

**GIS** **infun FOR S.p.A**

**APPLICAZIONE DI PRINCIPI ERGONOMICI E TECNICHE DI PROTOTIPAZIONE VIRTUALE PER LA RIPROGETTAZIONE DI 4 POSTAZIONI DI LAVORO NELL'AZIENDA INFUN FOR**



Team di lavoro in collaborazione con:




1

**GIS** **Finalità della ricerca**

Riprogettazione di 4 postazioni di lavoro, attraverso tecniche di prototipazione virtuale, al fine di ridurre al massimo il potenziale rischio di esposizione al sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e del rachide.

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| POSIZIONAMENTO GETTI<br>Linea RH | SMATEROZZATURA GETTI CON CUNEO<br>Linea RH |
| PRELIEVO GETTI<br>Linea RH       | SMATEROZZATURA GETTI<br>Linea DISAMATIC    |



4

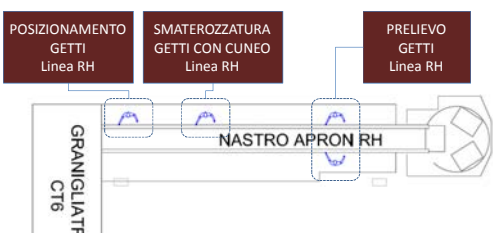
**GIS** **Il gruppo di ricerca**



2

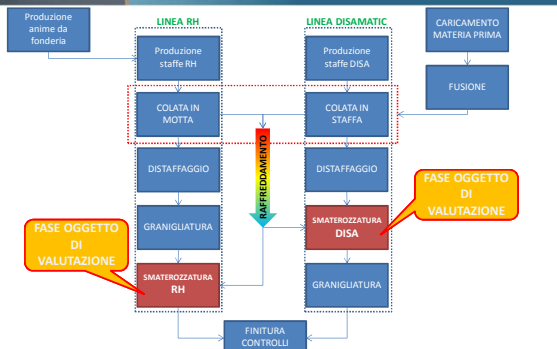
**GIS** **Layout delle linee**

Linea RH




5

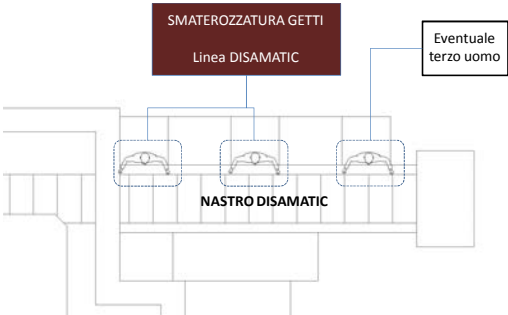

**GIS** **INFUN FOR: Diagramma di Processo**



3

**GIS** **Layout delle linee**

Linea DISAMATIC

6

**GIS**      **Articolazione della ricerca**

- Analisi infortuni degli ultimi 5 anni
- Analisi della Sorveglianza Sanitaria
- Ricostruzione analitica dell'organizzazione del lavoro
- Valutazione del rischio da Movimentazione Manuale dei Carichi (MMC) e da Sovraccarico Biomeccanico degli Arti Superiori (SBAS)
- Programmazione di interventi migliorativi
- Piano di riprogettazione con tecniche di Prototipazione Virtuale

infun      Fondazione IRCCS Cg. Grande Ospedale Maggiore Policlinico      POLITECNICO MILANO

**GIS**      **Analisi dell'organizzazione del lavoro**

**TURNI DI LAVORO**

6.00/14.00 – 14.00/22.00 – 22.00/6.00

Turni da 8 ore con 30 minuti di pausa mensa e 3 pause da 15 minuti. Il turno pomeridiano (14/22) non viene fatto sempre:

- 0% nel 2014
- 50% nel 2015
- 30% nel 2016

Sono presenti 8 operatori per turno + il caporeparto.  
Rotazione tra le postazioni della Linea RH non programmata e frammentaria.  
Rotazione giornaliera tra Linee (RH e Disa) per alcuni operatori, altri restano fissi.  
Un operatore jolly ruota circa ogni ora e mezza per dare la pausa.

infun      Fondazione IRCCS Cg. Grande Ospedale Maggiore Policlinico      POLITECNICO MILANO

**GIS**      **Analisi Infortuni e Sorveglianza Sanitaria**

|  |   |
|--|---|
| <p><b>INFORTUNI RICONDUCEBILI AL RISCHIO SPECIFICO</b></p>   | <p><b>RELAZIONE DEL MEDICO COMPETENTE</b></p>   |
| <p><b>Reparto Smaterozzatura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2011 Dolore alla spalla destra</li> <li>• 2012 Dolore al gomito destro</li> <li>• 2015 Dolore e gonfiore alla mano-polso destro</li> </ul> | <p><b>Anno 2015</b></p> <p>30 lavoratori sottoposti a SS con mansione di addetto alla smaterozzatura.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo 1 lavoratore ha limitazioni per la movimentazione dei carichi</li> <li>• Nessun lavoratore presenta disturbi/patologie agli arti superiori</li> </ul> |

infun      Fondazione IRCCS Cg. Grande Ospedale Maggiore Policlinico      POLITECNICO MILANO

**GIS**      **Analisi dell'organizzazione del lavoro**

**PRODUZIONE**

**Alta variabilità di manufatti prodotti (circa 200 modelli diversi)**

Analisi della produzione con i referenti aziendali (RSPP, RLS, Capoturno, Tempi e Metodi):

- Scelta di un mese considerato rappresentativo (Ottobre 2015)
- Aggregazione dei modelli prodotti per famiglie
- Analisi tempi di lavorazione con il criterio ore/impianto
- Acquisizione di filmati di modelli campione per singola famiglia

infun      Fondazione IRCCS Cg. Grande Ospedale Maggiore Policlinico      POLITECNICO MILANO

**GIS**      **Analisi dell'organizzazione del lavoro**

**REPARTO SMATEROZZATURA**

```

    graph TD
      LRH["LINEA RH  
3 o 4 operatori"]
      LDISA["LINEA DISA  
2 o 3 operatori"]
      
      LRH --> P1["Post.  
Posizionamento getti"]
      LRH --> P2["Post.  
Smaterozzatura getti  
con Cuneo"]
      
      LDISA --> P3["Post.  
Smaterozzatura getti"]
      LDISA --> P4["Post.  
Prelievo getti"]
      
      P2 --> P5["Post.  
Prelievo getti"]
      P2 --> P6["Post.  
Prelievo getti"]
      
      style LRH fill:#fff,stroke:#000
      style LDISA fill:#fff,stroke:#000
      style P1 fill:#fff,stroke:#000
      style P2 fill:#fff,stroke:#000
      style P3 fill:#fff,stroke:#000
      style P4 fill:#fff,stroke:#000
      style P5 fill:#fff,stroke:#000
      style P6 fill:#fff,stroke:#000
    
```

infun      Fondazione IRCCS Cg. Grande Ospedale Maggiore Policlinico      POLITECNICO MILANO

**GIS**      **Valutazione del rischio da SBAS**

**LA CHECKLIST OCRA**

La valutazione del rischio da SBAS è stata effettuata tramite checklist OCRA, metodologia indicata come preferita dalla normativa di riferimento internazionale (ISO 11228-3, UNI EN 1005-5).

- Analisi dei filmati dei singoli compiti
  - 32 filmati valutati per la Linea RH
  - 47 filmati valutati per la Linea DISA
- Calcolo del livello di rischio per singolo compito (rischio intrinseco)
  - Analisi dei determinanti di rischio
  - Intervista sullo sforzo percepito a tutti gli operatori del reparto
- Calcolo del livello di rischio per Linea utilizzando la formula della Media Ponderata (ISO TR 12295) ipotizzando una reale rotazione degli operatori sulle diverse postazioni all'interno del turno

infun      Fondazione IRCCS Cg. Grande Ospedale Maggiore Policlinico      POLITECNICO MILANO

**GIS** Valutazione del rischio da SBAS

CLASSIFICAZIONE DEI VALORI DI RISCHIO

| ZONA      | VALORI OCRA | VALORI CHECKLIST | CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO | AZIONI SUGGERITE                                    | PREVISIONE DEI PATOLOGICI (%) |
|-----------|-------------|------------------|-----------------------------|---|-------------------------------|
| VERDE     | Fino a 2,2  | Fino a 7,5       | ACCETTABILE                 | NO  | Inf. A 5,3                    |
| GIALLO    | 2,3 – 3,5   | 7,6 – 11         | BORDER-LINE O MOLTO BASSO   | CONTROLLI   | 5,3 – 8,4                     |
| ARANCIONE | 3,6 – 4,5   | 11,1 – 14        | BASSO                       | MIGLIORAMENTI, SORV. SANITARIA, FORMAZIONE          | 8,5 – 10,7                    |
| ROSSO     | 4,6 – 9     | 14,1 – 22,5      | MEDIO                       | MIGLIORAMENTI, SORV. SANITARIA, FORMAZIONE          | 10,8 – 21,5                   |
| VIOLA     | Più di 9    | Più di 22,5      | ALTO                        | MIGLIORAMENTI, SORV. SANITARIA, FORMAZIONE, URGENTE | Oltre 21,5                    |

13

**GIS** Criticità Linea DISA

Postazione Smaterozzatura getti

- Frequenza di azione elevata o presa statica del martello
- Postura incongrua del gomito
- Lavoro su linea a scorrimento
- Presenza di contraccolpi
- Flessioni del rachide oltre 20°
- Temperatura dei pezzi elevata

**MODELLI DELLE FAMIGLIE 3, 5 E 7 (53% DELLA PRODUZIONE) CON I PUNTEGGI DI RISCHIO PIÙ ELEVATI**

16

**GIS** Valutazione del rischio da SBAS

RISULTATI – LINEA DISAMATIC

| Post. Smaterozzatura getti |         | Post. Smaterozzatura getti con Cuneo |         | Post. Prelievo getti |         |
|----------------------------|---------|--------------------------------------|---------|----------------------|---------|
| Arto DX                    | Arto SX | Arto DX                              | Arto SX | Arto DX              | Arto SX |
| 11,5                       | 6,5     | 19                                   | 18,8    | 7,1                  | 5,7     |
| ↓                          |         |                                      |         |                      |         |
| Arto DX                    |         | Arto SX                              |         |                      |         |
| 10,3                       | 7,4     |                                      |         |                      |         |

14

**GIS** Criticità Linea DISA

Postazione Prelievo getti

- Frequenza di azione elevata o presa statica del martello
- Postura incongrua del gomito e della mano
- Lavoro su linea a scorrimento
- Presenza di contraccolpi
- Flessioni del rachide oltre 20°
- Temperatura dei pezzi elevata

**MODELLI DELLE FAMIGLIE 5 E 6 (25% DELLA PRODUZIONE) CON I PUNTEGGI DI RISCHIO PIÙ ELEVATI**

17

**GIS** Valutazione del rischio da SBAS

RISULTATI – LINEA RH

| Post. Posizionamento getti |         | Post. Smaterozzatura getti con Cuneo |         | Post. Prelievo getti (con paranco) |         | Post. Prelievo getti (a mano) |         |
|----------------------------|---------|--------------------------------------|---------|------------------------------------|---------|-------------------------------|---------|
| Arto DX                    | Arto SX | Arto DX                              | Arto SX | Arto DX                            | Arto SX | Arto DX                       | Arto SX |
| 6                          | 3,2     | 14,1                                 | 14,6    | 12,8                               | 18,4    | 13,2                          | 9,3     |
| ↓                          |         |                                      |         |                                    |         |                               |         |
| Arto DX                    |         | Arto SX                              |         |                                    |         |                               |         |
| 11,4                       | 12      |                                      |         |                                    |         |                               |         |

15

**GIS** Criticità Linea RH

Postazione Posizionamento getti

- Presa statica del gancio
- Postura incongrua della mano
- Lavoro su linea a scorrimento
- Flessioni del rachide oltre 20°

**MODELLI DELLA FAMIGLIA 4 (5% DELLA PRODUZIONE) CON I PUNTEGGI DI RISCHIO PIÙ ELEVATI**

18

**GIS Criticità Linea RH**

**Postazione Smaterozzatura con cuneo**

- Presa statica del cuneo
- Postura incongrua della spalla
- Lavoro su linea a scorrimento
- Flessioni del rachide oltre 20°
- Utilizzo di forza

**MODELLI DELLE FAMIGLIE 1,2 E 3 (92% DELLA PRODUZIONE) CON I PUNTEGGI DI RISCHIO PIÙ ELEVATI**

**GIS Valutazione del rischio da MMC**

**NIOSH - VLI**

La valutazione del rischio da MMC è stata effettuata utilizzando il Metodo NIOSH - Variable Lifting Index (VLI), secondo la normativa di riferimento internazionale (ISO 11228-1, ISO TR 12295). Strumento adatto alle situazioni con alta variabilità di oggetti movimentati.

- Alta variabilità dei modelli lavorati
- Per la maggior parte dei turni un operatore esposto al rischio MMC movimentava una sola tipologia di modello
- I manufatti > 3 Kg vengono sollevati a mano solamente nella postazione di prelievo getti della Linea RH e solamente per le famiglie 1 e 2
- Mediamente un operatore è esposto al rischio da MMC 15 giorni su 20 giorni lavorativi censiti
- I manufatti della famiglia 1 sono movimentati due alla volta con due arti per il 50% del tempo

**GIS Criticità Linea RH**

**Postazione Prelievo getti a mano**

- Frequenza di azione
- Postura incongrua della mano e del gomito
- Lavoro su linea a scorrimento
- Flessioni del rachide oltre 20°

**MODELLI DELLA FAMIGLIA 1 (26% DELLA PRODUZIONE) CON I PUNTEGGI DI RISCHIO PIÙ ELEVATI**

**GIS Valutazione del rischio da MMC**

**CLASSIFICAZIONE DEI VALORI DI RISCHIO SECONDO ISO TR 12295**

| Valore Indice di sollevamento (LI) | Livello esposizione                     | Interpretation   | Consequences   |
|------------------------------------|---|--|--|
| LI ≤ 1,0                           | Accettabile                             | Esposizione accettabile per la maggior parte dei componenti della popolazione lavorativa di riferimento.   | Accettabile: no conseguenze.   |
| 1,0 < LI ≤ 2,0                     | Rischio presente lieve                  | Una parte della popolazione lavorativa adulta potrebbe essere esposta ad un rischio di livello moderato.   | Riprogettare i compiti e l'ambiente di lavoro secondo le priorità di intervento. |
| 2,0 < LI ≤ 3,0                     | Rischio presente; livello elevato       | Una parte considerevole della popolazione lavorativa adulta potrebbe essere esposta a un livello di rischio significativo.   | Riprogettare i compiti e l'ambiente di lavoro il prima possibile.                |
| LI > 3,0                           | Rischio presente; livello molto elevato | Condizione assolutamente non adeguata per la maggior parte della popolazione lavorativa. Considerare solo in circostanze eccezionali dove gli sviluppi tecnologici o gli interventi non sono sufficientemente avanzati. In questi casi maggiore attenzione deve essere data alla formazione e addestramento dei lavoratori (e.g. conoscenza specialistica sull'identificazione e riduzione del rischio). | Riprogettare i compiti e l'ambiente di lavoro tempestivamente.                   |

**GIS Criticità Linea RH**

**Postazione Prelievo getti con paranco**

- Presa statica del paranco
- Postura incongrua della spalla e della mano
- Lavoro su linea a scorrimento
- Flessioni del rachide oltre 20°
- Utilizzo di forza

**MODELLI DELLE FAMIGLIE 2,3,4 E 5 (73% DELLA PRODUZIONE) CON I PUNTEGGI DI RISCHIO PIÙ ELEVATI**

**GIS Valutazione del rischio da MMC**

**AGGREGAZIONI MODELLI PER PESO**

| ALBERI MOTORE<br>(Range di peso 8-10 Kg) | SCATOLE DIFFERENZIALI<br>(Range di peso 3-5 Kg) | AIRA<br>(Peso 7,5 Kg) | SCATOLA DIFFERENZIALE 5703<br>(Peso 7 Kg) |
|--|---|-----------------------|---|
| Renault Albero 4136                      | Scatola Diff. 7892                              | Aira Supporto 756     | Scatola Diff. 5703                        |
| Dacia Albero 74R                         | Scatola Diff. 177                               |                       |   |
| Dacia Albero 574                         | Strep. Mozzo 767G                               |                       |   |
| Albero H4DA                              |   |                       |   |
| Strep mozzo 052                          |   |                       |   |
| Fiat Montante 9080                       |   |                       |   |
| Perardi Supporto 5798                    |   |                       |   |
| Fiat Albero 3786                         |   |                       |   |
| OMG Supporto 174                         |   |                       |   |
| Cabi 541                                 |   |                       |   |
| <b>100% Famiglia 2 e 30% Famiglia 1</b>  | <b>61% Famiglia 1</b>                           | <b>3% Famiglia 1</b>  | <b>6% Famiglia 1</b>                      |

**GIS** **Proposte interventi migliorativi**

- Diversa suddivisione delle pause all'interno del turno
- Job Rotation: introduzione di rotazioni standardizzate su tutte le postazioni di entrambe le Linee (DISA ed RH) con verifica di efficacia nel tempo
- Introduzione deviatore su Linea RH e DISA per avvicinare i pezzi all'operatore (diminuzione/eliminazione flessioni del rachide)
- Utilizzo strumento per avvicinare i pezzi anche su linea DISA (martello tipo carpentiere, gancio..)
- Regolazione azzeratore di peso del cuneo
- Studio campionario sulle staffe di colata dei modelli maggiormente prodotti affinché la smaterozzata possa avvenire in modo meccanico lungo le linee
- Riprogettazione delle PINZE di prelievo pezzi

infun s.p.a. Fondazione IRCCS Cg. Grandi Ospedali Maggiore Policlinico POLITECNICO MILANO

**GIS** **Riprogettazione PINZE di sollevamento SOLUZIONI**

**STEP 2 – AUTOMAZIONE DELLE PINZE (MEDIO TERMINE)**

**IPOTESI A: Pinze servoelettriche**

**VANTAGGI:**

- Estremamente versatili:
- non sono obbligate ad assumere solo 2 posizioni ma possono fermarsi in qualsiasi posizione del loro range di apertura.
- Sono in grado di misurare la forza di serraggio applicata sul pezzo



**SVANTAGGI:**

- costo
- Adattabilità agli apparecchi di sollevamento manuali

infun s.p.a. Fondazione IRCCS Cg. Grandi Ospedali Maggiore Policlinico POLITECNICO MILANO

**GIS** **Riprogettazione PINZE di sollevamento STATO ATTUALE**

**CRITICITA':**

- le attuali pinze di sollevamento **sono molto lunghe**, pertanto l'operatore è costretto a mantenere il braccio oltre la linea della spalla per la maggior parte del tempo.
- Il serraggio della pinza richiede forza da parte dell'operatore, con affaticamento del polso e della mano.
- Le attuali pinze hanno **impugnature poco ergonomiche**, essendo realizzate con aste metalliche a profilo rettangolare.



infun s.p.a. Fondazione IRCCS Cg. Grandi Ospedali Maggiore Policlinico POLITECNICO MILANO

**GIS** **Riprogettazione PINZE di sollevamento SOLUZIONI**

**STEP 2 – AUTOMAZIONE DELLE PINZE (MEDIO TERMINE)**

**IPOTESI A: Pinze pneumatiche**

**VANTAGGI:**

- Semplici da installare anche su apparecchi di sollevamento manuali;
- Semplici da utilizzare;
- Aria compressa disponibile in loco.



**SVANTAGGI:**

- Poco versatili (servono pinze diverse per pezzi diversi)
- Rischio di cesoiamento

infun s.p.a. Fondazione IRCCS Cg. Grandi Ospedali Maggiore Policlinico POLITECNICO MILANO

**GIS** **Riprogettazione PINZE di sollevamento SOLUZIONI**

**STEP 1 – MODIFICA ALLE PINZE ATTUALI (BREVE TERMINE)**



infun s.p.a. Fondazione IRCCS Cg. Grandi Ospedali Maggiore Policlinico POLITECNICO MILANO

**GIS** **Indici di rischio attesi**

**RISCHIO SBAS**

Diversa suddivisione delle pause all'interno del turno + Job rotation

| LINEA DISA |         | LINEA RH |         |
|------------|---------|----------|---------|
| Arto DX    | Arto SX | Arto DX  | Arto SX |
| 10,3       | 7,4     | 11,4     | 12      |

Situazione attuale dove P = sempre a 15'

Situazione con 3 pause da 10' e una da 15'

| LINEA DISA |         | LINEA RH |         |
|------------|---------|----------|---------|
| Arto DX    | Arto SX | Arto DX  | Arto SX |
| 9,5        | 6,8     | 10,5     | 11,1    |

Job rotation

| Arto DX | Arto SX |
|---------|---------|
| 9,9     | 8,9     |

infun s.p.a. Fondazione IRCCS Cg. Grandi Ospedali Maggiore Policlinico POLITECNICO MILANO

**GIS** Indici di rischio attesi

**RISCHIO MMC**

Introduzione deviatore pezzi  
+  
job rotation

|  | ALBERI MOTORE |             | SCATOLE DIFFERENZIALI |             | AIRA        |             | SCATOLA DIFFERENZIALE 5703 |             |
|--|---------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|-------------|
|  | U < 45 anni   | U > 45 anni | U < 45 anni           | U > 45 anni | U < 45 anni | U > 45 anni | U < 45 anni                | U > 45 anni |
| <b>Situazione Attuale</b>                          | 1 / 1,3       | 1,2 / 1,6   | 1,12                  | 1,4         | 1,9         | 2,4         | 2,5                        | 3,1         |
| <b>Introduzione deviatore pezzi</b>                | 1 / 1,3       | 1,2 / 1,6   | 0,81                  | 1           | 1,4         | 1,8         | 1,8                        | 2,2         |
| <b>Introduzione deviatore pezzi + job rotation</b> | 1 / 1,1       | 1,2 / 1,3   | 0,7                   | 0,9         | 1,4         | 1,8         | 1,6                        | 1,9         |

infun s.p.a. Fondazione IRCCS Cg. Grandi Ospedali Maggiore Policlinico POLITECNICO MILANO 31

**GIS** Considerazioni finali

- Tutto il processo di analisi del rischio e le proposte di miglioramento formulate sono sempre state **condivise in modo trasparente con le diverse componenti aziendali** e con i lavoratori coinvolti
- Analizzando il problema nella sua globalità si è puntata l'attenzione sulle **modalità di progettazione delle staffe di colata** che potrebbero risolvere il problema a monte con miglior efficienza produttiva
- **L'efficacia delle misure preventive** è oggetto di verifica da parte del Medico Competente
- E' stato importante avere un **commitment forte da parte della dirigenza** aziendale

infun s.p.a. Fondazione IRCCS Cg. Grandi Ospedali Maggiore Policlinico POLITECNICO MILANO 32

**GIS** GRAZIE per l'attenzione



Grazie per l'attenzione!!!!

infun s.p.a. Fondazione IRCCS Cg. Grandi Ospedali Maggiore Policlinico POLITECNICO MILANO 33