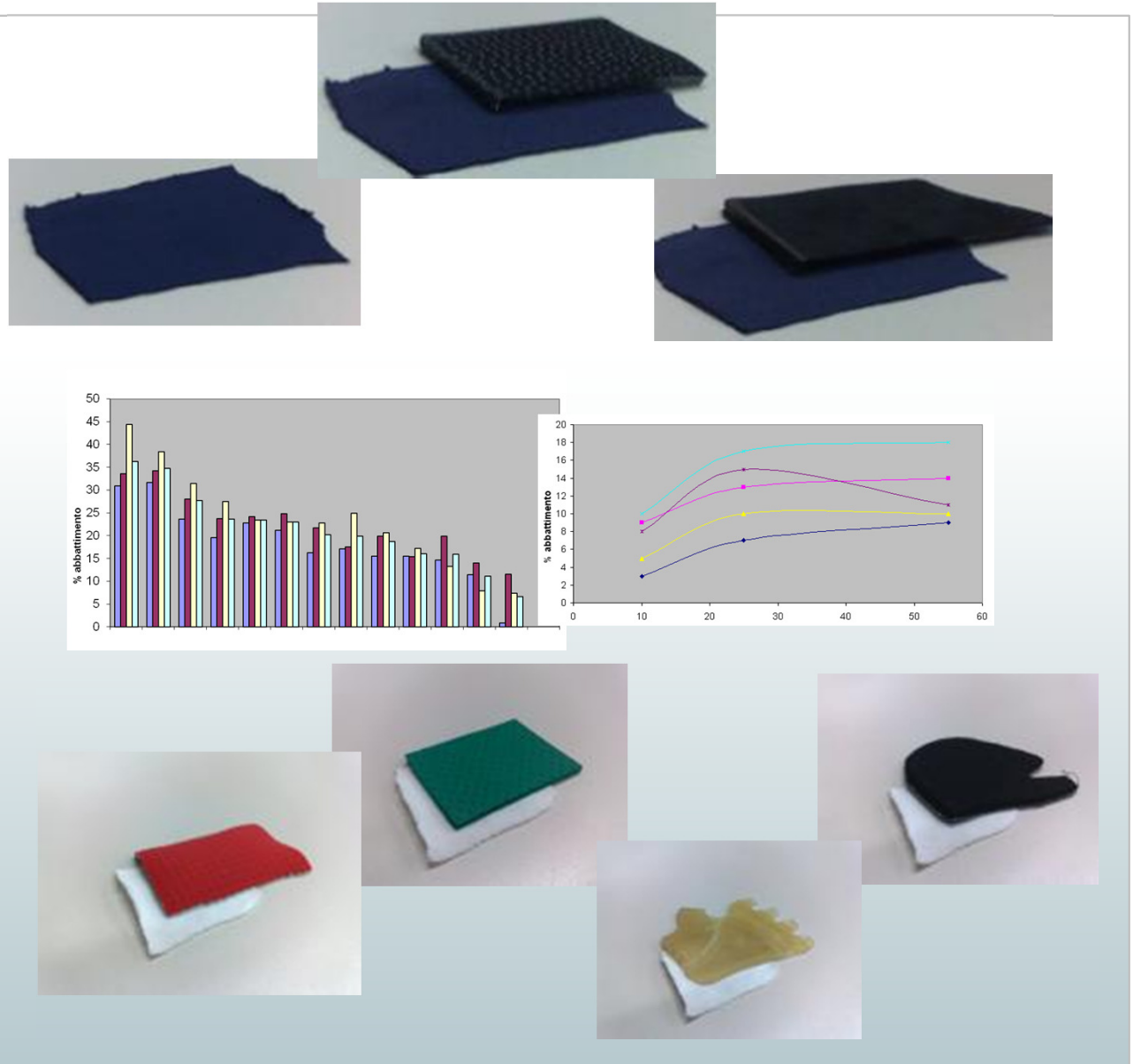


# ***RICERCA***



Ricerca, analisi e scelta del materiale atto a *smorzare il carico* sulla mano dell'Operatore

Valutazione delle prestazioni in termini di abbattimento percentuale del carico da parte di diversi materiali.





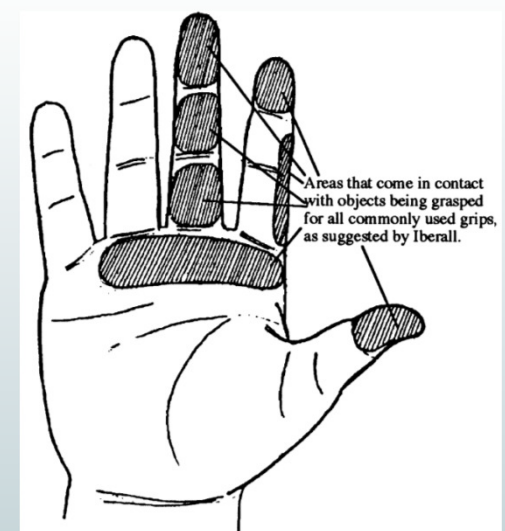
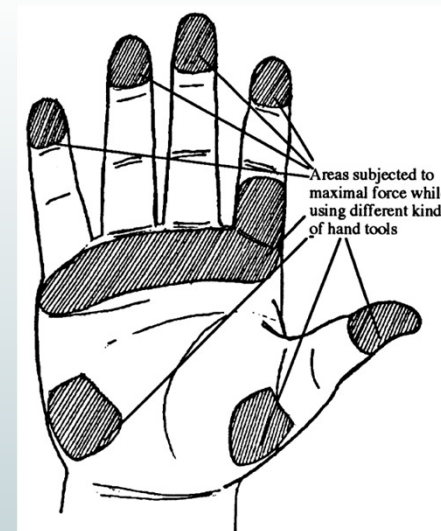
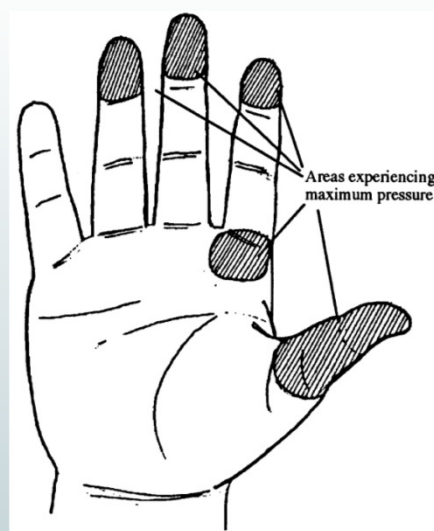
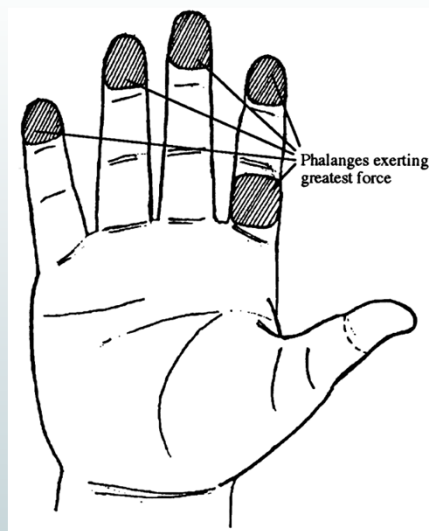
Sensore per la rilevazione del carico sulla mano dell'Operatore:  
**sensore *Grip*<sup>TM</sup> (Tekscan)**

Rileva:

- forze agenti sulla mano
- superficie sottoposta a carico
- distribuzione di pressione sull'intera mano equipaggiata con il sensore

L'articolo "*The development and evaluation of an ergonomic glove [1]*" riporta diversi studi di interesse sull'argomento, tra i quali:

- **Falangi maggiormente sollecitate** durante task di grip - Chao et al. (1989)
- **Distribuzione di forza** (pressione) durante task di grip - Fellows and Freivalds (1989)
- **Aree di massima forza** in task di grip su diversi power tools - Yun et al. (1992)
- **Aree di maggior contatto** nel grip di oggetti comuni - Iberall (1987)

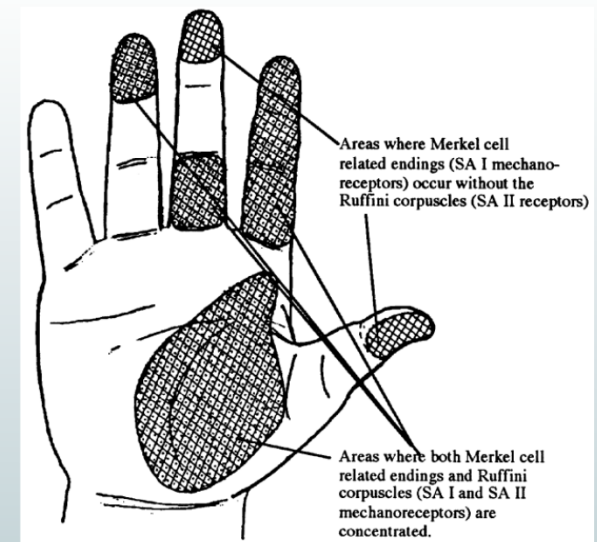
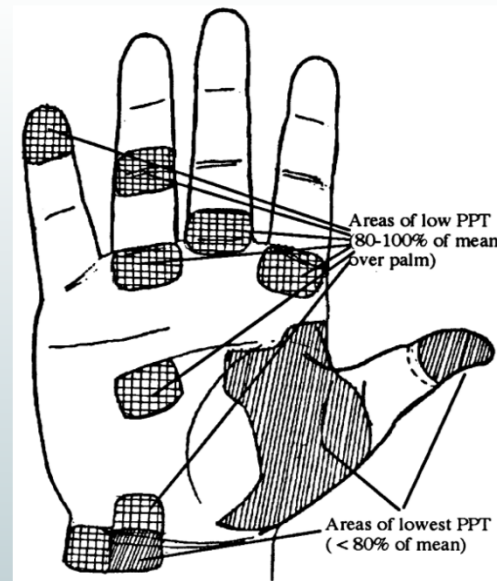
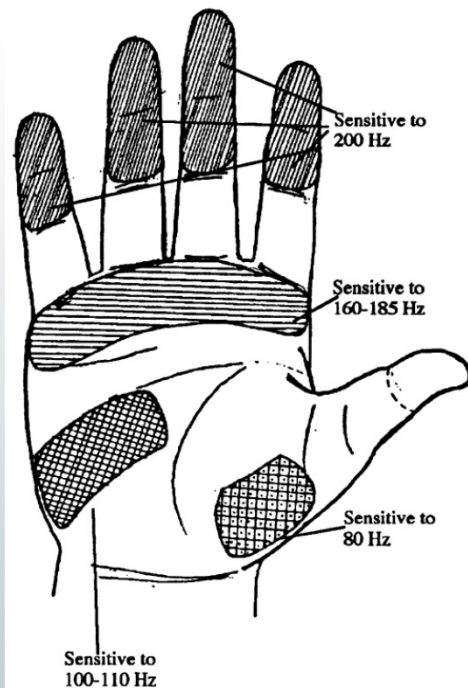


[1] A. Muralidhar, R.R. Bishu, M.S. Hallbeck (Department of Industrial and Management Systems Engineering, University of Nebraska-Lincoln); *The development and evaluation of an ergonomic glove*; *Applied Ergonomics*; 1998.

# Analisi della letteratura (2)

L'articolo "*The development and evaluation of an ergonomic glove [1]*" riporta diversi studi di interesse sull'argomento, tra i quali:

- Distribuzione della **sensibilità della pelle** a differenti frequenze - Lundstrom (1984)
- **Pressure-Pain Threshold** (PPT) in diverse aree anatomiche - Fransson-Hall and Kilbom (1993)
- Distribuzione dei **meccanocettori** - Johansson and Vallbo (1978)

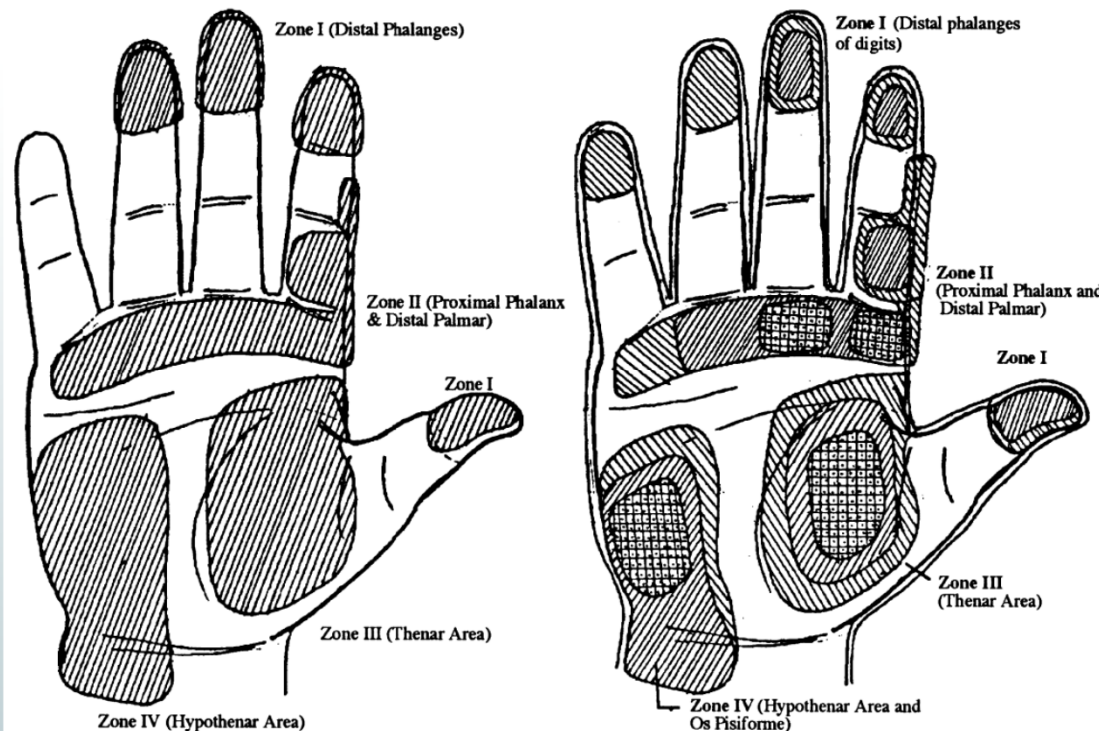


[1] A. Muralidhar, R.R. Bishu, M.S. Hallbeck (Department of Industrial and Management Systems Engineering, University of Nebraska-Lincoln); *The development and evaluation of an ergonomic glove; Applied Ergonomics; 1998.*



Due principi fondamentali emersi dallo studio di letteratura:

- esiste una **sovrapposizione di alcune aree anatomiche da proteggere**
- uno **spessore uniforme** di materiale protettivo potrebbe avere alcune **gravi conseguenze:**



- ✓ **DPI scomodo** da indossare e utilizzare
- ✓ prese scomode ed insicure a causa della **perdita di forza di grip**, con potenziale rischio di infortuni
- ✓ potenziale **perdita di feedback sensoriali**
- ✓ potenziale **perdita di range di movimento** e riduzione della destrezza

[1] A. Muralidhar, R.R. Bishu, M.S. Hallbeck (Department of Industrial and Management Systems Engineering, University of Nebraska-Lincoln); *The development and evaluation of an ergonomic glove*; *Applied Ergonomics*; 1998.

# ***SVILUPPO***



# Test in stabilimento

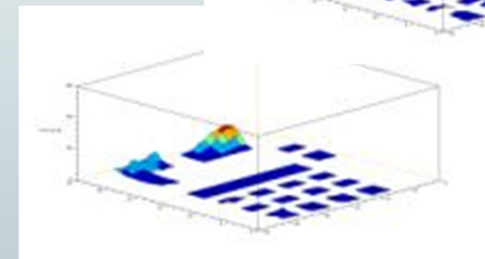
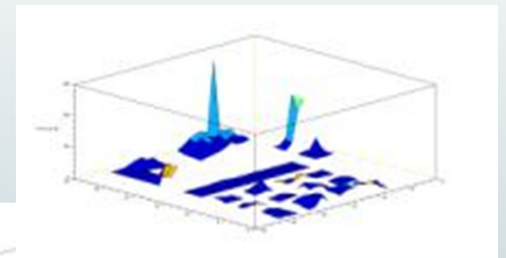
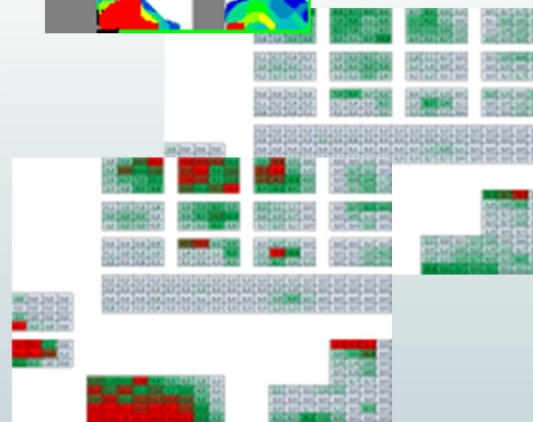
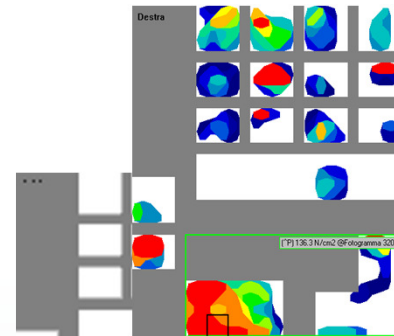


## *Misure di carico*

in stabilimento durante diversi task lavorativi reali

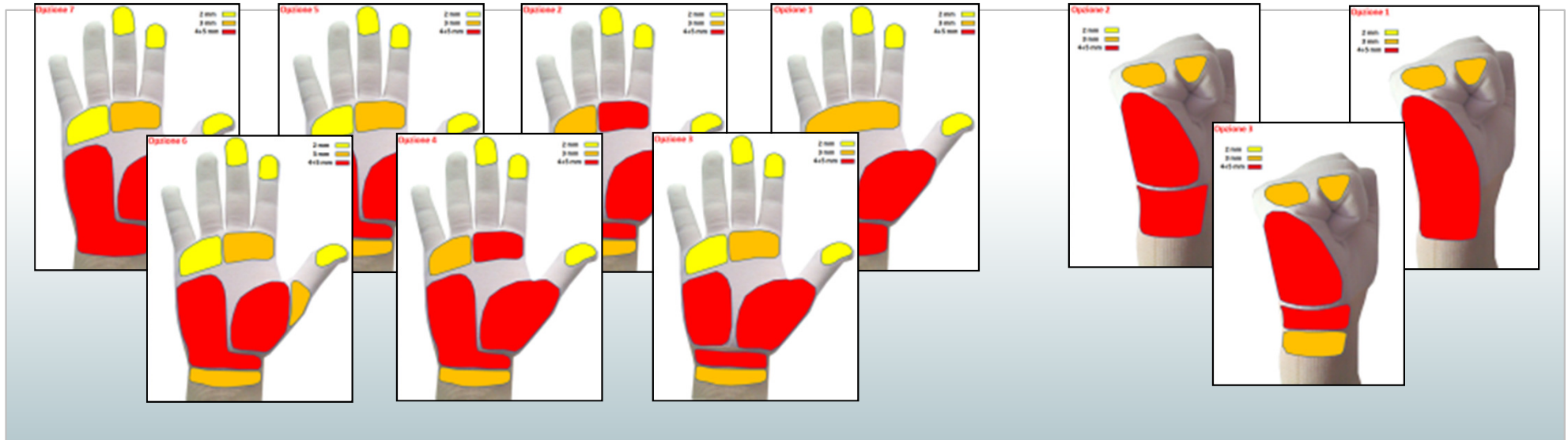
Studio *mappe 3D* relative alla forza media agente sulla mano

Individuazione delle *zone della mano* maggiormente soggette al carico



**Patent pending**

# Definizione layout del prototipo di guanto ergonomico



Formulazione di diverse ipotesi di layout per la prima versione prototipale del guanto protettivo

Incrocio di dati derivanti da:

- ✓ mappe 3D di carico
- ✓ mappe 2D da analisi letteratura

**Patent pending**

# Test e implementazione delle versioni prototipali del guanto



## Test in laboratorio:

- ✓ valutazione intensiva delle prestazioni del guanto protettivo relativamente allo smorzamento del carico, in **condizioni ripetibili**

## Test in stabilimenti produttivi:

- ✓ valutazione delle prestazioni del guanto protettivo relativamente allo smorzamento del carico, in **condizioni reali**
- ✓ **raccolta di feedback** da parte degli utilizzatori riguardo:
  - calzabilità
  - leggerezza
  - comfort
  - sensibilità nell'attività lavorativa
  - estetica
  - durata
  - resistenza meccanica
  - protezione da abrasioni e tagli
  - sforzo / difficoltà / fastidio nella chiusura del pugno
  - influenza sulla gestualità abituale



**Patent pending**

# Test e implementazione di versioni prototipali del guanto



***Modifiche migliorative*** alla prima versione prototipale del guanto, in termini di:

- ✓ estensione della aree coperte da materiale protettivo
- ✓ spessore del materiale protettivo nelle diverse aree
- ✓ usura del materiale di rivestimento



***Patent pending***

# **CONCLUSIONI**

## ***Conclusioni***

- ✓ Sviluppo, implementazione e trasferimento agli stabilimenti produttivi di un ***DPI – guanto ergonomico*** in grado di ***smorzare il carico*** sulla mano dell'Operatore.
  
- ✓ Smorzamento del carico fino al 65% (da test di laboratorio)

## ***Sviluppi futuri***

- ✓ Valutazione dello smorzamento del carico del DPI in stabilimento durante task lavorativi reali



***Patent pending***