

# SENATO DELLA REPUBBLICA

————— XIV LEGISLATURA —————

**Doc. XXII-bis  
n. 5 Allegati  
Volume XI  
Tomo III**

## COMMISSIONE PARLAMENTARE D'INCHIESTA

**SUGLI INFORTUNI SUL LAVORO, CON PARTICOLARE RIGUARDO  
ALLE COSIDDETTE «MORTI BIANCHE»**

*Istituita con deliberazione del Senato del 23 marzo 2005*

---

RACCOLTA DI ATTI

VOLUME UNDICESIMO

TOMO III

Relatore sen. Oreste TOFANI

*Approvata dalla Commissione nella seduta dell'8 marzo 2006*

---

# INDICE

## Volume undicesimo (3 Tomi)

### Tomo I

#### Gruppi di lavoro

##### Gruppo malattie professionali – Seduta del 15 novembre 2005 .....

INAIL – DIREZIONE CENTRALE PRESTAZIONI.....

- INAIL – Direzione Centrale Prestazioni, Le malattie professionali e la tutela assicurativa, Roma, 15 novembre 2005 .....

Pag. 1

##### Gruppo malattie professionali – Seduta del 24 novembre 2005 .....

PROCURATORE AGGIUNTO DELLA PROCURA DELLA REPUBBLICA DI TORINO, DOTT. RAFFAELE GUARINIELLO .....

- PROCURA della REPUBBLICA presso il TRIBUNALE di TORINO – Ufficio Malattie Professionali, Sistema informativo per la gestione dell'osservatorio sui tumori professionali, novembre 2005; .....
- INAIL, Circolare n. 71 del 17 dicembre 2003; .....
- TRIBUNALE AMMINISTRATIVO REGIONALE del LAZIO – sede di Roma, sez. 3° ter, Sentenza 17 maggio 2005 [sui ricorsi riuniti n. 2532/2004 e n. 9497/2004, avverso la Circolare INAIL n. 71 del 17 dicembre 2003]...

" 16

" 44

" 52

##### Gruppo malattie professionali – Seduta del 6 dicembre 2005..

DOTT. FRANCESCO CARNEVALE – AZIENDA SANITARIA FIRENZE .....

- F. CARNEVALE, Per la prevenzione delle malattie da lavoro, dicembre 2005 [elaborato preparato in funzione di audizione presso gruppo di lavoro <<Malattie professionali>> della Commissione parlamentare d'inchiesta Infortuni sul Lavoro e c.d. morti bianche] .....

" 57

SNOP (Società nazionale operatori della prevenzione) .....

- SNOP (Società Nazionale Operatori della Prevenzione), Linee di un documento programmatico per la formulazione di un testo unico sulla sicurezza e igiene del lavoro [senza data]; .....

" 79

- SNOP (Società Nazionale Operatori della Prevenzione),  
La prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali in Puglia, 22 agosto 2005; ..... " 86
- SNOP (Società Nazionale Operatori della Prevenzione),  
La prevenzione in Italia oggi: difficoltà e prospettive, aprile 2003; ..... " 88
- SNOP (Società Nazionale Operatori della Prevenzione), Il  
quadro dei danni alla salute correlati al lavoro. Infortuni e  
malattie professionali. Proposte, 5 dicembre 2005; ..... " 96
- SNOP (Società Nazionale Operatori della Prevenzione),  
Sull'adozione di un testo unico in materia di sicurezza del  
lavoro [senza data]; ..... " 108
- SNOP (Società Nazionale Operatori della Prevenzione),  
Rivista, n. 63, settembre 2004 [numero monografico sul  
rischio chimico] ..... " 113

**Gruppo malattie professionali – Seduta del 13 dicembre 2005**

- SNOP (Società Nazionale Operatori della Prevenzione) .....
- SNOP (Società Nazionale Operatori della Prevenzione),  
Progetto di collaborazione INAIL/USL 5 di Pisa – USL 11  
di Empoli – azienda ospedaliera pisana- per la ricerca  
attiva delle malattie professionali, 12 dicembre 2005  
[contiene anche il resoconto dell'assemblea ordinaria CIIP  
(Consulta Interassociativa Italiana per la Prevenzione) 28  
giugno 2005] ..... " 181

**Gruppo malattie professionali – Seduta del 20 dicembre 2005**

- REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA –  
ASSESSORATO DELL'IGIENE E SANITA' E  
DELL'ASSISTENZA SOCIALE e E.S.A. ....
- Rapporto 6 dicembre 2005 sullo stato di salute delle  
popolazioni residenti in aree interessate da poli industriali,  
minerari e militari della Regione Sardegna a cura di A.  
BIGGERI, F. CASSON, D. CATELAN, R. PIRASTU, B.  
TERRACINI, ora in: Epidemiologia e prevenzione  
(2006), 30 (1) suppl.: 1-64; ..... " 197
  - Sintesi del "Rapporto" del dott. A. Biggeri (20.12.05) ..... " 277
- DOTT.SA ROBERTA PIRASTU – UNIVERSITA' LA  
SAPIENZA ROMA .....
- R. PIRASTU, Epidemiologia dei tumori professionali:  
metodi di studio e applicazioni, 20 dicembre 2005 [testo  
accompagnato da una serie di allegati, il cui elenco si  
trova nel testo stesso] ..... " 281

## Tomo II

### Gruppi di lavoro

#### Gruppo malattie professionali – Seduta del 18 gennaio 2006

• <i>Web news</i> dicembre 2005 (in lingua inglese) su studio Università di Sheffield (GB) relativo all'impatto di REACH (Regolamento Europeo sulle sostanze chimiche) sulla salute dei lavoratori.....	Pag.	1
USL PISA, USL LIVORNO e SNOP .....	"	
• Atti del convegno La prevenzione del rischio cancerogeno nei luoghi di lavoro, svoltosi a Pisa dal 20 al 22 febbraio 2003 .....	"	49
ISPESL-REGIONI .....		
• Il primo rapporto ISPESL-REGIONI sulle malattie professionali – Dati delle segnalazioni giunte ai Servizi di Prevenzione (in: << Malprof 2000>>, agosto 2002).....	"	304
ISPESL – DIPARTIMENTO DI MEDICINA DEL LAVORO ....		
• Registro nazionale dei mesoteliomi (art. 36, D.Lgs 277/91): primo rapporto (maggio-giugno 2003);.....	"	415
• P. Crosignani <i>et al.</i> , Un sistema di monitoraggio per i tumori di origine professionale, in: <<Medicina del Lavoro>>, 2005, 96,1; 33-41; .....	"	539
• M. Nesti <i>et al.</i> , La sorveglianza dei casi di mesotelioma maligno e la definizione dell' esposizione ad amianto: i dati ReNaM 1997, in: <<E.P.>>, anno 27 (3), maggio-giugno 2003;.....	"	549
• M. Nesti <i>et al.</i> , <i>Malignant Mesothelioma in Italy, 1997</i> , in: <<American Journal of Industrial Medicine>>, 45; 55-62 (2004); .....	"	557
• A. Marinaccio <i>et al.</i> , <i>Predictions of mortality from pleural mesothelioma in Italy: a model base on asbestos consumption figures supports results from age-period-cohort models</i> , in: <<Int. J. Cancer>>, 115, 142-147 (2005) .....	"	565

## **Tomo III**

### **Gruppi di lavoro**

#### **Gruppo malattie professionali – Seduta del 18 gennaio 2006** **(segue)**

AUSL BA/3 – ARES PUGLIA - SNOP .....		
• L'ergonomia per la prevenzione e il miglioramento della qualità: esperienze a confronto.....	Pag.	1
ARPAT-ISPEL-REGIONE TOSCANA .....	"	
• Fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana - Profili di rischio e soluzioni (settembre 2002) .....	"	283
ISPEL e ASL VITERBO – DIPARTIMENTO DI PREVENZIONE.....		
• I profili di rischio nei comparti produttivi dell'artigianato, delle piccole e medie industrie e pubblici esercizi – Bonifica Amianto – Rapporto di Ricerca (febbraio 2005)..	"	549

*AVVERTENZA:*

*L'INDICE GENERALE DEI VOLUMI E' RIPORTATO ALL'INIZIO DEL VOLUME PRIMO.  
SI AVVERTE CHE EVENTUALI PROBLEMI DI LEGGIBILITÀ DEGLI ATTI SONO DOVUTI  
ALLO STATO DI CONSERVAZIONE DEI MEDESIMI AL MOMENTO DELL'ACQUISIZIONE  
DA PARTE DELLA SEGRETERIA DELLA COMMISSIONE.*





Dipartimento di prevenzione



Regione Puglia  
Assessorato alla Sanità

**Ares**

Agenzia Regionale Sanitaria  
Puglia



Società Nazionale Operatori  
della Prevenzione



Fondazione Salvatore Maugeri  
Clinica del Lavoro e della Riabilitazione  
I.R.C.C.S.



Società Italiana  
di Ergonomia

## *L'ergonomia per la prevenzione e il miglioramento della qualità: esperienze a confronto*

SENATO DELLA REPUBBLICA  
COMMISSIONE PARLAMENTARE DI INCHIESTA SUGLI  
INFORTUNI SUL LAVORO. CON PARTICOLARE RIGUARDO  
ALLE COSIDDETTE «MORTI BIANCHE»  
UFFICIO DI SEGRETERIA



CON IL PATROCINIO DI

**INAIL**

Direzione Regionale  
per la Puglia



Istituto Superiore per la Prevenzione  
e la Sicurezza del Lavoro  
Dipartimento di Bari



Associazione Industriali  
Bari



Confindustria Basilicata



Politecnico di Bari



Società Italiana di Medicina  
del Lavoro e Igiene Industriale





## INDICE

<b>Tommaso Moretti - Gregorio Colacicco</b> <i>Introduzione</i>	<b>pag. 3</b>
<b>Anna Balletta</b> <i>L'aggiornamento dell'elenco (art.139 del T.U DPR 1124/65) e delle tabelle delle malattie professionali (art. 3 e 211 del T.U.): le malattie da sovraccarico biomeccanico</i>	<b>pag. 4</b>
<b>Gaetano Bartolone - Gino Gadotti</b> <i>Soluzioni ergonomiche nella produzione di elettrodomestici</i>	<b>pag. 12</b>
<b>Natale Battevi</b> <i>Il rischio da movimentazione manuale dei pazienti in ospedale: aspetti ergonomici</i>	<b>pag. 18</b>
<b>Ornella Benedettini - Giovanni Mummolo</b> <i>Uso della simulazione ad eventi discreti per la valutazione dell'affaticamento di operatori adibiti a compiti manuali ripetitivi in una linea di assemblaggio</i>	<b>pag. 28</b>
<b>Lorenzo Casolo - Davide Spolon</b> <i>Nuovi strumenti e soluzioni ergonomiche per assemblaggi tramite avvitatura</i>	<b>pag. 42</b>
<b>Daniela Colombini</b> <i>La valutazione del rischio da movimenti ripetitivi: i nuovi valori di riferimento dell'indice OCRA</i>	<b>pag. 50</b>
<b>Giovanni Costa</b> <i>Fattori psicosociali: organizzazione degli orari di lavoro e salute</i>	<b>pag. 66</b>
<b>Giancarlo Costagliola</b> <i>Profili di responsabilità dei soggetti destinatari dell'applicazione dei principi ergonomici nelle realtà produttive</i>	<b>pag. 78</b>
<b>Giorgio Di Leone - Sergio Nicoletti - Giuseppe Trani Gregorio Colacicco</b> <i>Primi risultati della valutazione del rischio nel settore del mobile imbottito</i>	<b>pag. 92</b>

- Michele Fanti** pag. 113  
*L'analisi tempi e metodi e l'indice OCRA: esperienze di progettazioni organizzative con i due metodi abbinati*
- Marco Giraudo** pag. 142  
*Evoluzione nella progettazione di soluzioni ergonomiche in fasi di montaggio meccanico per la produzione di imbarcazioni e prima analisi costi benefici*
- Fulvio Longo** pag. 149  
*Il D.Lgs. 195/03: la formazione del RSPP in ambito ergonomico*
- Loretta Montomoli - Pietro Sartorelli** pag. 157  
*L'organizzazione del lavoro nella viticoltura*
- Vito Rocco Nicassio - Paolo Nardone** pag. 169  
*Soluzioni ergonomiche nella produzione di componentistica di autoveicoli*
- Sergio Nicoletti - Alda Nuzzaco - Mauro Carino** pag. 189  
*Studio retrospettivo nel comparto del mobile imbottito*
- Enrico Occhipinti** pag. 197  
*I nuovi standards ergonomici*
- Adriano Papale** pag. 214  
*Le prospettive di sviluppo dell'ergonomia: progetto ergonomia scuola*
- Marco Placci** pag. 216  
*Progettazione ergonomica di una nuova linea di montaggio in previsione dell'applicazione delle nuove normative europee*
- Italo Rinaldini - Marco Cerioni** pag. 226  
*Soluzioni ergonomiche nella macellazione avicola*
- Angela Ruschioni - Maurizia Giambartolomei** pag. 246  
*Prime esperienze valutative del rischio e di riprogettazione ergonomica nel settore della pesca*
- Riccardo Tartaglia** pag. 265  
*L'analisi ergonomica dei posti di lavoro ieri e oggi*
- Luigi Vimercati - Antonio Lo Izzo - Lucia Bisceglia  
Gigliola De Nichilo - Lorenzo Bongermينو - Giorgio Assennato** pag. 275  
*Epidemiologia delle patologie muscolo - scheletriche in Puglia*

*Ergonomia vuol dire relazione tra lavoratori, attività lavorativa, obiettivi e ambiente in cui il lavoro viene svolto.*

*Lo scopo di questo Convegno è quello di mettere insieme le conoscenze e le esperienze multidisciplinari del mondo sanitario, imprenditoriale e giuridico per discutere le finalità dell'intervento ergonomico volto ad adattare il posto di lavoro alle necessità dell'uomo. Le imprese non possono più fare a meno di un contesto di relazioni tra attività produttive, ricerca e formazione, organizzato in modo aperto e integrato. Pur in presenza dell'esigenza di contenere i costi, per necessità di competitività nei confronti dei mercati esteri, gli investimenti sulla sicurezza negli ambienti di lavoro ed in particolare in ergonomia saranno sicuramente ammortizzati nel medio - lungo termine.*

*Sensibile a queste esigenze del mondo imprenditoriale, la AUSL BA/3 ha inteso attivare una sorta di laboratorio, con la collaborazione dell'IRCCS Fondazione S. Maugeri di Cassano Murge e dell'EPM di Milano, teso allo studio delle problematiche ergonomiche tipiche dei comparti produttivi maggiormente rappresentativi di questo territorio e all'individuazione delle eventuali soluzioni tecniche, con ciò proponendosi come vero punto di riferimento sul territorio regionale.*

*In questo congresso verranno passati in rassegna alcuni progetti realizzati in differenti comparti produttivi (agroalimentare, mobile imbottito, metalmeccanico, sanitario, pesca, etc.) con le relative analisi costi benefici.*

*L'evoluzione della Medicina del Lavoro e delle norme correlate sta realizzando un cambiamento radicale delle attività preventive che procede dalla presunzione alla valutazione del rischio. Trovare efficaci soluzioni in senso ergonomico potrà migliorare sensibilmente la qualità e la sicurezza dell'ambiente di lavoro. I criteri di progettazione ergonomica dovranno rispettare le indicazioni delle nuove normative europee e occorrerà pertanto stabilire le adeguate priorità d'intervento.*

**Il Direttore Sanitario  
AUSL BA/3  
Gregorio Colacicco**

**Il Direttore Generale  
AUSL BA/3  
Tommaso Moretti**

## ***L'aggiornamento dell'elenco (art. 139 del T.U. DPR 1124/65) e delle tabelle delle malattie professionali art 3 e 211 del T.U.: le malattie da sovraccarico biomeccanico***

**ANNA BALLETTA**

COMMISSIONE SCIENTIFICA ART 10 D.L.vo 38/2000 presso INAIL D.C. Prestazioni, Piazzale Pastore 6 ROMA.

**RIASSUNTO:** *L'A. illustra i criteri e la metodologia seguita dalla Commissione art10 D.L.vo 38/2000 per l'aggiornamento dell'elenco delle malattie cui fa riferimento l'art 139 del T.U. DPR 1124/65, in particolare puntualizza l'orientamento ad aggiornare l'elenco in conformità agli altri Paesi europei e alle raccomandazioni della Commissione Europea. Secondo le previsioni del decreto l'elenco è strutturato in tre liste di malattie dovendo comprendere anche quelle probabili e possibili circa l'origine lavorativa. La modifica più impegnativa è stata quella di specificare per i singoli agenti la/le malattie correlabili, prima lasciate in astratto. Sono state inserite le malattie da sovraccarico biomeccanico dell'arto superiore e colonna vertebrale in parte già presenti nel vecchio elenco ma con definizioni diagnostiche non più corrispondenti agli attuali riscontri epidemiologici. Si riportano in proposito alcuni dati della casistica INAIL relative agli anni di maggiore concentrazione delle denunce di WMSDs degli arti superiori, considerato peraltro che i riconoscimenti come malattia professionale sono allo stato prevalenti rispetto alle altre malattie tabellate e non.*

### **1.L'iter e i criteri dell'aggiornamento dell'elenco ( D.M. 27 aprile 2004)**

Con D.M. del 27 aprile 2004 è stato pubblicato l'elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia secondo l'**art.139 del T.U.** : *"E' obbligatorio per ogni medico che ne riconosca l'esistenza la denuncia delle malattie professionali ,che saranno indicate in un elenco da approvarsi con decreto del Ministro del lavoro e della previdenza sociale ,di concerto con quello per la sanità ,sentito il Consiglio superiore di sanità....."* L'**art 10 del D.L.vo 38/2000 comma 4** *"ha disposto che, nell'elaborazione e revisione periodica di tale elenco, siano prese in considerazione e ricomprese anche le malattie di probabile e possibile origine lavorativa"*.

La Commissione, procedendo per la prima volta a tale elaborazione e revisione, ha ritenuto che, in base alle attuali conoscenze, l'assoluta certezza di origine non può più essere attribuita ad alcuna malattia professionale per il cambiamento delle esposizioni lavorative e per le interazioni tra causa morbigena e suscettibilità individuale, tanto che si preferisce parlare di "matrice causale" come combinazione di multifattorialità e diversa sensibilità individuale. Si è pertanto ritenuto opportuno ricorrere al



concetto di “elevata probabilità” oltre che a quelli di “limitata probabilità” e di “possibilità”. I tre concetti, e conseguenti definizioni, sono derivati, in riferimento alla multifattorialità e alla evidenza epidemiologica della malattia esaminata, in base ai cinque criteri di causalità: **la consistenza** (associazione dimostrata in più studi), **la forza** (la probabilità aumenta con l'aumento del rischio relativo e se c'è un gradiente dose-effetto); **la specificità** (ad una specifica esposizione corrisponde una specifica malattia); **la coerenza** (o plausibilità biologica, da valutare con vari modelli anche animali); **la temporalità** (la causa deve precedere la malattia) (HILL A.B.). In relazione a quanto sopra, l'elenco risulta costituito dai seguenti tre gruppi di malattie: **Malattie la cui origine lavorativa è di elevata probabilità (LISTA I);**

**Malattie la cui origine lavorativa è di limitata probabilità (LISTA II)** per le quali non sussistono ancora conoscenze sufficientemente approfondite a che siano incluse nel primo gruppo;

**Malattie la cui origine lavorativa si può ritenere possibile (LISTA III) e per le quali non è definibile il grado di probabilità** per le sporadiche e ancora non precisabili evidenze scientifiche. La denuncia di tali malattie ha la finalità di registrare e monitorare le segnalazioni di varia provenienza (Istituti universitari e di ricerca, ASL, medici di base, etc.) ai fini di non disperdere dati utili per il confronto e i necessari approfondimenti di ordine scientifico ed epidemiologico.

Per ogni lista sono stati distinti i diversi gruppi di malattie: **agenti chimici, fisici, biologici, le malattie dell'apparato respiratorio, le malattie della pelle, i tumori professionali.**

Nella lista II sono state incluse “**le malattie psichiche e psicosomatiche da disfunzioni dell'organizzazione del lavoro**”.

L'aggiornamento ha riguardato in particolare i tumori professionali distinti nelle tre liste in base prevalentemente alla classificazione della I.A.R.C., compresi quegli agenti cancerogeni da tempo vietati, considerati i tempi di latenza a volte anche di molti decenni, e le malattie da sovraccarico biomeccanico come WMSDs dell'arto superiore e della colonna vertebrale.

**La esposizione lavorativa agli agenti che possono essere causa di malattia professionale riguarda tutte le categorie di lavoratori: dell'industria, agricoltura, artigianato, commercio, pubblica amministrazione etc. indipendentemente dalla specifica tutela assicurativa INAIL ai fini delle prestazioni.**

L'elenco delle malattie professionali previsto dall'art. 139 del T.U., già prima del 1973, era stato adeguato alle raccomandazioni della Commissione Europea (C.E.), rinnovate nel 1990 e nel 2003; con la 2003/670/CE viene tra l'altro comunicato: “*La presente raccomandazione deve costituire uno strumento privilegiato per la prevenzione a livello comunitario*”, con la testuale raccomandazione agli stati membri (art. 1 p.10): “*.....di promuovere il contributo attivo dei sistemi sanitari nazionali alla prevenzione delle malattie professionali, in particolare mediante una maggiore sensibilizzazione del personale medico per migliorare la conoscenza e la diagnosi di queste malattie*”.

Le suddette raccomandazioni comprendono in Allegato I l'elenco europeo delle malattie "direttamente connesse con la professione esercitata" e in Allegato II "l'elenco complementare delle malattie di sospetta origine professionale che dovrebbero formare oggetto di una dichiarazione e che potrebbero essere inserite in futuro nell'allegato I dell'elenco europeo".

In Italia l'art. 10 del D.Lgs. 38/2000 ha tenuto conto degli intenti della Commissione Europea prevedendo un aggiornamento dell'elenco ex art. 139 simile a quello europeo affinché possa diventare uno strumento utile, per la individuazione delle malattie correlate al lavoro, e per le conoscenze finalizzate alla prevenzione delle stesse.

**La Commissione ex art. 10 D.L.vo 38/2000**, viste le raccomandazioni della C.E. tenuto conto dell'ultimo aggiornamento delle tabelle delle malattie professionali allegate al T.U. con DPR 336/94, nonché degli elenchi delle malattie professionali in vigore negli altri Paesi europei, in base al mandato affidatole con il Decreto del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali del 23 marzo 2001 e successive modifiche: ha dato precedenza alla revisione dell'elenco datato 1973, considerati i quasi trenta anni di mancato aggiornamento e la frequente inadempienza dell'obbligo di denuncia di malattia professionale prevista dall'art. 139 T.U;

ha tenuto conto della difficoltà ad utilizzare il suddetto elenco da parte dei medici non esperti nel campo delle malattie professionali e ha perciò deciso di aggiornare l'elenco, oltre che con la revisione e l'inserimento delle nuove malattie, anche con una diversa struttura che prevede l'indicazione in due colonne degli agenti di rischio e delle principali e più note malattie ad essi correlate secondo le più aggiornate conoscenze, senza prescindere dal criterio medico legale del nesso di causalità;

ha predisposto una terza colonna con il codice delle malattie elencate secondo la codifica internazionale alla decima revisione (ICD-10), adeguando la definizione e la terminologia delle malattie a tale codifica. È stata inoltre prevista la numerazione progressiva per ogni gruppo di "agente-malattia", tale che ogni malattia potrà essere identificata con un codice comprensivo della numerazione e dell'ICD-10;

È stato anche predisposto l'indice di tutte le voci dell'elenco.

I suddetti accorgimenti dovrebbero permettere l'applicazione dell'art. 139 per le finalità sia preventive sia assicurative, oltre che per le acquisizioni scientifiche soprattutto di ordine epidemiologico. L'impegno di tutte le strutture sanitarie, oltre che dei medici di base, dovrà essere di particolare attenzione a correlare ogni tipo di malattia in osservazione con l'attività lavorativa, presente e pregressa dei pazienti, attraverso una accurata anamnesi lavorativa; questa viene troppo spesso trascurata nei "reparti" che non trattano la materia relativa alle malattie lavoro-correlate con le conseguenze di incorrere in imperdonabili errori diagnostici, come per i casi presentati al recente 67° congresso nazionale SIMLII: "Errori di diagnosi e patologia professionale non riconosciuta.." (G Rivolta e altri).

L'accertamento di una patologia professionale o lavoro-correlata deve sempre basarsi su una precisa valutazione del nesso causale tra la esposizione al rischio e la patologia in causa prima di farsi carico di una denuncia -segnalazione che ha fini preva-

lentamente epidemiologici e preventivi.

La prevista denuncia dovrebbe essere fatta con l'adozione di un apposito modulo standard per consentire in modo omogeneo sul territorio nazionale la raccolta dei dati relativi ai singoli casi.

La Commissione ha ritenuto importante sottolineare che le ricadute informative ed epidemiologiche connesse alla utilizzazione dell'elenco richiedono un intervento attivo di pubblicizzazione e diffusione dell'elenco stesso e soprattutto la definizione di una procedura semplificata ed univoca relativamente al flusso delle denunce e al destinatario delle stesse, considerate le indicazioni non omogenee derivanti dalla combinazione di dispositivi di legge successivi e in parte confliggenti (art.139 TU DPR 1124/65 – L. 833/78 – D.L.vo 626/94 – D.L.vo 494/96 – D.L.vo 38/2000 – Legge costituzionale 3/2001).

## **2. Le malattie da rischio ergonomico (WMSDs) comprese nell'elenco come da D.M. del 27 aprile 2004**

Le malattie da sovraccarico biomeccanico, definite nella letteratura anglosassone da "Cumulative trauma disorders" (CTD) erano già presenti nella legislazione italiana; il D.M. 18 aprile 1973 le inseriva al punto 6 con cinque voci (6 a-e) nell'elenco delle malattie professionali (m.p.) da agenti fisici, con l'obbligo della denuncia previsto dall'art. 139 del T.U. Si ritiene di interesse riportare le definizioni di dette malattie, come indicate nel suddetto elenco: a) *malattie delle borse peri-articolari dovute a compressione ;celluliti sottocutanee* b) *malattie da sforzo ripetuto delle guaine tendinee e del tessuto peritendineo* c) *lesioni del menisco dei minatori* d) *strappi da sforzo delle apofisi spinose* e) *paralisi dei nervi dovute a compressione* .

Lo stesso gruppo di malattie è compreso nell'elenco della Commissione europea che con l'aggiornamento 2003/670/CE ha specificamente indicata nell'allegato A anche la "*sindrome del tunnel carpale*" oltre alla già esistente voce: "*paralisi dei nervi dovute alla pressione*".

Le tabelle di quasi tutti i Paesi europei comprendono il gruppo di malattie da sovraccarico biomeccanico, come da elenco europeo: ad esempio in Francia sono comprese nella tabella, con aggiornamento del 1991, per la gestione industria e agricoltura, le tendiniti le borsiti dell'arto superiore e inferiore, la sindrome del tunnel carpale, del canale di Guyon e della loggia epitrocleo -olecranica (compressione del nervo cubitale); con aggiornamento del 1999 le affezioni croniche del rachide lombare, per la movimentazione manuale dei carichi riferita ad un elenco di lavorazioni, e per la esposizione alle vibrazioni trasmesse al corpo intero, con riferimento alla conduzione di determinati mezzi meccanici.

In Italia la possibilità di riconoscere l'origine professionale delle malattie da CTD in ambito assicurativo, si è realizzata con l'introduzione del sistema misto, a seguito della sentenza della C.C. n° 179/88, pur esistendo l'obbligo di denuncia, secondo l'art 139 del T.U. Dopo la suddetta sentenza sono iniziate le prime denunce all'INAIL; il rodaggio per la individuazione dei rischi legati ai particolari cicli lavorativi e delle



malattie ad essi correlati, secondo corretta criteriologia medico legale, ha avuto la durata di circa un decennio.

La metodologia operativa in ambito INAIL ha previsto la trattazione accentrata per un arco di tempo presso la Consulenza medica della Direzione Generale di tutti i casi denunciati, creando così un Osservatorio centrale che ha raccolto tutta la casistica nazionale, ricavandone criteri per una trattazione omogenea e specifici indirizzi trasmessi alle Unità periferiche attraverso apposite circolari interne, come per tutte le altre malattie professionali non tabellate.

L'esperienza maturata attraverso l'esame di circa 4000 pratiche esaminate presso la Consulenza medica centrale e i più recenti aggiornamenti epidemiologici hanno permesso di individuare un elenco delle malattie più frequentemente correlate al sovraccarico biomeccanico di origine lavorativa. Le conclusioni e i dati emersi da una così ampia casistica sono stati presentati e diffusi dalla sottoscritta e da altri rappresentanti dell'INAIL nel corso di numerosi convegni e in occasione della "Settimana Europea per la sicurezza"; sono stati pubblicati nel *Rapporto annuale dell'INAIL per l'anno 2000* con tale osservazione: "Gli esiti della trattazione delle pratiche e le relative decisioni medico legali che hanno portato al riconoscimento della malattia professionale in circa il 65% dei casi denunciati saranno sicuramente una utile base di conoscenza per l'aggiornamento della tabella delle malattie professionali secondo il dettato dell'art 10 del D.L.vo 38/2000".

In **tabella 1** si riportano le patologie a maggiore incidenza tra quelle denunciate all'INAIL nell'anno 2000 e i principali settori lavorativi di provenienza.

In **tabella 2** si riporta il numero di casi esaminati, nettamente in salita rispetto agli anni precedenti, con la percentuale degli accolti (61%); nel 12% è stato necessario richiedere ulteriori accertamenti alle sedi di provenienza, giustificati dalla fase di rodaggio di tali trattazioni per le quali è stato predisposto uno specifico protocollo di indagini.

Sindrome del tunnel carpale.	56%	<b>PRINCIPALI SETTORI</b>	<b>%</b>
Tendinopatie spalla e mano-polso	20%	Metalmeccanico	39,6
Discopatie rachide ed ernie discali lombari.	8%	Tessile/Confezioni	11,2
Epicondiliti ed epitrocleiti.	10%	Lavorazione delle carni.	9,5
Borsiti	2%	Ind. Ceramica	4,6
		Artigiani (carpentieri, autocarrozieri, parrucchieri ecc.	4,6
		Edilizia	4,0
		Lav. Legno	2,4
		Calzaturero	2,2
		Trasporti	1,9

**Tab. 1 - Patologie muscolo scheletriche e settori lavorativi (INAIL anno 2000)**

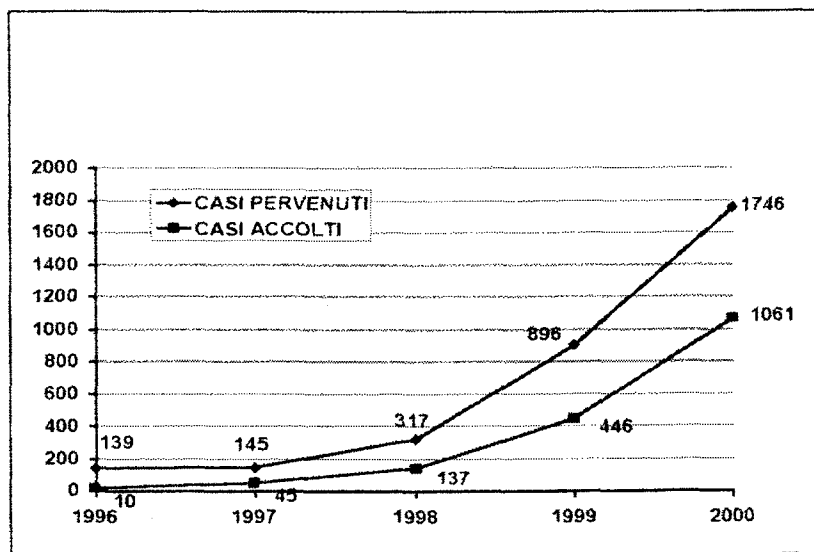
ESAMINATI	ACCOLTI	RESPINTI	*R.U.A.
1746	1061 (61%)	479 (27%)	206 (12%)

\*Richiesti ulteriori accertamenti

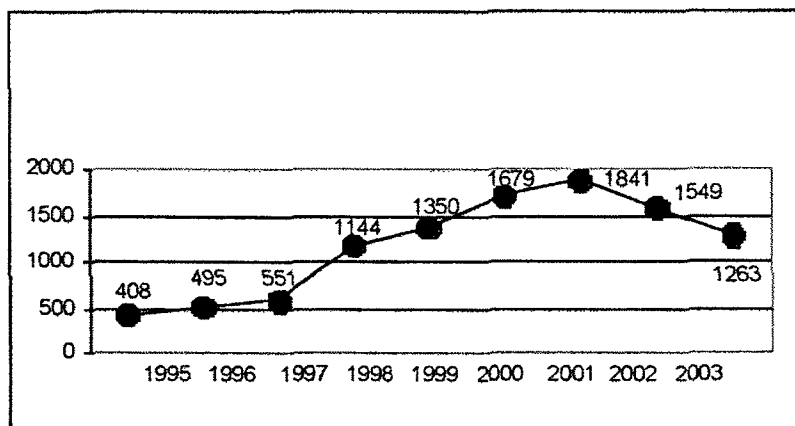
Tab. 2 - Casi di malattie da CTD esaminati all'INAIL nell'anno 2000

Nel **grafico 1 e 2** è riportato l'andamento dei casi esaminati /accolti negli anni dal 1996 al 2000 e delle denunce sino al 2003, il crescere dei relativi numeri è dovuto al miglioramento progressivo delle conoscenze su tali malattie emergenti, da parte di chi le denuncia e di chi è deputato a riconoscerne l'origine professionale.

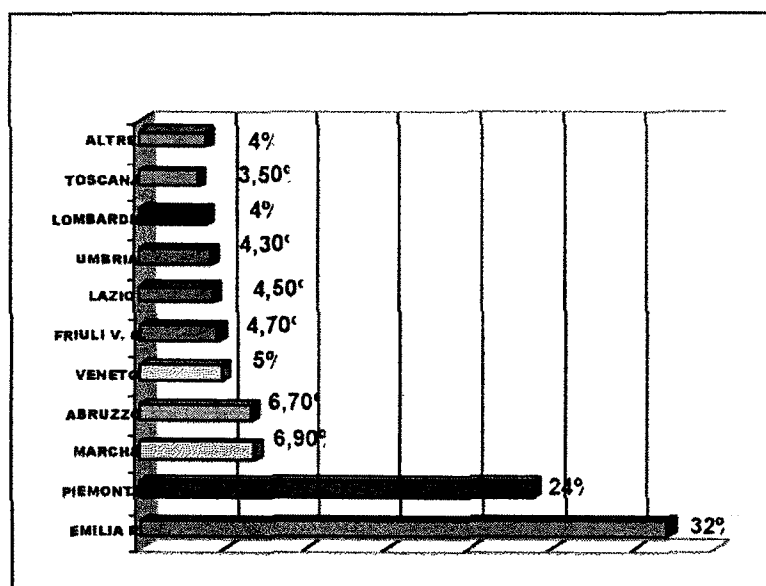
Il **grafico 3** riporta l'incidenza delle MP da CTD denunciate all'INAIL nell'anno 2000 relativa alle diverse Regioni; tale dato pur oscillando per le percentuali nei diversi anni, risulta comunque consolidato per quanto riguarda la scarsa o nulla incidenza in alcune regioni.



Graf. 1 - MP da CTD denunciate/accolte (INAIL 1996-2000)



Graf. 2 - Denunce di MP da CTD arto superiore (s.l.c. e tendiniti) dal 1995 al 2003



Graf. 3 - MP da CTD: denunce anno 2000 per regioni

### **Considerazioni**

Gli sviluppi in campo ergonomico, riguardanti alcuni cicli lavorativi ove prevalgono movimenti ripetitivi e posture incongrue degli arti superiori, verificatisi anche in Italia grazie agli studi e agli approfondimenti da parte di alcune Scuole e gruppi di lavoro (es EPM CEMOC di Milano) che hanno avuto come risultato tra l'altro un documento di consenso pubblicato nel 2003 sulla rivista *La Medicina del Lavoro* (Colombini D. e coll.) hanno permesso di aggiornare l'elenco delle malattie di origine lavorativa, come da D.M. 27 aprile 2004, con l'indicazione più appropriata, di tali patologie da sovraccarico biomeccanico, nonché l'inserimento delle stesse nella nuova tabella art. 3 e 211 del T.U. secondo i lavori in corso della Commissione (art. 10 D.L.vo 38/2000).

### **Bibliografia**

BALLETTA A., ORSINI D., BONACCORSO F. "Le malattie da sovraccarico biomeccanico lavoro correlate. I dati e gli aspetti medico legali dei casi denunciati all'INAIL negli anni 1966-1999" *RIV. INF. MAL. PROF.* 4-5, 747, 1999.

COLOMBINI D., OCCHIPINTI E., CAIROLI S., BATTEVI N., MENONI O., RICCI M.G., SFERRA C., BALLETTA A., BERLINGO' E., DRAICCHIO F., PALM I S., PAPALE A., DI LORETO G., BARBIERI P.G., MARTINELLI M., VENTURI E., MOLTENI G., DE VITO G., GRIECO A. "Le affezioni muscolo-scheletriche degli arti superiori e inferiori come patologie professionali: quali e a quali condizioni. Documento di consenso di un gruppo di lavoro nazionale" *Med. Lav.* 2003, 94, 3: 312-329.

HILL A.B. "The environment and disease association or causation?" *Proc. Royal Soc Med.* 58.295-300, 1965.

RAPPORTO ANNUALE dell'INAIL anno 2000 e anno 2003.

RIVOLTA G. PATRINI L., BORDINI L. RIBOLDI L. BERTAZZI P.A. "Errori di diagnosi e Patologia professionale non riconosciuta: il ruolo fondamentale del medico del Lavoro nella pratica clinica" *Atti 67° Congresso Nazionale SIMLII in G. ITAL. MED. LAE. ERG.* , 26-4:331, 2004.



## ***La Valutazione e la Gestione del Rischio da Movimenti Ripetitivi degli Arti Superiori in WHIRLPOOL***

**GAETANO BARTOLONE \* - GINO GADOTTI \*\***

\*WHIRLPOOL EUROPE Comerio

Viale Borghi 27 - Comerio (VA) - Tel. 0332 759066

\*\* WHIRLPOOL EUROPE Stabilimento di Trento

Spini di Gardolo (TN) - Tel. 0461 996604

### **1. Introduzione**

Una tra le prime aziende italiane, la Whirlpool Europe, ha deciso di considerare come fattore di rischio le patologie muscolo scheletriche degli arti superiori dovute a sovraccarico biomeccanico.

La strategia del management è stata di creare cultura nel proprio staff tecnico per poter gestire a 360° il problema, dalla valutazione del rischio alla riprogettazione dei posti di lavoro alla gestione nel tempo del problema in termini soprattutto di prevenzione.

Lo staff di tecnici che sono stati addestrati all'uso del metodo OCRA sono: l'analista di processo, l'ingegnere di produzione e di prodotto, il medico competente e l'addetto alla sicurezza. Queste figure hanno costituito il "Team Ergonomico" che è presente in ogni stabilimento della Whirlpool Europe.

Il compito primario del Team è la progettazione di nuovi prodotti, di nuove linee, di nuovi posti di lavoro e dell'organizzazione del lavoro, secondariamente, ma non di minore importanza, la riprogettazione dei posti di lavoro esistenti. La multidisciplinarietà del Team è necessaria per poter prendere in considerazione tutte queste fasi.

#### *1.1 Whirlpool Corporation*

Whirlpool Corporation è un'azienda globale che opera nel campo della produzione e commercializzazione di grandi elettrodomestici.

Attualmente Whirlpool, il cui centro direzionale è a Benton Harbor (Michigan), conta complessivamente 68.000 dipendenti dislocati in quattro diverse regioni: Nord America, America Latina, Europa e Asia.

L'azienda, leader mondiale nel settore elettrodomestici, produce in 13 Paesi e commercializza i marchi principali Whirlpool, Bauknecht, KitchenAid e Brastemp in oltre 170 nazioni, con vendite annuali che superano i 44 milioni di pezzi.

L'obiettivo dell'azienda è quello di portare un elettrodomestico Whirlpool in ogni casa, in tutto il mondo attraverso l'*orgoglio* per il proprio lavoro, la *passione* per conquistare un'eccezionale fedeltà dei consumatori ai marchi dell'azienda, e *prestazioni* che soddisfino e riconoscano utili superiori agli investitori globali.

Whirlpool Corporation si occupa del sociale attraverso il suo braccio filantropico, Whirlpool Foundation, che sostiene organizzazioni ed enti morali dediti al migliora-

mento della qualità della vita. La fondazione concentra i propri finanziamenti soprattutto in tre aree della vita sociale: apprendimento continuo, diversità culturale e vita familiare contemporanea.

### *1.2 Whirlpool Europe*

Whirlpool Europe è divenuta a tutti gli effetti la regione europea della Whirlpool Corporation nel luglio del 1991, in seguito all'acquisto da parte di Whirlpool delle ultime azioni della joint venture conclusa nel 1989 con l'olandese Philips.

Ad oggi Whirlpool Europe conta circa 14.000 dipendenti dislocati nel Centro Servizi Amministrativi di Dublino, nel Centro Direzionale di Comerio (Varese), nelle 31 sedi commerciali e nelle in 11 unità produttive di: Amiens (Francia), Cassinetta (Va, Italia), Isithebe (Sud Africa), Napoli (Italia), Neunkirchen (Germania), Norrkoepping (Svezia), Poprad (Slovacchia), Schorndorf (Germania), Siena (Italia), Trento (Italia) Wroclaw (Polonia).

La produzione riguarda i seguenti elettrodomestici: forni da incasso (elettrici e a gas), piani cottura (elettrici, a gas, vetroceramica), forni a microonde, lavastoviglie, asciugatrici, congelatori (orizzontali e verticali), frigoriferi sia da accosto che da incasso (tavoli, armadi, doppia porta, combinati, side by side), lavatrici (con carica sia frontale che dall'alto).

Grazie alla presenza dei marchi Whirlpool, Ignis (Italia), Bauknecht (Germania), Laden (Francia), Polar (Polonia), Kic (Sud Africa) in tutta Europa, Medio Oriente ed Africa Whirlpool è al terzo posto fra i produttori europei di elettrodomestici e il marchio Whirlpool è il 1° in Europa.

### *1.3 Whirlpool Italia*

Whirlpool Italia nasce nel 1991 con l'acquisizione totale delle azioni Philips e dell'impero industriale Ignis fondato a partire dal '43 da G. Borghi.

Whirlpool Italia conta oltre 6.000 dipendenti, distribuiti negli insediamenti industriali di Cassinetta (Varese), Napoli, Siena e Trento e nel Centro Operativo Europeo di Comerio (Varese).

Nelle fabbriche italiane vengono prodotti:

- Forni e piani cottura da incasso (Cassinetta, Varese),
- Frigoriferi tradizionali e Side by Side (Cassinetta, Varese),
- Congelatori orizzontali (Siena),
- Frigoriferi e congelatori verticali da accosto e da incasso (Trento),
- Lavatrici a carica frontale (Napoli)

Nell'area di Cassinetta è presente una terza fabbrica che produce macchine e stampi poi esportati presso tutti gli stabilimenti di Whirlpool Corporate.

## **2. OCRA in Whirlpool**

### *2.1 Stabilimento di Siena*

Dal 1998 lo stabilimento di Siena si occupa della valutazione del rischio derivante

dal sovraccarico biomeccanico degli arti superiori, delle patologie dei dipendenti esposti a tale rischio e della riprogettazione dei posti di lavoro.

Lo studio è iniziato con un primo censimento riguardante i lavoratori esposti a compiti ripetitivi dal quale è emerso che vi erano soggetti che riportavano patologie a carico degli arti superiori.

La Direzione aziendale decise di intraprendere due strade: la prima riguardante le persone esposte, la seconda i posti di lavoro. Il censimento sullo stato di salute degli operatori, completato nel 2000, confermò il risultato del primo campionamento effettuato nel 1998; vennero riscontrate, infatti, vari tipi di patologie a carico degli arti superiori.

L'indagine sulle persone addette a compiti ripetitivi è continuata nel tempo attraverso la sorveglianza medica dei patologici noti e di tutti i nuovi assunti con contratto a tempo indeterminato con visite mediche a cadenza annuale.

Il secondo filone intrapreso dall'Azienda aveva come obiettivo la bonifica delle postazioni di lavoro. Come primo passo, sono state censite tutte le postazioni di lavoro, analizzandole con il metodo OCRA; la prima analisi è stata condotta con la Check-List OCRA.

Tale censimento ha evidenziato le aree/postazioni che principalmente avevano bisogno di essere riprogettate. Le priorità quindi, sono state dettate sia dalla necessità di riprogettare le postazioni occupate dai patologici, sia dall'analisi di Check-List OCRA che ha evidenziato le postazioni a maggiore indice di rischio.

Sono stati discussi e predisposti programmi di intervento per la riduzione dei livelli di rischio. Gli interventi sono stati predisposti per stadi temporali a breve, medio e lungo termine o immediati; la riduzione dell'uso di forza è previsto in generale come intervento immediato, il miglioramento delle posture di lavoro come intervento a breve termine, la riprogettazione di intere lavorazioni a rischio elevato come interventi a medio e lungo termine.

Lo stabilimento di Siena ha vinto nel 2003 il Premio S.I.E. per la Sicurezza e Qualità nei Luoghi di Lavoro.

## *2.2 Stabilimento di Trento*

Il "metodo OCRA" è entrato nello stabilimento di Trento tra i mesi di Ottobre - Dicembre del 1999 con la formazione di un Team ergonomico, composta da tecnici, analisti, metodisti, responsabile della sicurezza e da alcuni rappresentanti dei R.L.S. di fabbrica.

Il fine della costituzione di tale Team era quello di creare un polo di riferimento interno allo stabilimento per la valutazione del rischio sulle postazioni di lavoro attraverso i metodi OCRA e quindi l'attivazione di necessarie azioni tecniche.

Sono stati inoltre svolti incontri interni alla fabbrica di informazione/formazione con le rappresentanze sindacali dei lavoratori, i capilinea e i lavoratori stessi.

Il lavoro del team è stato inizialmente quello di rilevare di rischio presente nelle varie postazioni di lavoro. Successivamente sono stati eseguiti interventi di tipo tecnico

sulle postazioni con indice elevato e si è dato il via ad attività di ricerca di possibili soluzioni per quelle ove la complessità tecnica del prodotto non consentiva un intervento immediato.

### **3. Primi risultati della gestione del rischio da movimenti ripetitivi nello stabilimento di Trento**

Per la valutazione del rischio dovuto a movimenti ripetitivi lo stabilimento di Trento ha dedicato alla preparazione della mappatura dei posti di lavoro alcuni tecnici analisti specificatamente addestrati. La mappatura del rischio è stata eseguita usando la "Check-List OCRA". La valutazione è stata fatta considerando tutti i fattori di rischio presenti quali la frequenza d'azione, la forza, la postura di ognuna delle principali articolazioni dell'arto superiore, nonché i fattori complementari.

Nella tabella seguente si evidenzia il risultato della mappatura di rischio, con l'indicazione del numero dei posti di lavoro interessati per ogni fascia di rischio con il punteggio medio di Check-List OCRA.

POSIZIONAMENTO DEI VALORI MEDI DI CHECK-LIST CON RELATIVO NUMERO DI POSTI DI LAVORO INTERESSATI NELLE RISPETTIVE FASCE DI RISCHIO		
FASCIA DI RISCHIO	VALORE MEDIO	POSTI DI LAVORO
Rischio Elevato	19.9	16
Rischio Medio	14.0	213
Rischio Lieve	9.9	235
Rischio Assente	6.0	15

**Tab. 1 - Risultati della mappatura dei posti di lavoro con Check-List OCRA**

Nel corso dell'anno 2001 tutti i lavoratori esposti a movimenti ripetitivi degli arti superiori sono stati visitati dall'equipe dei medici del servizio CEMOC di Milano. I soggetti sono stati perciò visitati da un team di medici del lavoro e, nel caso l'anamnesi e i primi test clinici lo ritenessero opportuni, sono stati inviati dagli specialisti per l'esecuzione dei test strumentali necessari per la diagnosi.

Nell'anno 2003 analogo procedimento è stato predisposto per il controllo sanitario dei patologici evidenziati nella prima fase.

Per ognuno dei soggetti portatori di patologia è stata ricostruita la storia lavorativa in azienda per verificare l'effettiva ricostruzione della esposizione a rischio da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori. Tali colloqui, previa informazione alle rappresentanze sindacali dei lavoratori, sono stati effettuati alla presenza del medico competente, dell'analista che ha svolto le analisi di valutazione del rischio e di caporeparto esperti.

In questo modo è stato possibile ottenere una prima valutazione del nesso di causalità (presente, dubbio, assente) fra patologia ed esposizione.



RISULTATI DELLA VALUTAZIONE CLINICA RELATIVA AL RISCHIO DA SOVRACCARICO BIOMECCANICO DEGLI ARTI SUPERIORI ANNO 2001/2002			
	NUMERO PATOLOGIE	SOGGETTI	TOTALE ESPOSTI
Patologie Maschi	102 (22%)	62 (13%)	472
Patologie Femmine	63 (38%)	36 (22%)	164
Totale	165 (26%)	98 (15%)	636

**Tab. 2 - Numero di soggetti patologici e numero di patologie rilevati dopo la sorveglianza sanitaria avvenuta nel corso dell'anno 2001/2002**

RISULTATI DELLA VALUTAZIONE CLINICA RELATIVA AL RISCHIO DA SOVRACCARICO BIOMECCANICO DEGLI ARTI SUPERIORI ANNO 2003			
	NUMERO PATOLOGIE	SOGGETTI	TOTALE ESPOSTI
Patologie Maschi	65 (15%)	38 (9%)	420
Patologie Femmine	52 (33%)	28 (18%)	157
Totale	117 (20%)	66 (11%)	577

**Tab. 3 - Numero di soggetti patologici e numero di patologie rilevati dopo la sorveglianza sanitaria avvenuta nel corso dell'anno 2003**

I soggetti, dove possibile, sono stati trasferiti su posti a rischio ridotto, inoltre sono stati posti in atto interventi di carattere gestionale/organizzativo che prevedono la rotazione di mansione per quei lavoratori che ancora si trovano su postazioni ad alto rischio.

Sono stati quindi discussi e predisposti programmi di intervento per la riduzione dei livelli di rischio, dando una priorità specifica alle postazioni che evidenziano i valori di Check-List OCRA più elevati.

Parallelamente, è stato deciso che la progettazione di nuovi impianti, o eventuali modifiche di Lay-Out, debbano avvenire tenendo conto dei principi ergonomici a salvaguardia della salute dei lavoratori.

I principali interventi messi in atto sono riassunti nel seguente elenco:

- Sostituzione dei circuiti di alimentazione pneumatica degli avvitatori con circuito dimensionato in modo da evitare cadute di pressione che comportano difficoltà di serraggio sulle linee di montaggio.
- Sostituzione degli avvitatori con controllo di coppia tramite frizione a salterelli con avvitatori con controllo di coppia a stacco d'aria.
- Riprogettazione di componenti che hanno evidenziato difficoltà di montaggio per uso di forza e/o posture incongrue.
- Rotazione su postazioni a rischio lieve di patologici ed esposti in postazioni a rischio elevato.

- Controllo dei soggetti patologici e ipersuscettibili nell'ambito del programma di visite periodiche.
- Controllo dei soggetti che occupano postazioni di lavoro con indice di Check-List OCRA in fascia elevata nell'ambito del programma di visite periodiche.

Il Team ergonomico ha seguito inoltre un corso di Formazione/Aggiornamento nel mese di Settembre 2004.

#### **4. Conclusioni**

Nell'ambito dei progetti "Lean Focus Effort" è stato evidenziato l'obiettivo di ridurre l'indice OCRA su almeno il 25% delle postazioni analizzate entro il primo semestre 2005.

Inoltre è stato evidenziato il bisogno di analizzare le postazioni con indice maggiore di 2 a carico del distretto "spalla" e con indice maggiore di 3 a carico del fattore "forza" per i reparti non collegati ai progetti "Lean Focus Effort".

È in atto inoltre un programma di gestione dei patologici al fine di allocare i soggetti in postazioni idonee.

L'Azienda ha impostato un programma di sorveglianza sanitaria per tutti gli addetti a compiti ripetitivi a cadenza quinquennale, già in corso.

Per i soggetti patologici o ipersuscettibili, si sta provvedendo al loro controllo con cadenza specifica e comunque non superiore all'anno nell'ambito del programma di visite periodiche.

Analogo intervento è stato pianificato per i soggetti che occupano posizioni di lavoro con indice di check-list OCRA maggiore di 19.

L'Azienda provvederà infine a redigere annualmente una relazione contenente i risultati delle successive Valutazioni del Rischio, della Sorveglianza Sanitaria, dello stato di avanzamento degli interventi preventivi, nonché dell'efficacia del reinserimento dei soggetti patologici.

## ***Il rischio da movimentazione manuale pazienti in ospedale: aspetti ergonomici***

**NATALE BATTEVI - OLGA MENONI - MARIA GRAZIA RICCI - SILVIA CAIROLI**

Unità di Ricerca EPM - A.O. Istituti Clinici di Perfezionamento - CEMOC - Via R. Villasanta, 11 - 20145 Milano - Tel.: 02/57995170/3 - Fax: 02/57995168  
E-mail : epmnatale@tiscali.it

**RIASSUNTO** - Nel 1999 l'Unità di Ricerca EPM ha presentato un metodo di analisi del rischio da movimentazione manuale dei pazienti nei reparti di degenza e cura, frutto di uno studio multicentrico durato circa due anni e che ha coinvolto 216 reparti per complessivi 3400 operatori sanitari. Il metodo ha ottenuto una prima validazione, attraverso una analisi statistica del grado di associazione con variabili "danno" del rachide lombo-sacrale. I risultati di un secondo studio multicentrico (203 reparti e 3063 soggetti), effettuato negli anni 2000-2001, ha confermato l'ipotesi di associazione fra danno lombare acuto e esposizione al rischio da movimentazione manuale pazienti. Il modello di analisi si basa sulla valutazione di diversi fattori ergonomici che possono essere raggruppati in tre categorie: organizzazione del lavoro, ambiente e attrezzature di ausilio alla movimentazione. Per ognuno di essi si forniscono gli elementi di valutazione e come questi si riescano a sintetizzare e a collegare fra loro in una formula matematica per il calcolo di un indice numerico (MAPO: Movimentazione Assistenza Pazienti Ospedalizzati). A questo strumento di analisi del rischio, che consente un'approccio al problema di tipo microergonomico, dovrebbe affiancarsi anche un intervento di tipo macroergonomico che investa direttamente il management aziendale, senza il quale i risultati delle azioni preventive adottate, potranno essere non conformi alle aspettative.

### **1. Introduzione**

Uno dei problemi di salute più rilevanti per il personale addetto all'assistenza di pazienti non autosufficienti è rappresentato dal danno lombare acuto o cronico: questa affermazione trova ormai riscontro nell'ampia letteratura che, nel corso degli anni '90 è stata prodotta sull'argomento (Dehlin 1976, Videman 1984, Arad 1986, Stobbe 1988, Colombini 1989, Jensen 1990, Fuortes 1994, Ono 1995, Yassi 1995, Knibbe 1996, Marena 1997, Smedley 1997, Bordini 1999, Colombini 1999, Hignett 2001). Anche l'associazione fra movimentazione manuale di pazienti e sovraccarico biomeccanico del rachide lombare è stata ben studiata. Diversi autori hanno riportato alcune misure di carichi lombosacrali ottenute durante manovre di sollevamento o trasferimento di pazienti non collaboranti: Gagnon e coll. (1986) hanno stimato in 641 kg il carico massimo sui dischi lombari durante il sollevamento manuale di un paziente, del peso di 73 kg, dalla posizione seduta alla stazione eretta di un paziente; Garg e

coll. (1991) hanno valutato in 448 kg il carico medio sul disco L5/S1 nei trasferimenti letto/carrozzina. In un'indagine curata dall'Unità di Ricerca EPM (dati non pubblicati) è stato rilevato un carico lombare massimo di circa 800 kg nel trasferimento letto/carrozzina di un paziente non collaborante del peso di 80 kg. Un recente studio condotto da Ulin e Chaffin (1997) ha valutato un carico discale pari a 1020 kg nel trasferimento di un paziente non collaborante di 95 kg.

Questi ed altri studi hanno in sintesi evidenziato come la movimentazione manuale di pazienti induca sovente un carico discale superiore ai valori definiti tollerabili (circa 275 kg nelle femmine e 400 kg nei maschi) e corrispondenti in buona sostanza al concetto di "limite d'azione". Inoltre, in alcune manovre (in pratica nei sollevamenti veri e propri) viene superato il valore di carico di rottura delle unità disco-vertebra pari a circa 580 kg nei maschi e 400 kg nelle femmine (Herrin 1986).

Accanto a questo dato vi sono anche degli studi (Radwin 2001) che dimostrano l'esistenza di relazione diretta fra sovraccarico biomeccanico del rachide e la stimolazione dolorosa diretta del rachide lombare, dopo un periodo di latenza molto breve se non addirittura contestualmente. Quest'ultima affermazione trova conferma in altri studi (Yassi 1995, Colombini 1999) dai quali emerge che la maggior parte degli infortuni osservati al rachide lombare, in operatori addetti all'assistenza, sono apparsi collegati ad attività di movimentazione pazienti con un rapporto temporale molto stretto se non immediato.

Rispetto alla valutazione del rischio da movimentazione manuale pazienti, attualmente sono disponibili metodi qualitativi come quello proposto dal Royal College of Nurses (1996) o i metodi di osservazione delle posture come OWAS (Karku 1977) e REBA (Hignett 2000) che permettono di definire azioni preventive efficaci. Tuttavia la letteratura, se si eccettua il lavoro di Sbobbe (1988), fino al 1999 non riportava dei metodi di valutazione del rischio di tipo quantitativo. Per questo motivo a partire dal 1997, l'Unità di ricerca Ergonomia della Postura e del Movimento (EPM) di Milano, mise a punto un indice di rischio denominato MAPO (Movimentazione Assistenza Pazienti Ospedalizzati) e iniziò uno studio multicentrico i cui risultati sono apparsi in un volume monografico della "Medicina del Lavoro" (Menoni 1999). In quella occasione fu rilevato il rischio, con l'indice MAPO, in 222 reparti dove operavano 3440 esposti. La prima analisi dell'associazione fra livello di esposizione e danno lombare acuto fu incoraggiante e permise in via preliminare di definire delle classi di rischio secondo il noto modello del semaforo: per valori di MAPO index compresi fra 0 e 1,5 il rischio è da considerare assente o trascurabile, per valori compresi fra 1,51 e 5,00 il rischio è da considerare medio e la prevalenza annua degli episodi acuti di lombalgia acuta è pari a circa 2,4 volte quella misurata nella classe di rischio assente/trascurabile. Per valori di MAPO index superiori a 5,00 il rischio è da considerarsi elevato e la prevalenza annua degli episodi di lombalgia acuta era pari a 5,6 volte quella osservata nella classe di rischio assente/trascurabile. Questo primo studio poneva una serie di problemi (Battevi 1999) esplicitati in modo analitico nel corso di un seminario tenutosi a Milano nel giugno 2003 (Menoni 2003). Fra questi, i più importanti, citia-

mo la non applicabilità del metodo in alcuni reparti (es. rianimazione e psichiatria), la difficoltà nella definizione di "livello di esposizione trascurabile o assente", la mancanza di controlli sul comportamento dei singoli operatori che a parità di esposizione potevano effettuare un numero di movimentazioni manuali dei pazienti diverso ed, infine, limiti intrinseci allo studio di tipo trasversale.

Nonostante questi limiti il metodo MAPO (Menoni 2004) si è diffuso nelle strutture ospedaliere italiane, sia per acuti che per lungodegenti, per una serie di motivi: permette infatti una dettagliata analisi dei principali determinanti di rischio per il danno lombare acuto negli addetti alla movimentazione manuale di pazienti, il confronto fra i diversi reparti e il confronto prima e dopo un intervento di bonifica ed inoltre, di non trascurabile importanza pratica, questo metodo è semplice e veloce (l'analisi del rischio in un reparto richiede infatti circa un'ora).

Per avere una conferma della validità del metodo di valutazione del rischio era necessario tuttavia proseguire la ricerca, iniziata ormai da 10 anni, e per tale motivi dal 2000 al 2001 fu condotto un altro studio multicentrico, coordinato dall'unità di ricerca EPM, che ha coinvolto 23 aziende Ospedaliere italiane per un totale di 203 reparti e 3063 esposti. I risultati di questo secondo studio presentati in un seminario tenutosi a Milano nel giugno del 2003 (Consonni 2003), hanno confermato i dati emersi nella prima ricerca.

Il metodo MAPO si caratterizza, nei suoi presupposti, per una misurazione degli aspetti disergonomici a cui, dopo un lungo periodo di osservazione (effettuata in circa 200 reparti di degenza sia per acuti che per cronici), è stato attribuito un punteggio sintetico in grado di caratterizzare i determinanti fondamentali del rischio nel suo complesso.

## **2. Gli aspetti ergonomici del metodo di rilevazione del rischio da movimentazione manuale pazienti (MAPO)**

La letteratura internazionale ha evidenziato come i fattori determinanti il rischio in oggetto siano molteplici:

- entità della disabilità dei pazienti;
- tipologia di trasferimenti effettuati;
- frequenza delle attività di sollevamento;
- formazione degli operatori;
- inadeguatezza dei letti o assenza di attrezzature in grado di ausiliare la movimentazione dei pazienti.

Da un punto di vista generale la metodologia di valutazione del rischio da movimentazioni pazienti nei reparti di degenza MAPO, riprende le conoscenze acquisite in letteratura e, nello specifico considera in modo integrato i seguenti fattori:

- carico assistenziale indotto dalla presenza di pazienti non autosufficienti dal punto di vista motorio;
- il grado e la tipologia della disabilità motoria dei pazienti;
- l'ambiente

- le attrezzature in dotazione
- la formazione del personale.

Da un punto di vista ergonomico tutti questi aspetti possono essere ricondotti alle seguenti voci più generali:

- a) organizzazione del lavoro
- b) ambiente di lavoro
- c) le attrezzature.

### *2.1 L'organizzazione del lavoro*

Costituisce sicuramente un fattore determinante il livello di esposizione al rischio e, all'interno di questo capitolo, dobbiamo considerare quei parametri che concorrono o all'aumento della frequenza pro operatore dei trasferimenti manuali o all'aumento del sovraccarico biomeccanico, per manovre effettuate non correttamente.

Da questo punto di vista sarà allora necessario, per descrivere il carico assistenziale indotto, rilevare informazioni relative al numero dei letti presenti, ed eventualmente di quelli "aggiunti", valutati in rapporto tasso di occupazione. Il secondo elemento di valutazione sarà rappresentato dal numero di operatori sia in organico a quel reparto che quelli specificamente addetti alla movimentazione manuale dei pazienti considerando la presenza media giornaliera come somma degli operatori nei tre turni (Op). Il terzo elemento determinante l'organizzazione del lavoro è rappresentato dal numero medio di pazienti non autosufficienti, dal punto di vista motorio, distinguendo quelli parzialmente collaboranti (PC) dai totalmente non collaboranti (NC). Questa distinzione sottintende un diverso impegno di movimentazione e un utilizzo di attrezzature diverse fra di loro, per ausiliare i diversi tipi di trasferimento.

Questi tre elementi conoscitivi consentono una stima del "carico assistenziale dovuto" in termini di movimentazione dei pazienti ed in buona sostanza permette di valutare con quale frequenza un operatore effettua delle manovre di trasferimento. Non importa se l'organizzazione del lavoro in un ospedale tipo concentra la sua attività, in particolare, nel primo turno: infatti, la rilevazione dell'esposizione non è di tipo puntuale ma riferita ad un periodo di un anno. In questo modo pur considerando piccole diversità nella distribuzione dei turni fra i diversi operatori impegnati in attività di movimentazione dei pazienti non autosufficienti, nell'arco del periodo considerato è logico pensare che il carico sia sostanzialmente distribuito in modo omogeneo.

Per quelle realtà dove nel corso di un anno si modifica sostanzialmente il numero pazienti "disabili" sempre dal punto di vista motorio è possibile stimare questa eventualità rilevando un parametro considerato di "picco" e inserito nel calcolo dell'indice MAPO in modo opportuno (media ponderata dei pazienti non autosufficienti).

L'ultimo fattore che viene considerato in questa sezione è rappresentato dalla formazione del personale al rischio specifico. Questo aspetto dal punto di vista metodologico è codificato in modo empirico: si considera formato un operatore che abbia effettuato un corso di formazione al rischio specifico, teorico pratico, di almeno sei ore. Da un punto di vista concettuale si ritiene raggiunto l'obiettivo formativo quando gli

operatori raggiungono un'autonomia decisionale relativamente alle modalità di movimentazione del paziente in rapporto al riconoscimento della sua disabilità motoria.

## *2.2 Gli aspetti ambientali*

In questo contesto sono stati presi in considerazione sia gli aspetti strutturali (reparti, camere di degenza e servizi igienici) che quelli connessi all'uso delle attrezzature di lavoro utilizzate per la movimentazione dei pazienti.

Per quanto riguarda i primi, gli aspetti strutturali, sono stati considerati quegli elementi di disergonomia che possono determinare un aumento nella frequenza delle operazioni manuali di movimentazione pazienti o un aumento del sovraccarico biomeccanico. Questi elementi sono stati considerati in rapporto all'impossibilità di utilizzo di ausili (sollevalpazienti, carrozzine), alla difficoltà di avvicinare il paziente in modo corretto dal punto di vista biomeccanico ed infine all'impossibilità di sfruttare, nei pazienti parzialmente collaboranti, le residue capacità motorie.

I parametri ergonomici di cui si è tenuto conto sono schematicamente rappresentati qui di seguito:

### a) Bagni per l'igiene del paziente

1. spazio libero inadeguato all'utilizzo degli ausili
2. porta di accesso con luce inferiore a 85 cm
3. presenza di ingombri non removibili

### b) Bagni per WC

1. spazio che non consente la rotazione delle carrozzine
2. altezza del WC inferiore a 50 cm
3. assenza di maniglioni laterali al WC
4. spazio laterale al WC inferiore a 80 cm
5. porta di accesso con luce inferiore a 85 cm

### c) Camere di degenza

1. distanza fra letti e pareti inferiore a 90 cm
2. spazio fondo letto inferiore a 120 cm
3. letto inadeguato
4. spazio libero fra letto e pavimento inferiore a 15 cm
5. presenza di poltrone con altezza inferiore a 50 cm

## *2.3 Le attrezzature*

Fra le attrezzature considerate, per la valutazione del rischio da movimentazione pazienti, si annoverano i sollevalpazienti, gli ausili minori e le carrozzine.

Per quanto concerne i sollevalpazienti sono state valutate le caratteristiche ergonomiche sia in rapporto agli operatori che ai pazienti.

Per gli operatori appare indispensabile che questa attrezzatura sia adeguata sia sotto

il profilo della quantità numerica, rispetto al numero medio di pazienti completamente non collaboranti presenti in reparto, sia qualitativamente in rapporto alla tipologia di disabilità prevalente del reparto indagato. Viene inoltre considerato lo stato di manutenzione (per verificare che si garantisca nel tempo la loro piena efficienza), ed infine che l'ambiente in cui si utilizzano i sollevapazienti abbia spazi adeguati.

Questi parametri vengono considerati nella valutazione del rischio in rapporto ai soli pazienti totalmente collaboranti in quanto la loro completa funzionalità consente la movimentazione del paziente in modo ausiliato senza alcun intervento manuale.

Nei reparti dove la prevalenza dei trasferimenti e del tipo letto-barella (da piano a piano) è stato considerato come sollevapazienti la presenza contemporanea di una barella regolabile in altezza e di un telo o di una tavola ad alto scorrimento.

Per ausili minori si sono intese quelle attrezzature (transfer disk, rullo, cintura ergonomica, telo ad alto scorrimento) in grado di ridurre sia il numero dei trasferimenti che il sovraccarico biomeccanico del rachide lombare di alcune operazioni di movimentazione parziale del peso del paziente: per tale motivo questo elemento è stato messo in rapporto ai soli pazienti parzialmente collaboranti, cioè quelli per i quali si possono utilizzare proficuamente le residue capacità motorie e dove l'operatore in sostanza "guida", con l'ausilio minore, il movimento ma non dovrebbe compiere alcuna manovra di sollevamento.

Fra le attrezzature, l'ultimo elemento preso in considerazione è rappresentato dalle carrozzine-comode. Tale aspetto, nella valutazione del rischio, diversamente dai sollevapazienti e dagli ausili minori, è messo in rapporto ad entrambe le tipologie di pazienti non autosufficienti dal punto di vista motorio: totalmente e parzialmente collaboranti. Questa attrezzatura infatti viene utilizzata per entrambe le tipologie di pazienti.

Dal punto di vista ergonomico sono state considerate alcune caratteristiche che possono comportare, anche in questo caso, o un aumento nella frequenza delle manovre di sollevamento manuale o un aumento del sovraccarico biomeccanico del rachide lombare.

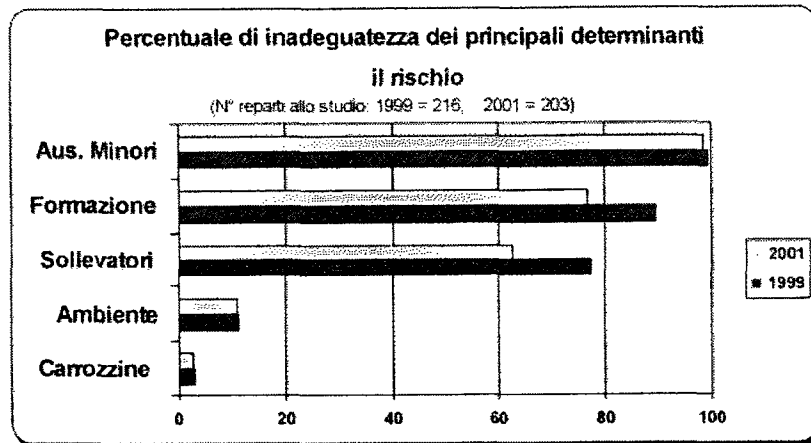
Sinteticamente questi aspetti sono rappresentati da:

- a) removibilità dei braccioli
- b) ingombro, sia verticale che orizzontale, dello schienale
- c) adeguata frenabilità
- d) larghezza che non deve risultare superiore a 70 cm.

### **3. L'indice di rischio**

Rappresenta l'integrazione di tutti gli aspetti ergonomici considerati in una formula matematica così come presentata da Menoni (1999):





**Tab. 1 - Confronto delle percentuali di inadeguatezza dei principali determinanti ergonomici del rischio da movimentazione pazienti rilevati nel 1999 (n° = 216) e nel 2001 (n° = 220)**

$$MAPO = (NC/Op \times FS + PC/Op \times FA) \times FC \times Famb \times FF$$

Dove NC = numero medio di pazienti totalmente non collaboranti dal punto di vista motorio, Op = numero di operatori presenti nei tre turni di lavoro, PC = numero medio di pazienti parzialmente non collaboranti dal punto di vista motorio, FA = fattore ausili minori, FC = fattore carrozzine, Famb = fattore ambiente e FF = fattore formazione. Per l'attribuzione e il calcolo dei diversi fattori si rimanda a Menoni (1999). Interessante appare, ai fini di questa relazione, evidenziare quali sono i fattori ergonomici più carenti negli ospedali indagati. Nella tabella 1 sono riportati sinteticamente i risultati dei due studi multicentrici.

Il numero di addetti alla movimentazione dei pazienti per ogni reparto, diversamente da alcune ipotesi di partenza, è risultato nella maggior parte dei casi adeguato. Questo elemento dell'organizzazione del lavoro è stato, con il nuovo decreto per l'accreditamento delle strutture sanitarie, stigmatizzato laddove si determinano dei parametri di vincolo in relazione ai minuti di assistenza infermieristica per paziente e per tipologia di reparto: in sostanza si determina a priori l'organico del reparto in relazione alla sua tipologia.

#### 4. Conclusioni

Rispetto a quanto indicato in letteratura questo metodo di valutazione del rischio da movimentazione manuale pazienti nei reparti di degenza, traslascia alcuni aspetti di cui forse il più rilevante appare essere quello psicosociale. Non deve essere dimenticato tuttavia che anche la movimentazione dei carichi non è stata considerata così

come i rischi derivanti da posture incongrue che sono da mettere in relazione in modo particolare all'ergonomia dei letti di degenza. Nonostante questi elementi siano di fatto esclusi dalla valutazione, perché ritenuti residuali al sovraccarico biomeccanico indotto dalla movimentazione pazienti, i risultati relativi allo studio dell'associazione fra MAPO index e lombalgie acute, appaiono consistenti.

Da un punto di vista ergonomico generale, ogni fattore considerato nel calcolo dell'indice può essere considerato come moltiplicatore o demoltiplicatore sia della frequenza delle azioni di trasferimento manuale che del sovraccarico biomeccanico al rachide lombare.

Sicuramente questo metodo non è applicabile in tutta l' "area sanitaria" delle strutture di degenza e cura e per tale motivo sono in corso studi per mettere a punto metodologie di valutazione del rischio da movimentazione carichi in grado di rispondere a esigenze specifiche. Si pensi ad esempio ai blocchi operatori dove il carico oggetti e le operazioni di traino spinta sono molto frequenti.

Da un punto di vista pratico tuttavia questo strumento consente di rispondere appieno all'esigenza normativa attuale, sintetizzata nei titoli III e V del D.Lgs. 626/94, e di cogliere tutti quegli elementi ergonomici richiamati nel titolo I dello stesso decreto legislativo.

È indubbio che questo metodo di valutazione del rischio da movimentazione pazienti può favorire un approccio alla risoluzione dei problemi di tipo microergonomico ma è necessario, in accordo con le tesi di Hendrick (1995), un suo sostegno attraverso l'implementazione di un sistema anche di tipo macroergonomico. Per tali motivi sono in corso ricerche, in particolare nel campo dell'economia sanitaria, i cui risultati potranno essere utilizzati al fine di determinare una crescita culturale, sul problema specifico, a livello del management.

D'altro canto lo stato attuale delle conoscenze non permetteva scelte diverse da quella attuata: costruire un indice sintetico del rischio da movimentazione pazienti e identificare i fattori con maggior disergonomie per orientare scelte strategiche di intervento. L'ottica dell'intervento anche di tipo macroergonomico appare però una scelta obbligata per poter coniugare tutti quegli elementi che concorrono all'erogazione di un servizio di assistenza al paziente adeguato alle esigenze dei singoli e nel contempo funzionale alla struttura in cui si opera.

### **Bibliografia**

- ARAD, D. AND RYAN, M.D., 1986, The incidence and prevalence in nurses of low back pain. *Australian Nurses Journal*, 16 , 44-48.
- BATTEVI, N., CONSONNI, D., RICCI, M.G., MENONI, O., OCCHIPINTI, E., COLOMBINI, D., 1999, L'applicazione dell'indice sintetico di esposizione nella movimentazione manuale pazienti: prime esperienze di validazione, *La Medicina del Lavoro*, 90 (2), 256-275.

- BORDINI, L., MOLTENI, G. AND BOCCARDI, S., 1999, Epidemiologia delle alterazioni muscolo scheletriche da sovraccarico biomeccanico del rachide nella movimentazione manuale pazienti. *La Medicina del Lavoro*, 90 (2), 103-116.
- COLOMBINI, D., CIANCI, E., PANCIERA, D., MARTINELLI, M., VENTURI, E., GIANMARTINI, P., RICCI, M.G., MENONI, O., BATTEVI, N., 1999, La lombalgia acuta da movimentazione manuale nei reparti di degenza: dati di prevalenza e incidenza, *La Medicina del Lavoro*, 90(2), 229-243.
- COLOMBINI, D., OCCHIPINTI, E., FRIGO, C., VOLPE, V., 1989, Posture di lavoro e patologia del rachide negli infermieri di un ospedale geriatrico, *Atti del seminario nazionale "Lavoro e Patologia del Rachide"* (Milano: Tip. Presscolor), 443-466.
- COLOMBINI, D., RIVA, D., LUE', F., NAVA, C., PETRI, A., BASILICO, S., LINZALATA, M., MORSELLI, G., COTRONEO, L., RICCI, M.G., MENONI, O., BATTEVI, N., 1999, Primi dati epidemiologici di esperienze nazionali sugli effetti clinici negli operatori sanitari addetti alla movimentazione manuale di pazienti nei reparti di degenza, *La Medicina del Lavoro*, 90(2), 201 – 228.
- CONSONNI, D., BATTEVI, N.: "L'indice MAPO e la sua relazione con il danno lombare acuto", *Atti del Seminario "La movimentazione manuale dei pazienti in Ospedale"*. (Milano: AO ICP), 22-28.
- DEHLIN, O., 1976, Back symptoms in nursing aides in a geriatric hospital. *Scand.J Rehab Med*, 8, 47-52.
- FUORTES, L.J., SHI, Y., ZHANG, M., ZWERLING, C., SCHOOTMAN, M., 1994, Epidemiology of back injury in university hospital nurses from review of workers' compensation records and a case-control survey. *Journal Occupational Medicine*, 36 (9), 1022-6.
- GAGNON M.: Evaluation of forces on the lumbo-sacral joint and assesment of work and energy transfers in nursing aides lifting patient. *Ergonomics* 1986, 29(3): 407-421.
- GARG A. :A biomechanical and ergonomics evaluation of patient transferring tasks: bed to weelchair and weelchair to bed: *Ergonomics*, 1991, 34 (3): 289-312.
- HERRIN GD : Prediction of overexertion injuries using biomechanical and psychophysical models. *AIHAJ* 1986;47; 322-330.
- HENDRICK, HW (1995) Future directions in macroergomics. *Ergonomics*, 38, n 8: 1617-1624
- HIGNET, S., and MCATAMNEY, L., 2000, Rapide entire Body assesment (REBA), *Applied Ergonomics*, 31, 201– 205
- JENSEN, J., 1990, Back injuries among nursing personnel related to exposure. *Applied Occupational Envir. Hygiene*, 5 (1), 38-45.
- KARKU, O., KANSI, P., KUORINKA, I., 1977, Correcting working postures in industry: a practical method for analysis, *Applied Ergonomics*, 8, 199 – 201.
- KNIBBE, J.J., KNIBBE, N.E., 1996, Back pain. How nurses can identify and prevent the problem? *Review of Enferm.*, 19, 57-64.

- MARENA, C., GERVINO, D., 1997, Studio epidemiologico sulla prevalenza della lombalgia nel personale sanitario esposto a movimentazione manuale dei carichi. *G. Ital. Med. Lav. Erg.*, 19 (3), 89-95.
- MENONI, O. (1999) La movimentazione manuale dei pazienti nei reparti di degenza delle strutture sanitarie. *Med Lav*, 90, n 2; 96-435.
- MENONI, O. (1999) Valutazione dell'esposizione ad attività di movimentazione manuale dei pazienti nei reparti di degenza: metodi, procedure, indice di esposizione (MAPO). *Med Lav*, 90, n 2; 152-172.
- MENONI, O., 2003, L'indice MAPO: considerazioni metodologiche dopo sei anni di esperienze sul campo. *Atti del Seminario "La movimentazione manuale dei pazienti in Ospedale"*. (Milano: AO ICP), 1-7.
- MENONI, O., RICCI, M.G., PANCIERA, D., BATTEVI, N., 2004, in *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods* (CRC Press), 16-1, 16-11.
- MENONI, O., RICCI, M.G., PANCIERA, D., BATTEVI, N., COLOMBINI, D., OCCHIPINTI, E., GRIECO, A., 1999, La movimentazione manuale dei pazienti nei reparti di degenza delle strutture sanitarie: valutazione del rischio, sorveglianza sanitaria e strategie preventive, *La Medicina del Lavoro*, 90 (2).
- ONO, Y., LAGERSTROM, M., 1995, Reports of work related musculoskeletal injury among home care service workers compared with nursery school workers and the general population of employed women in Sweden. *Occupational and Environmental Medicine*, 52, 686-693.
- RADWIN, R.G., MARRAS, W.S., LAVENDER, S.A., 2001, Biomechanical aspects of work-related musculoskeletal disorders. *Theoretical Issues in Ergonomics sciences*, 2 (2), 153-217.
- ROYAL COLLEGE OF NURSING, 1996, *Manual Handling Assessment in hospital community. An RCN Guide* (London: RCN Nurses).
- SMEDLEY, J., EGGER, P., COOPER, C., COGGON, D., 1997, Prospective cohort study of predictors of incident low back pain in nurses., *British Medical Journal*, 314 (7089): 1225-1228.
- STOBBE, T.J., PLUMMER, R., 1988, Incidence of Low Back Injuries Among Nursing Personnel as a Function of Patient Lifting Frequency. *Journal of Safety Research*, 19: 21-28.
- ULIN SS, CHAFFIN-DB : A biomechanical analysis of methods used for transferring totally dependent patients". *SCI Nurs*. 1997; 14(1): 19-27.
- VIDEMAN, T., NURMINEN, M., TOLA, S., 1984, Low back pain in Nurses and some loading factors of works. *Spine*, 9 (4), 400-404.
- YASSI, A., KHOKHAR, J., TATE, R., COOPER, J., SNOW, C., VALLENTYNE, S., 1995, The epidemiology of back injuries in nurses at a large Canadian tertiary care hospital: implication for prevention, *Occupational Medicine*, 45(4), 215-220

## ***Uso della simulazione ad eventi discreti per la valutazione dell'affaticamento di operatori adibiti a compiti manuali ripetitivi in una linea di assemblaggio***

**ORNELLA BENEDETTINI - GIOVANNI MUMMOLO**

Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Gestionale - Politecnico di Bari  
Viale Japigia, 182, 70126 Bari - Tel. 080/5962758 - E-mail: mummolo@poliba.it

**RIASSUNTO:** *è proposto un approccio che, basandosi su di una valutazione dinamica dei fattori di rischio ergonomico, consente di integrare gli aspetti ergonomici nella progettazione di un sistema di produzione. L'approccio è sviluppato con riferimento ad un caso studio teorico relativo ad una linea di produzione.*

*La variabilità del ritmo di produzione di un operatore è descritta in un modello analitico in funzione dello stato degli altri elementi del sistema. Tale comportamento è riprodotto all'interno di un modello di simulazione rappresentativo dell'intera linea. Mediante simulazione sono poste a confronto le prestazioni produttive ed ergonomiche corrispondenti a differenti condizioni di funzionamento e configurazioni progettuali della linea. Le prestazioni ergonomiche sono valutate attraverso l'applicazione del metodo NIOSH, ma l'approccio è estendibile all'impiego anche di altre metodologie.*

*I risultati ottenuti, sebbene strettamente riferibili al caso preso in esame, mostrano le potenzialità della simulazione come strumento di integrazione dei fattori ergonomici nella progettazione dei sistemi produttivi. Nell'approccio proposto trova infine riscontro la necessità di basare la simulazione dei sistemi produttivi su di una modellizzazione dinamica del comportamento degli operatori, necessità questa peraltro già presente in ambito scientifico.*

### **1. Introduzione**

Il fallimento del paradigma di fabbrica completamente automatizzata restituisce centralità al ruolo di operatori umani negli ambienti di produzione.

La complessità dei processi produttivi e la turbolenza dei mercati sono contrastate attualmente anche facendo ricorso alle caratteristiche di flessibilità dei lavoratori che per la loro capacità di destrezza manuale e "decision making" rappresentano ancora oggi la più conveniente "opzione tecnologica" fra quelle disponibili [Parker e Wall, 1996; Mital ed al., 1999].

L'opzione è esercitata sia nelle produzioni "job shop", contraddistinte da varietà di mix e ridotti volumi di produzione, sia nelle produzioni "per prodotto", caratterizzate da maggiori cadenze produttive e da contenuta variabilità di mix. In questo ultimo ambito, in particolare, le linee flessibili di fabbricazione e assemblaggio rappresentano un efficace compromesso fra elasticità e versatilità della produzione [Heilala e Voho, 2001]. Nelle linee flessibili di produzione gli operatori sono adibiti a compiti

di tipo ripetitivo sia di supporto alla esecuzione automatica di fasi di processo (es. carico-scarico pezzi) sia di esecuzione manuale di operazioni, specie negli ultimi stadi della linea solitamente rappresentati dal montaggio di parti.

Nei sistemi in linea le cadenze produttive sono imposte dai tempi ciclo che devono essere compatibili con i programmi di produzione. I sistemi sono concepiti per operare in modo regolare ovvero cadenzando in modo sincrono e fasato l'avanzamento del prodotto lungo la linea.

Tuttavia, tale regolarità è spesso disattesa nella realtà a causa di fenomeni dinamici che modificano il tasso di produzione della linea. Simili circostanze si possono infatti manifestare in presenza di guasti o manutenzioni programmate di centri di lavoro, in corrispondenza di cambi-turno ovvero di pause di lavoro programmate. Irregolarità delle cadenze produttive possono essere "imposte" dalle componenti "hardware" del sistema produttivo alla componente "uomo" che, pertanto, deve adeguare i propri ritmi di produzione a quelli del sistema.

Le produzioni meccanico-manifatturiere richiedono spesso movimentazioni manuali dei pezzi che, per quanto precedentemente osservato, possono manifestarsi secondo frequenze non costanti nel tempo e la cui variabilità dipende dalle irregolarità produttive della linea. Simile circostanza, quando accentuata, compromette la significatività dei risultati di analisi del rischio condotta per accertare la compatibilità di sforzi, durate, frequenza ed ergonomia delle postazioni di lavoro manuale con la salute dei lavoratori. Infatti, i metodi ed i criteri più accreditati ed impiegati per simili valutazioni [Waters ed al., 1994; Snook e Ciriello, 1991; UNI-EN1005-2; ISO 11228-1; Rovetta, 2004] fondano la loro efficacia su valutazioni medie dei fattori di rischio a fronte delle fisiologiche ed inevitabili irregolarità di funzionamento della linea.

Lo studio delle variabilità dinamiche (nel tempo) e stocastiche delle prestazioni dei sistemi produttivi è da tempo affrontato facendo ricorso alla simulazione dei sistemi. In particolare, nelle produzioni "per parti", la simulazione ad eventi discreti riproduce nel tempo il comportamento della linea monitorando gli istanti e le durate di ogni ciclo di lavoro, manuale o automatizzato; questa modalità di simulare ciascuna stazione della linea ed il sistema nel suo complesso si rivela uno degli strumenti più efficaci ma poco utilizzati per finalità ergonomiche.

Da queste premesse trae origine il presente lavoro. Esso è finalizzato ad evidenziare come con l'uso della simulazione possano essere modellizzate le irregolarità e la dinamica dei sistemi produttivi con particolare riferimento alle linee di produzione e gli effetti che detti fenomeni dinamici inducono in operatori adibiti a compiti manuali. Tale analisi è condotta nel lavoro con riferimento ad un caso di studio teorico, preso a riferimento al solo scopo di dimostrare le potenzialità dell'approccio simulativo proposto.

## **2. Un modello di rappresentazione della variabilità del ritmo produttivo di un operatore in una linea di produzione**

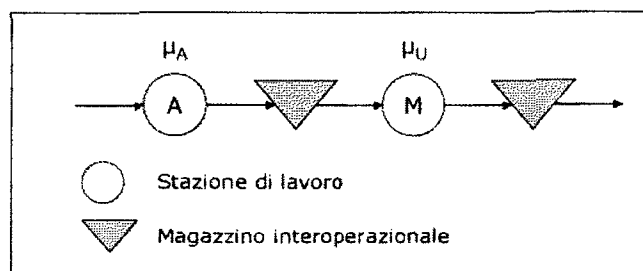
Il comportamento di operatori adibiti alla esecuzione manuale di compiti ripetitivi in una linea di produzione dipende da fattori casuali e da fattori sistematici. I primi

inducono stocasticità della prestazione dell'uomo ovvero una variabilità attorno ad un comportamento "medio". I secondi sono invece determinati da fattori personali (skill, learning, affaticamento) [Furnham, 1992], ambientali (es. microclima, rumore) [Baines e Mason, 2001] ed organizzativi.

Nel seguito si propone un modello analitico finalizzato a riprodurre la variazione nel tempo delle prestazioni medie di un operatore, variazione ipotizzata essere indotta solo dal suo comportamento all'interno di una linea di produzione. Osservazioni di campo mostrano che il comportamento di un operatore è legato al funzionamento dell'intera linea che imprime e condiziona il comportamento dell'operatore.

Allo scopo si consideri una linea di produzione costituita da stazioni di lavoro automatizzate e stazioni di lavoro manuali. Magazzini interoperazionali sono collocati lungo la linea ed interposti fra stazioni adiacenti. Si osserva che all'aumentare del livello del magazzino a monte di una stazione manuale ed in presenza concomitante di bassi livelli di magazzino a valle, l'operatore tende ad aumentare il proprio ritmo di produzione per evitare sia la saturazione del magazzino di monte sia l'assenza di pezzi nelle stazioni a valle. L'operatore cambia comportamento (rallenta il ritmo produttivo) nelle circostanze in cui il livello del magazzino di valle tende a raggiungere il proprio limite di capacità e quello di monte è prossimo a svuotarsi.

Siffatto comportamento può essere analizzato per un gran numero di casi reali attraverso lo schema di linea di produzione riportato in figura 1. Con A ed M si è indicato rispettivamente una stazione automatizzata ed una stazione manuale. La stazione automatizzata alimenta la stazione manuale attraverso un magazzino interoperazionale; un secondo magazzino è presente a valle della stazione manuale. Con  $\mu_A$  e  $\mu_U$  si sono indicati il ritmo di produzione della stazione automatizzata ed il ritmo di produzione medio della stazione manuale, rispettivamente.



**Fig. 1 - Schema di linea di produzione in cui una stazione manuale (M) è alimentata da una stazione automatizzata (A) e dotata di magazzini interoperazionali a monte ed a valle**

Il comportamento del sistema produttivo è analogo a quello di un sistema impiantistico (figura 2) costituito da un impianto "piping" che trasferisce fluido fra due serbatoi

contigui con velocità che dipende dal grado di apertura di una valvola. I serbatoi hanno capacità finita. La stazione automatizzata e la stazione manuale sono assimilabili a valvole di regolazione mentre i magazzini interoperazionali fungono da serbatoi per il sistema produttivo.

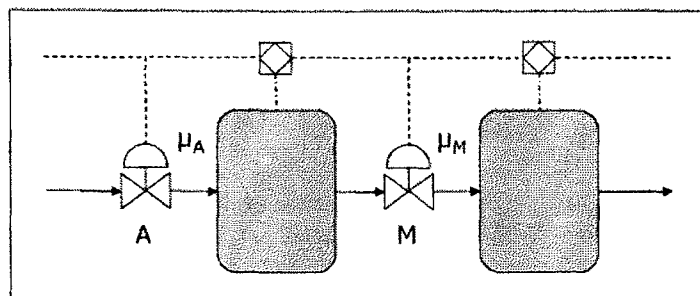


Fig. 2 - Rappresentazione analogica di linea di produzione come un sistema "piping"

La valvola che corrisponde alla stazione automatizzata è caratterizzata da un grado di apertura costante e fissato dalla cadenza produttiva della linea ( $\mu_A = \mu_L = \text{cost}$ ). Nel caso della stazione manuale, invece, l'apertura della valvola è regolata dai livelli istantanei del fluido all'interno dei serbatoi a monte ed a valle: a maggiori differenze fra i due livelli corrispondono maggiori gradi di apertura. Con simile comportamento, la valvola che riproduce il comportamento dell'uomo tende ad uniformare i livelli nei serbatoi. Si assume che, nel caso di uguaglianza fra i livelli dei magazzini a monte ed a valle, la stazione manuale lavori ad un ritmo pari al tasso di produzione della linea ( $\mu_U = \mu_A = \mu_L$ ). Si ipotizza altresì che il ritmo produttivo della stazione manuale aumenti proporzionalmente con la differenza fra il livello di riempimento del magazzino a monte e quello del magazzino a valle. Si suppone infine che il ritmo di produzione  $\mu_U$  si riduca rispetto al valore  $\mu_L$  quando il livello del magazzino a monte scende al di sotto del livello del magazzino a valle sino a raggiungere il valore  $\mu_U = 0$  (la stazione si ferma) quando il magazzino a valle è pieno ed il magazzino a monte è vuoto. In relazione a tali ipotesi, lo stato del sistema al tempo  $t$  definisce il ritmo di produzione della stazione manuale secondo l'espressione:

$$\mu_U(t) = \mu_L \times \left\{ 1 + \frac{\Delta L(t)}{L_{V_{\max}}} \right\}$$

ove, oltre ai simboli di significato noto, si è posto:

$$\Delta L(t) = L_m(t) - L_v(t);$$

$L_m(t)$ ,  $L_v(t)$  : livello di riempimento dei magazzini a monte ( $L_m$ ) ed a valle ( $L_v$ )



della stazione manuale;

$Lv_{max}$  : capacità del magazzino a valle della stazione manuale.

Aumenti del ritmo produttivo sono tuttavia vincolati alle capacità dell'operatore:  $\mu_U$  può crescere al crescere di  $\Delta L$  sino al raggiungimento di un valore massimo  $\mu_{Umax}$  che corrisponde alla migliore prestazione che l'operatore è in grado di fornire. In generale,  $\mu_{Umax}$  può trovarsi sia al di sopra sia al di sotto del ritmo produttivo massimo definito nella (1) per  $\Delta L(t) = \Delta L_{max}$ .

Esso è legato al ritmo della linea  $\mu_L$  dalla seguente relazione:

$$\mu_{Umax} = \Lambda \times \mu_L \quad \text{con: } \Lambda = \lambda_1 \times \lambda_2$$

$$\Lambda, \lambda_1, \lambda_2 \geq 1$$

ove  $\lambda_1$  è un coefficiente di sicurezza che tiene conto, in fase di bilanciamento della linea, della variabilità stocastica dell'operatore;  $\lambda_2$  tiene invece conto del fatto che il bilanciamento non è mai perfetto e che quindi margini di inattività della stazione manuale sono comunque presenti.

L'andamento appena descritto per il ritmo di produzione  $\mu_U$  è rappresentato in figura 3. Si osserva che  $\mu_U$  aumenta linearmente al crescere del  $\Delta L$  ed è limitato superiormente dal ritmo produttivo massimo  $\mu_{Umax}$ .

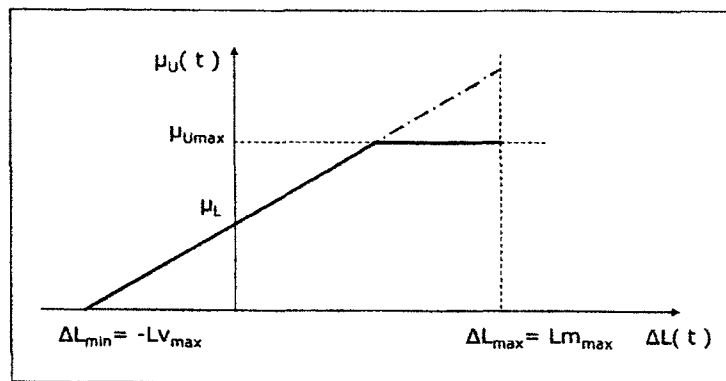


Fig. 3 - Andamento del ritmo produttivo di una stazione manuale in funzione dei livelli di riempimento dei magazzini interoperazionali a monte ed a valle

La determinazione del ritmo di produzione  $\mu_U$  è riconducibile ad uno dei seguenti 2 casi:

i) se  $Lm(t) = 0$  v  $Lv(t) = Lv_{max}$

allora:

$$\mu_U(t) = 0$$

ii) se  $0 < L_m(t) \leq L_{m_{max}} \wedge 0 \leq L_v(t) < L_{v_{max}}$

allora:

$$\begin{aligned} \mu_U(t) &= \min \left\{ \mu_{U_{max}}, \mu_L \left( 1 + \frac{|\Delta L|}{|\Delta L_{min}|} \right) \right\} & \text{se } \begin{array}{l} \Delta L(t) > 0 \\ (L_m(t) > L_v(t)) \end{array} \\ \mu_V(t) &= \mu_L & \text{se } \begin{array}{l} \Delta L(t) = 0 \\ (L_m(t) = L_v(t)) \end{array} \\ \mu_U(t) &= \mu_L \left( 1 - \frac{|\Delta L|}{|\Delta L_{min}|} \right) & \text{se } \begin{array}{l} \Delta L(t) < 0 \\ (L_m(t) < L_v(t)) \end{array} \end{aligned}$$

### 3. La simulazione “ad eventi discreti” come strumento di supporto all’analisi del rischio

#### 3.1 La tecnica della simulazione “ad eventi discreti”

La simulazione è ampiamente impiegata come strumento di supporto alle scelte progettuali. Mediante la simulazione è possibile infatti porre a confronto differenti alternative progettuali sulla base delle prestazioni previste per il sistema [Sadoun, 2000]. I sistemi produttivi sono spesso modellizzati in simulatori “ad eventi discreti” [Carrie, 1988]. La complessità raggiunta da questi sistemi con lo sviluppo tecnologico è tale da far risultare in molti casi la simulazione come l’unico strumento in grado di consentire l’analisi delle prestazioni. L’approccio “ad eventi discreti” (DES – Discrete Event Simulation) consiste nel rappresentare l’evoluzione nel tempo del sistema produttivo attraverso una serie di eventi che cambiano lo stato di uno o più elementi del sistema (macchine, operatori, magazzini,...) [Banks ed al., 1996]. Il sistema produttivo è descritto in un modello computerizzato dall’insieme delle relazioni logiche che causano cambiamenti dei valori delle variabili di stato, e quindi dello stato del sistema, in istanti di tempo discreti. In alternativa, mediante un approccio “continuo” si sceglierebbe di porre in relazione i cambiamenti di stato del sistema produttivo con il trascorrere del tempo. La rappresentazione “ad eventi discreti” appare in generale più adatta per i sistemi produttivi. A conferma di ciò, si consideri che gran parte dei software commerciali di simulazione disponibili per le aziende manifatturiere sono basati sull’approccio DES.

Indipendentemente dalla tecnica implementata, simulazioni riferite a sistemi produttivi si occupano di valutare prestazioni propriamente logistiche come, ad esempio, il WIP, il grado di utilizzazione delle risorse, i costi diretti ed indiretti di produzione. L’ergonomia della postazione di lavoro è presa in esame soltanto a valle della progettazione del sistema produttivo, ossia quando tutti gli elementi del sistema (macchine, magazzini, attrezzature, sistemi di movimentazione) sono già stati dimensionati. Gli operatori sono rappresentati all’interno dei modelli di simulazione impiegati per la progettazione dei sistemi produttivi unicamente come risorse di produzione: ad essi sono pertanto assegnati una capacità limitata ed una o più operazioni da svolgere

all'interno del processo secondo una serie di regole di priorità [Baines e Kay, 2002]. Le possibilità di intervento dell'analisi ergonomica sono pertanto spesso limitate ai metodi di lavoro o agli elementi della postazione [Zülch e Vollstedt, 2000].

Nel paragrafo successivo si mostrerà mediante un esempio come la tecnica della simulazione sia in grado di integrare gli aspetti ergonomici nella progettazione dei sistemi di produzione. Si metterà in evidenza che tali applicazioni possono tuttavia essere realizzate soltanto a partire da una adeguata modellizzazione del "fattore uomo" nei contesti produttivi.

### *3.2 Un esempio di applicazione alla progettazione ergonomica in una linea di produzione*

La simulazione è applicata di seguito all'analisi ergonomica di una stazione manuale in una linea di produzione. I rischi di sovraccarico biomeccanico per l'operatore sono valutati in maniera dinamica al variare delle condizioni di funzionamento della linea. Il caso proposto, sebbene teorico, è esemplificativo di una possibile realtà industriale.

Si consideri la stazione finale di una linea monoprodotto in un'azienda manifatturiera che produce componenti automobilistici. Il ciclo di lavoro svolto nella stazione è completamente manuale; il prodotto finito è sottoposto ad una serie di controlli ed all'assemblaggio di minuterie di vario tipo (particolari metallici e/o plastici, tappini, coperture).

Il prodotto è reso disponibile all'operatore in cassette poste a lato del banco di lavoro; ciascuna cassetta può contenere 6 pezzi, sistemati in opportuni vani. L'operatore preleva uno per volta i 6 pezzi per poggiarli sul banco di lavoro ove sono presenti altrettanti supporti, sagomati per la forma del prodotto. Al termine delle operazioni di controllo e di assemblaggio delle minuterie, i pezzi sono riposti nella medesima cassetta da cui sono stati prelevati. L'allontanamento del prodotto dalla stazione è effettuato sul lato opposto rispetto al prelievo e perciò l'operatore deve spostare la cassetta da una parte all'altra del banco di lavoro prima di potervi riporre i pezzi. A ciascuna posizione nella cassetta corrisponde il posizionamento del pezzo su di un assegnato supporto sul banco di lavoro; tale corrispondenza risulta simmetrica per le fasi di prelievo e di deposizione dei pezzi.

Si supponga che la stazione in esame sia collocata nella linea di produzione immediatamente a valle di una stazione automatizzata. Il prodotto è trasferito fra le due stazioni 3 cassette per volta. Si supponga che la linea abbia una cadenza produttiva di 1.2 pezzi/minuto; in condizioni di progetto, la stazione manuale è quindi rifornita ogni 15 minuti. Le 3 cassette trasferite insieme sono sovrapposte in maniera tale da presentarsi all'operatore in un'unica pila. Si istituisce pertanto un ciclo che vede l'operatore prelevare i pezzi da lavorare prima dalla cassetta in cima alla pila, poi dalla cassetta intermedia ed infine dalla cassetta a contatto con il pavimento. Durante il medesimo ciclo, l'operatore sovrappone in ordine inverso le 3 cassette per deporvi i pezzi al termine della lavorazione.

È prevista la possibilità di accumulo del prodotto in ingresso alla stazione. La capacità di questo magazzino interoperazionale a monte è definita come caratteristica progettuale della linea. Il completamento di una pila di tre cassette a valle della postazione di lavoro determina l'allontanamento del prodotto dalla stazione. La capacità del magazzino interoperazionale a valle è di 18 pezzi.

La postazione di lavoro e la geometria del compito sono rappresentate in figura 4 nelle due viste verticale (figura 4-a) e frontale (figura 4-b). In figura 4-a si sono numerati i pezzi coinvolti nel medesimo ciclo di lavoro da 1 a 6 in maniera tale da mettere in evidenza la corrispondenza fra le posizioni nella cassetta in fase di prelievo, sul banco di lavoro durante la lavorazione e nuovamente nella cassetta in fase di deposizione. In figura 4-b è mostrato come i pezzi possono essere prelevati e depositi in una fra 3 cassette impilate.

In relazione alle caratteristiche del compito, i principali rischi di natura ergonomica presenti nella stazione risultano dalla necessità per l'operatore di sollevare i pezzi per posizionarli sul banco di lavoro e, successivamente, per deporli nella cassetta. Un peso dei pezzi di circa 4 kg identifica come idoneo strumento di analisi ergonomica il metodo NIOSH.

Nell'applicazione del metodo, a movimenti di prelievo di pezzi differenti da una medesima cassetta corrispondono differenti valori della distanza orizzontale (H) e dell'angolo di asimmetria (A); movimenti riferiti a pezzi che occupano la medesima posizione in cassette sovrapposte presentano differenti valori sia dell'altezza di prelievo (V) sia del percorso verticale (D). Il metodo è descritto nel dettaglio in [Waters ed al., 1994]; a titolo di esempio si riportano i valori dei suddetti parametri con riferimento al movimento di prelievo del pezzo 1. Dalla simmetria del sistema, i valori di H, A e D coincidono con quelli del movimento di riposizionamento del pezzo 3. I movimenti con cui i pezzi vengono depositi nella cassetta alla fine del ciclo devono tuttavia essere considerati separatamente dai movimenti di prelievo poiché sono tutti realizzati a partire dall'altezza (V) del banco di lavoro.

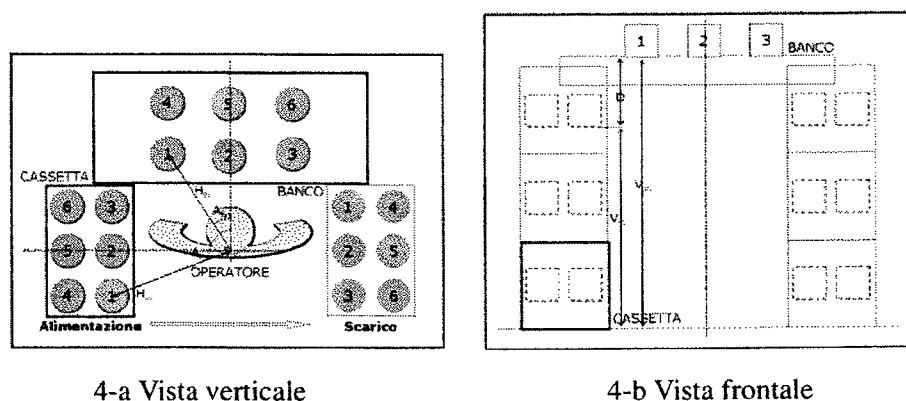


Fig. 4 - Postazione di lavoro e geometria del compito

Il metodo NIOSH è stato pertanto applicato calcolando il "Composite Lifting Index" (CLI) risultante dalla combinazione di 36 tipi di movimenti differenti eseguiti dall'operatore durante il turno lavorativo, di cui 18 movimenti di sollevamento e 18 di abbassamento. In una prima fase, il fattore di frequenza (FM) è stato determinato in condizioni statiche, considerando ciascun tipo di movimento effettuato una volta ogni 15 minuti. In tabella 1 è riportato il foglio di analisi del compito secondo la procedura "multitask" del NIOSH. Il CLI del compito è stato valutato pari a 1.009.

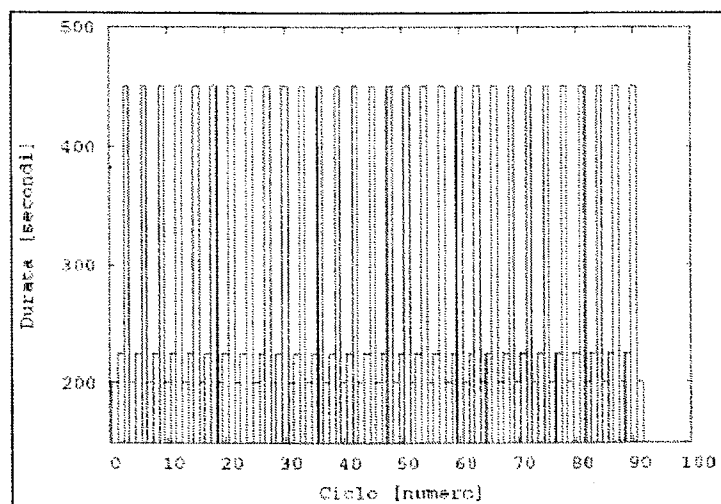
Il valore del CLI è stato ricalcolato assumendo per la stazione manuale un ritmo di lavoro variabile in funzione del livello dei magazzini a monte ed a valle secondo il modello proposto al paragrafo 2. Il ritmo produttivo massimo  $\mu_{Umax}$  è stato fissato come pari ad 1.8 pezzi/minuto. Tale valutazione è stata effettuata sull'intero turno lavorativo ed in relazione a differenti condizioni di funzionamento della linea. Al fine di distinguere all'interno del turno periodi caratterizzati da ritmi di lavoro differenti, il CLI è stato calcolato minuto per minuto durante il turno valutando la frequenza di ciascun movimento come frequenza media sui 15 minuti successivi. Si sono così ottenuti 436 valori del CLI per l'intero turno (8 ore da cui si è sottratta mezz'ora di pausa). Il funzionamento della linea è stato riprodotto in un modello di simulazione codificato in FORTRAN 77. Per ovvie ragioni di complessità computazionale, nel codice di simulazione si è integrato anche il calcolo del CLI.

STEP 1: Raccolta dei dati												
Tipo mov	Peso [kg]	Posizione presa [cm]				Dist. verticale [cm]	Angolo esimm. [gradi]		Freq. [solli./min.]	Durata [ore]	Preso	
		Inizio mov.		Fine mov.			Inizio mov.	Fine mov.				
	L	H	V	H	V	D	A	A	F			
1	4	45	10	40	100	90	111	33	0.07	8	Buona	
2	4	42	10	34	100	90	90	0	0.07	8	Buona	
3	4	45	10	40	100	90	69	33	0.07	8	Buona	
4	4	60	10	56	100	90	105	23	0.07	8	Buona	
5	4	58	10	52	100	90	90	0	0.07	8	Buona	
6	4	60	10	56	100	90	75	23	0.07	8	Buona	
7	4	45	42	40	100	58	111	33	0.07	8	Buona	
8	4	42	42	34	100	58	90	0	0.07	8	Buona	
9	4	45	42	40	100	58	69	33	0.07	8	Buona	
10	4	60	42	56	100	58	105	23	0.07	8	Buona	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
36	4	56	100	60	74	26	23	55	0.07	8	Buona	
STEP 2: Calcolo di FIRWL, STRWL, FILI, STLI per ciascun compito												
Tipo mov	LCxHMxVMxDMxAM					FIRWL x FM	STRWL	FILI=L/FIRWL	STLI=L/STRWL	N. Mov		
1	30	0.56	0.81	0.87	0.65	7.5	0.83	6.26	0.53	0.64	9	
2	30	0.60	0.81	0.87	0.72	8.9	0.83	7.41	0.45	0.54	20	
3	30	0.56	0.81	0.87	0.78	9.1	0.83	7.57	0.44	0.53	22	
4	30	0.42	0.81	0.87	0.66	5.8	0.83	4.84	0.69	0.83	1	
5	30	0.43	0.81	0.87	0.72	5.4	0.83	5.36	0.62	0.75	2	
6	30	0.42	0.81	0.87	0.76	6.7	0.83	5.54	0.60	0.72	4	
7	30	0.56	0.90	0.90	0.65	8.7	0.83	7.23	0.46	0.55	18	
8	30	0.60	0.90	0.90	0.72	10.3	0.83	8.55	0.39	0.47	27	
9	30	0.56	0.90	0.90	0.78	7.5	0.83	8.74	0.38	0.46	29	
10	30	0.42	0.90	0.90	0.66	8.9	0.83	5.58	0.60	0.72	6	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
36	30	0.42	0.93	0.99	0.76	8.7	0.83	7.26	0.46	0.55	19	
STEP 3: Calcolo del CLI												
CLI = STLI + $\alpha$ FILI + $\beta$ FILI + ... = 1.009												
mov. 1 - 6 : prelievo dalla cassetta sul pavimento												
mov. 7 - 12 : prelievo dalla cassetta intermedia												
mov. 13 - 18 : prelievo dalla cassetta in cima alla pia												
mov. 19 - 24 : deposizione nella cassetta sul pavimento												
mov. 25 - 30 : deposizione nella cassetta intermedia												
mov. 31 - 36 : deposizione nella cassetta in cima alla pia												
pezzi prelevati/deposti in una cassetta numerati da 1 a 6 come in figura 4-a												

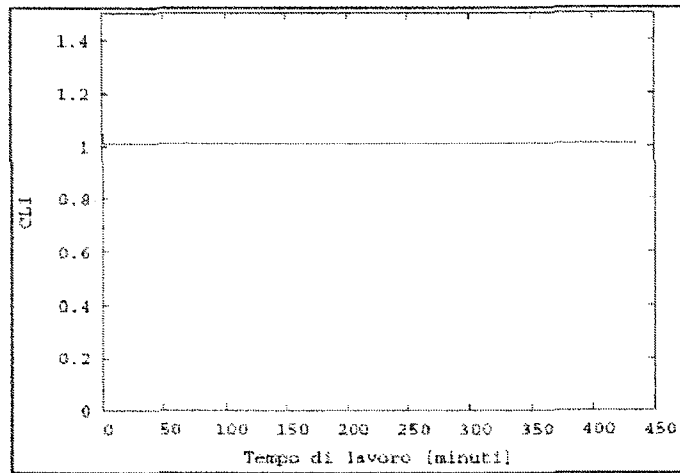
Tabella 1 - Calcolo del "Composite Lifting Index" (CLI) del compito secondo il metodo NIOSH

Il sistema è stato testato dapprima in condizioni di funzionamento stazionarie della linea. Il ritmo di produzione di 1.2 pezzi/minuto è stato imposto come ritmo di funzionamento costante per la stazione automatizzata; si è supposta inoltre non limitata la capacità ricettiva a valle della stazione manuale.

La durata del ciclo di lavoro nella stazione manuale è risultata variabile come riportato in figura 5. Le variazioni riscontrate presentano un andamento regolare e sono comprese tra la durata minima di 200 secondi/ciclo (corrispondente al ritmo produttivo  $\mu_{Umax}$ ) ed una durata massima di 450 secondi/ciclo. Siffatta variabilità del ritmo di lavoro si rivela non avere influenza sulle condizioni di affaticamento dell'operatore, così come esse risultano dal calcolo del CLI. Il CLI si mantiene infatti costante durante il turno di lavoro e continua ad assumere il valore 1.009 (figura 6). Tale risultato mette in evidenza che, quando la linea funziona in condizioni stazionarie, il ritmo di lavoro che essa impone risulta prevalere su quello proprio dell'operatore per l'intero turno. Il magazzino interoperazionale a monte della stazione manuale non contiene mai più di 3 cassette per cui, a parità di WIP nel sistema produttivo all'inizio del turno, le sue dimensioni non hanno influenza sui ritmi di lavoro e sul CLI.



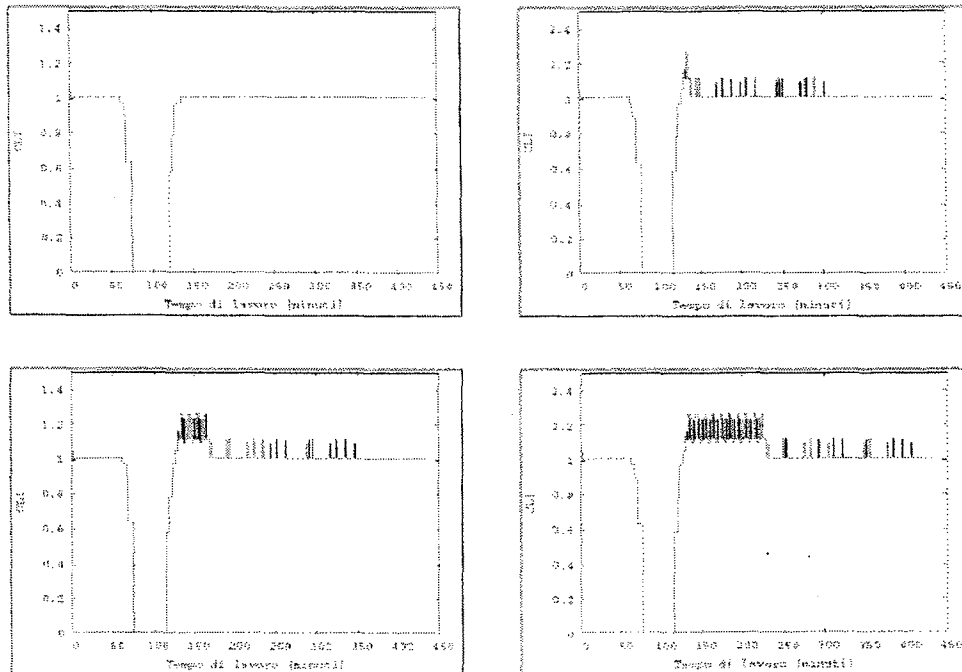
**Figura 5 - Durate simulate del ciclo di lavoro nella stazione manuale nel caso di funzionamento della linea in condizioni stazionarie**



**Figura 6 - Andamento simulato del CLI durante il turno di lavoro nel caso di funzionamento della linea in condizioni stazionarie**

La situazione si mostra differente qualora si verificano condizioni di discontinuità nel funzionamento della linea. In particolare, si è considerata l'eventualità che il prelievo dei pezzi in uscita dalla stazione manuale sia sospeso per un periodo di un'ora (es. a causa di un guasto del sistema di movimentazione). L'andamento del CLI si presenta variabile durante il turno di lavoro come riportato in figura 7.

Il funzionamento regolare del sistema, corrispondente al tratto iniziale in cui il CLI è costante, è interrotto dal verificarsi del guasto. Se l'allontanamento dei pezzi dalla stazione è sospeso, l'operatore si ferma non appena il magazzino a valle si riempie; il CLI si porta pertanto al valore zero. Anche se la stazione manuale è ferma, la stazione automatizzata a monte continua a lavorare sino a saturare la capacità del magazzino interoperazionale fra le due stazioni. La presenza di questo accumulo nel magazzino a monte influenza il ritmo produttivo della stazione manuale al termine del guasto. Si osservi in figura che il CLI si riporta al valore caratteristico 1.009 soltanto dopo un transitorio. Questo transitorio corrisponde di fatto al tempo impiegato dall'operatore per svuotare il magazzino a monte della stazione. L'esistenza di un limite superiore ( $\mu_{Umax}$ ) per il ritmo produttivo impone al CLI di non superare un valore massimo; differenti accumuli da smaltire si traducono pertanto in differenti durate delle condizioni di carico massimo per l'operatore. Il CLI risulta oscillare durante il transitorio poiché i 36 movimenti presi in esame sono eseguiti con una ciclicità inferiore ai 15 minuti. Gli andamenti posti a confronto in figura corrispondono a capacità del magazzino interoperazionale a monte della stazione manuale ( $Lm_{max}$ ) variabili fra 18 e 90 pezzi (ossia fra 3 e 15 cassette).



**Figura 7 - Andamento simulato del CLI durante il turno di lavoro nel caso di un guasto a valle della stazione manuale per capacità di magazzino a monte ( $L_{m_{max}}$ ) pari a 18 pezzi (7-a), 36 pezzi (7-b), 54 pezzi (7-c) e 90 pezzi (7-d)**

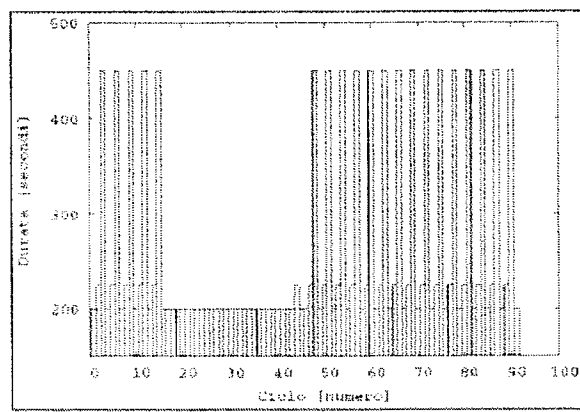
A titolo esemplificativo, in figura 8 si sono riportati i valori simulati della durata del ciclo di lavoro nel caso in cui il magazzino a monte abbia capacità di 90 pezzi. In tal modo si vuole evidenziare la natura del fenomeno da cui risulta l'andamento riscontrato per il CLI, ossia la presenza di un intervallo di tempo in cui l'operatore lavora al suo ritmo produttivo massimo.

A partire dal caso in cui il magazzino a monte ha la capacità minima di 18 pezzi, ad un assegnato aumento di capacità corrisponde un uguale aumento nel volume di produzione della linea durante il turno di lavoro. Il volume di produzione e l'andamento del CLI restano invece invariati quando si porta la capacità del magazzino da 90 a 108 o più pezzi. È evidente, infatti, che una capacità di 90 pezzi è sufficiente ad assorbire l'intera produzione della stazione automatizzata per un'ora per cui oltre questo valore maggiori capacità del magazzino non influenzano la dimensione dell'accumulo.

I due aspetti, produttivo ed ergonomico, presentano due andamenti opposti al variare delle dimensioni del magazzino interoperazionale. A maggiori dimensioni del ma-



gazzino corrisponde infatti la possibilità di far fronte a guasti di maggiore durata senza che ciò abbia effetto sul volume di produzione della linea. Tale prestazione è ottenuta sulla base della flessibilità del ritmo produttivo dell'operatore che, pertanto, è soggetto ad un aumento del carico di lavoro al termine del guasto. L'integrazione del fattore ergonomico nella progettazione del sistema risulta in un dimensionamento del magazzino effettuato sulla base del più opportuno trade-off fra prestazioni produttive e prestazioni ergonomiche della linea.



**Figura 8 - Durate simulate del ciclo di lavoro nella stazione manuale nel caso di un guasto a valle della stazione manuale ( $L_{m_{max}} = 15$  pezzi)**

#### **4. Conclusioni**

Nel presente lavoro si è proposto un approccio integrato, analitico e simulativo, per descrivere il comportamento di un operatore adibito ad operazioni manuali in una linea di produzione. In particolare, dopo aver proposto un modello di descrizione della variabilità del ritmo di produzione dell'operatore dallo stato del Work-in-Progress (livelli di magazzino) è stato realizzato un modello di simulazione atto a riprodurre il comportamento dell'intero sistema produttivo. In particolare è stato possibile valutare le prestazioni ergonomiche del sistema in modo dinamico. Allo scopo si è fatto riferimento alle indicazioni del metodo NIOSH anche se l'approccio proposto potrebbe essere applicato anche facendo riferimento ad altre eventuali metodologie. L'analisi proposta ha verificato la possibilità di integrare gli aspetti ergonomici nella progettazione dei sistemi produttivi. A maggiori dimensioni del magazzino corrispondono maggiori prestazioni produttive ma maggiori condizioni di sovraccarico per l'operatore.

Il funzionamento del sistema produttivo è stato riprodotto in un modello di simulazione al variare delle condizioni di funzionamento della linea ed in relazione a differenti configurazioni di progetto della linea. I risultati ottenuti, sebbene strettamente riferibili ad un caso studio preso a riferimento, mostrano come le indicazioni delle

metodologie di valutazione del rischio da movimentazione manuale dei carichi dovrebbero essere applicate in modo dinamico e non statico. Tale opportunità è offerta dalla modellizzazione del sistema produttivo (componenti hardware e umane) mediante simulazione ad eventi discreti. L'approccio si ritiene che possa essere di interesse per progettare linee di produzione semi-automatizzate in funzione non solo delle caratteristiche prestazionali e dimensionali dei componenti di impianto ma soprattutto in funzione delle capacità degli operatori.

### **Bibliografia**

- BAINES T.S., KAY J.M. Human performance modelling as an aid in the process of manufacturing system design: a pilot study. *Int. J. Production Research* 2002; 40(10): 2321-2334.
- BAINES T.S., MASON S. Micromodelling of human performance, *Operational Research Society Annual Conference 2001*; University of Bath 4-6 september.
- BANKS J., CARSON J.S., NELSON B.L. *Discrete-event simulation 1996*. Edt. Prentice-Hall, NY.
- CARRIE A. *Simulation of manufacturing systems 1988*. Edt. Wiley.
- FURNHAM A. *Personality at work: the role of individual differences in the workplace*. Edt. Routledge, London 1992.
- HEILALA J., VOHO P. Modular reconfigurable flexible final assembly systems. *Assembly Automation* 2001; 21(1): 20-30.
- MITAL A. et Al. The need of workers training in advanced manufacturing technology (AMT) environments: A white paper. *Int. J. Industrial Ergonomics* 1999; 34: 173-184.
- PARKER S.K., WALL T.D. *Job design in modern manufacturing. Psychology at work 1996*. Edt. Penguin Books.
- ROVETTA S. *Manuale per l'applicazione del D.Lgs. 626/94*. VI edizione. EPC libri 2004.
- SADOUN B. Applied simulation: A review study. *Information sciences* 2000; 124: 173-192.
- SNOOK S.H., CIRIELLO V.M. The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. *Ergonomics* 1991; 34(9): 1197-1213.
- VOLLSTEDT T., ZÜLCH G. Personnel-integrated and personnel-orientated simulation - A new guideline of the German association of engineers. *Information and Communication Technology (ICT) in logistics and production management 2000*, Edts. Strandhagen J.O. and Alfnes E.T. 2000: 185-192.
- WATERS T.R., PUTZ-ANDERSON V., GARG A. *Applications manual for the revised NIOSH lifting equation*. DHHS (NIOSH) 1994; publication n. 94-110.
- UNI EN 1005-2. *Sicurezza del macchinario. Prestazione fisica umana. Parte 2: Movimentazione manuale di macchinario e di parti componenti il macchinario*. 2004.
- ISO 11228-1. *Ergonomics - Manual Handling. Part 1: Lifting and carrying*. 2003.

## ***Nuovi strumenti e soluzioni ergonomiche per assemblaggi tramite avvitatura***

**LORENZO CASOLO\* - DAVIDE SPOLON\* \***

\* Amministratore Delegato - Fiam Utensili Pneumatici SpA - Vicenza, Viale Crispi 123 - Tel. 0444/385000 - E-mail: casolo.l@fiamairtools.com

\*\* Direttore Ricerca & Sviluppo - FIAM Utensili Pneumatici SpA - Vicenza, Viale Crispi 123 - Tel.: 0444/385000 - E-mail: spolon.d@fiamairtools.com

### **1. Introduzione**

Oggi nelle aziende c'è un'attenzione crescente alla progettazione ergonomica del posto di lavoro. Le figure coinvolte in questa attività sono in particolare: i progettisti del posto di lavoro, i responsabili tempi e metodi, gli ingegneri di produzione, gli ergonomi, i responsabili della sicurezza e i medici del lavoro.

L'assemblaggio industriale è un processo molto diffuso perché le operazioni di avvitatura sono reversibili ed è sempre possibile disassemblare e riassembleare i componenti senza danneggiarli.

La qualità complessiva del processo di avvitatura dipende, oltre che da una corretta analisi della vite, del materiale che forma la giunzione, dalle caratteristiche e prestazioni dello strumento per avvitare, e sempre di più da una corretta progettazione della postazione di lavoro .

Si può anche affermare che l'ergonomia del posto di lavoro influisce oltre che direttamente sulla salute del lavoratore anche in maniera determinante sulla produttività e la qualità del prodotto finito .

### **2. I fattori di rischio nelle operazioni di assemblaggio tramite avvitatori**

I fattori di rischio che possono portare all'insorgere di patologie muscolo – scheletriche degli arti superiori e che possono essere presenti nelle postazioni di lavoro adibite ad operazioni di assemblaggio sono:

- 2.1. la scelta impropria dello strumento di lavoro (avvitatore)
- 2.2. le non idonee modalità di impiego dello strumento di lavoro (avvitatore) da parte dell'operatore
- 2.3. l'inadeguatezza e la non idonea modalità di impiego del posto di lavoro (pedana, sedia, linea...)

#### *2.1 La scelta impropria dello strumento di lavoro*

Per scegliere un avvitatore correttamente occorre considerare diversi fattori:

##### tecnic:

- la tipologia di alimentazione presente (pneumatica od elettrica),
- le strategie di controllo della coppia di serraggio,
- le esigenze di produttività del processo,

- materiali da assemblare e il tipo di viti utilizzate

criteri di attenzione all'ergonomia:

- forza
- forma dell'utensile
- contraccolpo (reazione sulla mano)
- rumore
- vibrazioni

Tutti questi fattori sono interdipendenti tra loro ed influiscono sul livello qualitativo del prodotto finito.

Nella scelta dell'utensile e all'ottimizzazione delle sue performance concorre notevolmente l'abbinamento di accessori ergonomici che minimizzano l'incidenza dei fattori di rischio

### *2.1.1. Forza*

Peso elevato e scarso bilanciamento dell'avvitatore, nel caso di utilizzo frequente e ripetuto, costituiscono fattori di affaticamento per l'operatore. È necessario scegliere utensili leggeri e dal bilanciamento ottimale. L'affaticamento può essere facilmente ridotto anche con l'uso di appropriati dispositivi di sospensione adeguati al peso dell'utensile e opportunamente registrati (foto 1). L'utilizzo frequente e ripetuto di avvitatori diritti comporta affaticamento alla mano dovuto allo sforzo richiesto per avviare e mantenere in funzione l'utensile con la leva o con la spinta. E' necessario quindi prediligere strumenti che implicino il minimo sforzo necessario per avviare e mantenere in funzione l'utensile e che esigano la minima spinta necessaria per compiere l'avvitatura (prediligere avvitatori diritti a spinta e a pistola provvisti con pulsante di avviamento a sforzo ridotto).

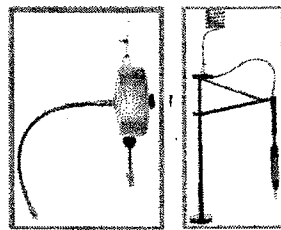


Foto 1

### *2.1.2. Forma dell'utensile*

Negli avvitatori diritti una forma di impugnatura non appropriata può aumentare la forza necessaria per compiere l'avvitatura al fine di evitare un possibile scivolamento della mano lungo l'attrezzo; gli avvitatori diritti per esempio devono essere caratterizzati da un'impugnatura ergonomica ad "imbuto rovesciato" e da una presa sicura, isolante e antiscivolo.

Nelle avvitatori a pistola esistono due tipi di prese (foto 2): a presa alta quando è necessario esercitare un'adeguata spinta sulla vite: mantenendo in linea l'asse utensi-

le - braccio ne deriva un'assenza di componenti di flessione sul braccio. La presa bassa invece consente un maggiore bilanciamento dell'utensile quando sono richieste minori forze di spinta.

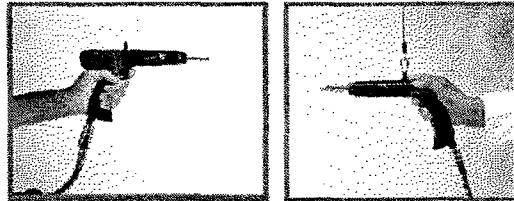


Foto 2

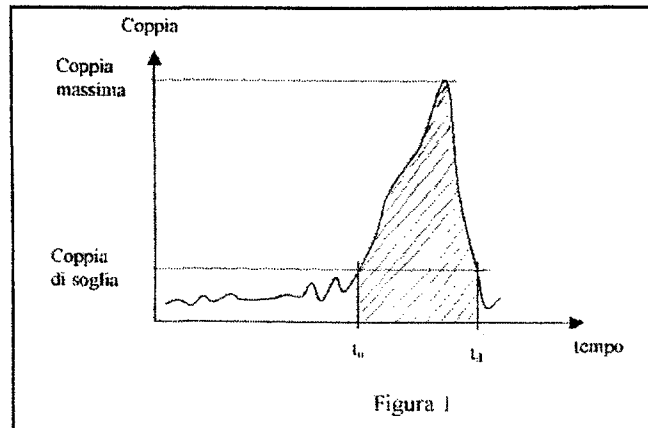
Particolare attenzione va posta nella scelta di impugnature adatte alle diverse applicazioni (vedi impugnature rovesciate), a forme che si adattino all'anatomia della mano e alle dimensioni degli operatori (maschili o femminili, destri che mancini) nonché a strumenti predisposti per il convogliamento dell'aria di scarico (per evitare che venga direzionata sull'operatore) e che lavorino con aria compressa non lubrificata cioè che non emettano olio nebulizzato nell'aria di scarico e quindi nell'ambiente di lavoro.

### *2.1.3. Il Contraccolpo (reazione sulla mano)*

Al termine dell'operazione di avvitatura e quindi al raggiungimento della coppia prefissata, vi possono essere delle reazioni dell'avvitatore che si ripercuotono sulla mano dell'operatore. Tali contraccolpi sono causa di rapide pronosupinazioni del polso, uso eccessivo di forza e rapidità del gesto che portano a possibili sovraccarichi delle strutture muscolo-tendinee della mano; è importante scegliere dispositivi che riducano al minimo tale reazione e prediligere strumenti di nuova generazione cioè strumenti dotati di frizione ad arresto automatico e istantaneo dell'aria al raggiungimento della coppia di serraggio. Praticamente quando viene raggiunta la coppia preimpostata, la frizione meccanica non solo chiude l'aria di alimentazione al motore pneumatico ma contemporaneamente ed istantaneamente sgancia la trasmissione tra lama e organi rotanti annullando ogni effetto inerziale. Si minimizza così la reazione esercitata dall'avvitatore sulla mano (vedi approfondimento "La coppia di reazione cosa è?").

*La coppia di reazione: cosa è ?*

La coppia di reazione (detta anche contraccolpo) si determina misurando l'area sottesa dalla curva di coppia (che viene espressa in Nm) in funzione del tempo (espresso in secondi).



Come indicazione di massima, maggiore è l'area sottesa maggiore è l'effetto sull'operatore che deve opporre più resistenza per contrastare la coppia generata dall'avvitatore.

La coppia di reazione aumenta se:

- 1) a parità di tempo di avvitatura, aumenta il valore di coppia generato;
- 2) a parità di coppia generata, aumenta il tempo di avvitatura.

Per quanto riguarda il punto 2), la presenza di un meccanismo di arresto automatico alla coppia raggiunta (frizione ad arresto automatico), contribuisce a diminuire notevolmente i rischi connessi con l'azione ripetitiva del ciclo di avvitatura.

Un utile ausilio per contrastare il contraccolpo è aggiungere all'impugnatura dell'avvitatore un'impugnatura ausiliaria (foto 3)



Foto 3

che consente di ridurre la reazione del contraccolpo (anche se non la elimina) scaricandolo su due mani anziché su una (già la norma EN 792/6 consiglia l'adozione di impugnature ausiliarie per coppie superiori ai 4 Nm per utensili dritti e superiori ai 10 NM per utensili a pistola).

#### *2.1.4. Rumore*

È indispensabile che gli strumenti siano dotati di sistemi di silenziamento incorporati. Tenere presente che un avvitatore tecnologicamente avanzato e marcato CE, deve essere già progettato in modo da ridurre al minimo il livello di rumore generato. Gli

avvitatori con frizioni ad arresto automatico d'aria riducono, rispetto ai tradizionali avvitatori a salterelli, il rumore emesso (in lavoro) di circa 10 dBA e il tempo di esposizione di circa 4 volte. Preferire l'uso di avvitatori ad impulso idraulico rispetto a quelli ad impulso meccanico .

#### *2.1.5. Vibrazioni*

Gli avvitatori, assieme alle modalità di impiego al pezzo da lavorare e anche all'accessorio impiegato (tipo di lama) , possono essere fonte di vibrazioni al sistema mano braccio; scegliere strumenti di ultima generazione, cioè quelli dotati di frizione ad arresto automatico e istantaneo dell'aria al raggiungimento della coppia di serraggio: che, rispetto ai vecchi modelli a salterelli, presentano un livello di vibrazioni in lavoro (spesso  $< 1 \text{ m/s}^2$ ) molto inferiore nonché un tempo di esposizione in lavoro di circa 4 volte inferiore.

È molto importante impiegare accessori adeguati, ad esempio non usare lame troppo lunghe in modo che la distanza tra vite e avvitatore sia minima e priva di giochi. Gli avvitatori con impugnatura a pistola trasmettono poi vibrazioni molto inferiori rispetto ad un analogo modello con impugnatura diritta.

#### *2.2 Le non idonee modalità di impiego dello strumento di lavoro da parte dell'operatore (avvitatore)*

Tra i punti più importanti da analizzare troviamo il tipo di utilizzo dell'avvitatore e la scelta della "presa" in funzione dell'area operativa. Troviamo due situazioni:

##### **LA PRESA MANUALE**

Per evitare posizioni affaticanti del polso è consigliabile utilizzare **avvitatori con impugnatura diritta** solo su superfici orizzontali.

**L'avvitatore a pistola** è adatto a punti operativi posti su piani verticali. La posizione del polso con avvitatori a pistola è corretta quando i punti di avvitatura sono posti fra l'altezza gomito e l'altezza spalla.

Per evitare posture e movimenti incongrui del polso con conseguenti affaticamenti, è consigliabile, nel caso di utilizzo di avvitatori a pistola, utilizzare utensili in cui la direzione dell'impugnatura consenta al polso di mantenere una posizione pressoché diritta (foto 4).

Mantenere una buona posizione del polso garantisce una riduzione nell'uso della forza.

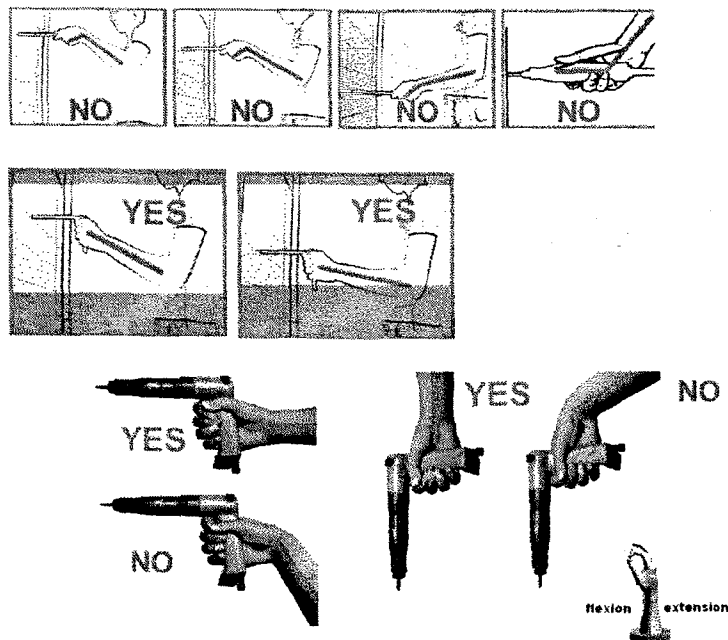


Foto 4

L'uso di avvitatori a pistola rovesciata è indicato quando ho punti operativi posti su piani verticali; in questo caso la posizione del polso è corretta quando i punti di avvitatura sono posti ad altezza del gomito o al di sotto di essa.

**Riepilogando si può affermare che:**

- I punti da avvitare posti ad altezza spalla o sopra la spalla sono da evitare perché sono facile causa di insorgenza di tendiniti alla spalla
- Nel progettare un posto di lavoro è importante far si che i punti da avvitare siano mantenuti circa ad altezza del gomito e il braccio più possibile vicino al corpo sia in posizione in piedi che seduta

#### **LA PRESA MECCANICA**

In numerosi applicazioni è utile considerare la possibilità di introdurre dei bracci meccanici applicabili all'avvitatore (foto 5). Quando ben progettati, in funzione delle specifiche esigenze del posto di lavoro, costituiscono una ottimale soluzione ergonomica in quanto:

- annullano i contraccolpi
- annullano la forza nel sostenere l'avvitatore
- riducono drasticamente o annullano le vibrazioni
- consentono di mantenere una buona posizione del polso
- consentono di poter alternare e variare la presa utilizzando entrambe le mani



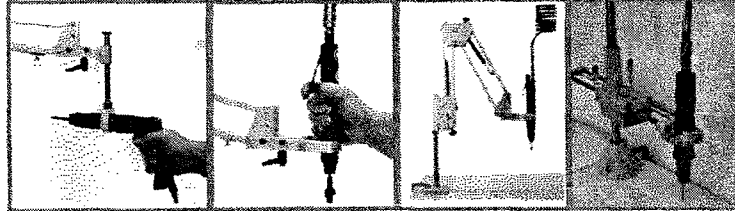


Foto 5

Inoltre, i modelli tecnologicamente più avanzati, **provvisti di dispositivo automatico di spinta**, sono in grado di effettuare la spinta sul pezzo al posto dell'operatore e quindi di annullare completamente l'intervento di forza nelle operazioni di avvitatura.

2.3. *L'inadeguatezza e la non idonea modalità di impiego del posto di lavoro (pedana, sedia, linea...)*

**Tra le considerazioni più importanti da fare troviamo:**

- Evitare che i lavoratori operino con braccia eccessivamente sollevate: dotare il posto di lavoro di pedana in altezza tale da mantenere i punti di avvitatura e di presa dell'avvitatore circa ad altezza gomito (la pedana regolabile consente di risolvere definitivamente il problema di operare in aree operative di grandi dimensioni)
- Evitare che i lavoratori operino con braccia eccessivamente estese: il pezzo potrà ruotare in modo tale che i punti da avvitare risultino il più possibile vicino al corpo del lavoratore
- Evitare punti da avvitare posti sotto l'altezza del bacino che costringono l'operatore a flettere la schiena: adottare pedane regolabili in altezza o sdoppiare il posto di lavoro
- Porre particolare attenzione anche altri aspetti dell'area operativa, quali:
- il tipo di sedile, la relativa altezza e la posizione degli arti inferiori (foto 6)



Foto 6

- evitare di disporre i pezzi in lavorazione in aree operative troppo ampie che implicano eccessivi movimenti delle braccia
- evitare che i pezzi da avvitare siano sostenuti dalla mano dell'operatore

### 3. Conclusioni

Risulta sempre più importante, nelle postazioni manuali di assemblaggio, curare, anche

ai fini della qualità del prodotto realizzato, l'ingegneria della postazione stessa per permettere all'operatore di "lavorare bene".

Occorre quindi creare e mantenere una costante collaborazione tra chi realizza gli strumenti di lavoro, chi realizza la postazione, chi usa tali strumenti e chi vigila sui potenziali effetti dannosi dovuto ad uso scorretto (medici del lavoro).

### **Bibliografia**

FIAM UTENSILI PNEUMATICI S.P.A.

"Il processo di avvitatura industriale: fondamenti teorici e suggerimenti operativi" 1999

PERETTI A., ELIA G., CATALETTI P. NICOLINI O.

"Le nuove direttive riguardanti l'esposizione a vibrazioni e a rumore"

FIAM UTENSILI PNEUMATICI S.P.A.

"La progettazione ergonomica di una postazione di montaggio con uso di avvitatori",  
CD ROM multimediale - 2003

FIAM UTENSILI PNEUMATICI S.P.A.

"Come utilizzare correttamente gli avvitatori portatili e prevenire i disturbi degli arti superiori"- 2004

FIAM UTENSILI PNEUMATICI S.P.A.

"D.Lgs 626 ed operazioni di avvitatura industriale: obblighi di legge e suggerimenti operativi", 1996

COLOMBINI D. , OCCHIPINTI E., GRECO A.

"La valutazione e la gestione del rischio da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori" Franco Angeli Editore - 2000

BICKFORD JOHN H.

"An introduction to the design and behavior of bolted joints", Marcel Dekker - 1995

GUARDA M.

"La coppia di reazione come caratteristica ergonomica nello studio dei sistemi pneumatici per avvitare. Analisi e sintesi di soluzioni migliorative". Tesi di Laurea: A.A. 2002 - 2003

BIASI A.

"Analisi dei metodi di serraggio tradizionali e moderni nei collegamenti a vite" Tesi di laurea : A.A. 1997-1998

BERRA A.

"Valutazione dei rischi nell'uso di avvitatori elettrici o pneumatici", articolo INAIL REGIONE PIEMONTE, ASSESSORATO ALLA SANITÀ

"Linee guida in materia di rischi da vibrazioni e da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori" 1997

NIOSH

"Musculoskeletal disorders (MSDS and workplace factors)" Bibliog. Cincinnati (OH): Niosh 1995

COLOMBINI D. , OCCHIPINTI E., GRECO A.

"Le affezioni muscolo-scheletriche occupazionali da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori: metodi di analisi, studi ed esperienze, orientamenti di prevenzione". La medicina del Lavoro, Casa editrice Mattioli srl. - 1996

## ***La valutazione del rischio da movimenti ripetitivi: i nuovi valori di riferimento.***

**DANIELA COLOMBINI - ENRICO OCCHIPINTI**

Unità di Ricerca EPM, CEMOC-ICP Milano

**RIASSUNTO:** *sulla scorta dei risultati del presente studio l'indice OCRA e il punteggio di checklist, ottenuti attraverso le procedure di analisi già pubblicate, (Colombini 2000, 2002; Occhipinti 2000) sono stati riclassificati secondo 4 fasce di esposizione crescente.*

*Parallelamente, studiando i modelli e le funzioni di associazione tra variabili di esposizione e variabili di effetto (collettivo) di salute, in particolare rappresentate dalla prevalenza di soggetti ammalati di uno o più UL-WMSDs clinicamente diagnosticati (PA), è stato possibile derivare modelli di previsione a medio-lungo termine di tali effetti a partire da valori noti dell'indice OCRA e del punteggio checklist; tali modelli, pur considerando i limiti di validità degli studi di prevalenza su cui sono basati, hanno mostrato un elevato grado di associazione tra le variabili indagate specie laddove si possa tener conto della composizione numerica secondo il genere dei gruppi in esame.*

### **1. Introduzione**

Tenuto conto degli orientamenti della più qualificata letteratura sull'argomento, è possibile affermare che, per la descrizione e la valutazione del lavoro comportante un potenziale sovraccarico biomeccanico da movimenti e/o sforzi ripetuti degli arti superiori, si devono identificare e quantificare i seguenti principali fattori rischio che, considerati nel loro insieme, caratterizzano l'esposizione lavorativa in relazione alla rispettiva durata:

- a) frequenza di azione elevata;
- b) uso eccessivo di forza;
- c) postura e movimenti degli arti superiori incongrui
- d) stereotipia ;
- e) carenza di periodi di recupero adeguati.

Ad essi vanno aggiunti dei fattori "complementari" che possono essere considerati come amplificatori del rischio.

Molti sono i metodi, rintracciabili nella letteratura disponibile, messi a punto per determinare e quantificare il rischio da esposizione a fattori di rischio da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori. Fra questi si distinguono:

- quelli che rilevano in modo qualitativo la presenza di caratteristiche lavorative che possono indirizzare il "valutatore" verso la possibile presenza di un rischio;

- quelli invece che sulla base di checklist permettono un veloce inquadramento del problema;
- quelli più complessi che sono in grado di caratterizzare la multifattorialità dell'esposizione.

Alcuni di essi risalgono a quasi venti anni or sono e sono illustrati in libri o enciclopedie dedicate in genere all'approccio ergonomico per la risoluzione di problemi connessi a patologie o disturbi muscoloscheletrici. Tutti, in generale, presentano aspetti positivi o quanto meno sono stati utilizzati per risolvere problemi di natura ergonomica. Per loro natura alcuni metodi risultano di tipo qualitativo altri semi-quantitativi o interamente quantitativi.

In Tab. 1, vengono riassunti alcuni dei principali metodi di valutazione del rischio proposti in

Metodo	Caratteristiche principali	Tipo di output	Campo di applicazione
OWAS (Kartu O, et al 1977)	Analisi delle posture con check list dei diversi segmenti corporei, della forza e della frequenza durante un turno di lavoro	Quantitativo	Corpo intero
RULA (Mc Atamney and Corlett, 1993)	Checklist che fornisce un indice di rischio e un livello di azione di un compito lavorativo sulla base di una analisi codificata di posture statiche e dinamiche, dell'utilizzo delle forze e della frequenza di azione	Quantitativo	Arti superiori
REBA (Mc Atamney and Hignett, 1995)	Checklist che permette di individuare un livello di azione di un compito lavorativo basata sull'analisi codificata delle posture statiche e dinamiche dei diversi segmenti corporei e tenendo conto dei carichi movimentati e della forza utilizzata	Quantitativo	Corpo intero
PLIBEL (Kemperlert, 1995)	Checklist per l'individuazione dei fattori di rischio tramite una analisi dei diversi segmenti corporei di cui si considerano le posture incongrue, i movimenti, le attrezzature e aspetti dell'organizzazione del lavoro		Corpo intero
Strain Index (Moore and Garg 1995)	Metodo di valutazione di un compito lavorativo che prende in considerazione una serie di determinanti il rischio: intensità della forza, durata dello sforzo, sforzi eseguiti ogni minuto, postura del polso e della mano, velocità di lavoro e durata del compito per turno	Quantitativo	Arti superiori
QEC (Buckle P., 1998)	Checklist per la stima del livello di esposizione delle diverse posture corporee, della durata del compito lavorativo, della forza utilizzata o del carico manipolato con una ipotesi di punteggio per valutare l'interazione di questi fattori di rischio	Quantitativo	Corpo intero
CTD RISK INDEX (Seth et al 1999)	Modello matematico di previsione dell'incidenza dei CTD basato sull'analisi di due parametri: forza-frequenza e posture.	Quantitativo	Arti Superiori
OSHA CHECKLIST (2000)	Checklist utilizzate come uno degli strumenti da utilizzare nello standard proposto. Considera la ripetitività, le posture, la forza e alcuni aspetti dell'organizzazione del lavoro e complementari	Quantitativo	Arti Superiori
TLV ACGIH Mono task hands work (2000)	Metodo di valutazione del rischio per compiti singoli della durata di almeno 4 ore per turno basato sull'analisi della frequenza di azione e della forza utilizzata.	Quantitativo	Arti superiori
UPPER LIMB EXPERT TOOL (Ketola et al 2001)	Valutazione del "carico" lavorativo analizzando la frequenza di azione, la forza, le posture, la durata dell'esposizione ed altri fattori	Semi quantitativo	Arti Superiori

**Tab. 1 - Alcuni dei principali metodi di valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico: caratteristiche principali e campo di applicazione.**

letteratura secondo un ordine cronologico, indicandone le caratteristiche principali e il rispettivo campo di applicazione.

Pochi metodi invece possiedono (come si è tentato di fare nel metodo OCRA) tutte le caratteristiche che dovrebbero essere presenti per una completa valutazione del rischio: la capacità di identificare tutti i determinanti di rischio, lo studio della relazione dose-risposta, la valutazione dell'esposizione e l'identificazione del rischio intesa come probabilità di contrarre disturbi/patologie.

Nel metodo OCRA, lo studio del lavoro con movimenti ripetitivi degli arti superiori, dovendo entrare nel merito di aspetti riguardanti i singoli gesti, dovrà da un lato essere fortemente dettagliato e dall'altro capace di riassumere, in una visione d'insieme dell'intero lavoro, i dati derivanti dall'analisi di dettaglio.

Il percorso di analisi dovrà articolarsi nei seguenti punti generali:

- individuazione dei compiti caratteristici di un lavoro e fra essi di quelli che si compiono (per tempi significativi) secondo cicli ripetuti, uguali a se stessi;
- individuazione, nei cicli rappresentativi di ciascun compito, della sequenza delle azioni tecniche;
- descrizione e quantificazione in ciascun ciclo rappresentativo, dei fattori di rischio: frequenza, forza, postura, complementari;
- ricomposizione dei dati riguardanti i cicli, in relazione ai compiti e all'intero turno di lavoro, considerando le durate e le sequenze dei diversi compiti e dei periodi di recupero;
- valutazione sintetica e integrata dei fattori di rischio per l'intero lavoro.

## **2. L'analisi organizzativa**

La prima fase di analisi del lavoro organizzato, finalizzato allo studio dei rischi da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori, comporta l'individuazione, nel turno lavorativo, dei compiti lavorativi (uno o più), della presenza di pause programmate (o meno), della presenza di tempi di attesa o tempi passivi.

È necessario innanzitutto individuare la presenza di **compiti ripetitivi**, vale a dire di compiti caratterizzati dalla presenza di cicli con azioni tecniche a carico degli arti superiori o dalla ripetizione dello stesso gesto lavorativo per più della metà del tempo.

Durante il turno di lavoro possono essere svolti uno o più compiti ripetitivi che vanno singolarmente individuati e descritti in termini di **durata in minuti nel turno**. Allo stesso modo devono essere individuati i compiti lavorativi **non ripetitivi** (o non a cicli) e descritti i relativi minuti di durata nel turno. Tali compiti possono essere ad esempio rappresentati da fasi di approvvigionamento, preparazione, pulizia, trasporto.

Esistono inoltre alcuni compiti lavorativi (es.: **controllo visivo**) che non comportano azioni degli arti superiori. Tali compiti, se sufficientemente lunghi, possono essere considerati come periodi di recupero per gli arti superiori e vanno attentamente quantificati nella durata (min.) e distribuzione (frequenza).

I tempi di attesa durante il lavoro ad una macchina (o tempi passivi) in generale devono essere conteggiati come facenti parte del tempo di ciclo a meno che si ripresentino ciclicamente e durino almeno dieci secondi consecutivi all'interno di ogni minuto di lavoro ripetitivo conservando un rapporto 5:1 fra lavoro e attesa.

Per quanto riguarda la distribuzione durante il turno dei fattori fisiologici e/o di riposo è importante studiare non solo la loro durata totale ma anche la distribuzione e la durata di ciascuna interruzione di attività. Qualora esista una distribuzione non programmata delle pause e/o delle interruzioni di attività è importante riferire quanto meno le caratteristiche medie aziendali di comportamento nel loro utilizzo durante il turno. Tali dati possono essere ricavati per osservazione o per l'intervista di un campione significativo di lavoratori.

Il rapporto tra tempo netto di lavoro ripetitivo e numero pezzi da lavorare nel turno, permette di ottenere il **tempo netto di ciclo**: tale dato è basilare per il successivo calcolo della frequenza d'azione. Si sottolinea che il numero di pezzi in un turno è quello svolto da un singolo operatore e non quello svolto dalla linea. In presenza di incentivazioni occorre stimare il tempo netto di ciclo in funzione del rendimento stimato (maggiore il numero di pezzi per turno, minore il tempo di ciclo).

Può risultare importante calcolare il tempo di ciclo in **rendimento stimato** (positivo o negativo) sia per gruppo di lavoro che, eventualmente, per singolo addetto.

### **3. L'analisi dei fattori di rischio**

#### *3.1 Frequenza e ripetitività*

Una volta stabilito quali sono i compiti "ripetitivi" da sottoporre ad analisi, emerge il problema più rilevante, della quantificazione/valutazione della ripetitività. In letteratura ricorre una proposta di caratterizzazione della ripetitività basata sulla durata del ciclo. In particolare l'alta ripetitività è stata postulata in presenza di cicli di durata inferiore a 30 secondi e/o quando oltre il 50% del tempo (di ciclo) sia speso eseguendo lo stesso tipo di azione. In realtà è possibile che cicli molto brevi non richiedano gesti assai frequenti e che al contrario cicli anche più lunghi siano svolti con alte frequenze di azione.

Poiché il meccanismo di sviluppo delle patologie tendinee appare collegato alla frequenza dei movimenti, ne deriva che un più accurato stimatore di questo fattore di rischio è dato dalla frequenza di azione.

L'azione tecnica è definita come azione comportante attività artro-muscolo-tendinea degli arti superiori: non va identificata col singolo movimento articolare ma con il complesso di movimenti, di uno o più segmenti articolari, che consentano il compimento di un'operazione lavorativa semplice.

Una proposta "applicabile sul campo" per misurare la frequenza è quella di contare, in modo estremamente analitico, le AZIONI TECNICHE nel ciclo prima (Colombini 2000) e di riferirle poi all'unità di tempo (N. AZIONI TECNICHE/MINUTO).

Per studiare il rischio FREQUENZA si individuano perciò le azioni tecniche eseguite nell'unità di tempo: per ognuna di esse si analizzerà successivamente POSTURA e

**FORZA** e se sono presenti **FATTORI COMPLEMENTARI DI RISCHIO**.

Come già sottolineato, l'azione tecnica non si identifica né col movimento articolare proprio dell'analisi biomeccanica, né col movimento elementare proprio dell'analisi MTM anche se molto simile a quest'ultimo.


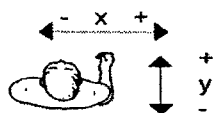
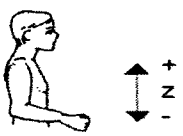
### 3.2 Forza

La forza rappresenta più direttamente l'impegno biomeccanico necessario per compiere una determinata azione tecnica (o sequenza di azioni). La forza può essere intesa come esterna (forza applicata) o interna (tensione sviluppata nei tessuti miotendinei e peri-articolari).

La quantificazione della forza in contesti reali di applicazione si presenta come problematica. Alcuni Autori ricorrono alla stima semiquantitativa della forza esterna attraverso il peso degli oggetti manipolati; in altri casi si suggerisce il ricorso a dinamometri, meccanici o elettronici.

Per la quantificazione della forza interna viene per lo più suggerito il ricorso a tecniche di elettromiografia di superficie.

Attraverso la Fig. 1, si forniscono i valori limite ( $F_L$ ) riportati nello standard del CEN:EN 1005-3 per determinate azioni, per una generica popolazione lavorativa maschile e femminile e con riferimento alle capacità di almeno l'85% dei componenti della stessa.

TIPO	AZIONE	USO PROFESSIONALE ( $F_L$ in N)
	<b>Lavoro della mano (una mano in grip):</b>	250
	<b>Lavoro del braccio/posizione seduta, un braccio):</b>	
	in su (z, +)	50
	in giù (z, -)	75
	in fuori (x, +)	55
	in dentro (x, -)	75
	<b>spingere (y, +):</b>	
	con schienale	275
	senza schienale	62
	<b>tirare (y, -):</b>	
	con supporto	225
	senza supporto	55

**Fig. 1 - Valori pre-calcolati di limiti di capacità di forza isometrica ( $F_L$ ) per alcune comuni azioni in campo professionale (da EN 1005-3).**

Come si potrà facilmente notare, il numero e la tipologia di azioni considerate in

questa parte dello standard è piuttosto esiguo e tale da non offrire larghi margini di applicabilità concreta.

Tuttavia lo standard medesimo fornisce i criteri teorici e di calcolo per desumere altri valori di riferimento. Dal punto di vista pratico, si possono definire altri valori di riferimento, utilizzando basi di dati di massima capacità di forza già esistenti, come quelli forniti in applicazione del "TLV for Monotask Handwork" dell'AICGH (AICGH, 2000), purchè si abbia la cautela di stimare i limiti da questi derivati facendo riferimento a specifiche azioni eseguite, a definite categorie di utilizzatori e alle capacità di forza corrispondenti al 15° Percentile di popolazione (il che sta a significare che l'85% è in grado di sviluppare tale forza massima). Questo ultimo dato del 15° Percentile è statisticamente ricavabile quando, oltre ai valori medi (M) di capacità di forza, siano forniti anche i valori di Deviazione Standard (SD). Assumendo una distribuzione "normale" o "gaussiana" delle capacità di forza, si può calcolare il valore limite ( $F_L$ ) secondo la seguente formula:

$$F_L (15^\circ \text{ P.le}) = M - (1,036 \times SD).$$

La Tab.2 fornisce, a titolo di esempio, valori medi e deviazione standard in Newtons (N) delle forze e massime la  $F_L$  in diversi tipi di presa in "pinch" in popolazioni lavorative maschili e femminili.

Questi dati non coprono la variabilità pressochè infinita di modalità di applicazione di forza da parte degli arti superiori. Per superare difficoltà si può suggerire il ricorso ad un'apposita scala (Category Scale for Rating of Perceived Exertion - su 10 punti) proposta da Borg in grado di descrivere lo sforzo muscolare soggettivamente percepito a carico di un determinato segmento corporeo. I risultati derivati dall'applicazione della scala di Borg (Colombini 2000), laddove la si applichi ad un adeguato numero di lavoratori addetti, si sono dimostrati almeno grossolanamente paragonabili a quelli ottenuti attraverso l'elettromiografia di superficie (valore N della Scala di Borg x 10 = valore percentuale rispetto alla Massima Contrazione Volontaria (MCV) ricavata con l'EMG). La quantificazione dello sforzo percepito da tutto l'arto superiore dovrebbe essere effettuata per ogni singola azione tecnica che compone il ciclo; a fini pratici possono essere identificate le azioni che richiedono un impegno muscolare minimale (scala di Borg = 0/0,5), per poi applicare la procedura di descrizione dell'impegno tramite scala di Borg solo per le azioni (o aggregazioni di azioni) che richiedono un impegno di forza diverso da quello minimale. Si calcola poi il punteggio medio ponderato per l'insieme delle azioni del ciclo.



<p>MASCHI (ARTO DESTRO O DOMINANTE) MASCHI (ARTO SINISTRO O NON DOMINANTE)</p> <p>84.5 (17.8); F<sub>L</sub>[66 ] 80.1 (17.8); F<sub>L</sub>[61,6] 55.6 (16.1); F<sub>L</sub>[38,8]</p>	<p>Pinch tra pollice e indice</p>	<p>FEMMINE (ARTO DESTRO O DOMINANTE) FEMMINE (ARTO SINISTRO O NON DOMINANTE)</p> <p>62.3 (17.8); F<sub>L</sub>[43,8] 57.8 (13.3); F<sub>L</sub>[43,9] 37.1 (10.6); F<sub>L</sub>[26 ]</p>
<p>MASCHI (ARTO DESTRO O DOMINANTE) MASCHI (ARTO SINISTRO O NON DOMINANTE)</p> <p>92.1 (17.6); F<sub>L</sub>[73,8] 57.8 (17.6); F<sub>L</sub>[39,5] 73.7 (14.6); F<sub>L</sub>[58,5]</p>	<p>Pinch tra pollice, indice e medio</p>	<p>FEMMINE (ARTO DESTRO O DOMINANTE) FEMMINE (ARTO SINISTRO O NON DOMINANTE)</p> <p>68.6 (15.7); F<sub>L</sub>[52,2 ] 45.1 (15.7); F<sub>L</sub>[28,7] 49.8 (14.6); F<sub>L</sub>[34,6 ]</p>
<p>MASCHI (ARTO DESTRO O DOMINANTE) MASCHI (ARTO SINISTRO O NON DOMINANTE)</p> <p>92.1 (12.0); F<sub>L</sub>[79,6] 65.7 (13.7); F<sub>L</sub>[51,4 ] 120.1 (22.2); F<sub>L</sub>[97] 115.7 (22.2); F<sub>L</sub>[92,6 ] 85.9 (19.3); F<sub>L</sub>[65,8 ]</p>	<p>Pinch laterale</p>	<p>FEMMINE (ARTO DESTRO O DOMINANTE) FEMMINE (ARTO SINISTRO O NON DOMINANTE)</p> <p>63.7 (10.9); F<sub>L</sub>[52,3 ] 48.0 (17.6); F<sub>L</sub>[29] 89.0 (22.2); F<sub>L</sub>[65,9] 84.5 (17.8); F<sub>L</sub>[66] 51.5 (13.1); F<sub>L</sub>[37,8 ]</p>

Tab. 2 - Valori medi, deviazione standard (in parentesi tonda) e F<sub>L</sub> (in parentesi quadra) delle massime forze (in Newtons) per diversi tipi di "pinch" proposte in diversi studi applicativi (adattato da ACGIH TLV for Mono-task Hand Work, 2000)

### 3.3 Posture incongrue

Le posture assunte ed i movimenti compiuti dai diversi segmenti dell'arto superiore durante lo svolgimento di lavori ripetitivi sono tra gli elementi che più contribuiscono a determinare il rischio di contrarre le diverse affezioni muscolo-scheletriche.

In particolare, in letteratura vi é sufficiente consenso nel definire potenzialmente dannose le posture ed i movimenti estremi di ciascuna articolazione, le posture (anche non estreme) mantenute a lungo, nonché i movimenti dei diversi segmenti quando fortemente ripetitivi (stereotipia).

L'accurata descrizione della postura e dei movimenti può inoltre essere considerata

un elemento di predizione di quali specifiche patologie dell'arto superiore, in presenza degli altri elementi di rischio (frequenza, forza, durata), possono essere previste a carico degli operatori esposti .

La descrizione/valutazione delle posture va operata su di un ciclo rappresentativo di ciascuno dei compiti ripetitivi esaminati, attraverso la descrizione di frequenza e durata delle posizioni o movimenti dei quattro principali segmenti anatomici (dx e sx):

- a) postura e movimenti del braccio rispetto alla spalla (flessione, estensione, abduzione);
- b) movimenti del gomito (flesso-estensioni, prono-supinazioni dell'avambraccio);
- c) posture e movimenti del polso (flesso-estensioni, deviazioni radio-ulnari);
- d) posture e movimenti della mano (per lo più attraverso il tipo di presa).

È sufficiente che, nell'esecuzione di ogni azione, il segmento considerato arrivi ad una escursione superiore al 50% del range articolare (o in posizione sfavorevole di presa con la mano) per classificare di conseguenza il relativo impegno con punteggi in crescendo a seconda che la postura incongrua si prolunghino per 1/3, 2/3 o 3/3 del tempo di lavoro ripetitivo o che sia mantenuta per più di 5 secondi consecutivi (azioni di presa di un oggetto.)

#### *3.4 Carenza di tempi di recupero*

È definibile come periodo di recupero quello in cui è presente una sostanziale inattività di uno o più gruppi mio-tendinei altrimenti coinvolti nello svolgimento di precedenti azioni lavorative.

Periodi di recupero possono essere considerati:

- a) le pause di lavoro, ufficiali e non, compresa la pausa per il pasto (laddove esistente);
- b) i periodi di svolgimento di compiti di lavoro che comportano il sostanziale riposo dei gruppi muscolari impegnati in compiti precedenti (ad es. i compiti di controllo visivo o compiti svolti alternativamente con uno solo dei due arti);
- c) presenza di periodi , all'interno del ciclo, che comportano il completo riposo dei gruppi muscolari altrimenti impegnati. Tali ultimi periodi (controllo - attesa), per essere considerati significativi, devono essere protratti consecutivamente per almeno 10 secondi per minuto.

Ne discende che l'analisi dei periodi di recupero deve in primo luogo verificare se essi sono presenti (e per quale durata e distribuzione) già all'interno del ciclo, per poi esaminare, più macroscopicamente, la loro presenza, durata e frequenza nell'intero turno di lavoro.

La descrizione/valutazione dei periodi di recupero dovrebbe basarsi su:

- a) descrizione delle effettive sequenze di compiti con sovraccarico dell'arto superiore, dei lavori non ripetitivi e delle pause;
- b) frequenza e durata dei periodi di recupero nel ciclo (se esistono) e nel turno.

Partendo dalle indicazioni fornite dal draft Australiano, e cioè che, in caso di lavoro

ripetitivo, è consigliabile avere un periodo di recupero ogni 60 minuti con un rapporto di 5 (lavoro) : 1 (recupero), ne deriva che il rapporto ottimale di distribuzione di lavoro ripetitivo e recupero è di 50 minuti di lavoro ripetitivo e di 10 minuti di recupero.

Sulla scorta di questa distribuzione ottimale è stato possibile costruire criteri per “valutare”, in una situazione concreta, la presenza di rischio da carente o inadeguata distribuzione dei tempi di recupero.

Sulla base della presenza/assenza, all'interno di ciascuna ora di lavoro ripetitivo analizzata, di tempi di recupero adeguati, ogni ora viene considerata rispettivamente “senza rischio” o “a rischio” (per carenza di periodi di recupero). Il “rischio” complessivo è determinato dal numero totale di ore a rischio (in genere da 0 a 6). Più in particolare se all'interno di ogni ora di lavoro ripetitivo il rapporto tempo di lavoro / tempo di recupero risulta da 5 : 1 fino a 6 : 1, l'ora è considerata senza rischio (rischio 0). Se il rapporto è compreso fra 7 : 1 e 11 : 1 il rischio è valutabile come 0,5. Per rapporti lavoro / recupero superiori a 11 : 1 il fattore di rischio sarà 1 perché il rapporto è giudicato insufficiente. Non vanno conteggiate le ore prima della pausa mensa e prima dell'ora di fine turno.

### *3.5 Fattori Complementari*

Accanto ai fattori di rischio già esaminati, la letteratura ne evidenzia altri, sempre di natura lavorativa, che devono essere presi in considerazione nel processo di valutazione dell'esposizione. In questa sede essi sono definiti come complementari, non già perché di importanza secondaria ma perché ciascuno di essi può essere di volta in volta presente o assente nel contesto esaminato.

L'elenco, non necessariamente esaustivo, di tali fattori comprende:

- uso di strumenti vibranti (anche per una parte delle azioni);
- estrema precisione richiesta (tolleranza di circa 1-2 mm. nel posizionamento di un oggetto);
- compressioni localizzate su strutture anatomiche della mano o dell'avambraccio da parte di strumenti, oggetti o aree di lavoro;
- esposizione a raffreddamento o perfrigerazioni;
- uso di guanti che interferiscono con l'abilità manuale richiesta dal compito;
- scivolosità della superficie degli oggetti manipolati;
- esecuzione di movimenti bruschi o “a strappo” o veloci;
- esecuzione di gesti con contraccolpi (es. martellare o picconare su superfici dure, usare la mano come un attrezzo).

Come si vede, questo elenco riguarda unicamente fattori di natura fisica o meccanica; altri fattori, indicati sotto il termine generico di psico-sociali, sono stati invocati nel determinismo dei WMSDs. Tra tali fattori alcuni riguardano la sfera individuale e pertanto non possono essere inclusi in metodiche che apprezzano l'esposizione “collettiva” e “lavorativa” di un gruppo.

Per ciascuno di tali fattori va espresso il tempo (rispetto a quello di ciclo e poi di compito) speso in presenza del fattore, oppure la frequenza di azioni con il fattore presente (specie per i movimenti bruschi e per quelli con colpi).

#### 4. L'indice OCRA

Sono tre i presupposti da cui muove la proposta di indice sintetico:

I) La necessità di valutare, in modo integrato, il contributo dei principali fattori di rischio lavorativo (frequenza/ripetitività, forza, postura, carenza di tempi di recupero, fattori complementari), a partire dai metodi di quantificazione semplificata già presentati nei precedenti capitoli.

II) L'interesse a sviluppare un "modello di calcolo" di indice sintetico che operi sulla stessa falsariga di quello proposto dal gruppo di lavoro del NIOSH per la valutazione di compiti di sollevamento manuale di carichi. Di quel metodo sono salienti i seguenti aspetti:

III) L'identificazione, per ciò che riguarda i movimenti ripetitivi degli arti superiori, della variabile caratterizzante nella frequenza di azione tecnica (in n. di azioni minuto), così come precedentemente definita. Tale variabile, nelle esperienze preliminari condotte, si è dimostrata essere quella di più facile apprezzamento anche da parte dei tecnici e degli ingegneri che progettano la produzione e le relative modalità operative.

Sulla scorta di questi presupposti si propone di adottare un "indice di esposizione" (OCRA) che sia il risultato del rapporto tra il numero di azioni tecniche (derivate da compiti con movimenti ripetitivi) effettivamente svolte nel turno tipo di lavoro e il numero di azioni tecniche specificamente raccomandate.

$$\text{OCRA} = \frac{\text{N. complessivo azioni tecniche svolte nel turno}}{\text{N. complessivo azioni tecniche raccomandate nel turno.}}$$

Il numero complessivo di azioni tecniche svolte nel turno è un dato noto e ricostruito tramite l'analisi organizzativa.

Per calcolare il N. complessivo di azioni tecniche raccomandate nel turno si adatterà la seguente formula generale:

$$\text{RTA} = \sum_{j=1}^n [\text{CF} \times (\text{Fo}_{Mj} \times \text{Po}_{Mj} \times \text{Re}_{Mj} \times \text{Ad}_{Mj}) \times \text{D}_j] \times (\text{Rc}_M \times \text{Du}_M)$$

ove

- $n$  = numero di compiti ripetitivi presenti nel turno;
- $j$  = generico ( $j$ -esimo) compito ripetitivo degli arti superiori;
- $\text{CF}$  = costante (30) di frequenza di azioni tecniche per minuto raccomandata in condizioni di riferimento;
- $\text{Fo}_{Mj}$ ;  $\text{Po}_{Mj}$ ;  $\text{Re}_{Mj}$ ;  $\text{Ad}_{Mj}$  = fattori moltiplicativi, scelti in relazione al comportamento dei fattori di rischio forza, postura, ripetitività (stereotipia), complementari in ciascun  $j$ -esimo compito considerato;
- $\text{D}_j$  = durata (in minuti) di ciascun  $j$ -esimo compito ripetitivo;
- $\text{Rc}_M$  = fattore moltiplicativo per il fattore di rischio "carenza di tempi di recupero" (unico per lavori con 1 o più compiti);
- $\text{Du}_M$  = fattore moltiplicativo che tiene conto della durata netta complessiva dei compiti ripetitivi (unico per lavori con 1 o più compiti);

Poiché i valori di tutte le variabili inserite nella procedura per il calcolo dell'indice fanno ancora parte del campo delle ipotesi da validare, è utile, dal punto di vista pratico, adottare un sistema prudenziale di classificazione dei risultati dell'indice di esposizione basato sulla logica nota come del "semaforo" (verde/giallo/rosso).

### **5. La checklist OCRA**

Parallelamente all'indice OCRA è stata messa a punto una procedura breve per l'identificazione della presenza di rischio da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori: la checklist OCRA.

Il suo uso non sostituisce la più precisa valutazione dell'esposizione, possibile solo con il calcolo dell'indice OCRA, ma risulta insostituibile nella prima fase di stima della presenza del rischio all'interno di una data realtà aziendale.

La checklist descrive una postazione di lavoro e ne stima il rischio intrinseco, come se la postazione sia utilizzata per l'intero turno da un solo lavoratore: la procedura consentirà di conoscere quali posti di lavoro all'interno dell'azienda risultano per le proprie caratteristiche strutturali e organizzative a rischio "assente", "lieve", "medio", "elevato", al di là del turn-over dei lavoratori.

La checklist fornisce perciò una pre-stima del rischio intrinseco di ciascuna postazione e non gli indici di esposizione di ciascun lavoratore, valutazione che andrà completata successivamente.

La scheda 1 della checklist prevede una breve descrizione del posto di lavoro e del lavoro svolto sulla postazione; è opportuno quindi individuare quanti posti di lavoro siano presenti identici a quello descritto e quanti posti siano anche se non identici, molto simili.

Nelle aziende di grandi dimensioni è infatti utile, per ottenere maggiori informazioni in tempi brevi, procedere nell'analisi anche per similitudini.

Lo schema di analisi proposto dalla checklist prevede la individuazione di valori numerici preassegnati (crescenti in funzione alla crescita del rischio) per ciascuno dei 4 principali fattori di rischio (tempi di recupero, frequenza, forza, postura) e per i fattori complementari.

La somma dei valori parziali ottenuti produce una entità numerica che consente la stima del livello di rischio.

### **6. I nuovi valori di riferimento dell'indice e della check-list OCRA.**

Ai dati storici già pubblicati dagli Autori (Colombini 1996, 2000, 2002) si sono recentemente aggiunti nuovi e copiosi dati: questi, nel loro complesso, consentono di disporre di una ragguardevole base di dati, in cui compaiono da un lato indicatori collettivi di esposizione (espressi sia in termini di indice OCRA che di punteggio checklist OCRA) e dall'altro lato indicatori di effetto (basati sulla casistica, clinicamente accertata, di UL-WMSDs nei diversi gruppi di lavoratori esposti).

Va ancora in premessa riferito che, allo stato attuale, il metodo OCRA è alla base di 2 diversi standard tecnici in preparazione presso il CEN (pr EN 1005-5) e presso l'ISO

(ISO DIS 11128-3): in quelle sedi è stato richiesto agli Autori di fornire dati aggiornati e basati anche su risultati di indagini cliniche, relativamente ai criteri di classificazione dei risultati del metodo OCRA (secondo aree di rischio) nonché ai modelli previsionali degli "outcomes" in funzione dei diversi livelli di esposizione.

In coerenza con quanto premesso, si forniscono ora:

- i nuovi valori "critici" dell'indice OCRA e del punteggio di checklist ai fini di una classificazione del rischio connesso a lavori con movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori.
- I nuovi e più affidabili modelli previsionali della occorrenza di UL-WMSDs in popolazioni lavorative esposte, a partire dei valori degli indicatori di esposizione.

Il database dei dati è stato ricomposto partendo dal set di dati già pubblicati ed utilizzati in precedenza per analoghi scopi (Colombini 1996, Colombini 2000, Colombini 2002, Grieco 1998) ed implementando lo stesso con i nuovi dati riportati analiticamente in altra pubblicazione (Colombini 2003).

La Tab.3 riassume i dati salienti del database così ricomposto: in essa sono riportati, per 22 gruppi di lavoratori esposti (N. tot.= 4624; maschi = 1879; femmine = 2745), la composizione numerica (totale e per genere), il valore medio dell'indice OCRA e del punteggio di checklist, nonché i valori registrati di prevalenza di due diverse variabili di effetto (PC = n. di singoli casi diagnosticati di patologie UL-WMSDs per 100 lavoratori esposti; PA = n. di soggetti ammalati di 1 o più UL-WMSDs diagnosticati per 100 lavoratori esposti). In Tab.3 sono inoltre riportati analoghi dati relativi ad un gruppo di riferimento (N. =749; maschi = 310; femmine = 349) composto da lavoratori, mai esposti ad attività lavorative comportanti un rischio di UL-WMSDs, così come rielaborati da precedenti lavori degli Autori (Battevi 1998, De Marco 1996).

Per questo gruppo di riferimento, gli indicatori di esposizione sono stati assegnati "nominalmente" (indice OCRA = 0,5; punteggio checklist = 1,5) come per una esposizione quasi assente.

In precedenti lavori la variabile di effetto valorizzata era stata la prevalenza di casi diagnosticati (1 malattia = 1 caso) di UL-WMSDs sul n. di arti a rischio (Colombini 1996, Grieco 1998) o sul n. di esposti (Colombini 2000, 2003). In questa ultima versione tale seconda variabile è stata mantenuta. Ad essa tuttavia è stata affiancata, su sollecitazione dei gruppi tecnici del CEN e dell'ISO menzionati in introduzione, nonché di molti operatori delle imprese, una variabile più "grezza" ma di più immediato impatto, rappresentata dalla prevalenza di soggetti ammalati (di 1 o più UL-WMSDs) sul totale dei soggetti esposti (PA).

Quest'ultima variabile è stata pertanto ricalcolata anche nel gruppo di riferimento già disponibile ed utilizzata prioritariamente per la ricerca dei valori critici di OCRA.

Nello studio delle variabili di effetto, per tutti i gruppi, sono stati considerati unicamente i casi accertati clinicamente (anamnesi + visita specialistica + esami strumentali appropriati) di patologie degli arti superiori WMSDs.

Tale funzione presenta un grado di associazione tra le 2 variabili assai elevato ( $R^2$  aggiustato = 0,92) e statisticamente assai significativo ( $p < 0,00001$ ).

TIPO DI LAVORO	Numero Totale	Numero Maschi	Numero Femmine	CHECKLIST Punteggio	OCRA Indice	% DIAGNOSI PC	% MALATI PA
Montaggio motori elettrici 1	431	126	305	15,2	4,7	20,4	11,4
Montaggio motori elettrici 2	288	173	115	12,0	3,4	19,4	8,7
Assemblaggio surgelatori	374	264	110	11,5	3,2	16,0	8,6
Assemblaggio frigoriferi A	350	270	80	14,7	4,5	24,6	15,4
Assemblaggio frigoriferi B	42	32	10	13,0	3,8	23,8	14,3
Assemblaggio frigoriferi C	31	31	0	14,4	4,3	32,3	19,4
Assemblaggio frigoriferi D	118	63	55	15,0	4,6	22,9	15,3
Assemb+cablag frigoriferi	42	22	20	19,4	7,2	69,0	31,0
Assemblaggio forni	650	150	500	10,2	2,8	21,8	13,2
Assemblaggio ammortizzatori	242	159	83	19,5	7,3	60,3	24,0
Macellazione tacchini e polli	943	0	943	20,0	7,7	31,5	22,4
Rifinitura ceramiche	22	0	22	24,0	21,0	109,1	63,6
Carteggiatura legni per auto	121	55	66	21,0	13,0	18,2	17,4
Carteggiatura legni per infissi	25	0	25	34,0	24,7	108,0	72,0
Cassiera supermarket	100	0	100	17,0	7,0	53,0	26,0
Confezione verdure	29	0	29	29,0	21,0	217,2	72,4
Tappezzeria sedili	59	33	26	32,0	41,7	203,4	79,7
Disosso carni	86	67	19	28,0	23,8	224,4	47,7
Cermita piastrelle	46	0	46	30,0	41,0	315,2	93,5
Assemblaggio motori 1	467	355	112	10,0	3,4	8,6	3,9
Assemblaggio motori 2	53	37	16	12,0	3,9	13,2	7,5
Assemblaggio statori	105	42	63	17,0	5,8	24,8	13,3
Gruppo di riferimento	749	310	439	1,5	0,5	5,6	4,4

**Tab. 3 - Principali caratteristiche dei gruppi esaminati: composizione numerica totale e per genere, indici di esposizione (indice OCRA e punteggio checklist), prevalenza di singoli casi diagnosticati di UL-WMSDs (PC) e di soggetti ammalati di uno o più UL-WMSDs (PA).**

Al fine della individuazione dei valori critici di OCRA, la Fig.2 riporta i risultati concretamente ottenuti applicando i dati disponibili (Tab.3) al modello generale di analisi. Più in particolare la migliore funzione di regressione semplice tra OCRA e PA è di tipo lineare ed espressa dall'equazione generale:

$$PA = 2,39 (\pm 0,14) \times OCRA$$

Utilizzando tale equazione (coi relativi limiti di confidenza al 95%), in relazione ai valori guida (drivers) di PA definiti nel gruppo di riferimento secondo il modello generale di Fig.2, è stato possibile ottenere indicazioni circa i diversi valori critici di OCRA che separano aree a diverso rischio di (prevalenza di) malati di UL-WMSDs come riportato più in dettaglio in Tab.4.

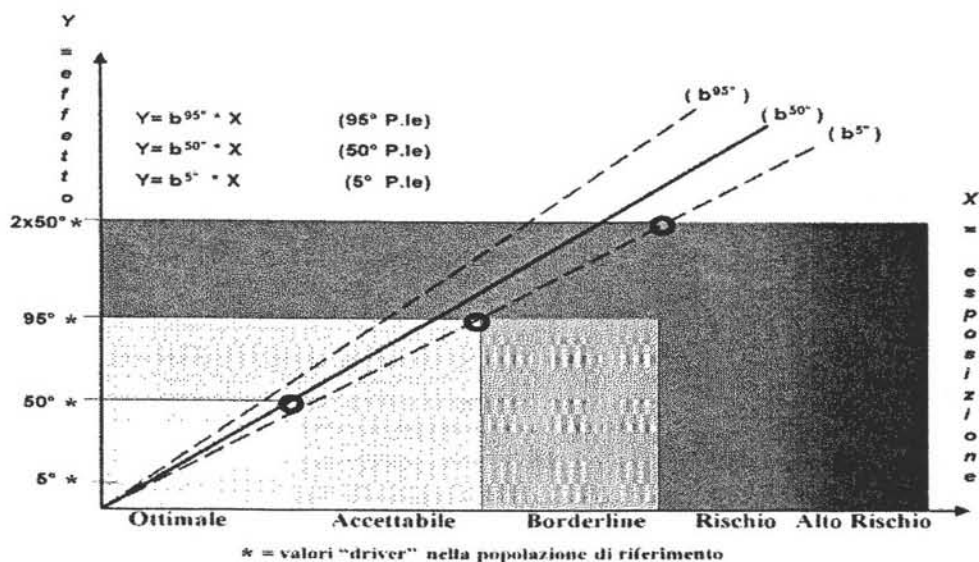


Fig. 2 - Modello generale per identificare valori critici di una variabile di esposizione (X) a partire dalla distribuzione di una variabile di effetto (Y) in una popolazione di riferimento ed usando la funzione di regressione tra X ed Y ed i suoi limiti di confidenza (al 95%).

AREA	VALORI OCRA	VALORI CHECK-LIST	CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO	AZIONI CONSEGUENTI
VERDE/OTTIMALE	FINO AD 1,5	FINO A 5	ottimale	nessuna
VERDE/ACCETTABILE	1,6 - 2,2	5,1 - 7,5	accettabile	nessuna
GIALLO	2,3 - 3,5	7,6 - 11	incerto o molto lieve	riverifica
ROSSO LIEVE	3,6 - 4,5	11,1 - 14	lieve	ridurre rischio sorr. sanitaria
ROSSO MEDIO	4,6 - 9,0	14,1 - 22,5	medio	formazione
ROSSO INTENSO	OLTRE 9,0	OLTRE 22,5	intenso	ridurre rischio sorr. sanitaria formazione

Tab. 4 - Classificazione dell'indice OCRA e del punteggio della Checklist, secondo aree crescenti di rischio e sintetica identificazione delle azioni conseguenti.



## **7. Conclusioni**

La disponibilità di dati, nuovi o aggiornati, relativi sia ai risultati dell'applicazione del metodo OCRA (indice OCRA e checklist OCRA) che ai risultati di parallele indagini di prevalenza di UL-WMSDs clinicamente determinati, ha consentito di aggiornare i criteri di classificazione dell'indice OCRA e del punteggio checklist OCRA. Ciò è avvenuto sulla base di un modello di selezione dei valori critici di che è stato elaborato prevalentemente nel contesto di gruppi di lavoro del CEN e dell'ISO impegnati alla produzione di standard tecnici relativi alle attività manuali ripetitive.

I criteri elaborati sono stati basati su studi di prevalenza, con tutti i limiti che al proposito sono stati discussi ed evidenziati, nella consapevolezza che tuttavia gli stessi sono ormai numericamente rappresentativi (oltre 5000 soggetti esaminati per 23 diversi gruppi di esposizione), attuati con criteri e metodi fortemente omogenei e, più che altro, hanno condotto a risultati tra loro ampiamente coerenti e congruenti con analoghi studi preliminari già condotti dagli Autori (Colombini 1996, 2000, 2002; Grieco 1998).

Sulla scorta dei risultati del presente studio l'indice OCRA e il punteggio di checklist, ottenuti attraverso le procedure di analisi già pubblicate, (Colombini 2000, 2002; Occhipinti 2000) sono stati riclassificati secondo 6 fasce di esposizione crescente.

Parallelamente, studiando i modelli e le funzioni di associazione tra variabili di esposizione e variabili di effetto (collettivo) di salute, in particolare rappresentate dalla prevalenza di soggetti ammalati di uno o più UL-WMSDs clinicamente diagnosticati (PA), è stato possibile derivare modelli di previsione a medio-lungo termine di tali effetti a partire da valori noti dell'indice OCRA e del punteggio checklist; tali modelli, pur considerando i limiti di validità degli studi di prevalenza su cui sono basati, hanno mostrato un elevato grado di associazione tra le variabili indagate specie laddove si possa tener conto della composizione numerica secondo il genere dei gruppi in esame.

### **Bibliografia**

COLOMBINI D, OCCHIPINTI E : Le applicazioni dell'indice sintetico di esposizione (Ocro) a compiti con movimenti ripetitivi degli arti superiori in diverse realtà produttive: prime esperienze di validazione. *La Medicina del Lavoro* 1996; vol. 87, n. 6: 704-718.

COLOMBINI D : An observational method for classifying exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics*, 1998; vol. 41, n. 9: 1261-1289.

COLOMBINI D, OCCHIPINTI E, GRIECO A: *La valutazione e la gestione del rischio da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori: Analisi organizzative, indici di esposizione OCRA, schemi di intervento, principi di riprogettazione*. Milano: Franco Angeli Editore, 2000.

COLOMBINI D, OCCHIPINTI E, GRIECO A: *Risk assessment and management of repetitive movements and exertions of upper limbs*. Amsterdam: Elsevier Science, 2002.

COLOMBINI D, OCCHIPINTI E: Experiences and results of risk evaluation (risk maps) using OCRA methods in several companies of different production sectors. *Proceedings of 27th ICOH Conference (FPS 61.2); Iguassu Falls (Brasil) , 23-28 February 2003*.

GRIECO A: Application of the concise exposure index (OCRA) to tasks involving repetitive movements of the upper limbs in a variety of manufacturing industries: preliminary validations. *Ergonomics*, 1998; vol. 41, n. 9:1347-1356.

OCCHIPINTI E, COLOMBINI D, CAIROLI S, BARACCO A: Proposta e validazione preliminare di una check-list per la stima dell'esposizione lavorativa a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori. *La Medicina del Lavoro* 2000; vol. 91, n.5: 470-485.

## ***Fattori psico-sociali: organizzazione degli orari di lavoro e salute***

**GIOVANNI COSTA**

Dipartimento di Medicina e Sanità Pubblica, Università di Verona

Strada Le Grazie, 8 37134 Verona – Tel:045/8027634 - E-mail: giovanni.costa@univr.it

**RIASSUNTO:** *Il lavoro a turni, in particolare quello comprendente il turno notturno, causa una desincronizzazione dei ritmi biologici e delle attività sociali con riflessi negativi su performance lavorativa, condizioni di salute e vita di relazione. Gli effetti sulla salute sono caratterizzati, nel breve termine, da disturbi del sonno, sindrome del “jet lag”, errori e infortuni; nel lungo termine, vi è un’ aumentata incidenza e prevalenza di patologie digestive, neuropsichiche, cardiovascolari e della funzione riproduttiva femminile. Il giudizio di idoneità al lavoro a turni deve associarsi ad una precisa analisi delle condizioni di lavoro, ad una organizzazione dei cicli di turnazione secondo criteri ergonomici, e ad efficaci misure di compensazione. È inoltre necessario che il medico del lavoro, oltre a dare utili consigli su come farvi fronte adeguatamente, tenga presente che alcune condizioni morbose possono costituire una controindicazione assoluta o relativa al lavoro a turni e/o notturno.*

### **1. Introduzione**

La società moderna si sta rapidamente evolvendo sia per quanto riguarda le strategie economiche e produttive (ad es. nuove tecnologie, globalizzazione dei mercati, processi di informazione e di comunicazione), sia in termini di organizzazione sociale e comportamenti individuali.

La cosiddetta “Società delle 24 ore” nella quale ci siamo inoltrati in questi ultimi anni richiede un’organizzazione sociale in cui i condizionamenti temporali non siano più in grado di limitare le attività umane: sia virtualmente (tecnologia elettronica) che nell’operatività quotidiana (organizzazione industriale e dei servizi) le persone possono desiderare e fare qualsiasi cosa ad ogni ora del giorno e della notte, sia a livello lavorativo che sociale (attività di piacere, trasporti, comunicazioni, acquisti, ecc).

Conseguentemente, l’organizzazione degli orari di lavoro sta sempre più diventando un fattore cruciale dell’organizzazione del lavoro, e acquista differenti valori e significati in relazione alle conseguenze economiche e sociali che ne possono derivare nei diversi periodi della vita, sia dell’impresa che dell’individuo.

In questi anni si è infatti posta attenzione a tale problema in relazione all’evoluzione del mercato del lavoro, soprattutto in termini di competitività su scala mondiale, che ha portato a modifiche spesso sostanziali nell’organizzazione del lavoro, che vede un progressivo superamento del sistema rigido tayloristico attraverso forme di organizzazione del lavoro che consentono di ridefinire il rapporto uomo-lavoro sia in termini di relazioni spaziali che temporali.

Non soltanto è stato spezzato il legame tra postazione di lavoro e orario di lavoro (telelavoro), ma anche il confine tra tempo di lavoro e tempo libero non è più rigidamente determinato dalla normale giornata lavorativa: l'orario di lavoro si estende alle ore serali e notturne, al fine settimana, ai giorni festivi, assumendo una variabilità sempre più accentuata.

Secondo la più recente indagine europea sulle condizioni di lavoro condotta nel 2000 nei 15 paesi dell'Unione, solo il 24% dei lavoratori (27% dei dipendenti e 8% degli autonomi) svolgono attualmente il loro lavoro nel cosiddetto orario normale giornaliero, ossia tra le 07.30-08 del mattino e le 17-18 del pomeriggio, dal Lunedì al Venerdì. Ciò significa che la stragrande maggioranza dei lavoratori sono ora impiegati in orari di lavoro "non tradizionali", comprendenti il lavoro a turni e notturno, il lavoro a tempo parziale, il lavoro nel week-end, la settimana compressa, orari variabili, turni spezzati, lavori stagionali, lavoro su chiamata, etc.

Tale ricerca di "flessibilità" nei tempi e negli orari di lavoro è in relazione sia a richieste di carattere economico e produttivo che ad esigenze di carattere biologico e sociale.

Sono sotto gli occhi di tutti le difficoltà e le contraddizioni insorte in questi ultimi anni nella ricerca di politiche e strumenti normativi in grado di rispondere adeguatamente a tali nuove situazioni. L'obiettivo di aumentare la competitività economica attraverso una maggiore flessibilità è presente a tutti; le difficoltà stanno nel trovare il modo migliore di combinare i vari interessi in gioco, che spesso appaiono in contraddizione tra loro.

Il termine "flessibilità" può tuttavia essere interpretato in vari modi; in particolare: a) flessibilità come risposta a riduzione dell'orario di lavoro individuale a fronte di un'estensione dell'orario produttivo dell'impresa e/o di erogazione di servizi (ad es. trasporti); b) flessibilità in risposta a cambiamenti tecnologici ed economici: ammortamento rapido degli investimenti, soprattutto se con tecnologie a rapida obsolescenza; produzioni "just in time", fluttuazioni cicliche della domanda; c) flessibilità in risposta a mutate esigenze e/o preferenze della forza-lavoro (donne, giovani, anziani, disabili) per una migliore integrazione tra tempi di vita e tempo di lavoro.

Per tutti questi motivi negli ultimi anni si è verificato un continuo aumento dei cosiddetti orari "flessibili", che si configurano in varie forme, quali: orari scaglionati; orari settimanali compressi (3-4 giorni); orari di inizio e fine lavoro variabili; orari mediati su base stagionale o annuale ("banca delle ore"); part-time; schemi modulari; orari personalizzati, telelavoro.

Tali orari si possono strutturare sia come lavoro giornaliero che, soprattutto, come lavoro a turni (2, 3 o 4 turni al giorno), sia a ciclo discontinuo (interruzione nel week-end o alla Domenica) che a ciclo continuo. Essi possono essere variamente combinati e associati a livello di impresa (ad es. lavoro a tempo pieno e a part-time per coprire un ciclo continuo) e non necessariamente ad una riduzione dell'orario settimanale (o annuale) si associa una riduzione dell'orario giornaliero: in alcuni casi questo avviene, come nel caso del "6x6", in altri casi l'orario giornaliero può aumentare a 9, 10 o

addirittura a 12 ore e la stessa persona può avvicinarsi in turni con durata variabile in relazione al carico di lavoro.

In questi ultimi decenni il lavoro a turni e notturno si è andato progressivamente estendendo dai tradizionali settori siderurgico, chimico e dei servizi essenziali (trasporti, ospedali, telecomunicazioni, pubblica sicurezza), ove trovava una giustificazione nel far fronte a fondamentali condizionamenti tecnologici e sociali, anche in molti altri settori lavorativi (ad es. industria tessile, meccanica, alimentare; commercio, grande distribuzione, banche, alberghi, spettacoli) in ragione di preminenti condizionamenti di carattere economico. Attualmente si stima che più del 50% della popolazione lavorativa sia impiegata in varie forme di lavoro a turni e il 20% anche nel lavoro notturno.

## **2. Interferenze sull'equilibrio psico-fisico**

Il lavoro in turni, in particolare quello comprendente i turni notturni, costituisce una oggettiva condizione di stress in quanto, attraverso la perturbazione del ciclo sonno/veglia, e quindi della normale ritmicità circadiana delle funzioni biologiche, induce una modificazione delle condizioni psico-fisiche della persona, che può avere effetti negativi sull'efficienza lavorativa, sullo stato di salute e sulle condizioni di vita familiare e sociale.

Al pari del viaggiatore che si sposta in volo di alcuni fusi orari, anche una persona che lavora di notte è costretta ad invertire bruscamente il ritmo sonno/veglia dissociando la normale sincronizzazione tra luce-attività e buio-riposo per far fronte agli impegni lavorativi. L'organismo cerca pertanto di "aggiustare" i propri ritmi biologici sul nuovo orario, ma ciò comporta un certo costo che si manifesta con un complesso di sintomi ("sindrome del jet-lag") quali insonnia, stanchezza, dispepsia, senso di malessere e nervosismo.

Il sonno è senz'altro la funzione maggiormente disturbata nei turnisti, subendo modificazioni sia quantitative che qualitative. In particolare, il sonno diurno seguente al turno notturno non solo risulta ridotto in durata, ma anche frequentemente interrotto a causa di frequenti risvegli, con conseguente riduzione del suo potere ristoratore sia dal punto di vista fisico, connesso alle fasi di sonno profondo, che psichico, connesso alle fasi di sonno legato ai sogni (REM).

La perturbazione del ciclo sonno/veglia, oltre a causare problemi di insonnia, favorisce anche un eccessivo livello di sonnolenza, che costituisce un importante fattore di interferenza con la sicurezza, il comfort e l'efficienza lavorativa, dal momento che essa influenza significativamente la vigilanza e la performance e, quindi, può favorire errori, incidenti e infortuni sul lavoro.

Il fenomeno della sonnolenza è infatti regolato da meccanismi fisiologici che sono influenzati sia dalla ritmicità circadiana (cicli di 24 ore) e ultradiana (cicli a periodo più breve) dell'attività cerebrale, sia da processi omeostatici legati, in particolare, alle precedenti ore di veglia trascorse. Vi possono essere inoltre delle condizioni personali, connesse sia a caratteristiche comportamentali sia a condizioni patologiche,

che possono influenzare una sonnolenza eccessiva sul posto di lavoro, quali ad esempio: le abitudini alimentari, la mattutinità/serotinità, l'incapacità a vincere la sonnolenza, le attività voluttuarie, l'invecchiamento, le sindromi da affaticamento cronico, le sindromi depressive, le sindromi post-traumatiche, nonché l'uso, più o meno controllato, di farmaci sedativi e/o ipnoinducenti.

È ben noto che l'efficienza lavorativa presenta livelli minimi durante le ore notturne e pertanto, nei turnisti, può condizionare una maggiore frequenza di errori e infortuni, associandosi al deficit di sonno e alla stanchezza. Gli studi riguardanti gli incidenti lavorativi fra i turnisti sono comunque abbastanza controversi: alcune indagini hanno riportato più incidenti nei turni notturni, altre in quelli diurni, altre ancora segnalano come gli incidenti siano meno frequenti, ma più gravi nei turni notturni. Oltre all'interferenza di molte altre variabili, i differenti riscontri possono essere spiegati considerando, da una parte, i diversi settori e situazioni lavorative esaminate (a minore o maggiore rischio di incidenti, misure di sicurezza, compiti specifici) e, d'altra parte, tenendo in considerazione che le condizioni sono raramente, o quasi mai, le stesse di giorno e di notte. Pertanto la riduzione della performance psicofisica durante la notte non è necessariamente associata ad una più alta frequenza di incidenti, dato che possono interagire molti altri fattori legati all'organizzazione del lavoro. Parecchi studi hanno infatti rilevato come il picco di incidenti durante il giorno si situi intorno alle 10-11 del mattino, quando paradossalmente la curva della performance presenta i suoi livelli più alti (ma anche l'attività lavorativa è al suo massimo). Tuttavia, in riferimento al turno del mattino, vi sono segnalazioni nel settore dei trasporti di una relazione tra frequenza di incidenti e orari troppo anticipati di inizio.

Potrebbe essere una fatale coincidenza, ma vale la pena menzionare che alcuni dei principali tragici eventi occorsi in questi ultimi anni, quali ad esempio i due incidenti nucleari di Three Mile Islands e Chernobyl, il disastro chimico di Bophal, il naufragio della petroliera Exxon Valdes e l'esplosione del Challenger Space Shuttle, sono avvenuti o determinati durante le ore notturne (tra mezzanotte e le 06.00); in tutti è stato invocato come importante fattore l'"errore umano", che è stato documentato essere connesso a deficit di sonno, o a fattori legati al sonno (sonnolenza), come pure ai meccanismi oscillatori circadiani dell'attenzione e della performance.

### **3. Disturbi e malattie**

È ben documentato da numerosi studi che il lavoro a turni, attraverso le interferenze sopracitate, può determinare a lungo termine una maggior incidenza di malattie a prevalente genesi psicosomatica, che si manifestano prevalentemente con turbe neuro-psiche (sindromi ansiose e/o depressive) e patologie a carico dell'apparato gastroenterico e di quello cardio-circolatorio, con conseguente maggior assenteismo e ricorso a cure mediche.

I disturbi a carico del sistema digestivo (alterazioni dell'appetito, dispepsia, pirosi, dolori addominali, irregolarità dell'alvo con prevalente stipsi, meteorismo e flatulenza) interessano dal 20 al 75% dei turnisti che svolgono anche lavoro notturno contro

il 10-20% dei lavoratori a giornata. I turnisti notturni, a causa della chiusura delle mense, mangiano spesso cibi preconfezionati e talvolta abusano di bevande stimolanti a base di caffeina, alcolici e tabacco; inoltre essi, se vogliono assumere il pasto di mezzogiorno con i familiari, sono costretti ad interrompere forzatamente il sonno: per questo motivo spesso preferiscono saltare il pranzo.

In questi ultimi anni si sono inoltre documentate maggiori prevalenze di patologie a carico dell'apparato cardio-circolatorio (cardiopatía ischemica in particolare), che si accentuano con l'anzianità di turno e nel personale femminile oltre i 45 anni.

Per quanto riguarda le donne in particolare, molti studi segnalano che le turniste hanno più frequentemente irregolarità dei cicli e disturbi mestruali. Alcuni registrano inoltre una frequenza minore di gravidanze e di parti regolari (parti prematuri e di bambini sottopeso alla nascita) tra le turniste (soprattutto tra quelle che lamentano cicli mestruali irregolari) e, per converso, un numero superiore di aborti. Alcuni autori ritengono che molte donne turniste possano essere indotte ad evitare molte gravidanze, attraverso sistemi di controllo delle nascite o aborti procurati, a causa di condizionamenti economici e delle maggiori difficoltà di ordine familiare.

Il lavoro a turni può anche condizionare un maggior rischio tossicologico in relazione a tempi e velocità differenti di metabolizzazione e di effetto biologico alle diverse ore del giorno o della notte in cui avviene l'esposizione, nonché alla durata del turno e alla diversa interposizione e durata dei giorni di riposo. Tutti questi fattori possono quindi concorrere nel favorire o meno un eccessivo accumulo di diverse sostanze tossiche, con conseguente superamento del limite biologico di accettabilità e diversa intensità dell'effetto. Occorre considerare quindi che la persona esposta può presentare dei "tempora minoris resistentiae" nell'arco delle 24 ore, in relazione alla fase di desincronizzazione circadiana in cui essa si viene a trovare a seguito del ciclo di turnazione. Una suggestiva evidenza in questo senso è stata fornita dal tragico incidente di Bophal, avvenuto all'una di notte, e causato da una nube tossica di metilisocianato. Si riscontrò infatti che i morti erano presenti essenzialmente tra la popolazione che dormiva (vale a dire in periodo di deattivazione metabolica) e non tra i turnisti in lavoro di notte, e venne inoltre rilevata una più elevata mortalità tra gli animali diurni, anche di grossa taglia (bestiame), mentre risultarono molto meno colpiti quelli notturni, anche se di piccola taglia (ratti). I vari fattori sopracitati possono quindi assumere una certa rilevanza anche per quanto riguarda il monitoraggio biologico dei turnisti.

#### **4. Condizioni di vita familiare e sociale**

Nel causare i disturbi e le patologie sopracitate può svolgere un ruolo concausale anche la contemporanea desincronizzazione temporale sul piano familiare e sociale. Infatti i turnisti incontrano maggiori difficoltà nel mantenere i normali rapporti con gli altri membri della famiglia, con ovvie ripercussioni sia sul rapporto di coppia che per quanto riguarda l'educazione e l'accudimento dei figli, così come è per loro più difficile programmare e mantenere le usuali relazioni sociali (ad es. incontri con ami-

ci, accesso a luoghi di ritrovo, partecipazione a spettacoli, manifestazioni sportive, politiche, ecc.), cosicché il lavoro a turni può costituire spesso un fattore di esclusione o emarginazione. Per le donne, in particolare, si possono determinare condizioni di vita maggiormente stressanti in relazione alla pressione del tempo causata dal conflitto tra gli orari di lavoro irregolari e gli abituali impegni domestici, soprattutto per quelle sposate e con figli.

Numerose indagini hanno evidenziato come le donne sposate dormano meno rispetto agli uomini durante il giorno seguente al turno di notte, soprattutto quelle con figli piccoli e quindi con maggiori carichi familiari. La possibilità di far fronte agli impegni domestici, in particolare la cura dei figli, dipende anche da una più o meno favorevole integrazione tra gli orari di lavoro e quelli dei servizi sociali (asili-nido, scuole) che spesso costringono a ricorrere ad altre persone per il trasporto e la sorveglianza dei bambini, così come di eventuali lavori domestici. D'altro canto possono essere proprio le specifiche condizioni familiari e/o le necessità economiche a costringere molte donne ad accettare il lavoro a turni e notturno: in uno studio francese su 898 infermiere turniste, in maggior parte sposate e con figli, è stato riportato come 85% di esse avesse richiesto espressamente di passare dai turni ruotanti al turno fisso di notte, onde poter organizzare in maniera più stabile e regolare la loro vita in modo da far fronte meglio agli impegni domestici.

Comunque occorre anche sottolineare il fatto che la condizione di turnista, nel mentre causa tali importanti interferenze, forza anche la persona ad imparare ad usare meglio le ore di tempo libero e, quindi, la sua percezione e valutazione dello stesso può essere sensibilmente diversa rispetto al lavoratore giornaliero.

##### **5. Fattori influenti la tolleranza al lavoro a turni**

L'entità di tali effetti dipende dalla contemporanea influenza di numerosi fattori concernenti sia la sfera individuale che il contesto lavorativo e sociale. Alcuni di essi hanno un maggior peso sulla genesi dello stress, quali ad es. l'organizzazione del lavoro e dei turni, altri svolgono una maggiore influenza nel condizionare le risposte dell'organismo ("strain"), quali ad es. le caratteristiche personali e le condizioni sociali. Occorre quindi considerare che le interferenze negative del lavoro a turni possono pesare in maniera diversa sulle persone coinvolte.

È stato infatti rilevato come alcune persone siano costrette ad abbandonare il lavoro notturno nel giro di breve tempo a causa della comparsa di importanti disturbi di carattere neuropsichico e/o digestivo, mentre per altre persone il lavoro a turni e notturno non costituisca alcun problema, anzi venga in alcuni casi scelto espressamente. Per la maggior parte delle persone tuttavia il lavoro a turni rappresenta un fattore di disagio e di stress, tale da ingenerare diversi gradi di intolleranza, che possono divenire manifesti in tempi e con intensità diverse in relazione a numerosi fattori.

Per quanto riguarda le caratteristiche individuali, alcuni fattori "cronobiologici" sembrano avere una certa importanza. Ad esempio, è stato evidenziato che i tipi "seroti-



ni" manifestano una migliore tolleranza del lavoro notturno rispetto ai "mattutini" probabilmente in relazione alla diversa fase ritmica circadiana. Essi infatti presentano una curva di attivazione psico-fisica più spostata verso le ore serali, che consente loro di far fronte meglio alla richiesta di attività nelle ore notturne: ciò peraltro li sfavorisce per quanto riguarda il turno del mattino. Anche le caratteristiche di maggiore o minore rigidità negli orari di sonno e capacità di vincere la sonnolenza sembrano avere una certa rilevanza nel condizionare una diversa sopportazione del lavoro notturno che, come accennato, interferisce principalmente con il sonno.

Tra i fattori di carattere sociale vale la pena di sottolineare l'importanza alle condizioni abitative, in particolare per quanto riguarda l'inquinamento da rumore, provocato sia da fonti interne (bambini, telefoni, campanelli, elettrodomestici, ecc.) che esterne (strade di grande traffico, aeroporti, ferrovie, ecc.), che possono ostacolare grandemente il riposo del turnista, costretto a dormire in momenti sfasati rispetto ai normali tempi della vita di relazione.

#### **6. Criteri orientativi per una buona organizzazione dei turni**

In riferimento a quanto esposto appare evidente che nell'organizzazione degli orari di lavoro si devono tenere in considerazione non soltanto le necessità di servizio, ma anche i condizionamenti di carattere fisiologico, psicologico e sociale degli operatori.

È pertanto doveroso, e possibile, predisporre schemi di turno più rispettosi dell'integrità psico-fisica dei soggetti interessati e del loro benessere sociale, cui conseguono ovvii riflessi positivi anche sulla prestazione lavorativa.

Le principali raccomandazioni, che vengono fatte a tale riguardo, tengono conto infatti dell'adattamento biologico, della performance lavorativa, dello stato di salute e benessere, e dei problemi personali e sociali; esse possono essere riassunte nel seguente decalogo:

- 1) ridurre il più possibile il lavoro notturno e adottare schemi di rotazione rapida, al fine di limitare al massimo il numero di turni di Notte consecutivi (2-3 max), in modo da interferire il meno possibile sui ritmi circadiani e sul sonno;
- 2) preferire la rotazione dei turni in "ritardo di fase" (Mattino/Pomeriggio/Notte), dal momento che essa asseconda il naturale periodismo dei ritmi biologici circadiani e consente un più lungo riposo intermedio;
- 3) interporre almeno 11 ore di intervallo tra un turno e l'altro onde consentire un maggior recupero del deficit di sonno e della fatica;
- 4) non iniziare troppo presto il turno del mattino, in modo da limitare la perdita dell'ultima parte del sonno (ricca di fase REM);
- 5) regolare la lunghezza del turno in base alla gravosità fisica e mentale del compito e consentire turni di 9-12 ore solo in casi particolari (lavori leggeri, pause adeguate, non esposizione a sostanze tossiche);
- 6) programmare il giorno o i giorni di riposo preferibilmente dopo il turno di Notte, in modo da consentire un immediato recupero della fatica e del deficit di sonno;

- 7) inserire pause nel corso del turno, in modo da permettere tempi adeguati per i pasti ed eventuali brevi pisolini, rivelatisi molto utili per compensare il deficit di sonno;
- 8) adottare cicli di turnazione non troppo lunghi e rotazioni il più possibile regolari, e dare notizia dello schema di turno o di eventuali variazioni con congruo anticipo, in modo da facilitare la pianificazione della vita familiare e sociale;
- 9) prevedere il maggior numero possibile di giorni festivi o fine-settimana liberi, onde favorire il mantenimento delle relazioni sociali;
- 10) consentire la maggiore flessibilità possibile sul piano individuale per quanto riguarda gli orari di turno, gli scambi di turno o variazioni di orario, al fine di far meglio fronte ad esigenze o necessità personali e familiari.

Si deve peraltro tenere in considerazione che non vi è un sistema di turno "ottimale" in assoluto, ma ogni schema di turnazione deve essere pianificato e adottato tenendo conto delle specifiche condizioni di lavoro, delle peculiari richieste del compito, così come delle particolari caratteristiche individuali e sociali dei lavoratori interessati. Pertanto i criteri e i metodi utilizzati possono variare notevolmente e il risultato finale può soddisfare in maniera più o meno adeguata le richieste di carattere psico-fisiologico e sociale delle persone interessate. Non è infrequente infatti constatare fallimenti di sistemi di turnazione ritenuti a priori validi, anche sotto l'aspetto biologico, in quanto non adeguatamente rispondenti alle peculiari condizioni e specifiche esigenze dei lavoratori interessati; d'altro canto è possibile riscontrare un sorprendente grado di tolleranza per alcuni schemi di turno che, sulla carta, vengono ritenuti meno favorevoli.

Infatti, un aspetto cruciale per un buona tolleranza del turno è la metodologia seguita per l'adozione del sistema di turnazione. Il più delle volte il sistema di turno viene adottato in maniera passiva, per consuetudine storica o per analogia di settore produttivo, in altri casi viene rigidamente imposto in base alle scelte produttive. In altri termini esso viene considerato un fattore secondario dell'organizzazione del lavoro, cui ci si deve necessariamente adeguare in modo ineluttabile. Numerose esperienze riportate in letteratura testimoniano invece della centralità del sistema degli orari nell'organizzazione del lavoro e della fondamentale importanza dei metodi di scelta e di implementazione utilizzati, con risultati soddisfacenti sia per la persona che per l'impresa.

Una metodologia corretta, volta a introdurre o modificare uno schema di turnazione, dovrebbe quindi seguire delle tappe ben precise, che riguardano in particolare le seguenti fasi:

- a) prefigurazione di un progetto generale che tenga conto dei vari condizionamenti in gioco: norme legislative e contrattuali, esigenze produttive, condizioni di lavoro, ecc.;
- b) analisi delle caratteristiche del gruppo di persone interessate, in particolare per quanto riguarda i carichi di lavoro, i fattori di rischio, particolari necessità o

- esigenze (ad es. donne, anziani, lungo pendolarismo);
- c) predisposizione di uno schema di turnazione che tenga conto dei criteri di carattere psico-fisiologico e sociale sopra menzionati;
- d) introduzione del nuovo schema e verifica del grado di accettabilità in un piccolo gruppo e per un periodo di tempo determinato, registrando le valutazioni degli interessati e altri indicatori (comportamenti lavorativi, assenteismo, errori, ecc.);
- e) implementazione finale del nuovo schema di turnazione dopo gli eventuali aggiustamenti conseguenti alle indicazioni emerse dalla fase precedente.

Tale metodologia richiede il completo coinvolgimento dei lavoratori in ogni fase, che è la condizione basilare non solo di una democratica partecipazione delle persone che devono sostenere le conseguenze delle decisioni prese, ma costituisce altresì il solo modo per dare loro l'esatta valutazione della situazione e, conseguentemente, di elaborare la corretta motivazione per l'accettazione dei cambiamenti, e quindi di avere una migliore tolleranza del lavoro ad orari inusuali.

### **7. Misure compensative nei confronti dei lavoratori turnisti**

Vari interventi volti a compensare gli inconvenienti determinati dal lavoro a turni, sono stati proposti ed adottati in questi ultimi anni, spesso in modi molto empirici e differenti in relazione alle diverse condizioni di lavoro e alle specifiche problematiche a livello aziendale o di settore lavorativo. Tali interventi possono essere distinti in due categorie: a) i "contrappesi", cioè quelli volti solamente a compensare per i disagi o disturbi provocati; b) i "controvalori": cioè quelli volti a ridurre o a eliminare le cause degli inconvenienti o le conseguenze negative.

Il contrappeso più estesamente (e spesso unicamente) adottato è costituito dalla maggiorazione retributiva corrisposta per il lavoro notturno e festivo. Essa costituisce una semplice traduzione in termini monetari dei vari aspetti del problema; spesso non ha alcuna diretta relazione con la loro specificità o gravosità, variando notevolmente tra diversi settori o tra diverse aziende in funzione di fattori "estranei" quali, ad es., il potere contrattuale sindacale, le condizioni economiche dell'azienda, le necessità produttive. Altri contrappesi possono essere rappresentati da interventi volti a migliorare le condizioni lavorative, quali l'igiene dell'ambiente, i carichi e i ritmi di lavoro.

Tra le misure volte invece ad agire sulle cause degli inconvenienti ("controvalori") vanno segnalati i seguenti:

- a) riduzione delle ore di lavoro notturno, mediante una limitazione del numero di turni nell'arco dell'anno e/o con una riduzione della durata del turno stesso;
- b) introduzione di pause organizzate nel corso del turno notturno, in modo da consentire adeguati tempi di ristoro o pisolini;
- c) possibilità di fruizione di un pasto caldo durante il turno notturno;
- d) incremento del numero dei riposi compensativi o dei giorni di ferie in rapporto al numero dei turni notturni lavorati;
- e) garanzia di adeguati servizi sociali (ad es. trasporti, asili-nido, scuole materne,

- negozi, banche) attraverso opportuni accordi con enti locali e organizzazioni commerciali;
- f) possibilità di passaggio al lavoro diurno ad intervalli periodici e in maniera stabile dopo un determinato numero di anni in turno notturno.

### **8. Indirizzi per il controllo medico dei turnisti**

La sorveglianza medica dei lavoratori turnisti è diretta verso due scopi principali: a) una valutazione appropriata dell'idoneità al lavoro a turni; b) un attento controllo periodico dei turnisti. Per quanto riguarda il primo punto, si deve sottolineare che il lavoro a turni non può e non deve essere un criterio discriminatorio per la selezione dei lavoratori, in quanto l'obiettivo principale è quello di organizzare i turni secondo criteri ergonomici, e di adottare misure compensative adeguate allo scopo di evitare significativi disturbi dei ritmi circadiani, un accumulo del deficit di sonno e conflitti nella vita sociale. In questo modo pressoché tutti possono essere in grado di lavorare a turni senza alterazioni significative delle proprie condizioni di salute. Infatti, da una parte, appare irragionevole (e anche antieconomico) esprimere giudizi di inidoneità a persone obbligate a lavorare in sfavorevoli sistemi di turno, mentre, d'altro canto, efficienti schemi di turno hanno certamente effetti meno negativi e, di conseguenza, riducono i disturbi e i disagi.

Comunque, è anche ovvio che certi disturbi o malattie possono costituire una controindicazione per il lavoro a turni o notturno, in particolare quando siano associate ad altri fattori stressanti (ad es. lavoro pesante, caldo, rumore, elevata tensione psichica).

Tenendo in considerazione i vari criteri e suggerimenti proposti da diversi autori, appare ragionevole proporre queste strategie di intervento medico:

- A) Le persone affette dalle seguenti condizioni, che potrebbero essere connesse o aggravate dal lavoro a turni, dovrebbero essere esentate dal lavoro a turni o perlomeno dal turno notturno:
- disturbi cronici di sonno;
  - gravi malattie gastrointestinali (ulcera peptica, epatite e pancreatite cronica, cirrosi, m. di Chron);
  - malattie cardiache croniche (infarto cardiaco con funzione alterata, angina pectoris, sindromi ipercinetiche, grave ipertensione);
  - malattie cerebrali con sequele e gravi disordini nervosi, in particolare l'ansia e la depressione cronica;
  - diabete insulino-dipendente, poiché richiede una regolare e appropriata distribuzione temporale dei pasti e della terapia;
  - gravi patologie della tiroide e del surrene, in quanto richiedono una regolare assunzione dei farmaci in relazione alle fasi di attività e di riposo;
  - epilessia, essendo le crisi favorite da un deficit di sonno, mentre l'efficacia del trattamento può essere ostacolata da uno schema irregolare sonno/veglia;
  - malattie renali croniche, poiché l'alterazione dei ritmi circadiani può ulteriormente ostacolare la funzione renale;

- tumori, onde evitare ulteriori stress e facilitare il trattamento medico.
- B) Seguire molto attentamente le persone che presentano le seguenti condizioni:
  - disturbi digestivi (gastrite e gastroduodenite cronica, colon irritabile);
  - patologie respiratorie croniche (asma, bronchite cronica ostruttiva);
  - alcolismo o assunzione di psicofarmaci;
  - grave emeralopia o alterazione del visus con difficoltà in caso di scarsa illuminazione;
  - donne con bambini piccoli (età inferiore ai 6 anni);
  - persone di età superiore a 50 anni: in particolare quelle senza alcuna precedente esperienza di lavoro a turni;
  - persone con lunghi tempi di pendolarismo e/o condizioni di abitazione insoddisfacenti (rumore);
  - persone che dimostrano un elevato livello di nevroticismo, di mattutinità e di rigidità nelle abitudini di dormire.

Nel corso dei controlli periodici, è di fondamentale importanza ricercare i segni o i sintomi precoci della difficoltà di adattamento e, di conseguenza, di intolleranza al lavoro notturno, che potrebbero richiedere un pronto intervento sia a livello organizzativo (ad es. correggere o migliorare lo schema di turno o il modo di lavorare) che individuale (ad es. trasferimento temporaneo o permanente al lavoro a giornata). Oltre a focalizzare l'attenzione su disturbi del sonno, digestivi e psicosomatici, consumo di farmaci e assenteismo per malattia, possono essere utilmente impiegate al fine della valutazione dell'adattamento della persona anche registrazioni dei tempi di sonno, delle attività giornaliere e di alcuni parametri fisiologici (ad es. temperatura corporea, secrezione di cortisolo e/o melatonina, tests di performance).

È necessario inoltre che vengano date informazioni e suggerimenti utili ai lavoratori su come affrontare nel modo migliore il lavoro a turni e notturno, in particolare per quanto riguarda il sonno, la dieta, il controllo dello stress, la buona salute fisica, le condizioni di abitazione.

### **9. Riferimenti normativi**

Il Decreto Legislativo n° 66 del 8.4.2003 ("Attuazione delle direttive 93/104/CE e 2000/34/CE concernenti taluni aspetti dell'organizzazione dell'orario di lavoro") riporta le definizioni di "lavoro a turni", di "lavoratore a turni", nonché i principali parametri relativi all'orario di lavoro, quali: - l'"orario normale di lavoro": 40 ore settimanali o meno; - la "durata massima dell'orario di lavoro": non più di 48 ore settimanali compreso lo straordinario, salvo particolari situazioni individuate a livello di contratti collettivi nazionali di lavoro; - il "lavoro straordinario": che dev'essere contenuto, regolamentato da contratti collettivi, e non superiore alle 250 ore annuali; - il "riposo giornaliero": di almeno 11 ore consecutive ogni 24 ore; - le "pause": necessarie se il turno dura più di 6 ore, di durata stabilita dai contratti, comunque non inferiore a 10 minuti; - il "riposo settimanale": almeno 24 ore consecutive, di regola in coincidenza con la Domenica, e da aggiungere alle 11 ore di riposo giornaliero (ma

con eccezioni e deroghe per chi lavora a turni e per servizi e attività particolari); - il "riposo adeguato".

Per quanto riguarda il lavoro notturno, ribadisce le precedenti definizioni di "lavoro notturno", di "lavoratore notturno", le modalità di introduzione del lavoro notturno e la tutela della salute dei lavoratori (già incluse nel D. Lgs. 532/99) con un controllo medico a periodicità biennale, nonchè le limitazioni per alcune categorie di persone, quali donne in gravidanza, genitori unici affidatari di minori, lavoratori con soggetti disabili a carico (già indicate nella Legge 25 del 5.2.99). È utile ricordare che "è vietato adibire le donne al lavoro, dalle ore 24 alle ore 6, dall'accertamento dello stato di gravidanza fino al compimento di un anno di età del bambino". Inoltre è disposto che "il lavoro notturno non debba essere obbligatoriamente prestato: a) dalla lavoratrice madre di un figlio di età inferiore a tre anni o alternativamente dal padre convivente con la stessa; b) dalla lavoratrice o dal lavoratore che sia l'unico genitore affidatario di un figlio convivente di età inferiore a dodici anni; c) dalla lavoratrice o dal lavoratore che abbia a proprio carico un soggetto disabile ai sensi della legge 5 febbraio 1992, n. 104, e successive modificazioni".

### **Bibliografia**

- ÅKERSTEDT T.: "Shift work and disturbed sleep/wakefulness". *Occup. Med.*, 53: 89-94, 2003.
- COLQUHOUN W.P., COSTA G., FOLKARD S., KNAUTH P.: *Shiftwork: problems and solutions*. Peter Lang, Frankfurt aM., 224 pp, 1996.
- COSTA G.: *Lavoro a turni e notturno. Organizzazione degli orari di lavoro e riflessi sulla salute*. SEE Editrice, Firenze, 376 pp, 2003.
- COSTA G.: *Shift work and occupational medicine: an overview*. *Occup. Med.*, 53: 83-88, 2003.
- FOLKARD S., TUCKER P.: *Shift work, safety and productivity*. *Occup. Med.*, 53: 95-101, 2003.
- KNAUTH P.: *Innovative worktime arrangements*. *Scand. J. Work Environ. Health*, 24 (Suppl 3): 13-17, 1998.
- KNAUTH P., HORNBERGER S.: *Preventive and compensatory measures for shift workers*. *Occup. Med.*, 53: 109-116, 2003.
- KNUTSSON A.: *Health disorders of shift workers*. *Occup. Med.*, 53: 103-108, 2003.
- KOGI K.: *Improving shift workers' health and tolerance to shiftwork: recent advances*. *Appl Ergon* 27: 5-8, 1996.

## ***Profili di responsabilità dei soggetti destinatari dell'applicazione dei principi ergonomici nelle realtà produttive***

**GIANCARLO COSTAGLIOLA**

Via dei Mille 74 Napoli - Tel. 081/407168 - fax 081/416979

E-mail: giancarlo.costagliola@fastwebnet.it

***RIASSUNTO: brevi cenni sulla nascita del termine ergonomia e sulla sua genesi. La nascita della legislazione di tutela dell'ergonomia nell'ambito delle disposizioni in materia di prevenzione e protezione dei lavoratori. I principi ergonomici previsti dal Decreto Legislativo 626 del 1994. Le altre leggi di tutela dei lavoratori ispirate a principi ergonomici. I destinatari degli obblighi di tutela dei lavoratori. La delega di funzioni e il trasferimento delle responsabilità penali. La figura dell'ergonomo e la sua importanza nel quadro della tutela della salute dei lavoratori***

### **1 - Introduzione**

L'ergonomia, dal greco "ergon", lavoro e "nomos", norma, è la scienza che studia il comportamento dell'uomo durante l'attività lavorativa, dal punto di vista fisiologico, psicologico, sociologico. È una tipica scienza interdisciplinare, alla quale contribuiscono l'anatomia, l'antropometria, la fisiologia, la medicina industriale, la bionica, la fisica e l'ingegneria.

#### ***1.1 La storia***

Questa scienza ricevette il primo impulso durante la prima guerra mondiale, quando si presentò il problema di aumentare la produttività degli operai poco esperti delle fabbriche di munizioni.

Questo indusse una commissione di ricerca sulla salute industriale del British Medical Council a svolgere negli anni '20 e '30 ricerche sugli effetti della fatica e della noia nei compiti ripetitivi e sull'effetto dell'ambiente di lavoro: illuminazione, caldo e umidità, rumore. Il maggior impulso venne durante la seconda guerra mondiale, quando gli uomini dei reparti in combattimento dovevano maneggiare apparecchiature molto più complesse di quelle a cui erano abituati. L'alternativa ovvia a un lungo e difficile addestramento consisteva nel rendere più facile il lavoro.

#### ***1.2 Il termine***

Il termine è stato coniato dall'inglese K.F. Murrell nel 1949

Secondo il Murrell è lo studio ergonomico della relazione tra l'uomo e il suo ambiente di lavoro e presenta tre caratteristiche:

- 1. interdisciplinarietà**, intesa come concorso di più apporti scientifici allo studio del problema attraverso la creazione di gruppi di lavoro formati da ingegneri, medici, psicologi, sociologi, architetti, biologi;

2. **globalità**, che garantisce una visione sistemica del rapporto uomo-ambiente di lavoro, inserendosi nell'analisi e nella progettazione ergonomica anche negli aspetti organizzativi, informativi, gestionali;
3. **partecipazione** attiva degli interessati all'intervento ergonomico a tutte le fasi del processo.

### *1.3 Lo scopo*

Lo scopo dell'ergonomia è duplice:

- a livello dell'individuo vuole accentuare l'importanza del fattore umano nello studio delle condizioni di lavoro;
- a livello del sistema produttivo vuol dare un contributo ben caratterizzato ai problemi generali di organizzazione industriale.

La definizione del concetto di ergonomia ha perciò risentito particolarmente l'influenza della duplicità dei suoi scopi.

Scorrendo le definizioni degli studiosi di questa scienza possiamo notare le differenze di impostazione culturale.

Si va dalla definizione di Odescalchi (1969) che afferma che l'ergonomia è “.. un nuovo modo di concepire il lavoro al fine di renderlo più accetto all'individuo, in maniera da poterne ottenere il massimo rendimento conservandogli tuttavia il massimo possibile di comfort”

Alle definizioni antitetiche di Mc Cormick (1957) “.progettazione della casa, del lavoro, dell'organizzazione in termini umani” e di Gianni de Zorzi “.. l'azione che mira a meglio adattare il lavoro ai lavoratori per procurare ad essi benessere e soddisfazione e che può avere o no, come effetto secondario, un aumento di rendimento...”

Si arriva infine a quella più asettica dell'inventore del termine, Murrel (1967) “scienza interdisciplinare che studia l'uomo nei suoi rapporti con l'ambiente di lavoro”.

Riassumendo alla luce della pluralità di definizioni attribuite a questa scienza, oggi possiamo così definire l'ergonomia: “quella scienza interdisciplinare che si occupa della progettazione del lavoro cercando di adattare il lavoro alle esigenze umane e non viceversa adattare l'uomo alle esigenze lavorative”.

## **2 - Il concetto di ergonomia e la nostra legislazione**

L'impulso allo studio ed all'istituzione di un obbligo giuridico di applicare i principi di ergonomia negli ambienti di lavoro nasce dalla constatazione del verificarsi di nuovi tipi di incidenti o malattie da lavoro.

### *Nuovi tipi di danni alla salute*

Uno dei motivi dell'interesse all'ergonomia del legislatore comunitario deriva dalla constatazione, ormai comune a tutti i paesi industrializzati, che mentre diminuiscono i danni alla salute dovuti ad eventi traumatici, come gli infortuni, quelli dovuti ai cosiddetti “microtraumi ripetuti” oppure quelli relativi a stress o a disturbi del sistema nervoso, stanno aumentando ad un tasso di sviluppo allarmante.



*Negli Stati Uniti.*

Sulla base dei dati dell'Ufficio per le statistiche del lavoro il 52% delle malattie da lavoro è causato da microtraumi ripetuti.

Sulla base di queste evidenze, l'OSHA (l'agenzia americana per la sicurezza e la salute dei lavoratori) ha posto tra gli obiettivi prioritari di sicurezza e salute nei luoghi di lavoro per gli anni '90 la riduzione dei danni dovuti a "cattive condizioni ergonomiche".

*Nei Paesi Scandinavi e nella Gran Bretagna.*

Una delle cause di malattie con maggiore assenza dal lavoro è quella dei disturbi dorso lombari.

*In Italia*

Le sindromi artrosiche sono al secondo posto tra le cause d'invalidità civile.

Il concetto di Ergonomia è stato sconosciuto alla normativa di sicurezza e protezione dei lavoratori sino al 1994, quando con notevole ritardo il nostro legislatore ha iniziato a recepire tutta una serie di direttive comunitarie emesse ben cinque anni prima

### **3 - Principi di ergonomia dettati dal D. Lvo 626/94**

Il Decreto Legislativo 19 settembre 1994 N° 626 sul miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori nei luoghi di lavoro ha introdotto nell'ordinamento giuridico italiano diverse novità.

Una di queste è quella che riguarda i principi ergonomici, la necessità cioè di realizzare condizioni di lavoro che rispondano ai più moderni criteri di tutela della salute e del benessere dei lavoratori. Questa esigenza si rileva in modo esplicito od implicito, in diversi articoli delle nuove norme di prevenzione.

Le disposizioni del D.Lgs. 626/94, che possono essere considerate emblematiche dell'attenzione del legislatore al problema dell'ergonomia sono certamente quelle degli articoli 3 e 4 del decreto; con la prima disposizione si afferma che il rispetto dei principi ergonomici è una misura di tutela della salute dei lavoratori; con la disposizione dell'art. 4 dello stesso decreto, il legislatore invece evidenzia la sua adesione alla definizione di ergonomia data dall'Ufficio Internazionale del Lavoro (B.I.T.) che si fonda sul reciproco adattamento tra l'uomo e la tecnologia

#### *3.1 - articolo 3 primo comma, lettera f)*

Include tra le misure generali di tutela, all'osservanza delle quali i diversi soggetti sono tenuti, quella del "rispetto dei principi ergonomici nella concezione dei posti di lavoro, nella scelta delle attrezzature e nella definizione dei metodi di lavoro e produzione, anche per attenuare il lavoro monotono e quello ripetitivo".

Già in questa definizione sono presenti due dei principi che caratterizzeranno l'approccio ergonomico successivo:

- quello della globalità (il concetto di sistema uomo/macchina/ambiente);
- quello della interdisciplinarietà, della necessità cioè della stretta interazione tra i vari contributi disciplinari necessari per affrontare compiutamente i complessi rapporti dell'uomo con la macchina e con l'organizzazione.

A queste caratteristiche se ne aggiunge una terza, diffusa particolarmente nei paesi europei, quella cioè della partecipazione dei lavoratori sia nel momento dell'analisi che in quello della valutazione dei risultati.

Sono la partecipazione e la consultazione dei lavoratori che ritroviamo come rilevante novità di tutta l'impostazione della prevenzione del D.Lgs. 626 del 1994.

È stato riconosciuto che oltre a ridurre i nuovi danni alla salute dei lavoratori, l'ergonomia è anche uno dei principali strumenti per aumentare la produttività e la qualità e sotto questo aspetto può essere visto con maggior favore dai destinatari dei relativi obblighi (i datori di lavoro).

L'articolo 3 sulle misure generali di tutela, alla lettera f), richiede "il rispetto dei principi ergonomici" nella:

- concezione dei posti di lavoro;
- scelta delle attrezzature;
- definizione dei metodi di lavoro e produzione.

Si tratta delle fasi attraverso le quali passano le decisioni fondamentali che condizionano struttura e gestione del processo produttivo, dal punto di vista della salute e del benessere degli addetti.

L'inserimento dell'obbligo di rispettare i dettati dell'ergonomia tra i principi generali di tutela è fondamentale in quanto tali criteri sono alla base delle successive determinazioni poste a carico dei diversi soggetti le cui azioni possono incidere in modo determinante sulle condizioni di sicurezza delle attrezzature e dei posti di lavoro.

### *3.2 - L'art. 4, comma 5, lettera c)*

Richiede che il datore di lavoro, oppure i dirigenti o i preposti da essi delegati, "nell'affidare i compiti ai lavoratori tenga[no] conto delle capacità e delle condizioni degli stessi in rapporto alla loro salute e alla sicurezza"; ci si rende conto che questa disposizione è perfettamente in linea con il significato attribuito dal legislatore italiano all'ergonomia come reciproco adattamento tra l'uomo e la tecnologia.

### *3.3 - L'art. 6 del D.Lgs 626/94*

È dedicato agli obblighi dei progettisti, dei fabbricanti, dei fornitori e degli installatori. Sulla base del primo comma di questo articolo infatti, "i progettisti dei luoghi o posti di lavoro e degli impianti rispettano i principi generali di prevenzione in materia di sicurezza e di salute al momento delle scelte progettuali e tecniche" quindi anche il rispetto dei principi ergonomici richiamati alla lettera f dell'articolo 3.

Da queste due norme, che potremo definire i cardini della definizione legislativa dell'ergonomia, discendono tutte quelle altre disposizioni che impongono in modo indiretto o mediato l'obbligo sanzionato penalmente di rispettare i principi dell'ergonomia nell'organizzazione di qualsiasi attività lavorativa che impieghi prestatori di lavoro subordinati.

Altri due articoli di carattere generale richiamano implicitamente, la necessità di un approccio ergonomico ai problemi della prevenzione.

### *3.4 Articolo 4 comma 1*

Impone al datore di lavoro un obbligo, non delegabile, di valutare, nella scelta delle attrezzature di lavoro e delle sostanze o dei preparati chimici impiegati, nonché nella sistemazione dei luoghi di lavoro, i rischi per la sicurezza e per la salute dei lavoratori.

Si tratta del punto principale di avvio del processo di miglioramento delle condizioni di sicurezza e, già a partire da questa fase, l'analisi del lavoro e le valutazioni del rischio dovranno essere improntate ai criteri generali di tutela elencate nel precedente articolo 3 e tra questi anche alle indicazioni ergonomiche.

Quindi l'analisi e la valutazione dei rischi, soprattutto se ci si trova in presenza di lavori monotoni e ripetitivi, dovrà essere improntata anche sulla base dei concetti e dei metodi dell'ergonomia.

Un'altro spunto di riflessione sui temi dell'integrazione dell'ergonomia nell'ambito del Decreto 626 riguarda le misure da includere nel programma che deve essere predisposto dal datore di lavoro come conseguenza della valutazione del rischio ora ricordata (comma 2 lettera c) dell'articolo 4).

Nella parte del documento di valutazione che viene definito "programma o piano dei miglioramenti", dovranno essere inclusi quegli aspetti che migliorano le condizioni di lavoro a partire da un livello minimo di base, costituito dall'osservanza delle disposizioni di sicurezza e d'igiene contenuto nella legislazione e che si dà ormai per acquisito.

I metodi di analisi e i criteri che l'ergonomia ha sviluppato, proprio per la loro applicabilità a situazioni diversificate, possono essere quindi di estrema utilità, in mancanza di norme precise, per porre in pratica il concetto di miglioramento delle condizioni di lavoro introdotto dal legislatore nel D.Lgs. 626.

### *3.5 L'articolo 4, comma 5, lettera c)*

Richiede, con obbligo diffuso non solo ai datori di lavoro ma anche ai dirigenti e ai preposti, di tenere conto, nell'affidare i compiti ai lavoratori, "delle capacità e delle condizioni degli stessi in rapporto alla loro salute e alla sicurezza". Appare sempre più evidente, come si è già notato in precedenza, la rilevanza del concetto di "adattamento del lavoro all'uomo" che sostanzia il concetto di ergonomia già prima citato.

## **4. Le norme specifiche in materia di ergonomia**

Il D.Lgs. 626/94 si occupa di ergonomia nelle seguenti disposizioni:

**art. 3.co 1 lett. f):** Rispetto dei principi ergonomici **nella concezione dei posti di lavoro**

**art. 42, co.1 e 2:** Conformità alle esigenze ergonomiche **dei dispositivi di protezione individuale**

**art. 47, co. 2:** Condizioni ergonomiche sfavorevoli **in particolare nella movimentazione manuale dei carichi**

**art. 52, co. 1 e 2:** Problemi legati alle condizioni ergonomiche **della postazione di lavoro con VDT**

Anche altri provvedimenti legislativi si sono occupati di ergonomia; tra questi vanno ricordati:

**DPR n. 459/96** in tema di **requisiti essenziali di sicurezza e di salute relativi alla progettazione e alla costruzione delle macchine e dei componenti prevede che**

**art. 1.1.2.** ... si tenga conto dei principi ergonomici **nelle condizioni d'uso previste**

**art. 1.2.2.** ... la progettazione dei **dispositivi di comando** tenga conto dei principi dell'ergonomia

**art. 1.2.8...** il **software di dialogo** sia progettato in modo da essere di facile impiego

**art. 3.2.1.** la progettazione **del posto di guida** tenga conto dei principi dell'ergonomia

**art. 3.2.2.** ..la **progettazione del sedile del conducente** **tenga conto dei principi dell'ergonomia**

**D.Lgs. n. 624/96 - in tema di sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee** che prevede

all'art. 5, comma 1, lett. b) che la **progettazione e la costruzione** dei posti di lavoro **devono ispirarsi ai criteri ergonomici.**

**Riferimenti impliciti all'intervento ergonomico sono presenti in**

**D.Lgs. n. 494/96 - Prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili**

**All'art. 1, 2° comma** che recita testualmente: "Le disposizioni del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626 (2), come modificato dal decreto legislativo 19 marzo 1996, n. 242, ..... e della vigente legislazione in materia di prevenzione infortuni e di igiene del lavoro si applicano al settore di cui al comma 1, fatte salve le disposizioni specifiche contenute nel presente decreto legislativo".

A seguito del rinvio recettizio della disposizione nel settore dei cantieri mobili o temporanei si applicano tutte le norme di tutela richiamate in precedenza.

**D.Lgs. n. 151/01-** Testo unico delle disposizioni legislative in materia di **tutela e sostegno della maternità e della paternità**, a norma dell'articolo 15 della L. 8 marzo 2000, n. 53

## **5. I destinatari degli obblighi**

Tutte le norme che sono state richiamate hanno in comune la caratteristica di essere norme penali ( nella specie contravvenzioni) perché in caso di inosservanza prevedono per il trasgressore una sanzione penale che è alternativamente dell'arresto, in misura compresa tra tre a sei mesi, oppure dell'ammenda da Euro 1548,00 a Euro 4128,00. Le contravvenzioni previste dalle norme di prevenzione e protezione dei lavoratori hanno la natura di reati propri, trattandosi di precetti che hanno come destinatari un cerchia ristretta e selezionata di soggetti.

### *5.1 Il datore di lavoro*

Tra di essi viene in considerazione, in primo luogo, il datore di lavoro, cioè colui



che, organizzando i fattori della produzione, risulta dotato di poteri di controllo sulle fonti di pericolo.

Assumendo quale dato di partenza la definizione contenuta negli artt. 4 del D.P.R. 547/55 e 303/56, riveste la qualifica di datore di lavoro colui che esercita l'attività di impresa, nell'ambito delle sue attribuzioni o competenze. Di conseguenza è datore di lavoro il legale rappresentante dell'impresa, ovvero l'imprenditore. Solo quando si dimostrasse la sua estraneità alla gestione della sicurezza del lavoro, l'imprenditore potrebbe andare esente da responsabilità penale, purché ci sia qualcun altro incaricato di tali incombenze.

L'introduzione del dlgs. 626/94 ha però costretto dottrina e giurisprudenza a modificare il concetto in esame perché ha definito il datore di lavoro " il soggetto titolare di rapporti di lavoro con il lavoratore o, comunque, il oggetto che, secondo il tipo e organizzazione dell'impresa, ha la responsabilità dell'impresa o dell'unità produttiva". Il riferimento all'unità produttiva è un'innovazione del d. lgs. 626/94, il quale la considera come " lo stabilimento o struttura finalizzata alla produzione di beni o servizi, dotata di autonomia finanziaria e tecnico-funzionale".

La filosofia ispiratrice della nuova normativa di derivazione comunitaria ha attuato un cambiamento nel metodo di tutela della salute e dell'incolumità dei lavoratori; prima vi era un obbligo unilaterale del datore di lavoro di far rispettare queste norme, ora invece è visto come un traguardo da raggiungere attraverso la collaborazione di tutte le parti.

Da questa diversa visuale il datore di lavoro non deve più imporre l'osservanza delle norme previdenziali usando e abusando della sua autorità, ma è tenuto ad "organizzare la sicurezza", richiedendo l'osservanza delle misure disposte e concordate, dopo avere "formato ed informato" i lavoratori, coinvolgendoli in un programma di cooperazione attiva e responsabile. Gli obblighi posti a carico del datore di lavoro sono molteplici e si tratta di adempimenti la cui inosservanza comporta l'irrogazione di una sanzione penale. A differenza di altri soggetti, il datore di lavoro non potrà invocare come esimente della sua responsabilità la scarsità della sua capacità o delle sue conoscenze in materia. La gestione della sicurezza del lavoro è infatti parte della gestione di impresa, per cui chi professionalmente esercita tale attività non potrà affermare di non essere in grado di svolgerla, se non altro, nei limiti previsti dalla legge.

Nel caso di problemi tecnici di particolare gravità, il datore di lavoro dovrà ricercare all'interno o all'esterno dell'impresa le opportune professionalità, al fine di garantire in ogni modo il rispetto della normativa ed il maggior grado di sicurezza possibile. Tutti gli adempimenti che sono carico del datore di lavoro sono prescritti dall'art. 4 del dlgs. 626/94 e successive modifiche e si tratta della determinazione delle fasi attraverso cui il legislatore vuole che si sviluppi la programmazione.

### *5.2 Il dirigente*

Se il datore di lavoro si trova rispetto all'obbligazione di sicurezza in una condizione

del tutto peculiare, quale primo e principale destinatario degli obblighi di prevenzione infortuni, il legislatore prevede quali ulteriori garanti del rispetto delle norme antinfortunistiche altri soggetti, anch'essi detentori di un potere di intervento sull'ambiente di lavoro. Il d. lgs. 626/94 sulla falsariga del D.P.R. 547/55, richiama infatti all'osservanza dei relativi precetti pure dirigenti e preposti, sebbene nei limiti delle rispettive attribuzioni e competenze.

Quanto all'identificazione del dirigente il d. lgs. 626/94 ha omesso di fornire la definizione relativa a questo soggetto. È opinione comune che tale debba intendersi qualunque collaboratore dell'imprenditore chiamato a compiti di natura organizzativa, ancorché in posizione subordinata rispetto al datore di lavoro o a profili dirigenziali superiori.

L'inquadramento contrattuale di un soggetto in tale categoria non basta a renderlo tout court destinatario delle norme antinfortunistiche, essendo altresì necessaria la titolarità di poteri consentanei all'attuazione dei relativi precetti. Si potrebbe, altrimenti ritenere indifferentemente responsabile chiunque posseda la qualifica di direttore amministrativo o commerciale o contabile, anche laddove questa sola circostanza venga a porsi eventualmente in contrasto con il principio di personalità della responsabilità penale.

Egli è considerato l'alter ego del datore di lavoro le sue incombenze, infatti, corrispondono alle stesse che gravano sul datore di lavoro ma con una precisazione che, dove i poteri conferitigli dovessero rivelarsi insufficienti a farvi fronte in modo adeguato, il dirigente, se vorrà essere esente da responsabilità, sarà tenuto ad avvisare il delegante sollecitandolo ad attribuirgli le facoltà di cui difetta; ove il datore di lavoro non dovesse provvedere a soddisfare la richiesta del dirigente rimarrà l'unico responsabile delle inadempienze riscontrate.

In ogni caso, essendo il dirigente organo di *line*, egli non potrà limitarsi a segnalare le eventuali manchevolezze al datore di lavoro, in attesa di indicazioni di questo, poiché rientra tra i suoi compiti anche quello di decidere autonomamente l'adozione di determinate cautele e quello di provvedere alla sospensione dei lavori compiuti in situazione di pericolo.

Infine, va precisato che il dirigente deve presentare adeguate capacità tecniche in relazione ai compiti a lui affidati. In caso contrario, qualora si verifici un infortunio o una malattia "da lavoro" egli potrà certamente essere chiamato a risponderne per imperizia, senza che questo escluda una ulteriore e diversa responsabilità del datore di lavoro, a titolo di "culpa in eligendo": è infatti compito di quest'ultimo accertare la sussistenza delle prescritte qualità nella persona incaricata.

### *5.3 Il preposto*

Altra figura penalmente responsabile in materia di sicurezza ed igiene sul lavoro è il preposto.

Questi può essere definito come "colui che sovrintende alle attività cui siano addetti i lavoratori subordinati, anche con il compito di pretendere dai lavoratori che si

avvalgano delle misure di sicurezza fornite dall'imprenditore in conformità con le norme vigenti". Pertanto, la qualità di preposto dipende unicamente dalle mansioni di vigilanza e di controllo, senza necessità di ogni ulteriore specificazione dei compiti attribuiti, anche relativamente alla sicurezza dei lavoratori.

I compiti precipui del preposto sono dunque legati alla sorveglianza dei lavoratori, all'esazione del rispetto delle misure di sicurezza ed all'eventuale segnalazione al datore di lavoro o al dirigente delle carenze riscontrate.

A differenza del dirigente, la cui definizione, risulta talvolta sfuggente, il preposto è assai più facilmente identificabile nel primo diretto superiore dei lavoratori.

I limiti del dovere di sorveglianza del preposto sono stati efficacemente definiti dalla Suprema Corte: "in materia di prevenzione infortuni sul lavoro, compito del preposto non è quello di sorvegliare, a vista ed ininterrottamente da vicino senza soluzione di continuità, il lavoratore ma semplicemente quello di assicurarsi in modo continuo ed efficace, personalmente e senza intermediazione di altri, che il lavoratore segua le disposizioni di sicurezza impartite ed eventualmente utilizzi gli strumenti di protezione prescritti, con la possibilità per il predetto di allontanarsi dal posto in cui trova il lavoratore e dedicarsi ad altri compiti di sorveglianza e lavoro".

I compiti del preposto non si esauriscono con il dovere di istruzione e sorveglianza dei lavoratori: "in materia di prevenzione degli infortuni sul lavoro, grava sul preposto, nell'alveo del suo compito fondamentale di vigilare sull'attuazione delle misure di sicurezza, l'obbligo di verificare la conformità dei macchinari alle prescrizioni di legge e di impedire l'utilizzazione di quelli che, per qualsiasi causa - inidoneità originaria o sopravvenuta-, siano pericolosi per la incolumità del lavoratore che li manovra".

Il potere gerarchico appare dunque l'elemento che caratterizza la figura del preposto: in virtù del dettato degli artt. 4 del D.P.R. 547/55 e del D.P.R. 303/56, infatti, le attribuzioni e competenze (ovvero la posizione di preminenza) che rendono i preposti responsabili delle violazioni alla normativa, non necessitano di alcuna indicazione esplicita o formale. I preposti, pertanto, si trovano nella delicata condizione per cui essi sono in ogni caso responsabili della sicurezza dei lavoratori pur senza aver ricevuto alcuna particolare attribuzione in merito da parte del datore di lavoro.

Risulta pertanto di particolare importanza la formazione ed informazione da dedicarsi a questi soggetti, pur nel silenzio del D.Lgs 626/94 che non prevede alcuna differenziazione tra lavoratori e preposti in relazione a tale attività.

Tuttavia la giurisprudenza ha rilevato che anche per il preposto valere le competenze svolte per il dirigente quanto alla necessità di una certa competenza e capacità.

Il fondamento giuridico di tale concezione è lo stesso che si affronterà in materia di delega, ovvero l'assunzione della posizione di garanzia in virtù di una attività spontaneamente esercitata.

Nel caso del preposto, tuttavia, la questione assume aspetti particolari in quanto il soggetto che risulterebbe responsabilizzato è un lavoratore, di norma beneficiario della normativa antinfortunistica e non destinatario dei relativi obblighi.

Pur nell'ambito della nuova impostazione della gestione della sicurezza del lavoro auspicata dal dlgs 626/94, trasformare il lavoratore da beneficiario della normativa a destinatario dei relativi obblighi è operazione che trova la giurisprudenza alquanto perplessa. Non mancano in proposito pronunce della Suprema Corte che escludono che il lavoratore possa essere destinatario di deleghe o incarichi da parte del datore di lavoro.

## **6. La Delega di funzioni**

Come si è detto nel precedente paragrafo, l'insieme dei precetti posti a tutela della salute e dell'incolumità dei lavoratori è prioritariamente indirizzato al titolare o legale rappresentante dell'ente, individuale o societario, che, provvedendo all'organizzazione dei vari fattori della produzione in vista del conseguimento di un risultato utile, non può logicamente sottrarsi all'imprescindibile dovere di assicurare innanzitutto l'integrità dell'unico capitale di cui dispone il prestatore d'opera dipendente e cioè le proprie energie lavorative fisiche e mentali.

### *6.1 Posizione di garanzia*

È questo il motivo per cui il datore di lavoro si trova legalmente gravato da quella che un'autorevole corrente dottrinale ha appropriatamente battezzato "posizione di garanzia".

Egli infatti ha il dovere di adoperarsi, con tutte le sue forze ed impiegando le migliori risorse disponibili, a creare una struttura che consenta di fornire, in qualunque situazione ed in qualsiasi momento dell'attività produttiva, la massima sicurezza possibile ai propri dipendenti.

La posizione di garanzia è per sua natura inderogabile, essendo, come si è detto, intrinsecamente connessa al ruolo di datore di lavoro, ma ciò non significa che chi l'assume non possa avvalersi dell'opera di altri per l'esercizio di funzioni e l'assolvimento di compiti che, attesa la loro ampiezza e complessità, è praticamente impossibilitato a svolgere di persona.

### *6.2 Trasferibilità dell'obbligo*

La trasferibilità degli obblighi in materia di sicurezza è stata dalla dottrina interpretata in modo diverso a seconda che si ipotizzi:

- una sorta di "scomposizione" dell'unitaria posizione di garanzia del datore di lavoro, con conseguente "assegnazione" di fette o porzioni di essa a ciascuno dei soggetti incaricati di operare al posto del titolare, il quale viene conseguentemente esonerato da ogni incombenza e da qualsiasi correlativa responsabilità.
- che il datore di lavoro, malgrado l'assegnazione, rimanga nonostante tutto garante dell'osservanza dei precetti a lui rivolti e muti soltanto il contenuto del suo obbligo, che si tramuta in un obbligo di vigilanza.

A seconda che si segua l'una o l'altra impostazione, mutano logicamente le conseguenze, perché nel primo caso la responsabilità si sposterà interamente in capo ai vari soggetti delegati.



L'altro indirizzo interpretativo pone invece l'accento sulla sostanziale intrasmissibilità della "posizione di garanzia" che rimane saldamente agganciata alla qualifica di datore di lavoro, ma muta soltanto il contenuto di esso, nel senso che, a quello dell'adempimento diretto, si sostituisce un dovere di vigilanza e di controllo delle modalità della sua attuazione.

Prevale in giurisprudenza una linea, ormai divenuta predominante, intesa ad attribuire valore decisivo al così detto criterio dell'effettività, sia per l'individuazione della persona fisica che possa ritenersi destinataria principale degli obblighi posti dalla legge a carico del "datore di lavoro", sia per l'accertamento delle eventuali responsabilità di altri soggetti (dirigenti e preposti) ai quali, in forza di un'apposita delega, sia stato trasferito il compito di provvedere all'adempimento di tali obblighi.

Ognuno, insomma, risponderà solo per ciò che è in grado di fare o di non fare, in relazione alle facoltà e ai mezzi di cui è stato provvisto.

È ovvio che nessun ordinamento giuridico potrà mai consentire il trasferimento di responsabilità penali da un soggetto ad un altro per effetto di semplici atti di determinazione privata, ma nulla impedisce, anzi in molti casi si rende proprio necessario, per assicurare il puntuale rispetto degli obblighi, procedere ad un'adeguata ripartizione di funzioni e di poteri dei quali, però, l'originario titolare, se vuole liberarsi da ogni penale responsabilità, deve inevitabilmente spogliarsi, affidandoli interamente a collaboratori capaci e competenti.

La delega, dunque, avrà efficacia liberatoria per il delegante nell'esatta misura in cui l'autonomia decisionale e di spesa verrà dal medesimo concretamente trasferita al delegato.

### *6.3 Le condizioni di validità*

La giurisprudenza di merito e di legittimità formatasi in quasi un quarantennio di elaborazione, dagli anni 1955-56 fino all'emanazione del D.Lgs.626/94, ha avuto modo di enucleare, sia pure con qualche significativa oscillazione e divergenza, alcuni criteri di base utili a definire, in senso decisamente sostanzialistico, le condizioni di ammissibilità e di validità della delega sia a livello di ripartizione dei compiti al vertice, fra soggetti posti sullo stesso piano, sia in linea verticale fra soggetti collocati in gradini diversi della scala gerarchica.

### **Presupposto**

Con giurisprudenza costante la Suprema Corte ha stabilito che "L'imprenditore può legittimamente delegare ad altro soggetto gli obblighi su di lui gravanti attinenti alla tutela antinfortunistica, solo se si trovi impossibilitato ad esercitare di persona i poteri-doveri connessi alla condizione di naturale destinatario della normativa antinfortunistica, per la complessità ed ampiezza dell'azienda, per la pluralità di sedi e di stabilimenti di impresa o per altre ragionevoli evenienze, sì da escludere una immotivata dimissione dal suo ruolo legale.

Quando si realizzino tali presupposti, allora "È necessario poi che il delegante affidi

le sue attribuzioni a persona tecnicamente preparata e capace. Quest'ultima deve volontariamente accettare la delega (nella consapevolezza degli obblighi di cui viene a gravarsi); deve essere fornita di poteri autoritativi e decisori autonomi, pari a quelli dell'imprenditore ed idonei a far fronte alle esigenze connesse all'apprestamento dei presidi antinfortunistici, compreso l'accesso ai mezzi finanziari. (Cassazione Sez.II Pen., 8.9.1994, Cairo, in Cass.Pen., 1995, m.2024, p.3504)

Tali criteri, ormai unanimemente seguiti, possono così sinteticamente enunciarsi: affinché la delega venga ritenuta valida, occorre quindi:

- 1) che il delegato sia persona provvista di capacità tecnico-professionali tali da consentirgli di potere assolvere in modo soddisfacente i compiti che gli verranno attribuiti;
- 2) che egli abbia liberamente accettato l'incarico ed abbia quindi consapevolmente espresso il proprio consenso;
- 3) che si provveda ad una preventiva dettagliata specificazione dei compiti;  
Tale condizione di validità, messa in risalto con sempre maggiore insistenza da numerose pronunce della Suprema Corte sia antiche che recenti, è quella riguardante la richiesta di una prova rigorosa dell'avvenuto preventivo conferimento della delega in materia prevenzionale, con chiara specificazione degli incarichi e delle competenze attribuite.  
In alcune sentenze addirittura si è pretesa la forma scritta.  
Ne deriva che tanto la delega quanto la volontaria assunzione delle suddette attribuzioni devono risultare da atti inequivoci e devono essere specificamente provate.”
- 4) che in relazione ad essi il delegato venga provvisto di ampia e piena autonomia decisionale, con facoltà di impegnare anche economicamente l'azienda e quindi con disponibilità di mezzi adeguati alla natura, all'estensione e alla complessità dell'incarico ricevuto;
- 5) che venga tuttavia dal delegante predisposto ed attivato un sistema di controllo periodico sul comportamento del delegato, per verificare a campione se viene rispettata la legge e se sono correttamente perseguiti gli obiettivi di tutela della salute e della sicurezza dei dipendenti.

#### **Perdita di efficacia della delega**

L'efficacia liberatoria della delega, ancorché conferita nella piena osservanza di tutte le condizioni sopra indicate, può tuttavia venire meno se ed in quanto il datore di lavoro

- anche occasionalmente, venga a conoscenza che i suoi dipendenti eseguono attività lavorative senza l'osservanza delle prescritte misure di sicurezza;
- che sia esclusa qualsiasi forma di ingerenza del delegante sull'operato del delegato;

Nei due casi indicati, il datore di lavoro torna ad essere reinvestito del dovere di intervenire immediatamente per rimuovere la situazione anti-giuridica riscontrata, posto

che l'eventuale delega, se in quel momento continua ad aver valore per il delegato, non vale certo ad esonerarlo da responsabilità in ordine al permanere della violazione, in quanto, con riferimento ad essa, il medesimo riprende la posizione primaria di garanzia di cui, per ragioni di convenienza e di esigenze organizzative, si era precedentemente spogliato.

Tale effetto di reviviscenza degli obblighi delegati, peraltro perfettamente coerente con i principi generali del nostro ordinamento, è stato da molti interpretato come un'autorevole riconoscimento dell'oggettiva intrasferibilità della posizione di garanzia ma, a ben vedere, la questione è interpretabile in termini diversi.

La conoscenza, infatti, che il delegante ha acquisito del mancato rispetto della legge nella sua azienda non determina automaticamente il proprio coinvolgimento in ordine alla violazione perpetrata, ma solo con riguardo al protrarsi della stessa. Egli, quindi, avendo la prova evidente che la delega ha fallito l'obiettivo per il quale è stata conferita, se non si affretta a correre ai ripari e a provvedere subito, personalmente o mediante altra delega, a ripristinare la situazione di diritto alterata, finisce inevitabilmente per assumere su di sé la responsabilità di tale ingiustificato atteggiamento di colpevole tolleranza ed inerzia, posto che, dal momento della raggiunta consapevolezza della violazione, viene conseguentemente a difettare qualsiasi legittimità dell'affidamento prima riposto nell'operato del suo collaboratore e quindi uno dei presupposti della delega stessa.

Ugualmente se il datore di lavoro ha deciso di interessarsi, anche se solo in modo marginale, al problema della salute e sicurezza dei propri dipendenti, e ciò facendo si è ingerito nell'attività che aveva delegato ad altri assume di nuovo la figura di posizione di garante perché l'ingerenza si concreta di fatto in una revoca tacita della delega conferita.

### **7 - La figura dell'ergonomo**

Come si è visto, anche se con un notevole ritardo rispetto ad altri paesi della Comunità Economica Europea, il nostro ordinamento ha inserito nel problema della sicurezza dei lavoratori anche l'ergonomia.

Le leggi in materia non possono che manifestare l'interesse del legislatore per quest'altro aspetto della salute dei lavoratori, ma non potranno mai assicurare una completa protezione perché le situazioni di tutela ergonomica si manifestano normalmente in un numero infinito di situazioni che non possono essere previste in via generale ed astratta, ma devono essere valutate volta per volta, attività per attività, e, addirittura manovra per manovra.

Si rende quindi necessario istituire una figura particolarmente qualificata di specialista che possa rendere concreti ed operativi quei principi di ergonomia che il legislatore può solo dettare in via generale.

A tale problematica ha cercato di porre soluzione un disegno di legge presentato nel 1999 da alcuni senatori, tra i quali il prof. Carlo Smuraglia, che, prendendo spunto dalla necessità di un riordino delle figure professionali degli addetti alla sicurezza

previste dalla normativa comunitaria, ha cercato di delineare anche la figura professionale dell'ergonomo, tenendo conto del fatto che il Decreto Legislativo n. 626 del 1994 - con una forte carica innovativa rispetto al passato - ha fatto finalmente riferimento ai criteri ergonomici, ma non ha definito i soggetti dotati di conoscenze ed esperienze adeguate in quel campo, ai quali sia consentito di fregiarsi di tale qualifica.

Il disegno di legge oggi giace presso il Senato perché nessuno dei proponenti ha più la maggioranza per riprenderne l'esame per l'approvazione ed anche perché diversi appaiono gli obiettivi della legislazione dell'attuale maggioranza.

Purtroppo ancora una volta l'intenzione di migliorare la cultura della sicurezza del lavoro è rimasta lettera morta perché mancano le figure per rendere operative norme di salvaguardia che avevano migliorato il livello di civiltà del nostro paese.

Emblematica è la descrizione delle competenze dell'ergonomo, così come previste dall'art. 9 del disegno di legge in parola.

Il 2° comma dell'articolo definisce "progettazione e valutazione ergonomica" l'azione volta sia alla concezione di nuovi ambienti, strumenti, apparecchiature, posti di lavoro, prodotti, servizi, attività, nonché alla definizione di materiali di lavoro e produzione, sia all'intervento su sistemi esistenti, allo scopo di ottenere l'adattamento di tali sistemi alle esigenze dell'uomo oltre ad un miglioramento dell'efficienza dell'attività lavorativa complessiva, in condizioni di sicurezza e di tutela della personalità dei singoli.

Ci auguriamo che il disegno di legge, che da troppo tempo giace indiscusso nel Parlamento, possa essere varato al più presto; solo la presenza di un esperto del settore potrà garantire la piena applicazione di una sempre più fiorente normativa a tutela del lavoro svolto in condizioni ergonomiche soddisfacenti. In mancanza di una tale figura istituzionalizzata, la normativa rischia di restare solo una civilissima ed apprezzabilissima dichiarazione di principi inattuati.

## ***Primi risultati della valutazione del rischio nel settore del mobile imbottito***

**GIORGIO DI LEONE\* - GIUSEPPE TRANI\* - SERGIO NICOLETTI\*\*  
GREGORIO COLACICCO\*\*\***

\*SPESAL AUSL BA/3 - V. Vittime di V. Fani s.n. - Acquaviva delle Fonti (Ba)  
Tel.: 080/3077022 – E-mail: spesal.AUSLBA3@libero.it

\*\*Medico Competente Distretto del Salotto - E-mail: snicmatera@libero.it

\*\*\* Direttore Sanitario AUSL BA/3 - P.zza De Napoli n. 5 - Altamura (Ba)  
Tel.: 080/8708111 – Fax.: 080/8718610

***RIASSUNTO: in linea con il dettato del Piano Sanitario Regionale 2002 - 2004 della Regione Puglia, lo SPESAL della AUSL BA/3 e l'IRCCS Fondazione Maugeri di Cassano Murge hanno avviato, in collaborazione con l'Unità di Ricerca "Ergonomia della Postura e Movimento" dell'A.O. Istituti Clinici di Perfezionamento di Milano e con un network di Medici Competenti che operano sul territorio, una ricerca finalizzata, finanziata dal Ministero della Salute, dal titolo "La prevenzione delle Patologie da movimenti ripetuti degli arti superiori negli addetti al comparto del mobile imbottito". Il comparto oggetto di studio rappresenta per le Province di Bari - Matera - Taranto (il cosiddetto "triangolo del salotto") una realtà di fondamentale importanza socio - economica che offre importanti occasioni di occupazione e di sviluppo. Nel presente lavoro vengono discussi i primi risultati della valutazione del rischio da movimenti ripetuti contro resistenza degli arti superiori, studiati, secondo il metodo OCRA, per ciascuna mansione che caratterizza questo ciclo produttivo.***

### **1. Introduzione**

L'attività degli operatori del Servizio Prevenzione e Sicurezza degli Ambienti di Lavoro (SPESAL) istituzionalmente delegata dagli artt. 23 e 24 del D.Lgs. 626/94 comprende oltre alle funzioni di vigilanza, i cui contenuti applicativi sono stati, tra l'altro chiariti anche dal D.Lgs. 758/94, anche quelle di informazione ed assistenza.

In relazione all'operatività degli SPESAL, il Piano Sanitario Regionale 2002 – 2004 chiarisce che "... *rappresentano obiettivi generali nel campo della tutela della salute dei lavoratori la riduzione degli infortuni sul lavoro, delle malattie professionali e delle malattie correlate al lavoro*" e che "tali obiettivi richiedono interventi di miglioramento delle condizioni di sicurezza ed igiene dei luoghi di lavoro con particolare riferimento ai comparti delle costruzioni, del legno, della metalmeccanica, della sanità e dell'agricoltura, unitamente ad iniziative di formazione ed informazione nei confronti dei lavoratori". Suggerisce inoltre che "Per consentire un'efficace azione ... occorre elaborare una strategia di alleanze ... sia a livello regionale che in ciascuna realtà territoriale" anche attraverso la "... individuazione di protocolli di intesa

*con le Facoltà di Medicina e Chirurgia e gli Istituti di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico”.*

Successivamente l'Accordo Stato - Regioni sui Livelli Essenziali di Assistenza sanitaria ha individuato come obiettivi minimi per i Servizi Prevenzione e Sicurezza degli Ambienti di Lavoro della AUSL la:

- individuazione, accertamento e controllo dei fattori di nocività, pericolosità e deterioramento negli ambienti di lavoro, anche attraverso la formulazione di mappe di rischio;
- indicazione delle misure idonee all'eliminazione dei fattori di rischio ed al risanamento degli ambienti di lavoro;
- elaborazione e conduzione di programmi di ricerca per il miglioramento delle condizioni di salute e di igiene e sicurezza del lavoro.

Questi obiettivi imprescindibili comportano la necessità di un raccordo sempre più pressante e coordinato fra i diversi attori della sicurezza all'interno delle aziende: il mondo produttivo (rappresentato dai Datori di lavoro e dalle loro associazioni di categoria, con tutta l'organizzazione prevista ed imposta dalle vigenti normative che comprende le diverse figure individuate, dal Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione, agli addetti dello stesso, ai diversi tecnici e consulenti, ai vari Coordinatori previsti nel comparto edile, al Medico competente quando presente, fino ad arrivare al Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza), gli operai (eventualmente assistiti dalle diverse Sigle sindacali), gli Organi di Vigilanza e l'Ente assicuratore (INAIL). Ovvio riferimento di tutte queste figure saranno le attività imposte dalle varie normative di settore ed i dati derivanti dalla ricerca scientifica e dalla evoluzione tecnologica.

Una corretta impostazione dell'operatività dei Servizi Prevenzione e Sicurezza degli Ambienti di Lavoro, non può prescindere pertanto non solo da una completa conoscenza del territorio su cui operano ma anche dal progressivo coinvolgimento dei vari operatori della sicurezza, per giungere alla definizione di specifici progetti di comparto.

In questa ottica il Servizio Prevenzione e Sicurezza degli Ambienti di Lavoro della AUSL BA/3 ha già da tempo avviato una serie di incontri periodici con i medici competenti che operano sul suo territorio, realizzando al contempo un vero e proprio Clinical Audit (teso a definire percorsi condivisi finalizzati all'innalzamento della qualità delle prestazioni di questi professionisti, anche attraverso specifici programmi formativi) ed avviando progetti di intervento sui comparti produttivi maggiormente rappresentativi.

Il territorio della AUSL BA/3 si compone di undici comuni, ed a fronte di una popolazione relativamente poco numerosa (circa 210.000 abitanti), ha un'estensione notevole con caratteristiche molto diversificate che vanno dalla pianura, alla mezza collina fino all'alta Murgia.

AFFEZIONI DEI TENDINI DELLE GUAINE E DELLE BORSE	NEUROPATIE PERIFERICHE DA COMPRESSIONE
<p><b>Spalla:</b> Tendinopatie (impingement, conflitto) della cuffia dei rotatori (usualmente del sovraspinoso), Periartrite calcifica (m. di Duplay), Tendinopatia del capo lungo del m. bicipite, Borsite</p>	<p>Sindrome dello stretto toracico Sindrome del tunnel cubitale (intrappolamento del n. ulnare al gomito) Sindrome del pronatore rotondo, Sindrome dell'arcata di Frohse (del nervo interosseo anteriore) Sindrome del tunnel carpale Sindrome del canale di Guyon</p>
<p>Gomito/avambraccio Epicondilita laterale, Epicondilita mediale (epitrocite), Borsite olecranica, Tendinopatia dell'inserzione distale del tricipite</p>	
<p><b>Polsa/mano/dita</b> Tendinite e tenosinoviti dei muscoli flessori ed estensori; Malattia di De Quervain; Cisti tendinee; Dito a scatto</p>	
ALTRE PATOLOGIE	
<p>Artrosi acromion-claveare e gleno-omeroale Rizoartrosi (artrosi trapezio-metacarpale)</p>	

**Tab. 1 - Patologie di interesse: lista delle patologie muscoloscheletriche degli arti superiori potenzialmente correlate al lavoro.**

Tale territorio rientra nel cosiddetto "triangolo del salotto", un'area circoscritta compresa fra le province di Bari, Matera e Taranto in cui si concentra il 16% della produzione mondiale di mobili imbottiti in pelle e sono presenti circa 530 imprese che producono salotti in maniera diretta o indiretta, con una popolazione lavorativa di circa 14mila addetti ed un fatturato totale di circa 2.200 milioni di euro. Circa il 60% delle imprese sono localizzate tra Altamura, Santeramo e Gravina.

## 2. Il ciclo produttivo della produzione di mobili imbottiti

La produzione di mobili imbottiti è una lavorazione quasi esclusivamente di tipo artigianale in quanto è basata essenzialmente sulle capacità professionali degli operatori e non consente particolari automazioni. È proprio questa caratteristica che rende probabile l'insorgenza di patologie da sovraccarico funzionale dell'arto superiore per esposizione al rischio professionale di movimenti ripetuti e contro resistenza (Tab. 1).

In questo tipo di lavorazioni l'attività può essere scomposta in numerose mansioni. Alcune, come la falegnameria o la preparazione dell'imbottitura in poliuretano, sono prevalentemente svolte al di fuori del normale ciclo lavorativo, da specifiche aziende complementari ai salottifici di maggiori dimensioni. Altre, i cosiddetti "indiretti", partecipano al ciclo produttivo pur senza esserne "direttamente" coinvolti (magazzi-

nieri, operatori che si occupano di alimentare le singole postazioni di lavoro e della movimentazione intermedia, capi squadra e capi reparto, addetti al controllo di qualità e alla pulizia del prodotto finito, addetti all'imballaggio e alla manutenzione). Questi operatori sono stati inseriti nel gruppo di controllo del progetto di studio. All'interno dei salottifici maggiori le principali mansioni sono di seguito sinteticamente elencate.

### *2.1 Taglio pelle*

Il taglio delle pelli avviene quasi del tutto manualmente. Le attività che il tagliatore effettua possono essere così sintetizzate:

- movimentazione del manto di pelle e controllo della qualità dello stesso dal lato carne
- stesura del manto, ricerca e segnalazione di eventuali difetti
- prelievo e verifica delle DIME
- posizionamento delle DIME sul manto, ottimizzando la resa
- taglio della pelle, la quale si può presentare di differente grado di resistenza a seconda se si tratti di pelle morbida (o di media durezza) oppure di pelle dura o di crosta
- ritiro dei pezzi tagliati e sistemazione del posto di lavoro per la successiva lavorazione.

In maniera schematica e del tutto preliminare possiamo ritenere che i fattori oggetto di studio per questa mansione presentino complessivamente un livello di rischio abbastanza contenuto, con le uniche eccezioni rappresentate dalla forza utilizzata (soprattutto per quelle produzioni che prevedano l'utilizzo di pelle dura o crosta, che presentano una maggiore resistenza al taglio) e dalle posture che devono assumere le mani in relazione a taglierine non ergonomiche (prevalentemente con prese tipo pinch o di precisione).

La percentuale dell'orario di lavoro dedicata a ciascuna delle precedenti attività viene riassunta nella Tabella 2.

Come si può osservare dalla tabella, il vero e proprio taglio della pelle occupa all'incirca la metà del tempo lavorativo di questo operatore, mentre per un tempo variabile tra il 7 ed il 34 % questa operazione viene effettuata (nelle aziende studiate e a seconda delle caratteristiche del prodotto finito) su una tipologia di materiale (pelle dura o crosta) che presenta una maggiore resistenza al taglio e che pertanto implica l'impiego di una maggiore forza da parte dell'operatore.



Compito lavorativo	Eventuale sub-compito e altra differenziazione	Aziende 0 - 100 dip.		Aziende 101 - 500 dip.		Aziende > 500 dip.	
		% tempo dedicato al compito (*)	% ripartizione materia prima (*)	% tempo dedicato al compito (**)	% ripartizione materia prima (***)	% tempo dedicato al compito (****)	% ripartizione materia prima (****)
Movimentazione manto / controllo lato carne		5 - 10 %		4 %		4 %	
Stesura manto / ricerca difetti		5 - 10 %		7 - 12 %		4 %	
Prelievo / verifica DIME		5 - 10 %		4 - 10 %		5 %	
Posizionamento DIME		20 - 25 %		20 - 25 %		20 %	
Taglio pelle	Pelle morbida/media	40 - 55 %	5 - 25 %	40 - 50 %	92 - 93 %	45 %	66 %
	Pelle dura o crosta	%	10 - 30 %	%	7 - 8 %		34 %
Ritiro pezzi + varie		5 - 10 %		11 - 13 %		23 %	
(*) informazione acquisita dall'impressione soggettiva di 3 capi - reparto							
(**) informazione acquisita da una stima osservazionale media dell'ingegneria di produzione su alcuni cicli interi (3 o 4 operatori in due diverse aziende)							
(***) informazione acquisita dal portafoglio ordini aziendali							
(****) informazione acquisita dalle schede di produzione dei 20 modelli più venduti nelle varie versioni (90% del portafoglio ordini)							

**Tab. 2 - TAGLIO PELLE:**  
ripartizione percentuale del tempo lavoro fra i vari compiti lavorativi

### 2.2 Cucitura

I compiti lavorativi delle addette alla cucitura possono essere così suddivisi:

- Movimentazione della cassetta (di peso variabile tra i 5 ed i 20 Kg.) contenente i singoli pezzi componenti il divano, proveniente dagli addetti al taglio.
- Movimentazione dei singoli pezzi, che devono essere sistemati per la successiva cucitura.
- Cucitura dei pezzi (ad esempio bracciolo, spalliera, cuscino, ecc.). Al riguardo occorre ancora una volta ricordare, ai fini di una corretta valutazione del rischio, che le aziende oggetto dello studio producono mobili imbottiti di differente materiale (tessuto, pelle morbida, pelle dura o crosta) destinati a clientele con esigenze diversificate, distribuite su scala internazionale. Deve essere precisato che man mano che la lavorazione procede, l'ingombro del rivestimento in lavorazione, il suo peso e conseguentemente lo sforzo dell'operatrice aumentano, anche in relazione con il modello in fase di cucitura.

- Chiusura del rivestimento, grazie alla quale si compongono definitivamente le parti che devono successivamente passare al tappezziere.
- Cucito speciale, che prevede quelle ulteriori operazioni necessarie a garantire l'effetto estetico del rivestimento (bacchettatura ed arricciatura). In questo compito vengono inserite anche le operazioni di cucitura fodere, le quali però, in considerazione delle piccole dimensioni dei pezzi, del peso ridotto degli stessi e dello scarso spessore del materiale da cucire, possono essere considerate le fasi meno impegnative della mansione.

Dal punto di vista dei fattori di rischio, è necessario sottolineare come la situazione possa significativamente modificarsi, come già accennato, in funzione della tipologia di materiale utilizzato per il rivestimento del mobile imbottito.

Infatti, a fronte di fattori di rischio che coinvolgono prevalentemente la frequenza della mansione, la presenza di posture incongrue e di stereotipie per quanto riguarda i rivestimenti in tessuto o in pelle morbida, per quanto attiene invece la pelle dura, la crosta o il cuoio si può osservare una riduzione del rischio inerente la frequenza dell'attività accompagnata, però, da una significativa comparsa del fattore inerente la forza.

L'analisi della ripartizione dei tempi di lavoro fra i vari compiti lavorativi di questa mansione viene riassunta nella Tabella 3.

Compito lavorativo	Eventuale sub-compito o altra differenziazione	Aziende 0 - 100 dip.		Aziende 101 - 500 dip.		Aziende > 500 dip.	
		% tempo dedicato al compito (*)	% ripartizione materiale prima (*)	% tempo dedicato al compito (*)	% ripartizione materiale prima (**)	% tempo dedicato al compito (***)	% ripartizione materiale prima (***)
Movimentazione CASSETTA		5 - 10 %		6 - 7 %		3 %	
Movimentazione pezzi		10 - 20 %		12 - 19 %		17 %	
Cucitura pezzi	Tessuto	25 - 50	5 - 25 %	33 - 41	8 - 14 %	25 %	25 %
	Pelle morbida		50 - 70 %		80 - 85 %		50 %
	Pelle dura o crosta	%	10 - 30 %	%	6 - 8 %		25 %
Chiusura rivestimento	Tessuto	20 - 25	5 - 25 %	13 - 20	8 - 14 %	20 %	25 %
	Pelle morbida		50 - 70 %		80 - 85 %		50 %
	Pelle dura o crosta	%	10 - 30 %	%	6 - 8 %		25 %
Cucito speciale (***)	Bacchettatura	10 - 20 %		9 - 13 %		15 %	
	Arricciatura	10 - 20 %		7 - 11 %		13 %	
	Cucito fodere	5 - 10 %		4 - 5 %		7 %	
(*) informazione acquisita dall'impressione soggettiva di 3 capi - reparto							
(**) informazione acquisita da una stima osservazionale media dell'ingegneria di produzione su alcuni cicli interi (3 o 4 operatori)							
(***) informazione acquisita dal portafoglio ordini aziendali							
(***) informazione acquisita dalle schede di produzione dei 20 modelli più venduti nelle varie versioni (90% del portafoglio ordini)							
(***) in alcune aziende il cucito speciale è svolto in esclusiva da alcune lavoratrici e si configura come mansione a se stante							

**Tab. 3 - ADDETTI AL CUCITO: ripartizione percentuale del tempo lavoro fra i vari compiti lavorativi**

La tabella mostra come piuttosto scarse siano, nel campione in esame, le operazioni di cucitura su tessuto, mentre quelle su pelle dura o crosta (che, come detto, richiedono il maggiore impiego di forza) sono variabili tra il 6 ed il 30% del tempo lavorativo (con maggiore presenza nelle aziende di minori dimensioni).

### *2.3 Preparazione e cinghiatura*

Premesso che nella maggior parte delle aziende oggetto dello studio (ad eccezione di quelle di maggiori dimensioni) l'attività di falegnameria (per la preparazione dei fusti dei divani) e quella di preparazione dell'imbottitura in poliuretano espanso (PUE) vengono prevalentemente svolte da aziende satelliti, questa mansione prevede i seguenti compiti lavorativi, che devono comunque essere diversificati fra la mansione di *cinghiatore* (che applica sul fusto di legno apposite cinghie elastiche necessarie per sostenere il rivestimento) e quella di *preparatore* (che provvede ad incollare sul fusto in legno l'imbottitura in PUE).

#### **CINGHIATORE:**

- Movimentazione del fusto, effettuata sia prima che dopo la cinghiatura.
- Cinghiatura manuale, effettuata fissando ogni singola cinghia ad un'estremità del fusto, tirandola successivamente manualmente e contemporaneamente fissandola all'altra estremità del fusto.
- Cinghiatura semiautomatica, che prevede un minore sforzo da parte dell'operatore in quanto la trazione delle cinghie viene effettuata da apposite macchine.
- Altri compiti: in questa sezione vengono compresi i compiti di ciappettatura (che consente di fissare le cinghie alle estremità del fusto di legno e viene effettuata con apposita erogatrice di punti metallici ad aria compressa) e di trazione manuale delle cinghie.

#### **PREPARATORE:**

- Movimentazione di carichi (sia di materiali leggeri che di materiali pesanti).
- Erogazione della colla sul fusto o sul PUE, mediante aerografo ad aria compressa.
- Fissazione dei singoli pezzi di PUE sul fusto, applicando un'adeguata pressione con le mani.
- Altri compiti.

Compito lavorativo	Eventuale sub-compito o altra differenziazione	Aziende 0 - 100 dip.	Aziende 101 - 500 dip.	Aziende > 500 dip.
		% tempo dedicato al compito (*)	% tempo dedicato al compito (**)	% tempo dedicato al compito
Movimentazione		30 - 40 %	50 %	
Cinghiatura manuale		40 - 60 %	25 - 40 %	
Cinghiatura automatica		0 - 20 %	0 - 20 %	
Altri compiti		5 - 10 %	10 - 12 %	
(*) informazione acquisita dall'impressione soggettiva di 3 capi - reparto				
(**) informazione acquisita da una stima osservazionale media dell'ingegneria di produzione su alcuni cicli interi (3 o 4 operatori in due diverse aziende)				

**Tab. 4 - CINGHIATORI: ripartizione percentuale del tempo lavoro fra i vari compiti lavorativi**

Molto spesso le due mansioni sopra descritte sono unificate nello stesso operatore o, comunque, le stesse sono state alternate nella storia lavorativa del singolo addetto. Per tale ragione, questa mansione viene spesso schematicamente indicata con il termine "preparatore", che ricomprende entrambe le funzioni.

Dal punto di vista ergonomico, le principali problematiche sono da ricondursi alla movimentazione manuale dei carichi (che peraltro non è oggetto di questo studio) ed alle attività di cinghiatura manuale e di fissatura manuale dei singoli pezzi di PUE sul fusto in legno.

Per quanto attiene i tempi di lavoro, ancora una volta è necessario sottolineare come prevalgano le attività manuali. Infatti nella mansione di cinghiatura, a parte la movimentazione manuale di carichi presente tra il 30 ed il 50 % del tempo lavorativo, il compito lavorativo di cinghiatura manuale copre un arco di tempo compreso tra il 25 ed il 60 %. Nella mansione di preparatore invece, la movimentazione di materiali pesanti viene effettuata tra il 10 ed il 25 % del tempo lavorativo, mentre l'erogazione di colla copre un arco di tempo variabile tra il 20 ed il 27% ed il fissaggio manuale dei pezzi tra il 30 ed il 50 % del tempo lavoro (Tabelle 4 e 5).

Compito lavorativo	Eventuale sub-compito o altra differenziazione	Aziende 0 - 100 dip.	Aziende 101 - 500 dip.	Aziende > 500 dip.
		% tempo dedicato al compito (*)	% tempo dedicato al compito (**)	% tempo dedicato al compito
Movimentazione	Materiali leggeri	5 - 10 %	8 - 13 %	
	Materiali pesanti	<b>10 - 20 %</b>	<b>10 - 26 %</b>	
	Spruzzare (erogare colla)	<b>20 - 30 %</b>	<b>26 - 27 %</b>	
	Fissare	<b>30 - 50 %</b>	<b>40 - 50 %</b>	
	Altri compiti	0 - 5 %	5 - 8 %	
(*) informazione acquisita dall'impressione soggettiva di 3 capi - reparto				
(**) informazione acquisita da una stima osservazionale media dell'ingegneria di produzione su alcuni cicli interi (3 o 4 operatori in due diverse aziende)				

**Tab. 5 - PREPARATORI: ripartizione percentuale del tempo lavoro fra i vari compiti lavorativi**

#### 2.4 Assemblatura

I compiti lavorativi nei quali può essere suddivisa questa mansione sono i seguenti:

- Movimentazione delle singole parti componenti il mobile imbottito, che vengono prelevate da un carrello adiacente alla postazione di lavoro e posizionate sul tavolo di lavoro. Questi materiali possono avere differente peso (fusti in legno preparati, rivestimenti cuciti, cuscini con l'imbottitura, accessori come reti per le versioni letto o meccanismi recliner, ecc.) e pertanto determinare un impegno muscolare notevolmente differenziato.
- Vestizione del divano (incappucciamento del rivestimento sul fusto), effettuata posizionando i rivestimenti, già precedentemente cuciti, sul fusto di legno già preparato. Lo sforzo richiesto all'operatore varia notevolmente a seconda del materiale utilizzato (tessuto, pelle morbida, pelle dura o crosta).

Compito lavorativo	Eventuale sub-completo o altra differenziazione	Aziende 0 - 100 dip.		Aziende 101 - 500 dip.		Aziende > 500 dip.	
		% tempo dedicato al compito (*)	% ripartizione materiali prima (**)	% tempo dedicato al compito (*)	% ripartizione materiali prima (***)	% tempo dedicato al compito (****)	% ripartizione materiali prima (****)
Movimentazione	Materiali leggeri	5 - 10 %		2 - 7 %		1 %	
	Materiali pesanti	5 - 10 %		4 - 7 %		3 %	
Vestizione (incappucciamento del rivestimento sul fusto)	Tessuto	10 - 20 %	5 - 25 %	14 - 17 %	8 - 14 %	12 %	25 %
	Pelle morbida		50 - 70 %		80 - 85 %		50 %
	Pelle dura o crosta		10 - 30 %		6 - 8 %		25 %
Riempimento cuscini	Fiocco	30 - 50 %	40 - 60 %	33 - 45 %	53 - 61 %	31 %	61 %
	Gomma morbida		20 - 40 %		28 - 32 %		28 %
	Gomma dura		10 - 30 %		0 - 17 %		10 %
Spruzzare (erogare colla)		5 - 10 %		5 - 8 %		7 %	
Avvitare		5 - 10 %		6 - 10 %		6 %	
Spillare		10 - 20 %		12 - 21 %		36 %	
Altri compiti		0 - 5 %		4 - 5 %		5 %	
(*) informazione acquisita dall'impressione soggettiva di 3 capi - reparto							
(**) informazione acquisita da una stima osservazionale media dell'ingegneria di produzione su alcuni cicli interi (3 o 4 operai)							
(***) informazione acquisita dal portafoglio ordini aziendali							
(****) informazione acquisita dalle schede di produzione dei 20 modelli più venduti nelle varie versioni (90% del portafoglio ordini)							

**Tab. 6 - ASSEMBLATORI: ripartizione percentuale del tempo lavoro fra i vari compiti lavorativi**

- Riempimento cuscini: anche in questo caso gli sforzi sono diversificati a seconda che venga utilizzato fiocco (più leggero e maneggevole), gomma morbida o gomma dura.
- Erogazione colla, avvitare, spillare, ecc.: questi compiti lavorativi sono sovrapponibili a quelli del preparatore e sono giustificati dal fatto che, con il procedere del lavoro di assemblaggio, l'operatore deve fissare singoli pezzi in

PUE in particolari posizioni, fissare il rivestimento sul fusto imbottito utilizzando punti metallici ecc., al fine di completare l'opera di rivestimento del mobile imbottito.

La ripartizione del tempo di attività per i vari compiti lavorativi viene riassunta nella Tabella 6.

### 3. Il progetto "La prevenzione delle patologie da movimenti ripetuti degli arti superiori negli addetti al comparto del mobile imbottito"

Su questi presupposti l'AUSL BA/3 e l'IRCCS Fondazione Maugeri di Cassano Murge hanno avviato, in collaborazione con l'Unità di Ricerca "Ergonomia della Postura e Movimento" dell'A.O. Istituti Clinici di Perfezionamento di Milano, una ricerca finalizzata finanziata dal Ministero della Salute.

Nel corso del 2004 il network dei medici del lavoro-competenti che operano nella grande e nella piccola impresa sul territorio\* hanno proceduto alla rilevazione retrospettiva dai record sanitari, per ogni singola mansione, della prevalenza annuale delle affezioni muscolo-scheletriche lavoro-correlate, da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori al 2000, e successivamente alla determinazione dei tassi di incidenza negli anni 2001-2002-2003. La case-definition avviene su base documentale specialistica. Con adeguata quantificazione del turn over le dimensioni attese del campione sono  $n > 3000$  con afferenze sia dalla grande che dalla piccola impresa (Fig. 1). L'indagine interessa inoltre un gruppo di controllo costituito da  $n > 2000$  soggetti non esposti a rischio, con mansioni esenti dal rischio professionale (addetti alla vigilanza, capi reparto, addetti alla manutenzione, etc).

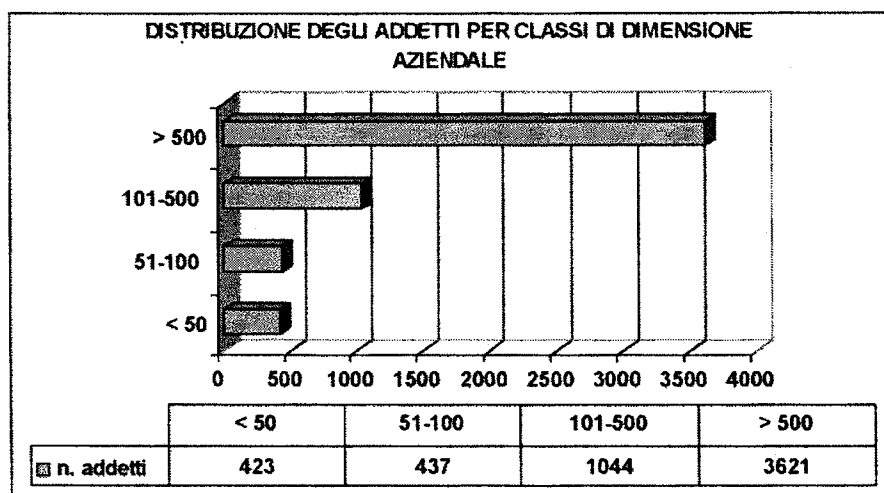


Fig. 1 - Distribuzione degli addetti per classi di dimensione aziendale

È stato inoltre avviato uno studio prospettico con rilevazione normalizzata di anamnesi, obiettività clinica e strumentalità diagnostica. I soggetti saranno monitorati per un periodo di 12-18 mesi. La correlazione con l'attività lavorativa e con le singole fasi di lavorazione viene indagata mediante apposita frammentazione dei compiti previsti per la mansione e con un giudizio sulla fatica fisica delle singole fasi lavorative espresso attraverso scale normalizzate. Il questionario è in corso di progressiva somministrazione e sarà nuovamente somministrato alla fine del periodo di studio, permettendo così di valutare parametri di incidenza. Nel corso del periodo di studio tutti i soggetti hanno in programma la visita medica almeno una volta con indagine mirata circa eventuali segni clinici di patologia, non adeguatamente considerati dagli stessi lavoratori. Tutti i soggetti positivi al questionario e/o all'esame obiettivo vengono avviati ad adeguata indagine strumentale: ecotomografia dei tessuti articolari e periarticolari per le patologie tendinee e peritendinee e/o esame elettromiografico nel sospetto di sindromi canalicolari. Nel diagramma diagnostico in uso è prevista la possibilità di esecuzione di un limitato numero di RMN (risonanza magnetica). È stato inoltre allestito un sistema di notificazione di "eventi sentinella" attraverso il monitoraggio di tutti gli accessi in infermeria per sintomi correlati alle patologie in esame: in questa occasione tutti i soggetti interessati sono sottoposti a visita medica, a somministrazione del questionario ed agli accertamenti di diagnostica strumentale previsti per i "positivi". Il questionario anamnestico e quello di valutazione diagnostica comprendono sezioni dedicate alla definizione individuale di un preciso profilo mansionario e delle fasi di lavorazione, alla percezione degli sforzi, all'anamnesi patologica del distretto spalla-mano. L'esame clinico viene effettuato secondo procedure normalizzate concordate con l'EPM di Milano.

#### 4. La valutazione dell'esposizione

Per le mansioni citate in precedenza e per campioni delle realtà produttive è in corso la valutazione dell'Indice OCRA, approvato per la definizione di norme tecniche europee.

Le mansioni sono state scomposte in compiti e azioni tecniche e sono stati realizzati i filmati in digitale che vengono di volta in volta analizzati. Vengono anche utilizzati ulteriori strumenti validati (check list, etc) di più agile applicazione che correlano con l'indice OCRA (Tabella 7).

Zona	Valori OCRA	Valori Check – list	Classificazione del rischio	Azioni suggerite
Verde	< 2,2	< 7,5	Accettabile	No
Giallo	2,3 – 3,5	7,6 – 11	Borderline o molto basso	Riverifica; se possibile ridurre il rischio
Rosso	> 3,6	> 11,1	Presente	Riduzione rischio Sorveglianza sanitaria Formazione

Tab. 7 - Classificazione dell'indice OCRA e della Check list OCRA





Uno degli obiettivi finali sarà di valutare sensibilità/specificità dei mezzi clinico-anamnestici-strumentali e la correlazione dei sintomi e delle diagnosi cliniche con l'indice di esposizione OCRA e con i singoli fattori di rischio che compongono l'indice stesso (frequenza, forza, posture incongrue, stereotipia, fattori complementari). Ciò anche allo scopo di individuare soluzioni ergonomiche nel ciclo produttivo.

Questo progetto di prevenzione aspira a diventare un progetto di sistema realizzato sul territorio dove è rappresentata una realtà unica con un vero e proprio distretto produttivo. È nostra opinione che la competitività delle imprese non possa più fare a meno di un contesto denso di relazioni tra attività produttive, formazione e ricerca, organizzate in modo aperto e integrato.

#### **5 - Prime considerazioni sull'esposizione a rischio Movimenti Ripetuti e Contro Resistenza degli Arti Superiori nella produzione del salotto**

Per la valutazione del rischio di Movimenti Ripetuti e Contro Resistenza degli Arti Superiori è stato, come già detto, utilizzato il metodo OCRA. Il metodo prevede una valutazione delle azioni tecniche compiute dagli operatori nel corso del turno di lavoro ed una valutazione delle azioni ritenute accettabili in base a quella particolare organizzazione del lavoro ed a quelle peculiari caratteristiche di svolgimento del lavoro stesso. Non tutte le aziende che hanno aderito al progetto hanno accettato di effettuare le video-riprese necessarie alla realizzazione del protocollo di valutazione e di somministrare ai propri dipendenti i questionari, anch'essi previsti dal protocollo. D'altro canto i sopralluoghi effettuati hanno permesso di verificare che, nonostante la diversa dimensione delle aziende ed il diverso livello di "industrializzazione" raggiunto, le mansioni più caratteristiche del ciclo produttivo (quelle oggetto dello studio) si svolgono ancora oggi in modalità quasi esclusivamente manuale, con caratteristiche di tipo artigianale. Infine, molte realtà aziendali hanno una popolazione lavorativa estremamente ridotta per cui una corretta valutazione dei risultati avrebbe comunque richiesto degli accorpamenti per rendere possibile una adeguata valutazione dei risultati. Queste premesse servono a spiegare le approssimazioni che, per ciascun parametro del protocollo di valutazione, è stato necessario adottare.

Manisone	FASE DI LAVORAZIONE (COMPITO)	Ripartizione aziende						Azioni tecniche osservate al minuto	
		> 500 dip		100 - 500 dip		< 100 dip		MEDIA	DEV. ST.
		VALUTATORE A	VALUTATORE B	VALUTATORE A	VALUTATORE B	VALUTATORE A	VALUTATORE B		
Tappetiere	Riempimento cuscini	78	68	84	85	70	81	<b>78</b>	7,2
	Vestizione	64	62	58	60	52	62	<b>60</b>	4,3
	Spruzzare	43	39	39	36	36	46	<b>40</b>	4,0
	Avvitare	39	42	42	37	40	40	<b>40</b>	1,9
	Spillare	41	43	38	40	39	36	<b>40</b>	2,4
	Movimentazione pesante	30	30	30	30	30	30	<b>30</b>	0,0
	Movimentazione leggera	30	30	30	30	30	30	<b>30</b>	0,0
	Altri compiti	30	30	30	30	30	30	<b>30</b>	0,0
Taglio pelle manuale	Sistemazione pelle	42	41	36	43	38	38	<b>40</b>	2,7
	Controllo difetti	39	39	38	40	43	41	<b>40</b>	1,8
	Posizionamento DIME	50	51	53	51	48	44	<b>50</b>	3,1
	Taglio pelle	55	47	53	47	47	47	<b>49</b>	3,7
	Accoppiamento	46	48	43	55	55	53	<b>50</b>	5,1
	Prelievo/verifica DIME	30	30	30	30	30	30	<b>30</b>	0,0
	Compiti non ripetitivi	30	30	30	30	30	30	<b>30</b>	0,0
Taglio pelle manuale	Sistemazione pelle	42	41	36	43	38	38	<b>40</b>	2,7
	Controllo difetti	39	39	38	40	43	41	<b>40</b>	1,8
	Posizionamento DIME	50	51	53	51	48	44	<b>50</b>	3,1
	Taglio pelle	55	47	53	47	47	47	<b>49</b>	3,7
	Accoppiamento	46	48	43	55	55	53	<b>50</b>	5,1
	Prelievo/verifica DIME	30	30	30	30	30	30	<b>30</b>	0,0
	Compiti non ripetitivi	30	30	30	30	30	30	<b>30</b>	0,0
Cucito media lavorazione	Cucito pezzi	42	46	43	43	52	46	<b>45</b>	3,7
	Chiusura divano	58	70	56	56	58	62	<b>60</b>	5,4
	Bacchettatura	75	76	76	80	85	78	<b>78</b>	3,7
	Arnciatura	74	64	66	76	73	57	<b>68</b>	7,3
	Cucito fodere	55	50	55	50	58	60	<b>55</b>	4,1
	Movimentazione cassette	30	30	30	30	30	30	<b>30</b>	0,0
	Movimentazione pezzi leggeri	30	30	30	30	30	30	<b>30</b>	0,0
Preparatore - cinghiatore	Spruzzare	47	39	38	39	35	42	<b>40</b>	4,1
	Fissare	65	58	52	54	63	68	<b>60</b>	6,4
	Cinghiatura manuale	44	49	54	54	50	48	<b>50</b>	3,8
	Cinghiatura semi-automatica	30	30	30	30	30	30	<b>30</b>	0,0
	Movimentazione pesante	30	30	30	30	30	30	<b>30</b>	0,0
	Movimentazione leggera	30	30	30	30	30	30	<b>30</b>	0,0
	Altri compiti	30	30	30	30	30	30	<b>30</b>	0,0

**Tab. 8 - Numero di azioni tecniche per compito lavorativo, differenziate per classe di dimensione aziendale**

**5.1 Numero di azioni tecniche compiute per ogni ciclo lavorativo**

Nel caso in questione il ciclo di lavoro è di durata notevole (15-60 min, con singoli

cicli che possono raggiungere i 150 min.), tanto da impedire una stima analitica del fenomeno. In queste condizioni è più utile individuare i singoli compiti lavorativi che compongono la mansione e procedere ad una stima delle azioni tecniche di ciascun compito attraverso la conta delle azioni per brevi periodi di due/tre minuti per ciascun compito, provvedendo successivamente ad una ricomposizione della mansione in una giornata lavorativa tipo.

Le tabelle precedenti hanno mostrato che la successione dei compiti è la stessa in tutte le aziende, con differenze rilevanti per quanto riguarda la ripartizione percentuale degli stessi nella giornata lavorativa, dovute alla diversa organizzazione aziendale (numero e disponibilità di indiretti, tipologia di prodotto).

Stante questa condizione si è preferito effettuare le video-riprese in un numero limitato di aziende (l'unica azienda con più di 500 dipendenti, due aziende con 100-500 dipendenti e due aziende con meno di 100 dipendenti): i filmati sono stati successivamente analizzati da due operatori distinti che hanno proceduto alla conta delle azioni tecniche. Come era prevedibile, le differenze rilevate fra i due operatori e le differenze rilevate fra le diverse tipologie aziendali non sono statisticamente significative, per cui è stato utilizzato il valore medio delle singole rilevazioni come parametro di stima di ciascun compito lavorativo nelle diverse realtà aziendali. Per alcuni compiti non caratterizzati da ripetitività esasperata (es. attività di movimentazione), ma comunque individuati come compiti che possono contribuire alla pericolosità globale della lavorazione (per gli elevati coefficienti posturali o per il notevole uso di forza richiesto), non si è proceduto alla valutazione analitica ma si è presunto un numero di azioni tecniche pari a 30 al minuto. La tabella 8 riassume le rilevazioni per le diverse tipologie di dimensione aziendale e per valutatore. Questo metodo di lavoro ha consentito di procedere alla valutazione anche per quelle aziende in cui non è stato possibile effettuare la rilevazione analitica.

### *5.2 Valutazione del fattore Forza*

La rilevazione è stata condotta attraverso il questionario consigliato dal metodo OCRA (standardizzato dal gruppo EPM di Milano). Come si è già detto non tutte le aziende hanno acconsentito alla erogazione del questionario ai propri dipendenti; le piccole dimensioni di alcune aziende espongono inoltre al rischio che in singole realtà aziendali (soprattutto in quelle con pochi dipendenti) un'eventuale sovrastima (o sottostima) del fattore forza da parte di singoli lavoratori comprometta la valutazione di quella mansione in quella azienda. Stante questa situazione si è ritenuto più utile accorpate tutti i questionari ed utilizzare il valore medio di ciascun compito come base di valutazione del rischio nelle singole realtà aziendali.

Non stupisca il livello di dettaglio riportato nella tabella 9: il questionario è stato condotto con le modalità consuete; semplicemente, dopo aver acquisito dall'operatore il "punteggio" per le attività che egli stesso ritiene che "richiedano l'uso di forza per gli arti superiori", nella consapevolezza di attività complesse, in cui le variabili in causa sono molteplici, l'intervista è stata spinta al dettaglio. Si scopre così che il

punteggio attribuito (per esempio) dagli assemblatori alla fase di vestizione, è relativo alla attività più onerosa (la vestizione dei modelli in pelle dura o crosta) e che gli stessi attribuiscono punteggi molto più bassi alla stessa fase di lavoro ma con modelli in pelle morbida ed in tessuto. Lo stesso discorso vale (sempre per gli assemblatori) per il compito di riempimento cuscini (relativamente al materiale utilizzato:

Mansione	COMPITO	Sub compito (in base al materiale)	TUTTI GLI OPERATORI INTERVISTATI		
			N°	Media	d.s.
Tapezziere	Riempire cuscini	Fiocco	95	2,3	1,3
		Gomma morbida		3,2	1,5
		Gomma dura		5,3	1,8
	Vestizione	Tessuto/microfibra		2,6	1,6
		Pelle morbida		2,5	1,4
		Pelle dura		5,8	1,6
	Spruzzare/avvitare/spillare	Spruzzare		1,0	1,0
		Avvitare		2,5	1,6
		spillare		1,6	1,3
		Movimentazione pesante		4,7	1,6
	Movimentazione leggera	1,6	1,1		
	Altri compiti	0,5	0,7		
Taglio pelle	Sistemazione pelle		42	1,7	1,4
	Controllo difetti			2,8	1,7
	Prelievo/verifica DIME			2	1,7
	Posizionamento DIME			1,0	0,9
	Taglio pelle	Morbida		3,1	1,5
		Media		3,9	1,6
		Dura		5,4	2,1
Altre attività		0,4	0,2		
Cucitura	Cucito pezzi	Tessuto/microfibra	61	1,3	0,9
		Pelle morbida		1,9	1,2
		Pelle dura		3,7	1,9
	Chiusura divano	Tessuto/microfibra		2,2	1,2
		Pelle morbida		3,5	1,2
		Pelle dura		5,9	1,3
	Bacchettatura			4,2	2,1
	Arricciatura			3,7	1,6
	Cucito fodere			0,9	0,4
	Movimentazione cassette			3,7	2,0
Movimentazione pezzi e varie		0,8	0,7		
Preparatore - cinghiatore	Spruzzare		53	1,4	1,2
	Fissare			1,5	1,3
	Cinghiatura manuale			3,2	2,0
	Cinghiatura semi-automatica			1,7	1,5
	Movimentazione pesante			4,4	1,5
	Movimentazione leggera			2,2	1,4
	Altri compiti			0,4	0,2

Tab. 9 - Fattore forza (Indice di Borg)

fiocco, gomma morbida e gomma dura), per i tagliatori nella fase di taglio pelle vero e proprio e per gli addetti al cucito per i due compiti di cucitura dei singoli pezzi e chiusura finale del rivestimento.

### 5.3 Fattore postura e fattori complementari

L'analisi è stata effettuata attraverso le video-riprese realizzate per la conta delle azioni tecniche.

Mansione	COMPITO	Fattore postura					Fattori complementari	
		PARAMETRI DI VALUTAZIONE POSTURALE				Coefficiente di valutazione	PARAMETRO	Coefficiente di valutazione
		spalla	gomito	polso	mano			
Tapezziere	Riempimento cuscini	8	12	n.v.	13	0,50	0	1,00
	Vestizione	8	10	10	13	0,50	0	1,00
	Spruzzare	8	6	7	1	0,60	0	1,00
	Avvitare	12	6	4	8	0,50	6	0,93
	Spillare	12	4	2	6	0,50	4	0,95
	Movimentazione pesante	12	6	7	1	0,50	0	1,00
	Movimentazione leggera	8	6	7	7	0,60	0	1,00
Taglio pelle	Sistemazione pelle	0	4	9	6	0,60	0	1,00
	Controllo difetti	0	4	9	6	0,60	0	1,00
	Posizionamento DIME	8	10	4	10	0,60	0	1,00
	Taglio pelle dx	8	4	9	13	0,50	0	1,00
	Taglio pelle sx	12	2	9	12	0,50	0	1,00
	Accoppiamento	12	10	6	13	0,50	0	1,00
	Altre attività	<3	<3	<3	<3	1,00	0	1,00
Preparatore - cinghiatore	Spruzzare	8	6	7	1	0,60	0	1,00
	Fissare	4	6	7	6	0,70	0	1,00
	Cinghiatura manuale	10	10	8	10	0,60	8	0,90
	Cinghiatura automatica	10	8	4	10	0,60	8	0,90
	Movimentazione pesante	12	6	7	1	0,50	0	1,00
	Movimentazione leggera	8	6	7	7	0,60	0	1,00
Cucitura	Cucito pezzi	4	2	9	13	0,50	4	0,95
	Chiusura divano	4	2	9	13	0,50	4	0,95
	Bacchettatura	12	2	4	13	0,50	4	0,95
	Arricciatura dx	0	2	8	13	0,50	4	0,95
	Arricciatura sx	4	4	8	13	0,50	4	0,95
	Cucito fodere	4	2	9	10	0,60	0	1,00
	Movimentazione cassette	4	2	0	3	0,70	0	1,00
	Movimentazione pezzi	0	2	2	3	1,00	0	1,00

Tab. 10 - Coefficienti del fattore postura e fattori complementari

Anche in questo caso la valutazione è stata effettuata da due operatori, che hanno lavorato congiuntamente, in contraddittorio, durante l'analisi del filmato (a differenza della conta delle azioni tecniche che è stata effettuata separatamente dai due operatori). Il metodo di valutazione dei due elementi (postura e fattori complementari) è tale che piccole differenze di valutazione (eventualmente rilevabili fra i due valutatori o fra diverse aziende) non comportano variazioni sulla attribuzione del relativo coefficiente ai fini del calcolo dell'indice OCRA, per cui la tabella 10 riassume la valutazione media, uguale per tutte le tipologie di aziende, ed i relativi coefficienti (di seguito utilizzati per il calcolo dell'indice OCRA).

#### 5.4 Rilevazione delle pause (e dei periodi di ristoro)

Altro parametro importante per la rilevazione del rischio è la presenza/assenza di

Mansione	Dimensione aziendale per n. dipendenti	n. aziende	n. soggetti esposti (media 2000 - 2003)	n. sogg. intervistati	n. pause						
					Strutturate			Libere (durata 5 - 10 min.) rilevate con questionario			
					Pausa mensa	Strutturate (durata > 6 min.)	Tot. Pause strutturate	numero medio	Durata media (in minuti)	Approssimate a: (n. pause x durata min.)	n. ore senza recupero
Assemblatori	< 100	4	47,5	3	si	0	1	2,3	6,3	2 x 6	5,0
		15	74,5	6	si	1	2	2,1	6,4	2 x 6	4,0
		6	30	4	si	2	3	1,3	4,4	1 x 5	3,5
	Da 100 a 500	2	70,8	11	si	0	1	2,3	5,6	2 x 6	5,0
		2	84,25	9	si	1	2	2,4	7,3	2 x 7	4,0
> 500	1	583	62	no	1	1	2,2	6,9	2 x 7	5,0	
preparatori	< 100	4	17	2	si	0	1	2,5	6,5	2 x 7	5,0
		15	31,05	2	si	1	2	2,5	5,0	2 x 6	4,0
		6	12,8	2	si	2	3	1,5	4,0	1 x 5	3,5
	Da 100 a 500	2	53,3	16	si	0	1	2,1	5,1	2 x 5	5,0
		2	35,8	12	si	1	2	2,2	6,4	2 x 6	4,0
> 500	1	141,5	19	no	1	1	2,1	6,3	2 x 6	5,0	
Tagliatori	< 100	4	41,5	3	si	0	1	2,3	6,7	2 x 7	5,0
		15	78	5	si	1	2	2,4	6,8	2 x 7	4,0
		6	30,75	3	si	2	3	1,0	4,7	1 x 5	3,5
	Da 100 a 500	2	37,05	7	si	0	1	2,1	6,7	2 x 7	5,0
		2	37,5	4	si	1	2	2,4	7,8	2 x 8	4,0
> 500	1	357,8	20	no	1	1	2,1	5,6	2 x 6	5,0	
Add. al cucito	< 100	4	69,5	1	si	0	1	2,0	5,0	2 x 5	5,0
		15	160	2	si	1	2	2,0	5,0	2x5	4,0
		6	36,5	3	si	2	3	1,3	4,7	1 x 5	3,5
	Da 100 a 500	2	109	18	si	0	1	2,5	5,6	2 x 6	5,0
		2	89,8	11	si	1	2	1,5	8,8	1 x 10	4,0
> 500	1	708	26	no	1	1	2,3	6,5	2 x 7	5,0	

Tab. 11 - Carenza di periodi di recupero

adeguati periodi di recupero durante l'attività lavorativa che consentano agli arti superiori di non essere impegnati in compiti ripetitivi. Queste "pause di ristoro" possono essere "organizzate" (si tratta cioè di interruzioni programmate del ciclo lavorativo, come la pausa mensa o le pause strutturate) o "spontanee" (autogestite dai lavoratori secondo le proprie necessità). Queste ultime sono state rilevate attraverso questionario, al pari degli indici di forza, nel corso della stessa rilevazione. Anche per questo parametro, quindi, non tutte le aziende sono state coinvolte ed i parametri riportati nella tabella 11 sono frutto di una generalizzazione delle singole interviste a tutte le aziende con le stesse caratteristiche. È evidente, dalla lettura della tabella, che questo problema si pone solo per le numerose aziende con meno di 100 dipendenti. Va aggiunto che, ad eccezione dell'unica azienda con più di 500 dipendenti in cui l'attività lavorativa è organizzata in due turni giornalieri con un'unica pausa di 15 min. al centro del turno di otto ore (e compresa nei 480 min. di lavoro), per tutte le altre aziende sia la pausa mensa che le altre pause strutturate non concorrono al totale delle 8 ore di lavoro.

## **6. Indice OCRA**

A conclusione di questa disamina dei vari fattori che concorrono a determinare l'indice OCRA, è opportuno riepilogare le approssimazioni che si sono rese necessarie:

- il numero di azioni tecniche al minuto, il fattore forza, il fattore postura ed i fattori complementari sono stati valutati congiuntamente per tutte le aziende, assumendo che le differenze fra le diverse tipologie aziendali siano tali da non comportare sostanziali variazioni dei coefficienti stessi;
- per il fattore "carenza di pause" si è proceduto ad una rilevazione delle pause libere (autogestite) per categoria di tipologia aziendale, generalizzando i risultati dei questionari a tutte le aziende di quella determinata categoria;
- ai fini della valutazione risultano quindi determinanti i fattori organizzativi (numero di pause strutturate nella giornata lavorativa) e quelli legati alla tipologia produttiva (diversa percentuale di tessuto, microfibra, pelle morbida e pelle spessorata e diversa percentuale di fiocco, gomma morbida e gomma dura).

La tabella 12 riassume le valutazioni per tipologia aziendale e per mansione. Al gruppo di controllo è stato attribuito un indice OCRA pari ad 1.

Come si può facilmente osservare, da questa prima valutazione risulta piuttosto evidente che vi sono alcune mansioni lavorative effettuate nel comparto oggetto di studio per le quali la valutazione preliminare dell'indice OCRA ha evidenziato valori per i quali un sovraccarico degli arti superiori appare chiaro.

Si può evidenziare una certa differenza a seconda dell'organizzazione (tipologia di materia prima utilizzata e di prodotto finito, numero e durata delle pause) e delle dimensioni aziendali.

I picchi di rischio sono senz'altro evidenziabili fra gli assemblatori e le cucitrici.

Questi dati andranno comunque complessivamente confrontati con i risultati dello

studio retrospettivo di incidenza e di prevalenza di patologie a carico degli arti superiori, che è stato contemporaneamente condotto da parte dello stesso gruppo di lavoro, e che verrà presentato da altri relatori nel corso di questo stesso Congresso.

Mansione	Dimensione aziendale per n. dipendenti	n. aziende	n. soggetti esposti (media 2000 - 2003)	n. pause strutturate	Indice OCRA		
					Media ponderata (sui dipendenti)	minimo	massimo
Assemblatori	< 100	4	47,5	1	13,7	11,3	14,6
		15	74,5	2	10,3	8,5	11,0
		6	30	3	9,5	7,8	10,1
	Da 100 a 500	2	70,8	1	12,8	10,4	15,2
		2	84,25	2	9,6	7,8	11,4
> 500	1	583	1	10,9	10,9	10,9	
preparatori	< 100	4	17	1	7,7	6,3	8,2
		15	31,05	2	5,8	4,7	6,1
		6	12,8	3	5,3	4,4	5,7
	Da 100 a 500	2	53,3	1	7,4	6,1	8,8
		2	35,8	2	5,6	4,6	6,6
> 500	1	141,5	1	7,7	7,7	7,7	
Tagliatori di pelle	< 100	4	41,5	1	9,9	8,2	10,6
		15	78	2	7,4	6,1	7,9
		6	30,75	3	6,9	5,7	7,3
	Da 100 a 500	2	37,05	1	8,7	7,1	10,3
		2	37,5	2	6,5	5,3	7,7
> 500	1	357,8	1	8,7	8,7	8,7	
Add. al cucito	< 100	4	69,5	1	12,1	10,0	12,9
		15	160	2	9,1	7,5	9,7
		6	36,5	3	8,4	6,9	8,9
	Da 100 a 500	2	109	1	10,7	8,7	12,6
		2	89,8	2	8,0	6,5	9,5
> 500	1	708	1	11,9	11,9	11,9	
Controlli operai	< 100	4	58,5	1	1,0	1,0	1,0
		15	152	2	1,0	1,0	1,0
		6	63,8	3	1,0	1,0	1,0
	Da 100 a 500	2	163,5	1	1,0	1,0	1,0
		2	141	2	1,0	1,0	1,0
> 500	1	1280	1	1,0	1,0	1,0	

Tab. 12 - Indice OCRA per mansione e per tipologia di azienda





## **7. Conclusioni**

Le considerazioni conclusive ricavabili dall'analisi di questi dati (che peraltro non possono che essere considerate preliminari) sono le seguenti:

- il progetto in corso prevede l'analisi dei fattori di rischio e di un comparto produttivo sui quali non sono stati fatti, ad oggi, grossi approfondimenti dal punto di vista dei rischi ergonomici. Per tale ragione è necessario adottare la massima prudenza nella valutazione dei dati e nell'individuazione delle possibili aree di intervento.
- L'analisi preliminare di questi dati ci consente comunque di concludere che il rischio da sovraccarico degli arti superiori è sicuramente presente, come d'altra parte già è stato evidenziato in molti altri comparti produttivi.
- È necessario evitare ogni eccessivo allarmismo, anche se comunque è importante attivare opportuni approfondimenti sui livelli di rischio e di danno nel comparto, al fine di assicurare un'adeguata "gestione preventiva del problema".
- Deve essere posta l'attenzione anche alla organizzazione del lavoro, offrendo adeguati tempi di recupero in funzione della durata del turno lavorativo.

## **Bibliografia**

- COLOMBINI D, GRIECO A, OCCHIPINTI E Occupational musculo-skeletal disorders of the upper limbs due to mechanical overload. *Ergonomics* 1997; 41: 9
- COLOMBINI D, OCCHIPINTI E, DELLEMAN N ET AL Exposure assessment of the upper limb repetitive movements: a Consensus Document. *International Encyclopaedia of Ergonomics and Human Factors*. Editor in Chief W. Karwowski, 2000
- SETH V, LEE WESTON R FREIVALDS A Development of cumulative trauma disorders risk assessment model for the upper extremities. *Int J Ind Ergonomics* 1999; 23: 281

---

\*Network dei Medici Competenti del comparto del salotto: F. Carella, S. Colafiglio, E. Leone, R. Papolizio, G. Rubino

## ***L'analisi tempi e metodi e l'indice OCRA: esperienze di progettazione organizzativa con i due metodi abbinati***

**MICHELE FANTI\* - DANIELA COLOMBINI\*\***

\*Studio FANTI, Siena, tel. 349.5560912, [www.studiofanti.net](http://www.studiofanti.net)

\*\* CEMOC-ICP, Milano, tel. 02.31810080, email: [epmdaniela@tiscali.it](mailto:epmdaniela@tiscali.it)

**RIASSUNTO:** *In questa sede si sono voluti evidenziare i motivi che giustificano la necessità di una sempre maggiore integrazione tra i modelli dell'analisi organizzativa e indici di valutazione del rischio come OCRA, sottolineando che questa esigenza sta emergendo come obbligo futuro per i "machinery designers" verso una progettazione tanto della macchina quanto dell'organizzazione del posto di lavoro nell'ottica di evitare danni al lavoratore (Norma Armonizzata Pr EN 1005-5).*

*Si sottolinea che una delle applicazioni principali dei di analisi organizzativa a tempi predeterminati (ad es: il metodo MTM-UAS) è la preventivazione di tempi per compiti lavorativi non ancora implementati: in questo caso l'analista, ricorrendo alla propria esperienza o a simulazioni in laboratorio, simula il compito lavorativo e ne studia e definisce il tempo.*

*Diviene di grande utilità per l'analista poter stimare anche l'esposizione al rischio di patologie degli arto superiori lavoro-correlate (UL-WMSDs) prima che il corrispondente lavoro sia assegnato agli operatori, il modello "midaOCRAMulticompi-ti" (unione di analisi organizzativa e calcolo dell'indice OCRA) rappresenta perciò un utile strumento di prevenzione.*

### **1. Introduzione**

#### *1.1 Note introduttive all'analisi organizzativa*

Durante i tre decenni più recenti e in particolare nell'ultimo, il contesto in cui le imprese si trovano ad agire ha presentato dei cambiamenti radicali ai quali le aziende sono chiamate a far fronte per continuare ad esistere e raggiungere gli obiettivi di profitto alla base del loro agire economico. In un ambito di altissima competitività internazionale e di rapidissima evoluzione delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, anche i metodi di progettare in modo efficiente un posto di lavoro devono aggiornarsi e tenere il passo della veloce innovazione.

Si può definire, con riferimento alla maggior parte della letteratura internazionale (Kanawaty G.1970), *work design* o *work system design* il processo che porta alla nascita o alla revisione del sistema che comprende come componenti principali:

- il lavoratore
- il compito che esso viene chiamato a svolgere
- le eventuali macchine che vengono utilizzate
- l'ambiente fisico di lavoro
- il contesto organizzativo nel quale il compito lavorativo è stato inserito

Solamente un approccio sistemico all'insieme di questi componenti può offrire un risultato che garantisca il raggiungimento degli obiettivi di efficacia ed efficienza che un procedimento analitico di progettazione del lavoro si prefigge, comprendendo naturalmente le interazioni reciproche tra gli elementi sopra indicati.

Tradizionalmente, il *work design* è stato centrato sulla divisione del lavoro, un concetto praticato per secoli anche prima della sua teorizzazione da parte di Adam Smith (1776) e Charles Babbage (1832) i quali osservarono un incremento della produttività del lavoro in seguito alla specializzazione del lavoro e alla conseguente riduzione dei tempi di lavoro; Babbage per primo si rese anche conto che tale pratica era vantaggiosa in quanto consentiva di ridurre i tempi di apprendimento dei lavoratori, ai quali era richiesto un numero minore di competenze diverse.

E' però solamente con la rivoluzione industriale che la necessità di razionalizzare il lavoro umano impose in modo vincolante il principio della separazione del lavoro in mansioni diverse e affidate a operatori diversi: con il crescere successivo della meccanizzazione e automazione del lavoro si verificarono cambiamenti epocali nella gestione industriale, fino a quando l'organizzazione del lavoro si trovò al centro di una giovane disciplina: *l'Organizzazione Scientifica del Lavoro (OSL)*.

A partire dagli anni '60 una nuova tendenza iniziò a contrapporsi all'estrema specializzazione e parcellizzazione tipica dell'approccio tayloristico al *work design*: era la tendenza a progettare mansioni più ricche, al fine di organizzare il lavoro in modo che il lavoratore non si trovasse a dover svolgere operazioni monotone e ripetitive: infatti in questi casi i benefici della *maggiore specializzazione* erano ampiamente controbilanciati da una disaffezione del lavoratore e da una serie di conseguenze negative.

La specializzazione del lavoro si può ridurre ricorrendo principalmente al *job expansion*, una categoria che comprende alcuni degli strumenti organizzativi più diffusi nella pratica industriale:

- *Job enlargement* (orizzontale), ovvero l'ampliamento della gamma di mansioni cui un lavoratore è addetto tramite la ricomposizione delle mansioni all'interno dello stesso ruolo lavorativo.
- *Job enrichment* (verticale), che consiste nel concedere al lavoratore un maggior grado di controllo sull'attività che sta svolgendo, concedendo maggiore autonomia e responsabilità.
- *Job rotation*, che consiste nell'alternarsi di mansioni diverse assegnate allo stesso lavoratore

### 1.2 La misura del tempo e gli standard di prestazione

La "Misurazione del Lavoro" consiste prevalentemente nell'utilizzo di *standard di prestazione* per misurare e controllare il tempo richiesto per compiere un determinato compito lavorativo. Gli standard di prestazione sono i protagonisti di questo procedimento: la loro definizione è la chiave di tutto il processo, visto che definire lo standard di prestazione corrisponde a stabilire un ritmo operativo di riferimento (e di conseguenza anche un operatore medio). E' facile comprendere che definire un *lavoratore medio* sia molto difficile, trovandosi di fronte ad una moltitudine di operatori, ciascuno dei quali diverso dagli altri: infatti la definizione di un comportamento medio che li rappresenti tutti è il maggior problema che affligge ogni analista del lavoro. Un programma stabile di misurazione del lavoro rappresenta uno strumento gestionale atto ad analizzare ogni singola operazione, stabilendo per essa uno standard e controllando che questo sia rispettato, al fine di conseguire un continuo miglioramento. Tale miglioramento contribuisce a diminuire il contenuto di lavoro delle operazioni, riducendo così i costi produttivi.

Gli standard elaborati tramite misurazione sono inoltre i dati più efficaci per funzioni di controllo della produttività, di pianificazione e di politica delle risorse umane.

In definitiva, la misura del lavoro non va vista solamente come uno strumento coercitivo nelle mani del management che lo utilizza con il mero scopo di massimizzare la produttività: è anche e soprattutto uno strumento che deve dare indicazioni accessibili a tutti gli *stakeholder*, al fine di facilitare decisioni ed analisi sulla base di dati concreti e condivisi.

Le tecniche usate sono molteplici e dipendono dal tipo di azienda, di produzione effettuata e dall'utilizzo dei dati provenienti dalla misurazione del lavoro.

Una prima classificazione possibile, tra i metodi disponibili, distingue tra tecniche ingegnerizzate e non ingegnerizzate.

La differenza risiede nel fatto che queste ultime, definite in letteratura anglosassone con l'efficace espressione "*quick and dirty*", forniscono informazioni in modo veloce e approssimativo e non sono precedute da attente analisi dei Metodi di Lavoro, essendo infatti tecniche di osservazione, non di preventivazione.

Le tecniche di misurazione ingegnerizzate sono:

- Rilevazione cronometrica
- Sistemi a tempi predeterminati (abbreviati con PTS)
- Dati standard (elaborati a partire da uno dei due metodi precedenti).

Le tecniche ingegnerizzate offrono stime più accurate, al prezzo di una procedura più lunga e rigorosa.

I parametri che guidano la scelta di un sistema di misura sono generalmente riferiti al lavoro che il sistema deve misurare: le operazioni lavorative infatti differiscono per tempo ciclo, frequenza di lavorazione, precisione richiesta alla misura, metodi di lavoro, standardizzazione dei metodi e delle apparecchiature, produzione annua.

Si riporta nello schema seguente, la definizione e gli ambiti di applicazione di ciascuno dei principali metodi di analisi organizzativa (Tab.1).

Metodo di misura	Definizione e ambito di applicazione
<b>Studio del Tempo (cronometraggio)</b>	Tecnica per registrare i tempi necessari allo svolgimento di un certo lavoro o dei suoi elementi sotto condizioni fissate, per analizzare i dati e determinare così il tempo necessario ad un operatore per compierlo ad un determinato ritmo prestativo Si usa in presenza di cicli ripetitivi di lavoro di corta o lunga durata; dove si presenti una grande varietà di compiti lavorativi; dove elementi di tempo controllati da una macchina o un processo fanno parte integrante del tempo di lavoro
<b>Campionamento Statistico</b>	Tecnica usata per verificare la porzione di tempo del tempo totale dedicata a varie attività che costituiscono il compito lavorativo Si usa quando ci siano notevoli differenze nel contenuto di lavoro di cicli diversi, per esempio nelle attività di spedizione, gestione dei materiali, attività impiegatizia; dove ci sia difficoltà al ricorso a sistemi di cronometraggio.
<b>Sistemi a tempi Predeterminati (PTS)</b>	Tecnica che usa tempi standard associati ai movimenti umani elementari (in funzione della natura del movimento stesso e delle condizioni nelle quali esso viene compiuto) che vengono assemblati per calcolare il tempo di lavoro standard ad un determinato ritmo prestativo. Si usano nei casi in cui il lavoro sia per la maggior parte controllato dall'operatore; dove ci siano cicli di lavoro di media o lunga durata; dove sia necessario pianificare i metodi di lavoro prima che la produzione inizi; dove ci siano controversie sui tempi di lavoro.
<b>Dati standard</b>	Tecnica che fa uso dei tempi tabulati, delle curve, delle tabelle elaborate tramite Studio del Tempo o PTS per permettere la misurazione di un certo compito lavorativo senza l'uso di strumenti di misurazione cronometrica. La messa a punto di formule rappresenta una semplificazione dei Dati Standard: consiste nell'elaborazione di espressioni algebriche o sistemi di curve che, in corrispondenza ad alcuni fattori variabili, stabiliscono il tempo di lavoro in anticipo sull'inizio della produzione. Si usa dove ci siano cicli di lavoro simili ma con durate molto diverse; dove ci siano stati disaccordi sui risultati dello studio del tempo.

Tab. 1 - Definizione e ambiti di applicazione delle tecniche di misura del lavoro

### 1.3 - L' MTM-1 e l' MTM-UAS

L' MTM-1 si basa su di un' analisi molto dettagliata dei movimenti dove l' unità di studio è il *Movimento Elementare* che è tale perché non può essere ulteriormente scomposto.

I *Movimenti Elementari* (Elementary Motions) del MTM-1 riferiti agli arti superiori sono:

- Raggiungere (Reach)
- Afferrare (Grasp)
- Muovere (Move)
- Ruotare (Turn)
- Posizionare (Position)
- Applicare Pressione (Apply Pressure)
- Rilasciare (Release)
- Disgiungere (Disengage)

L' MTM-1 descrive anche i movimenti del corpo, delle gambe, del piede e le funzioni della visione, che non coinvolgono gli arti superiori.

La procedura MTM-1 richiede all'analista di assegnare tempi più alti per movimenti che richiedono distanze elevate o maggior forza o difficoltà di prensione, riafferramenti dell'oggetto, riaggiustamenti della presa o applicazione di pressione/sforzo. Queste considerazioni sono già di per sè stesse segnali di necessità di miglioramenti del metodo di lavoro che l'analista abile raccoglie in fase di progettazione.

L' UAS (Universal Analysis System, ossia Sistema Universale di Analisi) è un sistema MTM che utilizza *aggregazioni di movimenti elementari* predeterminati per descrivere *sequenze di operazioni elementari*. I tempi assegnati alle aggregazioni sono risultati di studi statistici di casi di movimenti elementari MTM-1.

MTM-UAS è stato sviluppato per la descrizione delle sequenze di lavoro e per la definizione dei tempi a preventivo nella fabbricazione di serie.

Le sequenze di movimenti UAS che coinvolgono gli arti superiori sono in sintesi:

- Prendere e Piazzare
- Piazzare
- Maneggiare Mezzi Ausiliari
- Azionare
- Cicli di Movimenti

Anche in questo caso, oltre ai movimenti degli arti superiori il sistema descrive movimenti del corpo e azioni visive.

## **2 La necessità di un approccio integrato fra le tecniche organizzative del lavoro e l'ergonomia.**

### *2.1 L'integrazione tra lo Studio del Lavoro e l'Ergonomia*

In considerazione dei problemi derivanti alle aziende dalla prepotente incidenza dei UL-WMSDs (Occhipinti et al.1999), appare importante che in esse si affrontino queste tematiche in modo deciso ed efficace.

Una possibile via è l'implementazione di programmi ergonomici estensivi che impegnino personale e management dell'azienda in politiche correttive e preventive nel campo ergonomico, al fine di salvaguardare la salute dei lavoratori dalla subdola aggressività dei disturbi muscoloscheletrici degli arti superiori.

Si è considerata questa opzione in tutta la sua complessità e certamente, nonostante la limitatezza delle attuali conoscenze, si può dire con sufficiente certezza che tale opzione si è rivelata efficace in molti ambienti industriali. Se quindi dal punto di vista ergonomico la strategia sembra essere ormai il problema fondamentale sembra attestarsi attorno a due questioni fondamentali:

- Come implementare una politica proattiva che subentri all'approccio reattivo

che attualmente caratterizza gli interventi attuati per arginare l'incidenza dei UL-WMSDs: sostanzialmente si tratta di rendere organiche all'organizzazione del lavoro le conoscenze, i metodi e le tecniche dell'ergonomia. Infatti gli interventi "reattivi" rappresentano qualcosa di esterno e "riparatore" rispetto alla gestione "corrente" delle risorse umane e del lavoro in particolare.

- Come accordare le esigenze di salute e sicurezza del lavoro umano con le esigenze tipiche dell'Impianto Industriale, ovvero le prestazioni che lo caratterizzano in termini di produttività, qualità, flessibilità.

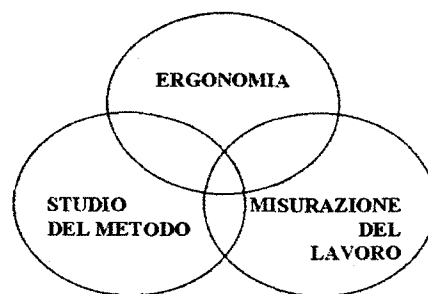
Si tratta di due obiettivi sfidanti, che si scontrano con la diffusa opinione che l'iniziativa ergonomica sia una procedura che verifica a posteriori l'operato e le decisioni prese in fase di progettazione delle attrezzature di lavoro, del layout dello stesso e del contenuto delle mansioni.

A prima vista infatti la tematica ergonomica può sembrare estranea alla creazione di valore all'interno dell'Impianto Industriale: la sfida sta nel ribaltare questa visione e nel cercare di integrare la salvaguardia della salute dei lavoratori, almeno per quanto concerne il rischio biomeccanico, nella Gestione delle Attività Operative, alla quale afferisce il grande tema dello Studio del Lavoro.

Il punto unificante sul quale basare l'integrazione tra lo Studio del Lavoro, composto dallo Studio dei Metodi e dalla Misurazione del Lavoro, e l'Ergonomia consiste nel porre al centro la componente umana, attorno alla quale si muovono le tre discipline citate.

Lo studio ergonomico rappresenta infatti l'applicazione sistematica di una serie di conoscenze relative alle caratteristiche, le capacità, il comportamento e la motivazione della componente umana dei sistemi operativi, al fine di progettare oggetti e macchinari del quale l'uomo è utilizzatore o operatore, il tutto inserito in un ambiente compatibile con la vita o il lavoro.

Il passo successivo è trovare il modo per rendere questo *corpus* di conoscenze pienamente organiche e attive nel sistema operativo aziendale: il modo proposto in questa sede consiste nel mettere a punto un modello che integri e comprenda lo Studio del Lavoro e l'Ergonomia, per costituire un'area di studio che si potrebbe definire complessivamente Sistema Umano.(Fig 1)



**Fig. 1 - Il sistema umano integrato.**

All'interno delle tematiche ergonomiche rientra anche problema dei UL-WMSDs, ovvero la valutazione dei gesti lavorativi e degli aspetti biomeccanici e fisici, e la valutazione delle variabili più prettamente organizzative, che riuniscono gli aspetti attinenti il contenuto della mansione lavorativa, in termini di ripetitività e organizzazione del lavoro.

Il contesto nel quale l'azienda si trova ad operare vede un ambito competitivo che richiede alle aziende di aumentare continuamente la produttività, adeguando la produzione in maniera flessibile alle richieste del mercato.

Per raggiungere questi obiettivi l'azienda deve ancor più di prima fare leva sulla grande potenzialità presente nel personale, coinvolgendo anche gli operatori nel processo di miglioramento delle attività: per questo è necessario coinvolgerli e conseguire la soddisfazione. Questo richiede un ambiente lavorativo che rispetti le risorse umane senza essere per questo in contrasto con obiettivi di alta produttività. Questa evoluzione del lavoro industriale richiede che l'insieme delle tecniche di cui è depositario il ruolo dell'Analista Tempi e Metodi si evolva, arrivando addirittura a mutare le caratteristiche tipiche di questa figura professionale.

### *2.2 Una professione in evoluzione: l'analista tempi e metodi*

Se tradizionalmente la responsabilità primaria dell'Analista Tempi e Metodi è di assicurare che il lavoro industriale venga eseguito in maniera corretta ed economica, si pone ora l'accento sul rispetto del benessere fisico e psicologico degli operatori.

Un'importante funzione rimane sempre quella di fornire dati di base (tempi) per la contabilità industriale al fine di permettere una corretta costificazione dei prodotti, ma il suo compito non si esaurisce a questo: infatti comprende la *pianificazione* del processo produttivo; *l'organizzazione* del lavoro, della manodopera e dei posti di lavoro; il *controllo* e il monitoraggio dei fattori di efficienza e produttività; nonché un importante ruolo nel processo di *miglioramento continuo* (Colombini D, 2000).

L'analista deve dunque determinare il metodo di lavoro da seguire e progettare il posto di lavoro secondo criteri di ergonomia e di produttività, assicurando che il processo dia la qualità richiesta del prodotto.

La determinazione del metodo di lavoro comprende sia l'assegnazione della mansione di lavoro (e dunque la determinazione del tempo di ciclo), sia lo studio delle tecniche di svolgimento; sia il bilanciamento e la determinazione della sequenza delle postazioni, che la scelta degli intervalli delle pause e delle modalità di cambio.

La progettazione del posto di lavoro comprende il layout, la struttura del posto stesso e della linea; la scelta degli attrezzi utilizzati; l'organizzazione dei flussi e la modalità di rifornimento (movimentazione) di materiali; nonché la verifica dei parametri ambientali (illuminazione, rumore, temperatura, umidità, sostanze nocive) del posto di lavoro.

Gli strumenti di analisi devono quindi facilitare l'analisi dei fattori di rischio che risultano meno evidenti e non facilmente individuabili, e che comunque comportano un grave rischio alla salute e al benessere.





L'analista tempi e metodi deve saper distinguere tra il rischio di incidenti, legati al *safety* (sicurezza) e il rischio di un progressivo logoramento del corpo umano sul medio-lungo termine: per quanto riguarda questi ultimi il suo ruolo nella prevenzione è di importanza vitale, deve infatti sapersi coordinare con le figure aziendali tipicamente addette al Servizio di Prevenzione e Protezione per fornire la propria professionalità in questa importantissima materia.

Per questo gli strumenti di analisi del rischio usati dall'Analista devono dare dei suggerimenti pratici e concreti per evitare *a priori* le problematiche in tema ergonomico, per incentrare il lavoro con una continua tensione *preventiva* piuttosto che *correttiva*.

Per questo l'analista dovrebbe essere chiamato a costruire metodi e posti di lavoro che già dalla partenza rispettino i principi ergonomici, ma anche a verificare e correggere posti che non risultino adeguati.

In questa funzione, tanto nella fase di nuova progettazione quanto in quella di riprogettazione, il coinvolgimento degli operatori diventa naturale e necessario, essendo essi stessi i migliori conoscitori delle particolarità del posto di lavoro e i maggiori beneficiari dei miglioramenti ergonomici.

L'analista industriale ha quindi bisogno di una solida formazione, all'interno della quale i sistemi a tempi predeterminati e una buona conoscenza dei principi ergonomici sono gli strumenti fondamentali, oltre a alcune basilari conoscenze dei principi anatomici e antropometrici che gli consentano di identificare e valutare in modo adeguato tutti gli aspetti legati alla postura, la ripetitività, la forza, gli attrezzi e i fattori ambientali.

Il vantaggio di un metodo come l'OCRA è proprio quello di affrontare la problematica dei movimenti ripetitivi degli arti superiori in maniera analitica e rigorosa, dando all'analista delle indicazioni precise circa la influenza dei singoli fattori di rischio e di conseguenza indicazioni altrettanto precise circa i rispettivi possibili interventi di miglioramento.

L'obiettivo di ottenere un approccio unificante tra lo Studio del Lavoro e l'ergonomia passa, come si è detto, attraverso l'adeguata formazione del personale addetto. (Fig.2)

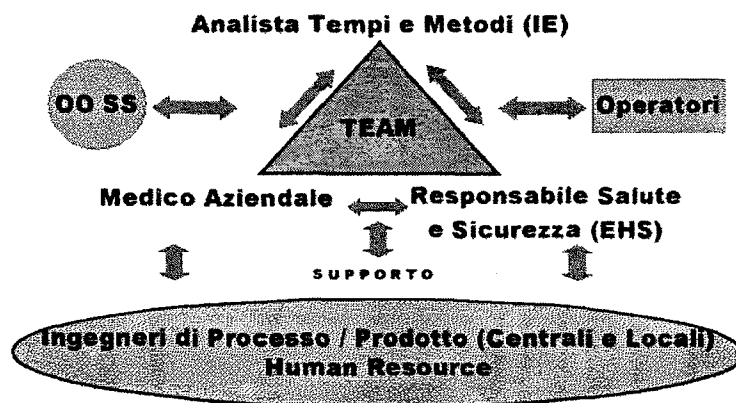


Fig.2 - Il team cross-funzionale su cui far ricadere la formazione.

### **3. Proposta di un nuovo modello di valutazione integrata dell'organizzazione del lavoro e del rischio da sovraccarico biomeccanico.**

#### **3.1 Premessa**

L'esigenza di integrare la misura del lavoro con l'analisi ergonomica ha portato l'unità di ricerca Ergonomia della Postura e del Movimento EPM del CEMOC-ICP (prof. Occhipinti E. e prof.ssa Colombini D.) a tentare di coordinare il loro metodo di valutazione OCRA con i metodi di misurazione del lavoro attualmente più diffusi in campo industriale: tale progetto è stato realizzato con l'ausilio dell'ergonomo e analista Michele Fanti.

La scelta è caduta sul sistema a tempi predeterminati MTM-UAS, del quale si sono già forniti alcuni dettagli: una parte di questo lavoro sarà interamente dedicata all'esposizione di un'ipotesi di analisi integrata tra l'MTM-UAS (anche altri metodi di analisi organizzativa) e l'indice OCRA attuata attraverso la creazione di un nuovo modello di calcolo, "ilmidOCRAMulticompiti".

Non può sfuggire, alla luce di quanto detto prima, l'importanza di un'esperienza volta ad unificare due strumenti importantissimi per la prevenzione e la gestione degli UL-WMSDs in campo industriale.

La scelta del sistema MTM-UAS è nata da esigenze più che altro pratiche derivanti sia dal fatto che si tratta di una metodica ampiamente conosciuta e valicata, sia dall'aver a disposizione tempi obiettivi perché predeterminati.

Come evidenziato lo scopo dell'analisi MTM è di individuare il metodo e i relativi movimenti elementari per determinare il tempo necessario per compiere un'operazione: più facile e semplice il movimento da eseguire (in termini di postura e forza necessaria) più corto il tempo assegnato e viceversa.

Questo è fondamentalmente diverso dall'analisi OCRA che ha come obiettivo di individuare il numero e la durata di azioni tecniche, della forza richiesta e delle posture incongrue e di altri fattori di rischio (fattori complementari, carenza di tempi di recupero, durata del compito ripetitivo) al fine di ottenere un punteggio di rischio che indicatore di sovraccarico degli arti superiori.

Pur in queste divergenze nello scopo finale, si delineano tra i due metodi sostanziali analogie:

- sia l'MTM che l'OCRA penalizzano le azioni lavorative complesse per postura e forza;
- di fatto il materiale utilizzato durante la fase di analisi MTM (cioè filmati, descrizioni, schizzi, la scomposizione in movimenti elementari e l'assegnazione di tempi) diventa una fonte preziosa anche per un'analisi ergonomica: il semplificare i movimenti troppo complessi e il ridurre i movimenti inutili sono di fatto obiettivi atti ad ottenere un miglioramento sia della produttività che dell'ergonomia;
- la definizione di azione tecnica (tipica del metodo OCRA) è simile, ma non identica ai movimenti elementari MTM-I e alle sequenze o aggregazioni di movimenti dell'UAS. Un'azione tecnica viene definita come un'azione eseguita dagli arti superiori comportante un'attività meccanica complessa.

In generale il metodo OCRA pone solamente attenzione alle azioni che coinvolgono gli arti superiori, tralasciando le azioni visive o le azioni che coinvolgono altre parti del corpo (ad esempio gli arti inferiori), dovendo stimare il sovraccarico biomeccanico degli arti superiori.

### *3.2 Particolarità di un primo approccio di analisi integrata del lavoro con MTM-UAS e del metodo OCRA*

Il presente studio è stato svolto con la finalità di comparare i primi risultati derivanti dall'analisi del lavoro (in questo caso effettuato col sistema MTM-UAS) e dell'analisi del rischio ottenuto con l'indice OCRA per unire concretamente in un unico modello valutativo il sistema di preventivazione del tempo lavorativo e il possibile rischio da sovraccarico biomeccanico.

In conseguenza all'ampio grado di dettaglio offerto, il metodo OCRA offre già intrinsecamente un approccio più radicale che va nella direzione di consentire una completa integrazione e penetrazione tra l'analisi MTM e il calcolo del rischio biomeccanico degli arti superiori.

Infatti invece di offrire l'analisi ergonomica come *surplus*, come cioè qualcosa di aggiuntivo rispetto all'analisi tempi e metodi, tale modello di analisi parte unendo immediatamente gli elementi comuni che uniscono i due modelli per svilupparli contemporaneamente.

Si è già visto infatti che l'analisi OCRA è basata sul conteggio delle azioni tecniche compiute dagli arti superiori: il calcolo dell'indice di esposizione consiste nel rapporto tra le azioni tecniche compiute (simili a quelle ottenibili con l'analisi organizzativa) e quelle raccomandate per l'intero turno lavorativo.

La differenza fra "gli elementi" dell'analisi organizzativa condotta con MTM-UAS e OCRA è apprezzabile nel prospetto (Tab.2).

Decodificare e quindi ricercare la corrispondenza in numero e durata tra le azioni OCRA e gli elementi UAS è il punto di partenza dell'analisi condotta con il modello "midaOCRAMulticompiti" nel quale vengono poi inseriti i valori attribuiti ai fattori di rischio dell'indice OCRA (forza, postura, tempi di recupero, fattori complementari, durata totale dei compiti ripetitivi nel ciclo).

Ricordiamo che il sistema MTM-UAS assegna ai movimenti base dei tempi predeterminati che differiscono in funzione di alcuni parametri, detti grandezze di influenza, ricordati nella Tab.3.

Non sembra opportuno, in tale sede, soffermarci ulteriormente sulle caratteristiche del sistema MTM-UAS, per le quali si rimanda al manuale del corso di applicatore professionista (Forsman M. et al, 2000).

ELEMENTO	Azioni tecniche nel metodo OCRA
Prendere e Piazzare (AA-AN)	Regola base: 2 azioni tecniche. Eccezioni: va aggiunta 1 azione tecnica per la presenza di ognuna delle seguenti condizioni: Raggiungere o Muovere oltre la lunghezza del braccio teso (o 50cm se la postazione è utilizzata da uomini e donne) o se l'oggetto è molto ingombrante e/o sono necessarie movimenti ampi che coinvolgono più articolazioni in maniera importante.
Piazzare (PA, PB, PC)	Regola base: 1 azione tecnica. Eccezioni: va aggiunta 1 azione tecnica per la presenza di ognuna delle seguenti condizioni: Muovere oltre la lunghezza del braccio teso (o 50cm se la postazione è utilizzata da uomini e donne) o se l'oggetto è molto ingombrante e/o sono necessarie movimenti ampi che coinvolgono più articolazioni in maniera importante.
Maneggiare Mezzi Ausiliari (HA, HB, HC)	Regola base: 3 azioni tecniche (che tengono conto dell'afferrare del attrezzo, il suo posizionamento e il primo azionamento). Eccezioni: va aggiunta 1 azione tecnica per la presenza di ognuna delle seguenti condizioni: Raggiungere o Muovere oltre la lunghezza del braccio teso (o 50cm se la postazione è utilizzata da uomini e donne).
Azionare (BA, BB)	Regola base: 1 azione tecnica per BA (azionare semplice), 2 azioni tecniche per BB (azionare composto).
Cicli di Movimento (ZA, ZB, ZC)	Regola base: viene conteggiata un'azione tecnica per ogni ripetizione (senza conteggiare i vari Muovere, Raggiungere, Afferrare, Rilasciare ecc che costituiscono il ciclo).
Bloccare/Sbloccare (ZD)	Regola base: 1 azione tecnica.
Controllo Visivo (VA)	Regola base: 0 azioni tecniche.
Movimenti del Corpo (KA, KB, KC)	Regola base: 0 azioni tecniche. Eccezione: 1 azione tecnica se gli arti superiori trasportano un Peso Netto Effettivo > 3kg per una distanza > 1 m.

Tab. 2 - Criteri di interpretazione dell'azione tecnica dal metodo OCRA in funzione della definizione della sequenza di movimento del metodo MTM-UAS.

ELEMENTO	Azioni tecniche nel metodo OCRA
Prendere e Piazzare (AA-AN)	Regola base: 2 azioni tecniche. Eccezioni: va aggiunta 1 azione tecnica per la presenza di ognuna delle seguenti condizioni: Raggiungere o Muovere oltre la lunghezza del braccio teso (o 50cm se la postazione è utilizzata da uomini e donne) o se l'oggetto è molto ingombrante e/o sono necessarie movimenti ampi che coinvolgono più articolazioni in maniera importante.
Piazzare (PA, PB, PC)	Regola base: 1 azione tecnica. Eccezioni: va aggiunta 1 azione tecnica per la presenza di ognuna delle seguenti condizioni: Muovere oltre la lunghezza del braccio teso (o 50cm se la postazione è utilizzata da uomini e donne) o se l'oggetto è molto ingombrante e/o sono necessarie movimenti ampi che coinvolgono più articolazioni in maniera importante.
Maneggiare Mezzi Ausiliari (HA, HB, HC)	Regola base: 3 azioni tecniche (che tengono conto dell'afferrare del attrezzo, il suo posizionamento e il primo azionamento). Eccezioni: va aggiunta 1 azione tecnica per la presenza di ognuna delle seguenti condizioni: Raggiungere o Muovere oltre la lunghezza del braccio teso (o 50cm se la postazione è utilizzata da uomini e donne).
Azionare (BA, BB)	Regola base: 1 azione tecnica per BA (azionare semplice), 2 azioni tecniche per BB (azionare composto).
Cicli di Movimento (ZA, ZB, ZC)	Regola base: viene conteggiata un'azione tecnica per ogni ripetizione (senza conteggiare i vari Muovere, Raggiungere, Afferrare, Rilasciare ecc che costituiscono il ciclo).
Bloccare/Sbloccare (ZD)	Regola base: 1 azione tecnica.
Controllo Visivo (VA)	Regola base: 0 azioni tecniche.
Movimenti del Corpo (KA, KB, KC)	Regola base: 0 azioni tecniche. Eccezione: 1 azione tecnica se gli arti superiori trasportano un Peso Netto Effettivo > 3kg per una distanza > 1 m.

Tab. 3 - Le grandezze di influenza del sistema MTM-UAS



### 3.3 La struttura logica del modello di calcolo dell'indice OCRA "midaOCRAMulti-compiti"

Tenendo presente che il modello "midaOCRAMulti-compiti" è stato implementato con un foglio di calcolo Excel®, si procede dapprima all'illustrazione della struttura logica del modello stesso

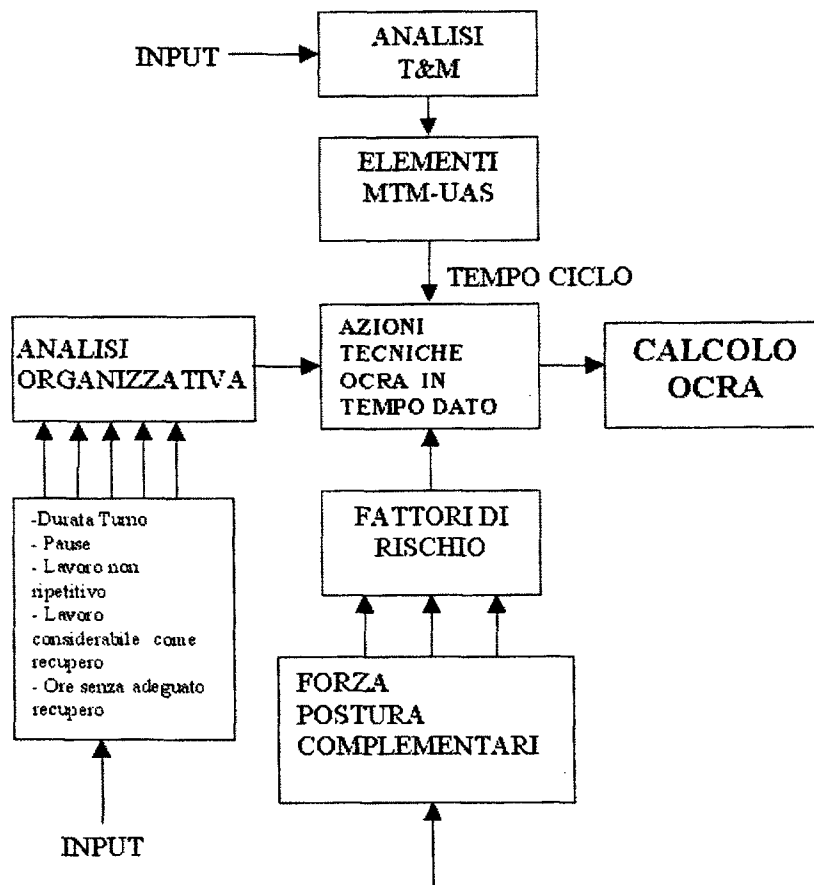


Fig. 3 La struttura logica complessiva del modello "midaOCRAMulti-compiti"

Nella Fig.3 è riportata in modo schematico la struttura logica (con diagramma di flusso degli input) su cui è basato l'intero modello in particolare sono identificabili i nuclei fondamentali dell'analisi con MTM-UAS e quella con il modello OCRA, oltre ai dati che vengono inseriti in input. la procedura di applicazione del modello MIDA .

Si riportano ora di seguito, in modo sintetico per steps, le procedure applicative:

- 1 Si effettua l'analisi MTM-UAS (o di qualsiasi altro modello di analisi organizzativa) e si definiscono gli elementi che descrivono il ciclo lavorativo in questione se si usa il metodo MTM-UAS, esso assocerà un tempo predeterminato agli elementi individuati come necessari per svolgere un ciclo, fornendo il tempo ciclo, base per tutti i successivi calcoli per la determinazione della frequenza di azione e della durata dei diversi fattori di rischio, eseguiti dall'indice OCRA.
- 2 L'interfaccia fra analisi organizzativa e OCRA è ora la "traduzione" dell'elemento base dell'analisi organizzativa in azioni tecniche OCRA corrispondenti, tralasciando gli elementi che non comportino azioni meccaniche degli arti superiori (es: controlli visivi, passi) che andranno considerati nell'analisi solo come altri tempi attivi presenti nel ciclo, ma non a carico degli arti superiori. Le azioni tecniche vanno attribuite all'arto che le compie (azioni tecniche destre e sinistre).
- 3 Il software calcola il numero di azioni tecniche totali all'interno del ciclo stesso. Si inserisce la durata del turno, del compito ripetitivo, il numero dei cicli da svolgere nel turno, la durata delle pause, dei tempi di lavoro considerabili come recupero e del numero di ore lavorative senza adeguato recupero.
- 4 Il software, sulla base dei dati inseriti in precedenza, può calcolare il numero delle azioni tecniche compiute nel turno, la frequenza di azione, il Fattore Carezza Tempi di Recupero  $r$  il Fattore Durata Già con questi dati sarà possibile stimare: il tempo totale di ciclo o cadenza. Il tempo di attività dell'arto e la sua % di saturazione (tempo attivo dell'arto / cadenza) e la % saturazione del compito (tempo attivo / cadenza).
- 5 Per ognuna delle azioni tecniche si descrive l'entità della Forza espressa secondo la scala di Borg. e la sua durata.
- 6 Pesando tali valori su tutta la durata del ciclo, il software calcola il valore medio della forza, cui associa il Fattore Forza.
- 7 Per ognuna delle azioni tecniche si descrive l'esistenza e la durata del fattore di rischio postura (suddiviso nei 4 distretti anatomici principali).
- 8 Il software calcola la durata della permanenza in posture incongrue rispetto alla durata totale del ciclo di lavoro e vi associa il Fattore Postura.
- 9 Per ognuna delle azioni tecniche si descrive l'esistenza e l'entità dei fattori di rischio complementari.
- 10 Il software calcola la sussistenza di tali fattori di rischio rispetto alla durata totale del ciclo di lavoro e vi associa il Fattore Complementari.
- 11 Viene quindi calcolata la frequenza raccomandata moltiplicando la Costante di frequenza 30 per i fattori demoltiplicativi corrispondenti ai fattori di rischio Forza, Postura e Complementari.
- 12 Si moltiplica tale dato per i minuti di Durata del compito ripetitivo nel turno e quindi per il fattore Tempi di recupero e per il fattore Durata. Si ottiene così il

numero totale di azioni raccomandate per il turno di lavoro.

- 13 L'indice di rischio OCRA è il rapporto tra le azioni svolte nel turno e quelle raccomandate

La struttura del modello è relativamente semplice e consiste in soli 5 fogli di calcolo, 4 identici, descrittivi del contenuto del ciclo, per analizzare 4 differenti compiti lavorativi, se svolti dallo stesso operatore e uno di sintesi con il calcolo dell'indice OCRA. Il foglio di analisi del ciclo, prevede il riporto dei dati derivanti dall'analisi MTM-UAS (o di altri metodi di analisi organizzativa) la decodifica degli elementi in azioni tecniche, l'inserimento delle informazioni sulla Forza e Postura e fattori di rischio Complementari. (Tab.4)

descrizione delle azioni tecniche	Azioni tecniche (dinamiche)		Forza	
	durata delle azioni tecniche (cts)	TOT. azioni tecniche per ciclo	punteggio della scala di Borg	durata delle azioni con forza (cts)
DESTRA (TASK "A"): D1 - P1 (Distanza < 20cm - Peso < 1kg)				
PRENDE E POSIZIONA PEZZO	1,2	2	0,5	0,6
PRENDE E POSIZIONA VITE	1,8	2	0,5	0,9
AVVITA 3 VOLTE	1,8	3	0,5	1,8
RIPRENDE E DEPONE PEZZO	1,2	2	0,5	0,6
Durata Totale Fasi NON dell'Arto Dx				

Posture e movimenti delle braccia		Movimenti del gomito		Postura e movimenti del polso		Postura e movimenti della mano e dita						Stereolopia RelM - No=0 - Moderata=1 - Elevata=2		Fattori complementari																
flessione sup. 80L	0%	supinazione sup. 80L	0%	flessione sup. 15L	0%	pols. (distanza 3-5 cm)	0,6	dita stretta (1,2cm)	0%	polschi	0%	presa palmare	0%	presa a uncino	0%	fini movimenti delle dita	0%	precisione	0%	vibrazioni	0%	compressioni	0%	colpi e contraccolpi	0%	movimenti improvvisi e rapidi	0%	altri fattori complementari	0%	NC=0, Ritmo: con zone polimora = 1 ; complementare impostato = 2
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

Tab. 4 - Foglio di analisi del ciclo

In questa tabella si inseriscono, per ognuna delle azioni tecniche OCRA, le eventuali esposizioni e posture incongrue divise per i quattro distretti principali: spalla, gomito, polso, mano per arto destro e sinistro.

Una volta che si siano calcolati tali fattori, l'analisi continua nel foglio di calcolo finale dedicato in cui si inseriscono i dati relativi a fattori organizzativi darà il valore finale dell'indice OCRA. (Tab.5)

<b>DURATA DEL TURNO</b>	480	.	.	.
Pause (min)	20	.	.	.
Tempo di lavoro non ripetitivo (min)	30	.	.	.
Tempo di lavoro considerabile recupero (min)	0	.	.	.
.	.	.	.	.
<b>Totale tempo di lavoro ripetitivo nel turno</b>	<b>430</b>	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
Inserire "X" per ciascun compito analizzato	<b>X</b>	.	.	.
Tempo netto di lavoro ripetitivo per ciascun compito	<b>430</b>	.	.	.
No.di unit lavorate per turno ( o No.cicli)	<b>430</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	.
No.di ore senza un adeguato tempo di recupero	<b>4</b>	.	.	.
.	0	0,6	0	.
<b>Moltiplicatore Recupero (RC<sub>M</sub>)</b>	0,6	.	.	.
.	.	.	.	.
<b>COSTANTE DI FREQUENZA (CF)</b>	<b>30</b>	.	.	.
.	.	.	.	.
<b>DESTRA</b>	.	.	.	.
Moltiplicatore Forza (F <sub>0M</sub> )	1,00	.	.	.
Moltiplicatore Postura (P <sub>0M</sub> )	1,00	.	.	.
Moltiplicatore Fattori Complementari (Ad <sub>M</sub> )	1,00	.	.	.
Moltiplicatore Stereotipia (Re <sub>M</sub> )	0,70	.	.	.
Parziale Azioni Raccomandate (RPA)	9030	.	.	.
<b>TEMPO DI CICLO (sec.)</b>	<b>60</b>	.	.	.
TOT.NO.DI AZIONI TECNICHE PER COMPITO	25400	.	.	.
<b>Frequenza (No.di azioni tecniche per minuto)</b>	<b>60</b>	.	.	.
No. di azioni tecniche nel ciclo	60	.	.	.
TOT.AZIONI TECNICHE ATTUALMENTE SVOLTE (ATA)	25400	.	.	.
TOT.NO.DI AZIONI TECNICHE RACCOMANDATE (RTA)	5418	.	.	.
Moltiplicatore Durata Compiti Ripetitivi (Du <sub>M</sub> ).	1,0	.	.	.
<b>INDICE OCRA DESTRO</b>	<b>4,7</b>	.	.	.

**Tab. 5 - Calcolo indice OCRA.**



A conclusione dell'analisi, l'indice di rischio appare su uno sfondo del colore corrispondente alla fascia di rischio cui tale valore appartiene.

Accanto a questo dato, appare la probabilità di soggetti patologici.

#### **4. Esempi di comparazione diretta fra cicli simulati, ricavati da MTM-UAS, con l'indice OCRA**

Oltre ad avere una valenza "di collaudo", questi esperimenti hanno lo scopo di portare ad una prima serie di risultati sperimentali circa la valutazione con modello OCRA di cicli di lavoro individuati preventivamente con MTM-UAS (Associazione MTM Italia, 1998) e composti da poche azioni compiute in diverse condizioni estreme ed esemplificative. Tale sperimentazione non ha pertanto coinvolto operatori.

Il ciclo di lavoro preso in esame è relativamente semplice ma è stato analizzato per diverse combinazioni delle variabili che influiscono sulla durata dei movimenti (Tab.6)

N° azione	Descrizione
1	Afferrare pezzo e portarlo vicino
2	Afferrare vite metrica e avvitare per 3 giri
3	Riporre il pezzo

**Tab. 6 - Descrizione del ciclo esemplificativo.**

Nell'analisi MTM-UAS le grandezze che influiscono sulla durata dei movimenti sono:

- Peso o ingombro dell'oggetto
- Genere del prendere
- Precisione del piazzare
- Settore di distanza

Ricordiamo che le classi di peso definite da UAS sono tre così come i fattori distanza (Tab.7):

Classe	Peso P [kg]	Settore	Distanza D[cm]
1	$P \leq 1$	1	$D \leq 20$
2	$1 < P \leq 8$	2	$20 < D \leq 50$
3	$8 < P \leq 22$	3	$50 < D \leq 80$

**Tab. 7 - Le classi di peso e distanza nel sistema UAS.**

In corrispondenza di ciascuno di questi valori della Distanza D e del peso P il movimento Prendere e Piazzare, che sarà impiegato per descrivere le azioni di afferrare il pezzo, riporlo e afferrare la vite, assume valori di tempo diversi, come si può facilmente desumere dalla tabella dati riportata di seguito (Tab.8):

PRENDERE E PIAZZARE			CODICE	SETTORE DI DISTANZA		
				1	2	3
≤1 kg	Facile	Circa	AA	20	35	50
		Libero	AB	30	45	60
		Stretto	AC	40	55	70
	Difficile	Circa	AD	20	45	60
		Libero	AE	30	55	70
		Stretto	AF	40	65	80
	Manciata	Circa	AG	40	65	80
	1 kg <peso≤ 8 kg	Circa	AH	25	45	55
		Libero	AJ	40	65	75
Stretto		AK	50	75	85	
8 kg <peso≤ 22 kg	Circa	AL	80	105	115	
	Libero	AM	95	120	130	
	Stretto	AN	120	145	160	

Tab. 8 - La tabella dati MTM-UAS di "Prendere e Piazzare".

Oltre che dal peso dell'oggetto spostato e dalla distanza alla quale esso si trova, il movimento Prendere e Piazzare dipende anche dal *genere* del Prendere e dalla *precisione* richiesta al Piazzare: queste variabili rimarranno, a differenza del Peso e della Distanza, costanti per tutti gli esperimenti effettuati.

Per *genere del prendere* si intende la situazione in cui si trova l'oggetto da prendere: nel nostro caso supponiamo che il pezzo sia isolato dagli altri e quindi quello riferito al pezzo sarà un Prendere facile, mentre, dal momento che la vite si trova in una manciata di viti uguali, tale Prendere sarà difficile.

A questo punto dell'analisi si considera la corrispondenza tra elementi MTM-UAS e azioni tecniche OCRA.

L'analisi MTM-UAS viene ora "tradotta" in analisi OCRA trasformando gli "elementi" in "azioni tecniche" alle quali vengono attribuiti gli stessi tempi dettati dall'MTM-UAS; così come la frequenza d'azione viene ricavata utilizzando la cadenza data al ciclo.

Col metodo OCRA si calcoleranno per ogni azione tecnica:

- le % di tempo in postura incongrua
- il livello medio ponderato della forza

Quindi nel ciclo: la presenza di stereotipia e la presenza di fattori di rischio complementari

Col metodo OCRA si studierà infine l'impatto organizzativo conseguente a:

- durata del turno
- distribuzione dei tempi di recupero.

L'indice finale predirà la probabilità di ammalarsi di UL-WMSDs

Per quanto riguarda le variabili organizzative, cioè quelle riguardanti la composizione della giornata lavorativa, la quantità e la distribuzione delle pause, l'esistenza di periodi di recupero, si è adottato, identico tutte le simulazioni, un turno lavorativo campione che abbia la struttura riportata di seguito (Tab. 9).

Durata del turno (min)	480
Pausa (min)	20
Tempo lavoro non ripetitivo (min)	30
Lavoro considerabile come recupero (min)	0
Tempo netto di lavoro ripetitivo	430
Numero di ore senza adeguato recupero (h)	4

**Tab. 9 - La struttura organizzativa del turno di lavoro.**

Si procede ora all'esposizione dei risultati dell'analisi comparativa MM-UAS e indice OCRA effettuati, a partire da quelli in cui il ciclo è stato eseguito con un solo arto. Si riporteranno i risultati nel dettaglio solo l'esempio di calcolo con peso e distanza minimi (denominato DIP1) mentre per gli altri si riporteranno solo risultati sintetici. La Tab.10 mostra la traduzione degli "elementi MTM-UAS" in "azioni tecniche OCRA": il prendere e posizionare sono considerate 2 azioni, l'avvitare 3 volte 3 azioni, per un totale di 9 azioni, il tempo assegnato è quello MTM-UAS (3,6 sec.)

	descrizione delle azioni tecniche	Azioni tecniche (dinamiche)	
		durata delle azioni tecniche (cts)	TOT.azioni tecniche per ciclo
<b>DESTRA (TASK "A"): D1 - P1</b> (Distanza < 20cm - Peso < 1kg)			
1	Afferrare pezzo e portarlo vicino	PRENDE E POSIZIONA PEZZO 1,2	2
2	Afferrare vite metrica e avvitarla per 3 giri	PRENDE E POSIZIONA VITE 1,8 AVVITA 3 VOLTE 1,8	2 3
3	Riporre il pezzo	RIPRENDE E DEPONE PEZZO 1,2	2
GLI ELEMENTI MTM-UAS		<b>TOTALI</b> 6 cts (3,6 sec)	<b>TOT= 9</b>

**Tab. 10 - Dall'elemento MTM-UAS all'azione tecnica**

Per ognuna delle azioni tecniche si descrive poi, nella colonna corrispondente, la eventuale presenza e durata dei diversi fattori di rischio: il programma procede al calcolo automatico rendendo direttamente il moltiplicatore corrispondente a ciascun fattore di rischio (Tab. 11).

In questo primo esempio il tipo di presa è in pinch: data la brevissima durata del tempo di ciclo e dato che le azioni occupano tutto il ciclo (saturazione dell'arto 100%) è assegnato un punteggio massimo alla stereotipia (Tab. 11).

Descrizione delle azioni tecniche	Azioni tecniche (dinamiche)		Forza	Posture e movimenti della mano e della							Fattori complementari	
	Durata delle azioni tecniche (sec)	TOT Azioni tecniche per ciclo		Punteggio della scala di Borg	Durata delle azioni (con TOTER (sec))	Spazi (centimetri) 3, 5, 10cm	Disp. (gradi) 0, 1, 2, 3cm	DETTA	DI FINE (SOSTARE)	DETTA di LAVORO		Sei movimenti della mano
<b>DESTRA (TASK "A"): D1 - P1 (Distanza &lt; 20cm - Peso &lt; 1kg)</b>												
PRENDE E POSIZIONA PEZZO	1,2	2	1	0,6				0,6				
PRENDE E POSIZIONA VITE	1,8	2	0,5	0,9				0,9				
AVVITA 3 VOLTE	1,8	3	0,5	1,8				1,8				
RIPRENDE E DEpone PEZZO	1,2	2	1	0,6				0,6				
Durata Totale Fase MTM di Ciclo (D)					0%	0%	05%	0%	0%	0%	2	0%
												0

Tab. 11 - La valutazione dei vari fattori di rischio nel primo esempio.

Per quanto riguarda il fattore Forza il programma calcola automaticamente la media ponderata dei punteggi di forza relativi ad ogni azione tecnica rispetto alla durata del ciclo, compreso il controllo relativo alla presenza di picchi di forza.

Quando infatti la forza esercitata è superiore al valore 5 in scala di Borg per un periodo superiore al 10% del tempo di ciclo, il Moltiplicatore è uguale a 0.01: in questo caso si ottiene un indice OCRA elevatissimo che impone modifiche immediate. Di fatto la condizione operativa, anche in considerazione dei nuovi standard CEN, risulta **NON ACCETTABILE**

Introducendo nel programma di calcolo dell'indice OCRA i dati organizzativi relativi alla durata del compito ripetitivo nel turno e delle pause (che si manterranno costanti per tutti gli esempi), si ottiene il valore dell'indice OCRA.

Nel caso del primo esempio di:

- presa FACILE, posiziona CIRCA per il pezzo e presa DIFFICILE e posiziona LIBERO per la vite;
- Distanza D1 e peso P1

l'indice OCRA risulta elevato (17 alto rischio).

La frequenza di azione è infatti elevatissima (9 azioni in 3,6 secondi pari a 150 azioni al minuto).

Stereotipia e postura in pinch aumentano il rischio (Tab.12).

Dopo aver proceduto alla spiegazione dettagliata della procedura che porta al calcolo dell'indice OCRA, si riportano i risultati dei diversi esempi di cicli i cui tempi di cadenza, avendo introdotto variazioni solo nelle distanze e nei pesi maneggiati, sono stati individuati MTM-UAS.

<b>DURATA DEL TURNO</b>	480
Pause (min)	20
Tempo di lavoro non ripetitivo (min)	30
Tempo di lavoro considerabile recupero (min)	0
<b>Totale tempo di lavoro ripetitivo nel turno</b>	<b>430</b>
	A
Inserire "X" per ciascun compito analizzato	X
<b>Tempo netto di lavoro ripetitivo per ciascun compito</b>	<b>430</b>
<b>No. di unit. lavorate per turno (o No. cicli)</b>	<b>7181</b>
<b>No. di ore senza un adeguato tempo di recupero</b>	<b>4</b>
Moltiplicatore Recupero ( $Rc_M$ )	0,6
<b>COSTANTE DI FREQUENZA (CF)</b>	<b>30</b>
<b>DESTRA</b>	A
Moltiplicatore Forza ( $Fo_M$ )	1,00
Moltiplicatore Postura ( $Po_M$ )	0,70
Moltiplicatore Fattori Complementari ( $Ad_M$ )	1,00
Moltiplicatore Stereotipia ( $Re_M$ )	0,70
Parziale Azioni Raccomandate (RPA)	6321
<b>TEMPO DI CICLO (sec.)</b>	<b>3,6</b>
<b>TOT. NO. DI AZIONI TECNICHE PER COMPITO</b>	<b>64629</b>
<b>Frequenza (No. di azioni tecniche per minuto)</b>	<b>150</b>
<b>No. di azioni tecniche nel ciclo</b>	<b>9,0</b>
<b>TOT. AZIONI TECNICHE ATTUALMENTE SVOLTE (ATA)</b>	<b>64629</b>
<b>TOT. NO. DI AZIONI TECNICHE RACCOMANDATE (RTA)</b>	<b>3793</b>
Moltiplicatore Durata Compiti Ripetitivi ( $Du_M$ )	1,0
<b>INDICE OCRA DESTRO</b>	<b>17,0</b>

Tab. 12 - l'indice OCRA nel primo esempio valutato.

Per ognuna delle successive simulazioni si riporta:  
 l'indice OCRA, la cadenza (in secondi), la frequenza delle azioni tecniche, il numero di pezzi producibili per turno ottenuti dall'esame del ciclo MTM-UAS originale.  
 I risultati sono riportati nelle Tab.13 e 14.

<u>solo arto dominante PINCH</u>	<u>P1 (0 - 1kg) 1kg</u>	<u>P2 (1,1 - 8kg) 5kg</u>	<u>P3 (8,1 - 22kg) 12kg</u>
<b>D1</b> (0 - 20cm) <b>15cm</b>	<b>OCRA = 17,0</b>	<b>OCRA = 18,7</b>	<b>NON ACCETT. OCRA &gt; 700</b>
	<b>Borg = 1</b> Cadenza (sec) = <b>3,6</b> Frequenza azioni tecniche = <b>150</b> Pezzi = 7100	<b>Borg = 4</b> Cadenza (sec) = <b>4,0</b> Frequenza azioni tecniche = <b>137</b> Pezzi = 6500	<b>Borg = 8</b> Cadenza (sec) = <b>7,9</b> Frequenza azioni tecniche = <b>68</b> Pezzi = 3200
<u>solo arto dominante PINCH</u>	<u>P1 (0 - 1kg) 1kg</u>	<u>P2 (1,1 - 8kg) 5kg</u>	<u>P3 (8,1 - 22kg) 12kg</u>
<b>D2</b> (21 - 50cm) <b>45cm</b>	<b>OCRA = 12,3</b>	<b>NON ACCETT. OCRA &gt; 900</b>	<b>NON ACCETT. OCRA &gt; 500</b>
	<b>Borg = 3</b> Cadenza (sec) = <b>5,6</b> Frequenza azioni tecniche = <b>97</b> Pezzi = 4600	<b>Borg = 5</b> Cadenza (sec) = <b>6,3</b> Frequenza azioni tecniche = <b>86</b> Pezzi = 4100	<b>Borg = 10</b> Cadenza (sec) = <b>11,0</b> Frequenza azioni tecniche = <b>49</b> Pezzi = 2300
<u>solo arto dominante PINCH</u>	<u>P1 (0 - 1kg) 1kg</u>	<u>P2 (1,1 - 8kg) 5kg</u>	<u>P3 (8,1 - 22kg) 12kg</u>
<b>D3</b> (51 - 80cm) <b>60cm</b>	<b>OCRA = 13,9</b>	<b>NON ACCETT. OCRA &gt; 1000</b>	<b>NON ACCETT. OCRA &gt; 600</b>
	<b>Borg = 4</b> Cadenza (sec) = <b>7,2</b> Frequenza azioni tecniche = <b>100</b> Pezzi = 3500	<b>Borg = 8</b> Cadenza (sec) = <b>7,5</b> Frequenza azioni tecniche = <b>95</b> Pezzi = 3400	<b>Borg = 10</b> Cadenza (sec) = <b>11,9</b> Frequenza azioni tecniche = <b>61</b> Pezzi = 2100

Tab. 13 - I risultati delle simulazioni ottenute per cicli eseguiti con un solo arto e con mano in pinch

solo arto dominante GRIP	P1 (0 - 1kg) 1kg	P2 (1,1 - 8kg) 5kg	P3 (8,1 - 22kg) 12kg
D1 (0 - 20cm) 15cm	OCRA = 11,9	OCRA = 11,4	OCRA = 7,3
	Borg = 0,5	Borg = 2	Borg = 4
	Cadenza (sec) = 3,6	Cadenza (sec) = 4,0	Cadenza (sec) = 7,9
	Frequenza azioni tecniche = 150 Pezzi = 7100	Frequenza azioni tecniche = 137 Pezzi = 6500	Frequenza azioni tecniche = 68 Pezzi = 3200
solo arto dominante GRIP	P1 (0 - 1kg) 1kg	P2 (1,1 - 8kg) 5kg	P3 (8,1 - 22kg) 12kg
D2 (21 - 50cm) 45cm	OCRA = 8,0	OCRA = 11,2	NON ACCETT. OCRA > 300
	Borg = 2	Borg = 3	Borg = 5
	Cadenza (sec) = 5,6	Cadenza (sec) = 6,3	Cadenza (sec) = 11,0
	Frequenza azioni tecniche = 97 Pezzi = 4600	Frequenza azioni tecniche = 86 Pezzi = 4100	Frequenza azioni tecniche = 49 Pezzi = 2300
solo arto dominante GRIP	P1 (0 - 1kg) 1kg	P2 (1,1 - 8kg) 5kg	P3 (8,1 - 22kg) 12kg
D3 (51 - 80cm) 60cm	OCRA = 13,0	NON ACCETT. OCRA > 1000	NON ACCETT. OCRA > 400
	Borg = 3	Borg = 5	Borg = 9
	Cadenza (sec) = 7,2	Cadenza (sec) = 7,5	Cadenza (sec) = 11,9
	Frequenza azioni tecniche = 100 Pezzi = 3500	Frequenza azioni tecniche = 95 Pezzi = 3400	Frequenza azioni tecniche = 61 Pezzi = 2100

**Tab. 14 - I risultati delle simulazioni ottenute per cicli eseguiti con un solo arto e con mano in grip.**

In generale i casi denominati D3P2 e D3P3 non hanno dato risultati accettabili in quanto in queste due condizioni l'indice OCRA assume valori altissimi, dovuti al



fatto che l'indice della scala di Borg della forza stimata è superiore a 5 per un tempo superiore al 10% del Tempo Ciclo.

La condizione di inaccettabilità si estende, sempre per problemi di forza, a D1P3 e a D2P2 e D2P3 quando il tipo di presa dell'oggetto pesante è in pinch (presa di precisione: possibilità per la mano di sviluppare solo il 25% della forza) e non in grip (presa di forza: possibilità per la mano di sviluppare il 100% della forza).

Tale condizione, in linea con quanto definito nel già approvato standard CEN1005-3 sui limiti di forza consentiti su macchine, è finalizzata a limitare i cosiddetti "picchi" di forza nel ciclo di lavoro.

Diviene già qui da sottolineare l'importanza di introdurre nell'analisi MTM-UAS la differenziazione, nella capacità di sviluppo di forza, dovuta ai principali diversi tipi di presa.

Si sottolinea anche la necessità di introdurre più categorie di peso: quelle attualmente in uso sono troppo larghe: es. da 1 a 8 kg, o peggio da 8 a 22 kg.

Inoltre andrebbero già indicate come non accettabili le combinazioni "NON ACCETTABILI" perché fuori norma.

Le prime osservazioni che si possono trarre da questi risultati sono:

- i tempi predeterminati da MTM-UAS risultano (almeno nelle condizioni "limite" individuate) ristretti, determinando conseguentemente elevate frequenze di azione e quindi alto rischio di UL-WMSDs

Questo sembra accadere soprattutto quando si tratta di compiere gesti facili e in campo operativo ristretto: in presenza di distanze minime e pesi piccoli, MTM-UAS propone ritmi lavorativi eccessivi con frequenze di azioni sopra le 100 azioni al minuto. Nelle zone "periferiche" della tabella, nonostante l'aumento delle prestazioni funzionali richieste (in termini di movimenti articolari estremi e forza superiore), l'indice OCRA si attesta su valori più bassi anche se sempre elevati.

Dunque per movimenti più impegnativi L'MTM-UAS è più cautelativo: infatti, tenendo conto, nei propri valori predeterminati, delle difficoltà dei movimenti stessi, concede tempi più dilatati. L'aumento dei tempi di cadenza consente all'indice di rischio di attestarsi su valori più bassi, nonostante la marcata presenza di fattori di rischio quali forza e posture più sfavorevoli.

È necessario pertanto rivedere i tempi predeterminati per le azioni più "facili" proprio perché, probabilmente ammissibili sul breve termine, possono invece causare l'insorgenza di patologie se utilizzate per lunghi periodi.

- Insegnare inoltre agli analisti di evitare comunque in un ciclo frequenze di azione superiori alle 60 azioni al minuto e saturazioni dell'arto superiori all'80%.

In queste prime simulazioni le azioni presenti nei cicli di lavoro sono state attribuite al solo arto dominante.

La distribuzione degli elementi che compongono un ciclo fra i due arti è invece da ritenersi fondamentale nella logica di economia dei movimenti.

Una suddivisione del compito lavorativo su entrambi gli arti ottiene infatti il risultato di abbassare la frequenza di utilizzo degli stessi senza intaccare la cadenza e quindi la

produttività e il sovraccarico biomeccanico dell'arto stesso.

È stata rivalutata la prima simulazione operativa (la DIP1) conservando le stesse condizioni operative (di presa e posizionamento in pinch) e organizzative ma ripartendo le azioni fra i due arti. In particolare la suddivisione è avvenuta assegnando alla mano sinistra il compito di afferrare e rilasciare il pezzo (azione facile e possibile anche per l'arto non dominante) e alla destra le azioni di prendere la vite e avvitarla. Delle 9 azioni tecniche che compongono il ciclo, 5 sono state assegnate alla destra e 4 alla sinistra.

Ciononostante non sempre questa attenzione alla ripartizione del lavoro fra i due arti, laddove ovviamente sia possibile, viene adottata dagli analisti del lavoro nella progettazione dei metodi di lavoro.

Questo semplice accorgimento provoca un marcato abbassamento dei valori dell'indice OCRA, dovuto alla redistribuzione dei movimenti tra i segmenti corporei destro e sinistro.

L'esempio di Tab.15 sottolinea l'importanza per un analista di considerare la necessità di ripartire, quanto più possibile, le azioni fra i due arti: questo già riduce la frequenza di azione senza interferire sulla cadenza e quindi sulla produttività.

La ancora troppo elevata frequenza di azione non consente però di ottenere valori OCRA in fascia verde o gialla

utilizzo 2 arti <b>PINCH</b>	P1 - Dx (0 - 1kg) <b>1kg</b>	P1 - Sx (0 - 1kg) <b>1kg</b>
D1 (0 - 20cm) <b>15cm</b>	<b>OCRA = 6,6</b>	<b>OCRA = 3,7</b>
	<b>Borg = 0,5</b>	<b>Borg = 1,0</b>
	Cadenza (sec) = 3,6	
	Frequenza azioni tecniche = 84	Frequenza azioni tecniche = 67
	Pezzi = 7100	

**Tab. 15 - I risultati delle simulazioni ottenute per cicli eseguiti con 2 arti con mano in pinch.**

### **5. Un esempio avanzato di riprogrammazione della produttività di una linea senza aumentare il rischio da movimenti ripetitivi e sovraccarico biomeccanico degli arti superiori.**

La richiesta espressa dalla direzione aziendale all'analista è stata quella di riconside-

rare l'organizzazione del lavoro su una linea di montaggi meccanici al fine di incrementare la produttività.

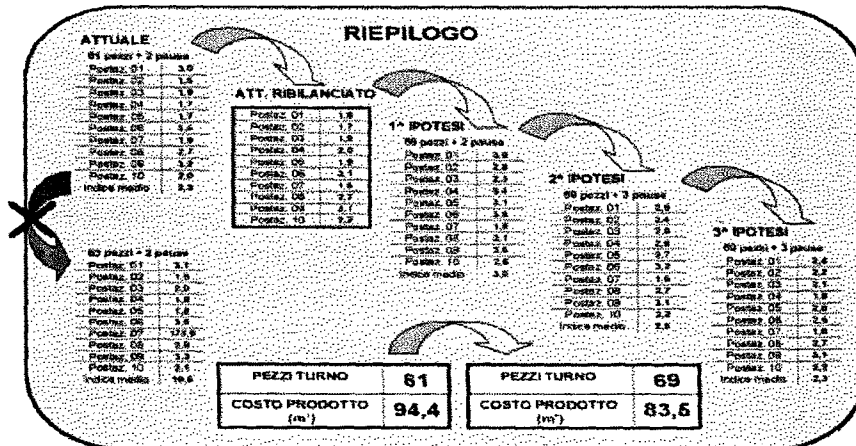
L'analista, esperto nell'uso dell'indice OCRA, ha dapprima incrementato la produttività, semplicemente riducendo il tempo di ciclo: testando il risultato con l'indice OCRA ha subito riscontrato un notevole incremento del rischio da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori.

Al fine di ottenere l'incremento produttivo richiesto senza elevare il rischio, ha quindi proceduto secondo le seguenti fasi (Tab. 16):

- ribilanciamento della distribuzione del lavoro sulle diverse postazioni della linea considerando l'aumento produttivo
- valutazione dell'indice OCRA: risultato ancora elevato
- introduzione di altre soluzioni organizzative quali l'aumento di una pausa
- rivalutazione della soluzione con l'indice OCRA: risultato ancora migliorabile
- introduzione di miglioramenti del lay-out
- rivalutazione della soluzione con l'indice OCRA: risultato più che accettabile.

L'esperienza prima esposta, anche se succintamente, dimostra come l'indice OCRA possa essere considerato un importante strumento di supporto a chi organizza il lavoro in quanto consente nell'immediato di testare le ipotesi di soluzioni organizzative elaborate in modo da consentire la scelta della soluzione:

- a maggior produttività
- a minor costo produttivo
- a minor costo per la salute dei lavoratori



Tab. 16 - Ribilanciamenti di una linea a fini di incrementare la produttività e taratura delle soluzioni con l'indice OCRA per il contenimento del rischio da movimenti ripetitivi e sovraccarico biomeccanico degli arti superiori

## **6. Conclusioni: discussione critica, applicabilità industriale, possibili sviluppi**

Il modello di calcolo "midaOCRAMulticompiti" presenta caratteristiche di innovatività: è infatti la prima volta che si cerca di unire in modo così stretto un sistema di analisi organizzativa con un sistema di valutazione del rischio biomeccanico da movimento ripetitivo.

In questa sede si sono voluti evidenziare i motivi che giustificano la necessità di una sempre maggiore integrazione tra i modelli dell'analisi organizzativa e indici di valutazione del rischio come OCRA, sottolineando che questa esigenza sta emergendo come obbligo futuro per i "machinery designers" verso una progettazione tanto della macchina quanto dell'organizzazione del posto di lavoro nell'ottica di evitare danni al lavoratore (Norma Armonizzata Pr EN 1005-5).

Si è già sottolineato che una delle applicazioni principali del metodo MTM-UAS è la preventivazione di tempi per compiti lavorativi non ancora implementati: in questo caso l'analista, ricorrendo alla propria esperienza o a simulazioni in laboratorio, simula il compito lavorativo e ne studia e definisce il tempo.

Questa peculiarità rappresenta un importantissimo strumento disponibile per chi volesse stimare l'esposizione al rischio di UL-WMSDs *prima* che il corrispondente lavoro sia assegnato agli operatori: il modello "midaOCRAMulticompiti" (unione di analisi organizzativa e calcolo dell'indice OCRA) rappresenta perciò un utile strumento di prevenzione che consente di *prevedere* il rischio di UL-WMSDs.

Inutile sottolineare a questo riguardo l'utilità che riveste un simile strumento di valutazione: si pensi infatti alla progettazione di eventuali interventi correttivi finalizzati alla riduzione del rischio (calcolato con OCRA): "midaOCRAMulticompiti" consente di calcolare un indice di rischio per ognuna delle configurazioni organizzative possibili, lasciando ai progettisti la possibilità di calibrare gli interventi in modo ottimale.

Avere un punteggio infatti consente di stabilire priorità di intervento e "classifiche" di rischio, al fine di offrire ai progettisti uno strumento aggiuntivo per le loro scelte.

**La possibilità di inserire l'analisi OCRA già in fase di progettazione risponde alla necessità di portare la valutazione ergonomica sempre più a monte lungo il processo vitale di un processo o prodotto, secondo le tendenze più attuali degli studi ergonomici e coerentemente con il proposito di un approccio proattivo al problema dei WMSDs raccomandato da molte istituzioni di ricerca sull'argomento (Cohen A., et al.,1997).**

Alla luce di quanto proposto si auspica che interessi inizialmente diversi fra i metodi di analisi organizzativa (aumento della produttività) e di valutazione del rischio (salvaguardia della salute), si traducano invece in comunanza di interessi finalizzata alla prevenzione (e quindi anche alla riduzione dei costi) attraverso un unico modello di analisi che risponda alle esigenze di entrambi.

E' ovvio che il corretto utilizzo del modello di analisi proposto si basa sulla competenza di chi lo utilizza e dimostra la sua efficacia solo all'interno di un contesto aziendale pronto al recepimento dei dati che esso fornisce, al fine di stabilire dei program-

mi di valutazione e prevenzione del rischio lavorativo da UL-WMSDs.

Nel fare questo sono necessari l'unanime collaborazione e il coinvolgimento della Direzione aziendale, delle Funzioni aziendali più coinvolte nel processo, del medico del lavoro e dei lavoratori stessi, senza il cui apporto e interessamento ogni cambiamento rischia di fallire perché incapace di incidere sul reale comportamento degli individui.

Si è finora detto che è necessario unire in un approccio integrato discipline quali la Misura del Lavoro e l'Ergonomia. Ma è davvero possibile unire queste due discipline che sembrano tanto lontane a prima vista?



**Fig. 4 - Ergonomia, Qualità e Produttività.**

Nella Fig. 4 è rappresentato il prospetto generale entro il quale sono situate le iniziative di miglioramento ergonomico e dei metodi del lavoro: è evidente che la semplificazione di movimenti troppo complessi e l'eliminazione di quelli inutili contribuisce al miglioramento, sia in termini di produttività, sia di qualità ed ergonomia per le possibilità di riduzione del rischio lavorativo biomeccanico.

In particolare la produttività si può migliorare sia a livello microscopico, cioè in relazione al ciclo di lavorazione, sia a livello macroscopico, a livello del lavoro diretto nel suo complesso.

Una visione dove la collaborazione e i suggerimenti di tutti i dipendenti diventino di importanza strategica per lo sviluppo dell'azienda, insieme ad un'analisi integrata dei problemi ergonomici nell'industria, apre nuove opportunità di guadagnare competitività.

Quindi si tratta sostanzialmente coordinare la pratica ergonomica, finalizzata al miglioramento della performance e della sicurezza del lavoro con un miglioramento di produttività, qualità ed efficienza, obiettivi tipici dello studio del Lavoro moderno.

Il risultato è apprezzabile sia sotto il punto di vista economico, sia per quanto riguarda la soddisfazione della componente umana del sistema lavorativo; inoltre la riduzione dell'incidenza dei disturbi muscoloscheletrici comporta una riduzione delle

inefficienze collegate all'assenteismo e all'elevato turn over degli operatori.

La strategia da seguire per un tale obiettivo è, come più volte ripetuto, di carattere proattivo: si tratta di pervadere la cultura aziendale con il convincimento che fin dalle fasi progettuali si deve tener conto delle esigenze ergonomiche correlate al lavoro: solo in questo modo è possibile evitare costose riprogettazione e modifiche *a posteriori*.

Questo ovviamente comporta la diffusione ad ogni livello della cultura ergonomica necessaria: specialmente lungo le prime fasi del ciclo di vita del prodotto o processo, laddove le modifiche hanno la possibilità di incidere pesantemente sulle condizioni lavorative una volta che la progettazione sarà terminata.

### **Bibliografia**

ASSOCIAZIONE MTM ITALIA

"MTM-UAS. Manuale corso di applicatore", AMTMI, 1998.

COHEN A., ET AL. "Ergonomics: Effective Workplace Practices and Programs", Atti della Conferenza Congiunta OSHA-NIOSH, Chicago (IL), 8 Gennaio 1997.

COHEN A., ET AL. "Elements of Ergonomics Programs. A Primer Based on Workplace Evaluations of Musculoskeletal Disorders", National Institute for Occupational Safety and Health, pubbl. 97-117, 1997.

COLOMBINI D., OCCHIPINTI E., GRIECO A. "La valutazione e la gestione del rischio da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori", Franco Angeli, 2000.

FORSMAN M. ET AL "Modified method time measurement for ergonomic planning of production systems in the manufacturing industry", International Journal of Production Research, vol.38, no.17, 4051-4059, 2000.

OCCHIPINTI E., COLOMBINI D. "Assessment of exposure to repetitive upper limb movement: an IEA consensus document", European Trade Union Confederation, ETUC Newsletter no. 11-12, 1999.

## ***Evoluzione nella progettazione di soluzioni ergonomiche in fasi di montaggio meccanico per la produzione di imbarcazioni e prima analisi costi/benefici***

**MARCO GIRAUDDO**

AZIMUT-BENETTI SpA - V. M.L. King 9/11 - Avigliana (To) - Tel.:011/93161

E-mail: mgirauddo@azimutyachts.net

**RIASSUNTO:** *La progettazione di soluzioni ergonomiche effettuata da un gruppo di lavoro interdisciplinare, presso i cantieri nautici dell'AZIMUT YACHTS di Torino, ha permesso di realizzare un sistema meccanico in ausilio alle fasi di montaggio manuali della linea d'assi. I positivi risultati raggiunti in seguito all'implementazione di questo prototipo, pienamente funzionante, ha spinto l'Azienda nel migliorare il progetto iniziale al fine di realizzare una seconda attrezzatura più evoluta, ottimizzando nuovamente i costi/benefici.*

### **1. Introduzione**

Nella produzione di imbarcazioni da diporto vi sono diverse operazioni in cui si svolgono attività di movimentazione manuale dei carichi. Queste operazioni, in alcuni casi, avvengono in condizioni non ergonomiche per gli addetti ai lavori in quanto operano in situazioni di lay out sfavorevoli e normalmente gli oggetti movimentati hanno dimensioni, pesi e geometrie poco confacenti a soluzioni tecniche atte a migliorare l'organizzazione del lavoro.

Sicuramente nello svolgimento di queste operazioni è presente il rischio correlato alla movimentazione manuale dei carichi. Tale rischio, in diverse situazioni, non è misurabile e quindi non valutabile in quanto le operazioni vengono svolte in modo non sistematico, salvo piccolissime fasi che comunque non incidono sul rischio reale del personale adibito alle lavorazioni più pesanti.

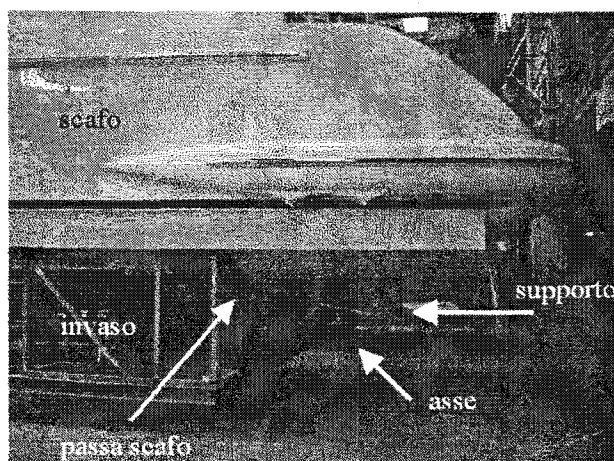
Non poter valutare un rischio non significa che la sua esposizione non possa determinare patologie a lungo termine o infortuni all'apparato muscolo scheletrico nelle maestranze. E' necessario, per tanto, tenere in considerazione anche questi rischi all'interno di un piano di interventi atti a migliorare la sicurezza e la salute dei lavoratori.

### **2. Definizioni e terminologia**

Nel seguito vengono riportate alcune definizioni degli elementi meccanici e costruttivi delle imbarcazioni che saranno citati nella presente relazione (Foto 1).

- assi: alberi in acciaio rettificati di dimensioni variabili tra 2680 mm a 3840 mm con relativi pesi anch'essi variabili fra i 66 Kg ed i 150 Kg in base alla dimensione della barca;

- supporto asse: staffa esterna allo scafo montato al di sotto dello stesso in cui passa l'asse;
- scafo: parte inferiore della barca;
- passa scafo: asola ricavata nello scafo che mette in comunicazione l'interno con l'esterno dell'imbarcazione, all'interno dell'asola passa l'asse;
- linea d'assi: collegamento fra motore (posizionato all'interno dello scafo) ed elica tramite l'asse in acciaio;
- invaso: carrello in carpenteria metallica su cui viene posizionato lo scafo e/o la barca.



**Foto 1 - Definizioni**

### **3. Fase preliminare di analisi dell'attività di montaggio linea d'assi**

Da una prima analisi di valutazione dei rischi, correlati alle attività che comportano la movimentazione manuale dei carichi, si era evidenziata la fase di montaggio della linea d'assi come particolarmente critica, sia da parte dei Tecnici adibiti alle analisi di rischio che da parte delle maestranze. Questa fase consiste nel collegare meccanicamente un albero in acciaio fra il motore, posizionato all'interno della barca, e l'elica ubicata al di fuori dell'imbarcazione.

In prima analisi i Tecnici cercarono di valutare il rischio correlato alla movimentazione manuale dei carichi utilizzando il metodo NIOSH per definire il peso limite raccomandato, ma questo non fu possibile in quanto la fase prevedeva attività con frequenze ampie, posture della colonna vertebrale non previste e pesi eccessivi.

I Tecnici definirono che benchè la fase non poteva essere misurata e quindi non poteva essere calcolato un rischio, questo era comunque presente. Pertanto la necessità di



definire degli interventi tecnici organizzati o procedurali era importante quanto per qualsiasi altra situazione.

### *3.1 Descrizione della fase di montaggio della linea d'assi*

La fase di montaggio della linea d'assi avveniva, antecedentemente alla realizzazione dei sistemi in seguito descritti, nei seguenti modi (Foto 2).

Il personale adibito a tale fase effettuava il sollevamento dell'asse dal carrello di stoccaggio, lo trasferiva in corrispondenza dello scafo, lo posizionava in quota, effettuava l'inserimento dello stesso nel passa scafo mantenendolo in posizione fino al bloccaggio meccanico.

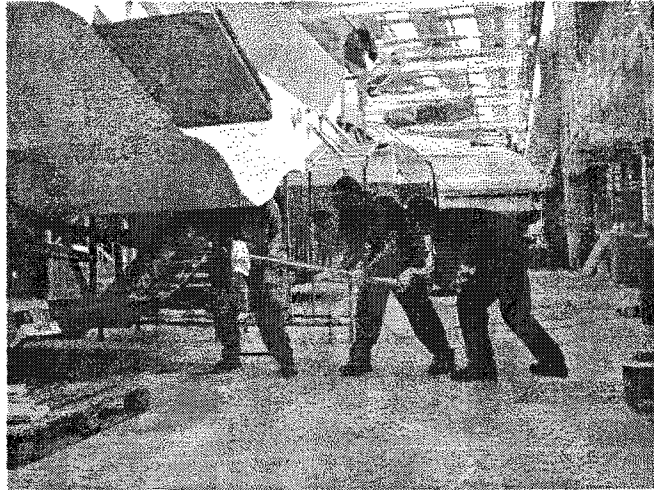
Questa operazione veniva effettuata da una squadra di persone variabile in base al modello di imbarcazione da allestire:

- modello AZ 55: n. 2 persone, asse di dimensioni 2680 mm e di peso pari a 66 Kg;
- modello AZ 62: n. 3 persone, asse di dimensioni 3685 mm e di peso pari a 111 Kg;
- modello AZ 68: n. 5 persone, asse di dimensioni 3840 mm e di peso 150 Kg.

La fase di montaggio della linea d'assi svolta nel seguente modo evidenziava svariate problematiche, legate sia alla salute e sicurezza dei lavoratori che di carattere produttivo:

- peso sollevato per persona superiore ai 30 Kg;
- operazioni di sollevamento dell'asse svolte al di sotto dello scafo con la colonna vertebrale in posizione sfavorevole (colonna vertebrale piegata in avanti);
- spazi angusti in cui operare, dovuti dall'invaso su cui è appoggiato lo scafo (posizioni ergonomiche sfavorevoli);
- tipo di presa non ottimale vista la particolare forma dell'asse e grado di rifinitura superficiale (problemi di scivolamenti della presa manuale);
- rischio di caduta dell'asse;
- numero di persone impiegate per la lavorazione;
- difficoltà nel trovare l'angolazione esatta dell'asse fra motore e passa scafo e da questi al supporto (tre elementi fissi);
- sostituzione dell'asse in caso di urti, dovuti a scivolamenti a terra dello stesso;
- tempi di montaggio della linea d'assi non standardizzabili in quanto molto soggetti da squadra a squadra, in base alle difficoltà di inserimento che si potevano incontrare.





**Foto 2 - Fase di montaggio linea d'assi**

#### **4. Progettazione di una sistema di movimentazione e montaggio della linea d'assi.**

Per analizzare le varie problematiche e soluzioni da ricercare fu istituito un gruppo di lavoro interdisciplinare, costituito da personale facente capo ai vari Enti (produzione, industrializzazione, progettazione, servizio prevenzione e protezione).

In seguito ad un'analisi più approfondita si definì di percorrere la strada di progettare un sistema meccanico ad ausilio delle maestranze, in quanto non potevano essere previsti altri sistemi organizzativi o modifiche progettuali legate all'imbarcazione.

Il progetto da sviluppare non era di semplice soluzione ed implementazione in quanto le variabili in cui tale ausilio doveva operare erano molteplici:

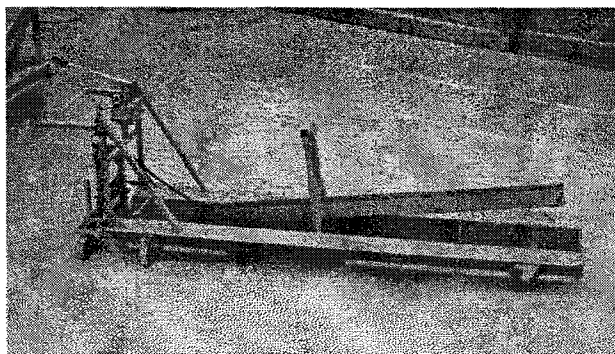
- variazione delle dimensioni e dei pesi degli assi in base al tipo di barca;
- differenti quote fra piano calpestio e scafi, anch'essi variabili in base alla barca ed all'invaso;
- variazioni di distanze fra supporto e passa scafo;
- regolazione dell'angolo dell'asse;
- grado di rifinitura superficiale dell'asse (rettificato);
- presenza di due filettature sull'asse, una in testa ed una in coda.

Il sistema pensato, progettato e realizzato per svolgere le fasi di montaggio delle linee d'assi si è concretizzato in due elementi: un carrello in carpenteria metallica dotato di culla porta asse ed un argano montato su una struttura in carpenteria da agganciare all'interno dello scafo.

Il carrello porta assi realizzato in carpenteria metallica (Foto 3), e' costituito da:

- 6 ruote girevoli su 360° aventi freno meccanico, le ruote anteriori possono essere bloccate direzionalmente inserendo la spina predisposta;

- culla porta asse dotata di sfere cilindriche per consentire la traslazione dell'asse senza rigare la superficie rettificata e tassello in gomma sul fondo della culla per attutire eventuali urti;
- manubrio per le operazioni di trasferimento del carrello e posizionamento sotto lo scafo;
- cilindro idraulico per la regolazione dell'angolo della culla;
- cilindro idraulico per la regolazione dell'altezza posteriore della culla;
- gruppo oleodinamico dotato di: leva di pompaggio, selettore per la regolazione dell'angolo o dell'altezza della culla, valvola di apertura e chiusura della pressione dell'impianto.



**Foto 3 - Carrello**

L'argano con struttura in carpenteria è costituito da:

- argano con cavo in acciaio;
- boccola filettata da accoppiare alla testa dell'asse;
- struttura in carpenteria da fissare all'interno dello scafo.

#### *4.1 Descrizione della nuova fase di montaggio della linea d'assi con carrello*

Con l'applicazione del nuovo sistema di montaggio della linea d'assi la fase operativa si è trasformata profondamente in quanto le operazioni legate alla movimentazione manuale dei carichi sono ormai marginali, come si può notare dal procedimento riportato nel seguito:

- a) prelievamento asse da carrello di stoccaggio con carroponete e deposito sulla "culla" del nuovo carrello;
- b) trasferimento manuale del carrello sotto allo scafo;
- c) allineamento del carrello con la linea d'assi;
- d) bloccaggio delle ruote del carrello, mediante fermi meccanici;
- e) installazione dell'argano all'interno dello scafo;

- f) svolgimento del cavo di acciaio e collegamento della boccola alla testa dell'albero;
- g) regolazione dell'inclinazione della culla agendo sui leverismi oleodinamici;
- h) regolazione dell'altezza della culla;
- i) controllo angolazione tramite goniometro laser;
- j) azionamento argano manuale per issare l'asse all'interno dello scafo;
- k) bloccaggio meccanico dell'asse;
- l) rimozione del sistema di montaggio.

Il sistema realizzato è un prototipo funzionante che ha avuto in corso d'opera delle modifiche sostanziali che sono state individuate in seguito ai collaudi ed alle prove eseguite direttamente in reparto. I benefici ottenuti in seguito all'uso di tale sistema ha portato alla realizzazione di un nuovo carrello più evoluto in modo da poter estendere l'applicazione anche ai nuovi modelli di imbarcazione.

#### *4.2 Evoluzione del prototipo*

Il nuovo sistema di montaggio della linea d'assi è costituito anch'esso da un carrello (Foto 5) dove l'asse viene inserito all'interno dello scafo mediante lo spostamento di una staffa montata su una vite senza fine installata sulla culla del carrello. Nel caso specifico non viene più utilizzato l'argano montato all'interno dello scafo. La novità consiste proprio nella possibilità di movimentare verso l'alto l'asse azionando la vite senza fine mediante un semplice trapano.

Su questo sistema sono state apportate altre modifiche a livello costruttivo e funzionale:

- abbassamento della culla porta asse in modo da avere più margini discrezionali di angolo di salita rispetto agli ingombri;
  - ridislocazione dei pistoni di azionamento della culla e dell'altezza carrello;
- installazione di un secondo sistema oleodinamico per la gestione separata dei due pistoni.



**Foto 5 - Carrello nuovo**

### 5. Risultati ottenuti: costi e benefici

È ovvio e naturale che tutte le Aziende a fronte di costi hanno necessità di individuare dei benefici, che nel caso specifico non è stato possibile quantificarli preventivamente. Per questo motivo spesso gli interventi che vanno a migliorare la salute e la sicurezza dei lavoratori sono visti come spese o investimenti con minimi margini di guadagno.

I benefici ottenuti con l'implementazione dei sistemi descritti possono essere così riassunti:

- il personale adibito alla fase di montaggio della linea d'assi non movimentava più l'asse manualmente;
- non vengono svolte operazioni manuali di sollevamento dell'asse al di sotto dello scafo, e quindi il personale non deve piegare la colonna vertebrale;
- non si ha la necessità di operare in spazi angusti;
- si è eliminato il rischio di scivolamento dell'asse dalle mani, non dovendolo più movimentare manualmente;
- si è eliminato il rischio di caduta dell'asse;
- il numero di persone impiegate per la lavorazione è passato da 3 a 2 per la barca AZ62 e da 5 a 2 persone per l'AZ68;
- l'utilizzo del sistema accoppiato ad un goniometro a puntamento laser permette una immediata e precisa angolazione dell'asse;
- riduzione dei casi di usura dell'asse nella fase di inserimento;
- ottimizzazione dei tempi necessari alle fasi di montaggio.

Cercando comunque di effettuare una quantificazione di costi/benefici possiamo dire che i benefici economici sono superiori agli investimenti sostenuti dall'Azienda per la realizzazione dei sistemi, come evidenziato nella tabella seguente (Tab. 1).

Voce	Costo unitario (€)	Quantità/anno (n.)	Quantificazione benefici economici per singola voce (€)
Sistema di montaggio linea d'assi - prototipo	1700,00	1	- 1700,00
Sistema di montaggio linea d'assi - evoluto	2000,00	1	- 2000,00
Riduzione personale Mod. AZ 62 (2hx2persx15,23 _/h)	60,92	50 (fasi di montaggio)	+ 3046,00
Riduzione personale Mod. AZ 68 (2hx3persx15,23 _/h)	91,38	60 (fasi di montaggio)	+ 5482,80
Riduzione costi sostituzione assi	800,00	3 (assi non lesionati)	+ 2400,00
Totale quantificazione benefici economici			+ 7228,80

Tab. 1 - Valutazione costi/benefici economici

## ***D.lgs 195 - I requisiti professionali dei responsabili SPP: l'orientamento delle Regioni***

**FULVIO LONGO**

SPESAL AUSL BA/5 - Putignano - tel. 080.4050545 - E-mail: fullongo@tin.it

**RIASSUNTO:** *Buona parte del sistema di prevenzione aziendale si fonda sulla organizzazione del servizio di prevenzione e protezione interno o esterno. Il dlgs 195 del 2003 modifica la precedente impostazione del 626 in materia, definendo i requisiti professionali che devono avere gli addetti e i responsabili dei SPP. Le Regioni hanno prodotto una proposta per la Conferenza Permanente per i rapporti tra lo Stato e le Regioni e province autonome quale atto di indirizzo per quanto riguarda i contenuti della formazione prevista dal dlgs 195, i requisiti minimi per l'organizzazione dei corsi, le modalità con cui nuovi soggetti formatori possono entrare nel novero degli enti autorizzati a organizzare questi eventi.*

### **1. Introduzione**

Il problema della definizione dei requisiti professionali dei responsabili dei servizi di prevenzione e protezione è emerso subito nel dibattito sviluppatosi dopo l'entrata in vigore del D.lgs 626/94, laddove veniva previsto nell'art. 8, secondo comma, che il responsabile fosse in "possesso di attitudini e capacità adeguate". Definizione, quest'ultima, che appariva sin troppo generica, lasciando conseguentemente ai datori di lavoro il compito di interpretare i contenuti professionali necessari, con tutto il peso della responsabilità e della discrezionalità che ne derivava.

Stridente appare in questo caso il confronto con l'altro importante soggetto aziendale della prevenzione, il medico competente, per il quale, soprattutto all'inizio, veniva riconosciuta una specifica professionalità mediante il possesso del titolo di specializzazione in medicina del lavoro. Poiché la definizione di tali capacità professionali era una delle previsioni della direttiva comunitaria 89/391/CEE, l'Italia è incorsa in un procedimento di censura da parte della Corte di Giustizia per difetto di recepimento della normativa comunitaria. La mancata previsione degli specifici requisiti professionali degli addetti e dei responsabili dei servizi di prevenzione e protezione (SPP), giuridicamente vincolanti, ha portato una diffusa disuniformità sul territorio e, come documentato dalle comunicazioni di nomina pervenute alle Ausl, anche ad una pericolosa dequalificazione professionale.

Per queste ragioni il Consiglio dei Ministri, in attuazione della delega attribuitagli da apposita legge del 2002, ha approvato il D.lgs 23/06/2003 n. 195 "Modifiche ed integrazioni al D.lgs 19 settembre 1994, n. 626, per l'individuazione delle capacità e dei requisiti professionali richiesti agli addetti ed ai responsabili dei servizi di prevenzione e protezione dei lavoratori, a norma dell'art. 21 della legge 1° marzo 2002, n. 39".

## **2. Il decreto legislativo n. 195**

Il D.lgs n. 195 è composto da tre soli articoli. Con l'art. 2 si introduce nel corpo del decreto legislativo n. 626 l'art. 8bis "*Capacità e requisiti professionali dei responsabili e degli addetti ai servizi di prevenzione e protezione interni o esterni*" con cui si definiscono i requisiti professionali degli addetti e dei responsabili SPP, con una non semplice disciplina di attuazione. Con l'art. 3 si regola il regime transitorio, mentre con l'art. 1 si prevedono una serie di rimandi ai contenuti del nuovo art. 8bis. Nel primo comma del nuovo art. 8bis troviamo una interessante premessa alla successiva definizione del titolo professionale indicato nel comma 2, nell'affermazione che la "*capacità ed i requisiti professionali dei responsabili e degli addetti ai servizi di prevenzione e protezione interni o esterni devono essere adeguati alla natura dei rischi e relativi alle attività lavorative*". Questo importante riferimento ai rischi specifici ed alle attività lavorative toglie astrattezza alla norma e giustificherà, come vedremo, l'orientamento delle Regioni nell'impostare il modello dei contenuti per la formazione di questi soggetti.

Per quanto riguarda il titolo di studio viene previsto il possesso almeno di un "*diploma di istruzione secondaria superiore e ... di un attestato di frequenza, con verifica dell'apprendimento, a specifici corsi di formazione*" che, ancora si ribadisce, devono essere adeguati alla natura dei rischi presenti nei luoghi di lavoro e relativi alle attività lavorative. Per dare forza e spessore a questi aspetti vieppiù sottolineati nei primi due commi della nuova disciplina viene demandato il compito di individuare gli indirizzi e i requisiti minimi dei corsi (contenuti, metodologie, modalità di verifica dell'apprendimento, ecc..) alla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato e le Regioni e le Province Autonome di Trento e di Bolzano.

Utile, appare, il richiamo alla verifica dell'apprendimento, che, ovviamente non da sola, costituisce un elemento inteso a dare valore e qualità ai percorsi formativi che si vogliono attivare. Anche questo aspetto avrà delle implicazioni nell'orientare le scelte delle Regioni. La stessa Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato e le Regioni dovrà fornire gli indirizzi relativi ai corsi di aggiornamento, che sia i responsabili che gli addetti ai SPP sono tenuti a frequentare con cadenza almeno quinquennale secondo quanto previsto dal comma 5 dell'art. 8bis.

Pertanto, nella prospettiva delle nuove nomine gli elementi di valutazione delle capacità e delle attitudini degli addetti e dei responsabili dei SPP si baseranno fondamentalmente su questi due fattori: il titolo di studio e la formazione specifica. Non viene dato alcuno spazio alla esperienza maturata se non nella norma transitoria.

A rafforzare il peso ed il valore della formazione viene previsto nel comma 4 dell'art. 8bis, esclusivamente per i responsabili dei SPP, il possesso di "*un attestato di frequenza con verifica dell'apprendimento, a specifici corsi di formazione in materia di prevenzione e protezione dei rischi, anche di natura ergonomica e psico-sociale, di organizzazione e gestione delle attività tecnico-amministrative e di tecniche della comunicazione in azienda e di relazioni sindacali*". Contrariamente a quanto previsto con il comma 2 qui vengono esplicitati alcuni contenuti ritenuti evidentemente

essenziali alla connotazione della funzione del responsabile. Contenuti di ampia portata ed innovativi, quando in particolare si fa richiamo ai rischi di natura ergonomica e psico-sociale, che costituiscono le nuove frontiere della prevenzione. Questa enucleazione di temi e contenuti formativi specifici per il responsabile, può considerarsi come una sorta di modulo autonomo nell'insieme del percorso formativo tracciato dal decreto legislativo 195. Poiché, tuttavia, non vengono indicati i cosiddetti requisiti minimi (durata, modalità, metodologie, ecc..) anche per questa parte, anche se non esplicitamente indicato, sarà opportuno che la Conferenza Stato-Regioni fornisca indirizzi adeguati.

Il comma 6 dell'art. 8bis indica le uniche condizioni di esonero dalla frequenza dei corsi specifici, solo per coloro che sono in possesso di alcune lauree triennali (Ingegneria della sicurezza e protezione, Scienze della sicurezza e protezione, Tecnico della prevenzione dell'ambiente e nei luoghi di lavoro).

Non pochi dispiaceri ha dato questa delimitazione così rigida al mondo accademico laddove esistono numerosi masters universitari, scuole di specializzazione post laurea in materia di sicurezza.

Su questo argomento è intervenuta nel merito, tra l'altro, la circolare del Ministero del Lavoro del 3 dicembre 2003, n. 39, in cui si precisa che l'elenco riportato nel comma 6 non è estensibile in via interpretativa, ma solo in via legislativa, a meno che non sia dichiarata l'equipollenza di altri titoli a quelli indicati nel decreto, da parte dei Ministeri competenti. Tuttavia, la circolare precisa che anche per i soggetti in possesso delle lauree triennali è obbligatoria la frequenza ai corsi di aggiornamento quinquennali.

### *2.1 I soggetti formatori*

L'esperienza non propriamente positiva effettuata con il Dlgs 626 deve avere orientato il legislatore a indicare in maniera "quasi tassativa" i soggetti pubblici e privati a cui spetta il compito di organizzare i corsi di formazione e aggiornamento di cui al decreto legislativo n. 195.

I soggetti indicati sono:

- Le regioni e province autonome
- Le università
- L'Inail
- L'Ispesl
- L'Istituto Italiano di Medicina Sociale
- Il Dipartimento dei Vigili del fuoco, del soccorso pubblico e della difesa civile
- L'Amministrazione della Difesa
- La Scuola Superiore della pubblica amministrazione
- Le associazioni sindacali, dei datori di lavoro e dei lavoratori
- Gli organismi paritetici

Si tratta di un elenco la cui composizione ha sollevato qualche perplessità e che abbiamo definito "quasi tassativo", perché alla fine di questo comma viene aperta una



possibile finestra per ulteriori soggetti, da individuare in sede di Conferenza Permanente per i rapporti tra lo Stato e le Regioni.

Per la precisione il comma 3 dell'art. 8bis nell'indicare i soggetti che hanno la facoltà di organizzare i corsi di formazione, fa riferimento a quelli di cui al comma 2, non a quelli solo per i responsabili (comma 4), né a quelli di aggiornamento per addetti e responsabili (comma 5). Tuttavia, l'orientamento ampiamente condiviso e portato avanti dalle Regioni è quello di ricondurre queste lacune di definizione all'atto di indirizzo da presentare al tavolo della Conferenza per i rapporti tra lo Stato e le regioni.

### *2.2 Art. 10 del d.lgs 626*

Il decreto legislativo 626 aveva previsto la possibilità per i datori di lavoro delle aziende artigianali e industriali fino a 30 addetti (20 addetti per la pesca, 10 per l'agricoltura e fino a 200 per le altre aziende) di poter svolgere direttamente i compiti del responsabile del SPP. Questa facoltà è fatta salva dal comma 7 del D.lgs 195. Si è trattata di un'occasione perduta per rivedere questa specie di "statuto speciale" che riguarda una platea di imprese amplissima, le cui piccole dimensioni non coincidono sempre con una ridotta dimensione dei rischi, come dimostrano i dati sulla diffusione degli infortuni. Ricordiamo che a questi soggetti, solo per quelli nominati dopo il 31 dicembre del 1996, viene richiesta la frequenza a corsi di formazione di minimo 16 ore, organizzati da qualsiasi soggetto senza alcuna prescrizione di requisiti minimi. Proprio questa deregulation sui soggetti formatori e sui requisiti degli stessi, con ricaduta negativa per la qualità della formazione è stata considerata come uno degli aspetti critici del d.lgs 626 (Relazione della Commissione Parlamentare presieduta dall'onorevole Smuraglia, i risultati del Piano Triennale di Monitoraggio sull'applicazione della 626 effettuato dalle Regioni).

### **3. La norma transitoria**

Pur essendo incentrato, il D.lgs 195, sui parametri della formazione e del titolo di studio, non potevano essere trascurate le diverse situazioni di fatto determinatesi con il regime precedente e basate sulla esperienza maturata, prima che sul titolo di studio. Da questo punto di vista sono state, pertanto, prese in considerazione due diverse situazioni rispettivamente nel primo e nel secondo comma, dell'art. 3 del D.lgs 195.

- a) La prima riguarda la possibilità di poter continuare a svolgere l'attività di addetto o responsabile del SPP per coloro che sono privi del titolo di studio previsto (diploma di istruzione secondaria superiore), purchè in servizio nelle suddette funzioni da almeno sei mesi dalla data di entrata in vigore del decreto legislativo 195. Poiché il decreto è entrato in vigore il 13 agosto del 2003 l'attività deve essere incominciata prima del 13 febbraio 2003 ed essere ancora in corso alla data dell'entrata in vigore della legge. Questo concetto è stato ribadito dalla citata circolare del Ministero del Lavoro n. 39 del 3 dicembre 2003, per cui restano escluse dalla sanatoria pregresse attività anche corpose,

ma interrotte prima dell'entrata in vigore del decreto. Gli stessi soggetti devono, comunque, conseguire un attestato di frequenza ai corsi di formazione di cui al comma secondo dell'art. 8bis (Senza la formazione per i responsabili prevista dal comma 4?). I molteplici risvolti applicativi che si vanno delineando con una norma transitoria piuttosto confusa è auspicabile che trovino una risposta univoca nell'atto di indirizzo della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato e le Regioni.

- b) La seconda situazione presa in considerazione nel comma secondo dell'art. 3 del d.lgs 195, riguarda coloro che avendo il titolo previsto sono stati nominati dopo il 13 febbraio 2003, in mancanza ancora dei corsi previsti dal comma 2 dell'art. 8bis. Questa fattispecie, essendo già passato l'anno dall'entrata in vigore del decreto, entro cui doveva essere emanato l'atto di indirizzo sui requisiti minimi di questi corsi, si va ampliando quotidianamente, soprattutto per le nuove aziende che hanno comunque l'obbligo di effettuare le nomine degli addetti e dei responsabili del SPP. Per coprire parzialmente il debito formativo di queste figure, la norma transitoria ha previsto comunque, la frequenza di corsi di formazione con i requisiti di cui al decreto del Ministero di Lavoro e della salute del 16 gennaio 1997, organizzati *"da enti e organismi pubblici o da altri soggetti ritenuti idonei dalle Regioni"*. Non deve sfuggire l'importanza di questa specificazione riguardante i soggetti formatori. In essa si mette una limitazione significativa, non presente nel regime precedente, individuando enti pubblici e altri soggetti (anche privati) purchè ritenuti idonei dalle regioni.

#### **4. L'orientamento delle Regioni: indirizzi e requisiti minimi**

Alla definizione della posizione delle regioni su questa materia ha lavorato nei mesi scorsi un tavolo tecnico congiunto costituito dal Coordinamento Tecnico Interregionale Prevenzione nei luoghi di lavoro (Assessorati alla sanità), dal Coordinamento Tecnico interregionale per la Formazione (Assessorati al Lavoro ed alla Formazione), in stretta collaborazione con rappresentanti dell'Inail e dell'Ispesl. Il documento elaborato è stato successivamente portato alla attenzione della Conferenza Per i Rapporti tra lo Stato e le Regioni, previa approvazione degli assessori e dei Presidenti delle regioni (settembre 2004) e lì giace in attesa del confronto con i rappresentanti dello Stato.

Gli elementi di fondo che hanno ispirato l'elaborazione del documento sono così sintetizzabili:

- la numerosità dei soggetti destinatari (addetti e Rsp);
- la capacità e i requisiti professionali riferiti ai rischi specifici e alle relative attività lavorative;
- la necessità di due tipologie di percorsi, da un lato per chi non ha alcuna competenza specifica, dall'altro per chi ha maturato esperienze pregresse lavorative e formative;
- la negativa valutazione dell'esperienza formativa del precedente regime;

Volendosi orientare sui contenuti e le ore relative di formazione, gli estremi di riferimento in questo scenario erano rappresentati, da una parte dal decreto del 16 gennaio 1997 "Individuazione dei contenuti minimi della formazione dei lavoratori, degli RLS, dei datori di lavoro che possono svolgere direttamente i compiti del SPP" e dall'altra dai corsi triennali di diploma di laurea, per esempio dei Tecnici della Prevenzione.

Inoltre, considerazione non secondaria riguardava il diverso fabbisogno che si poteva valutare per un addetto o responsabile di SPP, in relazione alle dimensioni dell'azienda, in relazione ai rischi specifici presenti e alla tipologia dell'attività lavorativa. Ben sapendo che azienda piccola non è sinonimo sempre di rischio moderato.

Un'altra preoccupazione presente era quella di non forzare eccessivamente il sistema formativo inducendo nei datori di lavoro la tentazione di avvalersi della facoltà di cui all'art. 10 del 626, quale scorciatoia per l'autosemplificazione degli obblighi. Tendenzia che purtroppo stiamo registrando, anche a causa del prolungarsi di questo periodo di vacatio di legge.

#### *4.1 L'orientamento delle Regioni: i contenuti*

Per quanto riguarda i contenuti e l'articolazione delle attività dei corsi di formazione per RSPP e ASPP sono stati previsti due **moduli A e B**, il primo considerato di formazione di base della durata di 28 ore, il secondo di formazione tecnica specifica per settore produttivo, adeguato alla natura dei rischi presenti sul luogo di lavoro e relativi alle attività lavorative, della durata variabile da 8 a 68 ore.

Solo per i responsabili dei SPP è stato invece previsto un **modulo C** con riferimento ai contenuti indicati nel comma 4 dell'art. 8bis, tra cui quelli di natura ergonomica e psico-sociale, della durata di 24 ore.

In sostanza per un nuovo responsabile di SPP si andrebbe da un minimo di 60 ad un massimo di 120 ore se appartenente ad un settore lavorativo a maggiore presenza di fattori di rischio. Un tentativo di modulare il carico formativo non astrattamente ma in relazione ai rischi specifici e relativamente alle attività lavorative, come indicato dal decreto legislativo 195, grazie alla flessibilità del modulo B.

Il modulo B si articola in macrosettori costruiti tenendo conto dell'analogia dei rischi presenti nei vari comparti in base alla classificazione dei settori ATECO. Nel sistema ATECO sono rappresentate tutte le tipologie lavorative, mediante una classificazione ad albero che consente di andare a ricercare la propria attività lavorativa nel raggruppamento di riferimento. Nella proposta vengono declinati contenuti e tempi complessivi che devono essere applicati per la formazione tecnica specifica del macro-settore corrispondente. La durata di questo modulo è stata definita in relazione alla entità e natura dei rischi, mentre la definizione quantitativa dei singoli argomenti da trattare all'interno del macro-settore, è lasciata agli enti formatori.

#### *4.2 L'orientamento delle Regioni: requisiti minimi*

Questa parte del documento delle regioni si è giovata della proficua collaborazione con il Coordinamento tecnico della formazione, spesso facendo riferimento o rin-

viando ai sistemi regionali di regolazione della formazione. Materia questa, è bene ricordarlo, di esclusiva competenza delle regioni. Sono stati forniti indirizzi sulla metodologia di insegnamento, sulla valutazione degli apprendimenti, sul riconoscimento delle certificazioni e sulla organizzazione dei corsi:

- Numero dei partecipanti per ogni corso: massimo 30.
- Individuazione di un Responsabile del progetto formativo.
- Assenze ammesse massimo 10% del monte orario previsto per ogni modulo.
- Tenuta del registro di presenza da parte del soggetto che realizza il corso.

L'accertamento dell'apprendimento, tramite varie tipologie di verifiche finali viene effettuato da una Commissione di docenti interni che formula il proprio giudizio in termini di valutazione globale e redige il relativo verbale. Le Regioni sulla base di tale verbale rilasciano l'attestato previsto dal d.lgs 195.

#### *4.3 L'orientamento delle Regioni: i soggetti formatori*

I soggetti formatori vengono individuati al comma 3 del decreto legislativo 195, come già riportato in precedenza. Si tratta di un elenco piuttosto ampio e sovrabbondante, in alcuni casi di non facile comprensione: le Regioni e Province autonome, le università, l'Inail, l'Ispepl, l'Istituto Italiano di Medicina Sociale, il Dipartimento dei Vigili del fuoco, del soccorso pubblico e della difesa civile, l'Amministrazione della Difesa, la Scuola Superiore della pubblica amministrazione, le associazioni sindacali, dei datori di lavoro e dei lavoratori, gli organismi paritetici. Oltre a questi soggetti viene prevista la possibilità di allargare l'elenco ad altri enti, in sede di Conferenza stato-Regioni. Su questo punto l'orientamento unanime è stato quello di non indicarne di altri, definendo invece dei criteri che il soggetto che richiede di essere ammesso tra i soggetti formatori riconosciuti deve avere:

- a) Accreditarsi in conformità al modello di accreditamento definito in ogni Regione e Provincia autonoma ai sensi del D.M. 166/01 ovvero rispondere ai requisiti previsti dal regime di autorizzazione definito in ogni Regione e Provincia Autonoma. Le Regione e/o Province autonome hanno competenza esclusiva ai sensi del Titolo V della Costituzione in tema di formazione professionale e alla luce di tale competenza hanno definito sul proprio territorio il sistema di autorizzazione delle attività di formazione professionale a finanziamento pubblico e privato.
- b) Dimostrare di possedere esperienza almeno quadriennale maturata in ambito di prevenzione e sicurezza sul lavoro.
- c) Dimostrare di disporre di docenti con esperienza almeno biennale in materia di prevenzione e sicurezza sul lavoro.

## **5. Conclusioni**

L'applicazione del dlgs 195 rappresenta certamente un passaggio di rilievo nel completamento e miglioramento del sistema aziendale della sicurezza. Molti sostengono che la definizione dei requisiti professionali degli addetti e dei responsabili accentui



la loro responsabilità nella gestione della sicurezza, soprattutto nei confronti del datore di lavoro, che ha il dovere di scegliere bene colui che deve supportarlo in questa non semplice partita. Rimane fuori da questo aggiornamento della norma la formazione dei datori di lavoro che scelgono di svolgere in proprio le competenze dei RSPP, lasciando scoperta proprio l'area delle piccole e piccolissime imprese, così numerosa in Italia e soprattutto bisognosa di saperi e di saper fare, come ci ricordano i dati infortunistici. Resta al momento aperto il confronto con lo Stato partendo da queste proposte avanzate dalle Regioni con la collaborazione degli istituti centrali Inail e Ispesl. Confronto che ci auguriamo arrivi subito a conclusione onde evitare ulteriori ritardi della messa a regime di questo nuovo modello che ha ridefinito i requisiti professionali degli addetti e dei responsabili del SPP.

#### **Bibliografia**

CTIPLL, La proposta delle Regioni in attuazione dell'art. 8 bis del dlgs 626/94 e succ. mod.

BACCHINI F., Il dlgs n.195/2003: riflessioni e spunti critici, ISL 2003, n.10

MINISTERO DEL LAVORO, circolare n. 39 del 3 dicembre 2003

SOPRANI P., TADDIA G., I nuovi requisiti professionali degli RSPP, ISL 2003, n.9

## **Organizzazione del lavoro in Viticoltura**

**LORETTA MONTOMOLI\*, SERGIO ARDISSONE\*\*, DANIELA COLOMBINI\*\*\*, MICHELE FANTI\*\*\*\*, CLAUDIA MENICHETTI\*, ANGELA RUSCHIONI\*\*\*\*\*, PIETRO SARTORELLI\***

\*DIPARTIMENTO DI MEDICINA CLINICA E SCIENZE IMMUNOLOGICHE - SEZIONE DI MEDICINA DEL LAVORO - UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SIENA - Via Tufi, 1 - Siena - Tel.: 0577/586750 - E-mail: sartorelli@unisi.it

\*\* COORDINATORE TECNICI DELLA PREVENZIONE - SERVIZIO PREVENZIONE E SICUREZZA AMBIENTE DI LAVORO - A.S.L. 19 - ASTI

\*\*\*UNITA' DI RICERCA EPM, CEMOC\_ICP - Via Riva Villasanta 11 - Milano - Tel: 02/31810080 - E-mail: epmdaniela@tiscali.it

\*\*\*\*LIBERO PROFESSIONISTA - ERGONOMO - www.studiofanti.net

\*\*\*\*\* DIRETTORE SPSAL - A.S.U.R. Zona Territoriale 7 - Via C. Colombo, 106 - Ancona

*RIASSUNTO: L'attività agricola, è soggetta, come qualsiasi altra attività umana, a infortuni ed a malattie professionali. In Italia, precedentemente all'entrata in vigore dei D. L.gs 277/91, 626/94 e 25/02, i lavoratori agricoli erano esclusi dall'obbligo di sorveglianza sanitaria. In agricoltura, insieme ai rischi professionali più conosciuti (vibrazioni meccaniche, rumore, rischio chimico e cancerogeno, rischio biologico e da radiazione solare), un posto rilevante è sicuramente occupato dai rischi derivanti dalla movimentazione manuale dei carichi e dai movimenti ripetitivi degli arti superiori. Scopo dello studio era quello ottenere indici di esposizione per gli arti superiori e per il rachide in viticoltura, utilizzando le check list OCRA, relativamente ai movimenti ripetitivi, e il metodo NIOSH per la movimentazione manuale dei carichi. Studiando l'organizzazione del lavoro (numero di addetti, compiti lavorativi, ore/mese per compito lavorativo), abbiamo ottenuto il mansionario annuale per ogni addetto. Sono stati, quindi, analizzati i compiti lavorativi presenti in tale attività e la loro esecuzione nei mesi dell'anno.*

*I risultati preliminari indicano relativamente ai movimenti ripetitivi degli arti superiori, indici di rischio elevati sia in compiti di preparazione e manutenzione del vigneto (tendifilo) che nel compito di potatura secca, e indici di rischio medio per la vendemmia. Relativamente alla movimentazione manuale dei carichi, le fasce di rischio variano, per la vendemmia da fascia verde per l'addetto a terra, a fascia gialla per gli addetti (di sesso maschile e sesso femminile) su trattore. La successiva fase di valutazione clinica sarà fondamentale per individuare le patologie degli arti superiori e del rachide più frequenti in viticoltura.*

### **1. Introduzione**

L'attività agricola, è soggetta, come qualsiasi altra attività umana, a infortuni ed a

malattie professionali. In Italia, precedentemente all'entrata in vigore dei D. L.gs 277/91, 626/94 e 25/02, i lavoratori agricoli erano esclusi dall'obbligo di sorveglianza sanitaria.

Il comparto agricolo nazionale si contraddistingue dagli altri settori produttivi perché, nonostante il fortissimo calo di addetti negli ultimi 40 anni, nello stesso periodo vi è stato un notevole aumento degli infortuni in rapporto agli occupati ed alle ore annualmente lavorate. Il lavoro agricolo è sicuramente più rischioso per varie peculiarità e complessità delle lavorazioni, quali ad esempio il tipo e la forma di conduzione delle aziende (nel 1998 il 97,6% delle aziende agrarie italiane era condotta direttamente dal coltivatore, che nell'82,1% dei casi si avvaleva solo di manodopera familiare), l'orografia del territorio nazionale caratterizzato da declivi anche accentuati (il 35,2% della superficie agricola è in montagna, il 41,6% in collina e solo il 23,2% in pianura), la molteplicità e eterogeneità dei lavori, colturali e non, che influiscono sulle mansioni e sull'esposizione ai fattori di rischio (nel corso della stessa giornata possono variare il tipo di lavoro, il luogo di svolgimento e la tecnologia impiegata), l'esposizione a fattori climatici, anche estremi, la stagionalità delle operazioni colturali e delle attività connesse, non sempre adattabili alle esigenze umane etc) (Regione Toscana, 2003).

In agricoltura, insieme ai rischi professionali più conosciuti (vibrazioni meccaniche, rumore, rischio chimico e cancerogeno, rischio biologico e da radiazione solare), un posto rilevante è sicuramente occupato dai rischi derivanti dalla movimentazione manuale dei carichi e dai movimenti ripetitivi degli arti superiori.

Nella letteratura internazionale gli studi nei lavoratori agricoli sulla frequenza dei disturbi e delle patologie muscolo-scheletriche dell'arto superiore correlati con il lavoro (UE-WMSDs) e del rachide da movimentazione manuale dei carichi sono scarsi, probabilmente in parte per la minore medicalizzazione delle popolazioni agricole rispetto a quelle industriali.

Negli ultimi anni però l'interesse per queste patologie si è notevolmente accresciuto sia per i costi derivanti dall'assistenza sanitaria e previdenziale, che dalla mancata produttività e dalle richieste di danno biologico.

Scopo dello studio era quello ottenere indici di esposizione per gli arti superiori e per il rachide in viticoltura; il primo passo necessario per arrivare alla determinazione di tali indici è lo studio dell'organizzazione del lavoro (numero di addetti, compiti lavorativi, ore/mese per compito lavorativo). Partendo dai metodi di produzione della vite e dai compiti lavorativi, si arriva ad ottenere il mansionario annuale per ogni addetto. Gli indici di esposizione sono stati ottenuti utilizzando le check list OCRA (Colombini, 2003), relativamente ai movimenti ripetitivi, e il metodo NIOSH per la movimentazione manuale dei carichi; a tale scopo era primariamente necessario eseguire video-riprese di ogni singolo compito lavorativo.

La raccolta dei dati organizzativi e le video riprese sono state possibili anche grazie alla collaborazione di alcuni Servizi Territoriali di Medicina del Lavoro, delle tre regioni italiane partecipanti allo studio (Toscana, Piemonte e Marche).

## **2. Materiali e metodi**

### **2.1 La vite**

La vite è una pianta rampicante della famiglia delle ampelidacee o vitacee che appartiene all'ordine dei rhamnales. Il genere *Vitis* delle ampelidacee è quello che interessa per la viticoltura, in quanto la legge impone che per la produzione di vino venga utilizzata solo la specie *Vitis Vinifera*.

La pianta della vite ha due cicli biologici:

- il ciclo vitale, che riguarda le varie età della pianta (giovane, adulta, vecchia)
- il ciclo annuale, rappresentato dalle fasi che si succedono ogni anno, suddiviso in tre sottocicli (o fasi fenologiche): attività radicale, sottociclo vegetativo, sottociclo riproduttivo.

E' in genere molto resistente, ma soggetta ad alcune avversità che possono influire negativamente sulla produzione finale e che possono essere classificate in: non parassitarie (gelo invernale e primaverile, grandine, carenza e/o eccesso di minerali, siccità o eccesso idrico, erbicidi, ecc) e parassitarie (malattie provocate da virus, funghi, animali). Alcune condizioni climatiche ne permettono un migliore sviluppo in funzione della produzione di vino di qualità; infatti le temperature medie annue non devono essere inferiori ai 10°C con una media intorno ai 20°C in estate e -1°C in inverno. Inoltre, da non trascurare, la quantità di calore (preferibile una maturazione costante delle uve per ottenere vini profumati ed equilibrati) e il freddo invernale, che favorisce sia la maturazione del legno che l'eliminazione dei parassiti. Altra importante variabile sono le precipitazioni, perché mantengono il terreno umido e favoriscono la maturazione dei frutti, soprattutto se si concentrano in inverno e primavera, con temperature fresche. E' invece dannosa la pioggia che cade durante la fioritura e durante la vendemmia, quando diluisce la concentrazione del succo degli acini. Nei paesi dove fa molto caldo si interviene con irrigazioni, una pratica che in Italia è ritenuta discutibile e addirittura vietata in Francia. Per quanto detto finora circa l'importanza dei fattori climatici e orografici risulta chiaro il motivo per cui ogni paese si è specializzato nella produzione di determinate tipologie di vino: le zone molto calde danno uve zuccherine e con poca acidità e quindi vengono prodotti vini liquorosi; le zone più fredde danno uve con meno zuccheri e maggiore acidità, quindi vini meno alcolici e più acidi; le zone a clima intermedio, come la Francia centrale e l'Italia settentrionale si caratterizzano per la produzione di vini rossi e bianchi di corpo pieno. L'ultimo parametro da prendere in considerazione è dato dal microclima che è determinato dal sistema di potatura, dall'inerbimento del terreno, dalla distanza tra le piante, dalla distanza tra i filari e dalla distanza delle piante dal terreno. Il tendone, ad esempio protegge le piante dall'eccessiva insolazione ma allo stesso tempo ne diminuisce la capacità di maturazione delle uve.

### **2.2 Ecosistema vitivinicolo**

I fattori che influenzano la coltivazione di un vigneto, come precedentemente detto, sono legati al territorio e al clima, ma i singoli componenti sono armonizzati dall'in-



tervento dell'uomo. Le regole più importanti per una moderna viticoltura sono rappresentate: dall'elevata densità di impianto, dalla bassa e concentrata forma di allevamento, dal basso numero di gemme per ceppo e dal basso numero di acini sul grappolo. Per ottenere un vino di qualità la scelta del vitigno è legata al territorio dove avverrà la produzione (i vini migliori sono infatti quelli che si ottengono da uve perfettamente integrate nell'ambiente pedoclimatico). Quindi per produrre sotto una denominazione è obbligatorio per legge impiantare vitigni autorizzati e/o raccomandati nella misura ammessa e soprattutto privilegiare le coltivazioni autoctone: la tendenza attuale è quella di ricorrere a vitigni internazionali, più facili da impiantare e più costanti produttivamente, ma per una vitivinicoltura di qualità il punto di riferimento è rappresentato da vitigni qualitativi italiani.

La scelta dei cloni migliori dovrà portare a una produzione bassa, a grappoli più piccoli e compatti e ad una maggiore concentrazione di sostanze da estrarre durante la vinificazione.

La vite dà uve migliori in collina piuttosto che in pianura: l'inclinazione del suolo o giacitura, assicura un migliore drenaggio, un maggiore impatto dei raggi del sole e conseguentemente una maggiore attività vegetativa e una migliore maturazione dei frutti. Più si procede verso nord, più dovrà aumentare la pendenza. A parità di latitudine e di giacitura conta poi l'esposizione (i vigneti orientati a sud godono di una maggiore esposizione al sole). Nella scelta della posizione del vigneto va poi tenuto conto del tipo di vitigno: tanto più il clima è freddo tanto più verranno scelte uve a maturazione precoce.

La vite si adatta a qualsiasi tipo di terreno ma lo stesso vitigno non dà uve uguali se coltivato in terreni dalle caratteristiche differenti. Sono quindi importanti le caratteristiche del suolo, del sottosuolo, il grado di acidità del terreno e il colore del suolo (suoli di colore scuro si riscaldano e favoriscono la maturazione del frutto; quelli chiari sono più freddi, ritardano la maturazione e quindi favoriscono vini di maggiore acidità). In sostanza la natura del terreno influisce sulle caratteristiche del vino: i terreni sabbiosi daranno vini scarichi di colore e di estratto ma delicati e fini; i terreni calcarei generano vini ricchi di alcol e profumi, i terreni ciottolosi danno vita a vini alcolici e di elevata qualità, i terreni un po' argillosi portano a vini longevi, ricchi di estratto e acidità.

In collina sono utilizzate soprattutto le sistemazioni a *girappoggio* o trasverso, cioè filari che sono paralleli alla cima e frenano il dilavamento; se la pendenza è considerevole si può ricorrere ai *terrazzamenti*, in caso di pendenze meno forti (minori del 20%) si può scegliere la sistemazione a *ritocchino* che segue in modo perpendicolare la linea da monte a valle.

Ognuna di queste sistemazioni tende ad evitare il dilavamento del terreno (cioè l'erosione da parte dello scorrimento delle acque) e a favorire la meccanizzazione delle potature e della raccolta. Ma a tal fine, oltre alla sistemazione del vigneto i vignaioli adottano anche altri accorgimenti: la pratica dell'*inerbimento* consiste nel far crescere nella vigna erbe che impediscono il dilavamento del terreno e nei terreni umidi

permettono l'utilizzo dei macchinari senza che questi schiaccino il terreno rendendolo troppo compatto. La *pacciamatura* consiste nel coprire il terreno con materiale organico come paglia e pula in modo da limitare l'evaporazione e incrementare la struttura del terreno aumentando così la penetrazione della pioggia. Altra tecnica è quella del *sovescio*, cioè la coltivazione di piante leguminose che seminate tra agosto e dicembre vengono interrate in primavera.

Un parametro fondamentale per determinare la densità di impianto per ettaro è il sesto di impianto, cioè la distanza tra i filari e tra le piante di un filare, che influisce sulla qualità del vino perché la densità obbliga le piante ad entrare in competizione e ad affondare le radici nel sottosuolo per trovare spazio vitale. La pianta vegeta di meno, matura meglio i grappoli ed il sottosuolo, più ricco di sali minerali, determina una maggiore qualità del vino. La densità ottimale per una viticoltura di qualità è comunemente indicata è di 6-7000 ceppi per ettaro.

### *2.3 Forme di allevamento*

I sistemi di allevamento della vite sono numerosi e classificati per: a) altezza del tronco (bassa, media, alta); b) altezza dei capi a frutto (potatura corta [cordone speronato, alberello], potatura media/mista [guyot], potatura lunga c) sviluppo dei tralci (orizzontale, verticale, inclinato).

Relativamente ai tipi di potatura, nel *cordone speronato* il fusto della pianta può arrivare a un metro di altezza, cioè la potatura è fatta in modo da far sviluppare un andamento orizzontale su un filo di ferro sul quale si trovano gli speroni (o tralci). Altro metodo di potatura corta è l'*alberello* (30-40cm da terra) in cui vengono allevate alcune branche che portano ciascuna uno o più speroni, con una o due gemme.

Il *guyot* è una tecnica di potatura media/mista, che prende il nome dallo studioso francese che lo ha ideato. Sul fusto alto 50-80cm vengono lasciati uno sperone con 2 gemme e un capo a frutto con 10-12 gemme o meno. Durante la potatura si asporta il vecchio capo a frutto (taglio del passato), mentre dei 2 germogli formati dalle 2 gemme lasciate sull'altro sperone, quello più vicino al ceppo è accorciato a 2 gemme (taglio del futuro) e l'altro, destinato alla produzione (taglio del presente), viene legato orizzontalmente ad un filo di ferro.

altri sistemi di allevamento sono rappresentati dal *sylvoz*, adatto alle grandi produzioni, che prevede un tralcio orizzontale alto da cui si dipartono i rami fruttiferi arcuati verso il basso, e dalla *pergola*, nome questo con cui si indicano numerose forme di allevamento che hanno come caratteristica di base quella di formare un vero e proprio tetto vegetale.

### *2.4 Compiti lavorativi*

L'attività lavorativa nei singoli mesi dell'anno è legata alle diverse fasi di sviluppo della vite. Infatti, l'evolversi delle stagioni scandisce i ritmi di lavoro.

La descrizione dei compiti lavorativi presenti nella viticoltura e i corrispondenti mesi di esecuzione sono schematizzati in Tab. 1.

*Gennaio*: la pianta della vite è in quiescenza e quindi le operazioni agronomiche sono essenzialmente rivolte alla preparazione del terreno, alla preparazione e manutenzione della struttura portante e alla ripresa vegetativa della pianta.

La lavorazione del terreno viene effettuata meccanicamente con uso di trattori e ha lo scopo sia di favorire un maggiore accumulo di acqua negli strati profondi del terreno che permettere la concimazione dello stesso.

Inoltre in questo periodo iniziano le operazioni di diserbo del filare, finalizzate principalmente a diminuire la competizione radicale che le piante infestanti attuano a detrimento della vite, ma anche a evitare che la vegetazione sul terreno faciliti il ristagno di umidità e aumenti la possibilità di danni da freddo ai giovani germogli in caso di brinate.

Alcune aziende in questo mese effettuano anche il taglio delle ramificazioni dalle viti madri per la produzione delle cosiddette "barbatelle", per la propagazione delle quali si utilizza la tecnica dell'innesto. Gli elementi sono il porta-innesto o piede, cioè la porzione della pianta provvista di apparato radicale, e la marza, una porzione di tralcio con una o più gemme, che si salda all'innesto. I metodi di innesto più conosciuti sono due:

- doppio spacco inglese utilizzato nell'Italia del Centro/Nord (si effettua al tavolo);
- alla maiorchina (a gemma) utilizzato soprattutto nell'Italia meridionale e insulare; si esegue direttamente in campo.

COMPITI LAVORATIVI	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
Preparazione terreno (scasso)												
Preparazione e manutenzione struttura portante (armatura vigna, palatura e tendifili)												
Protezione colture con reti												
Concimazione terreno												
Lavorazione manuale terreno (zappatura)												
Lavorazione terreno con trattore												
Irrigazione meccanica												
Diserbo												
Trattamento vigne con fitofarmaci												
Taglio viti madri												
Estirpazione viti vecchie												
Sostituzione fallanze												
Piantagione meccanica (foro e piantina)												
Piantagione (successiva fase manuale)												
Prepotatura meccanica da trattore												
Potatura secca con pinza manuale												
Potatura secca con pinza pneumatica												
Potatura secca con pinza elettrica												
Eliminazione sarmenti manuale												
Eliminazione sarmenti automatica												
Stralciatura												
Legatura e piegatura secca												
Potatura verde (spollonatura, scacchiatura, spedonatura, sfogliatura)												
Legatura tralci e palizzamento												
Asportazione femminelle (sfemminellatura)												
Cimatura tralci												
Diradamento uva												
Vendemmia manuale senza trattore												
Vendemmia manuale con trattore												
Vendemmia meccanica												

**Tab. 1 - Compiti lavorativi effettuati in viticoltura nei diversi mesi dell'anno**

Per favorire la ripresa vegetativa della pianta, vengono eseguite sia la potatura secca che la stralciatura. Entrambe queste operazioni sono finalizzate ad eliminare tutti i tralci secchi (sarmenti) e possono essere effettuate sia manualmente che meccanicamente.

Tale operazione oltre a ripulire il vigneto, condiziona primariamente lo sviluppo vegetativo che la pianta avrà nel corso dell'anno in funzione della quantità di gemme (occhi) che vengono lasciate sul capo a frutto.

*Febbraio:* la pianta di vite è ancora in quiescenza. Continua la potatura secca iniziata nel mese di gennaio e la concimazione del terreno per favorire l'apporto di sostanze nutritive (azoto, potassio e fosforo) necessarie per favorire il risveglio vegetativo. Inoltre viene effettuata la cosiddetta sostituzione delle fallanze, cioè la sostituzione delle piante morte durante l'anno sia nei vecchi vigneti che, in alcuni casi, in vigneti

giovani che, non avendo apparato radicale ben sviluppato, risentono di eventuali carenze idriche dei periodi estivi.

Altre due importanti operazioni che iniziano in questo mese sono la piegatura e la legatura del capo a frutto, operazione che ha influenza sia sulla vigoria della pianta, che sull'altezza alla quale si verranno a formare i grappoli. Vengono in genere effettuate utilizzando la mano dominante o una "macchinetta", mentre l'altra mano favorisce l'operazione.

Per predisporre l'impianto di un nuovo vigneto dopo la scelta del terreno e del vitigno, mediante l'uso di mezzi meccanici (estirpatrici, ruspe ed escavatori) si esegue lo scasso del terreno, cioè si tracciano i filari, gli interfilari e le capezzagne (strade di accesso in terra battuta lungo le testate dei campi) e si sistemano i tutori e i fili di ferro su cui appoggerà la vite.

*Marzo:* è il mese in cui si verifica il cosiddetto "pianto della vite": alcune goccioline di linfa fuoriescono dai tralci recentemente potati e ciò è segno di risveglio. In questo periodo, prima del germogliamento, continuano le operazioni precedentemente dette e, per i nuovi impianti, inizia la piantagione (sia meccanica che manuale) delle viti.

*Aprile:* le gemme della pianta sono ancora piccole e deboli (maggior rischio di gelate tardive). Continua la legatura dei capi a frutto iniziata nel mese di marzo e viene effettuata una particolare operazione definita sovescio. Questa è un'antica pratica colturale contadina con cui il favino seminato nel mese di novembre tra i filari della vite viene sfalciato e interrato nel suolo. Tale operazione è tuttora in uso perché il favino, pianta leguminosa, apporta forti quantità di azoto al terreno, oltre ad abbondante sostanza organica.

*Maggio:* tutta l'energia della pianta viene sfruttata nell'accrescimento di tralci e foglie: è il periodo di maggiore vigoria vegetativa della vite. In questo mese iniziano le operazioni di spollonatura, scacchiatura, spedonatura e sfogliatura. Si tratta di operazioni manuali con le quali si eliminano dal tronco della vite tutti i germogli che, non essendo sul capo a frutto, porterebbero via energia e sostanze ai tralci principali. Inoltre è prevista un'ulteriore lavorazione meccanica del terreno per arieggiare superficialmente il suolo e eliminare l'eventuale presenza di erbe spontanee tra i filari.

*Giugno:* è il mese in cui generalmente si verifica sia la fioritura che l'allegagione (passaggio da fiore a frutto) ed è uno dei periodi in cui la vite ha maggior bisogno di acqua e di sostanze nutritive. Sono previste varie operazioni, tra cui la legatura verde, cioè fissaggio dei tralci della vite, ormai ben rigogliosi, ai fili di sostegno della struttura portante del filare e il diradamento verde, cioè l'eliminazione dei germogli in eccedenza sulla vite, al fine di regolare in maniera ottimale la quantità di uva per singola pianta.

*Luglio:* i piccoli grappoli, ancora verdi, aumentano di dimensione. La pianta in questo periodo sopporta meglio eventuali carenze d'acqua. Continua la legatura verde delle viti iniziata nel mese di maggio e vengono effettuate le operazioni di cimatura verde e sfemminellatura, cioè il taglio delle parti superiori dei singoli tralci nonché dei tralci secondari (femminelle) che, sviluppandosi dai tralci principali non portano

frutto e tolgono energia alla pianta. Questa è un'operazione effettuata manualmente o anche meccanicamente e permette alla vite di concentrare le risorse nutritive sulla parte iniziale del tralcio, dove sono presenti i grappoli. E' prevista, inoltre, un'ulteriore lavorazione meccanica del terreno per eliminare eventuali piante erbacee in competizione nutritiva con la vite e per favorire l'arieggiamento del suolo (eliminazione sarmenti).

*Agosto:* l'andamento climatico di questo mese è fondamentale per il risultato della vendemmia. Dal momento dell'invaiaura (cambiamento del colore del grappolo) la pianta ha bisogno di sole e di temperature elevate per la maturazione dei grappoli ma, considerato il grande sforzo vegetativo, la vite sopporta male gli stress idrici. Eventuali carenze d'acqua possono infatti portare a blocchi momentanei dell'accrescimento e quindi a una maturazione non equilibrata di tutte le componenti dell'uva. Termina l'operazione di cimatura iniziata nel mese di luglio e viene effettuato il diradamento dei grappoli.

*Settembre:* è il mese più importante dell'anno, in cui la maturazione e l'affinamento qualitativo delle uve raggiunge il suo apice. La stabilità del tempo in questo periodo è fondamentale in quanto l'eventuale presenza di piogge può ritardare la maturazione e compromettere irrimediabilmente la qualità dell'uva. La vendemmia occupa tutto il mese di settembre

*Ottobre:* a seconda dell'andamento climatico dei mesi di agosto e di settembre, anche il mese di ottobre può essere per buona parte dedicato alla vendemmia. Alla fine di quest'ultima, è in genere effettuata una lavorazione precoce del terreno per prepararlo alla semina del favino e per permettere alle piogge (normalmente abbondanti in questa fase dell'anno) di penetrare negli strati profondi del terreno.

*Novembre:* la pianta di vite inizia a perdere le foglie ed entra nella fase di quiescenza. Viene seminato il favino per il sovescio, seminando nell'interfilare e lasciando incolto il successivo. *Dicembre:* inizia l'inverno e la vite è in totale quiescenza. Non sono previsti interventi sulla pianta, ma il vigneto non cessa mai di avere bisogno del lavoro dell'uomo. Sono quindi previste operazioni di cura e consolidamento della struttura del vigneto, vengono sostituiti e/o rinforzati i pali lungo il filare e, dove opportuno, vengono tesi i fili portanti. Tale operazione, che viene effettuata durante tutto l'anno è necessaria ogni anno perché nel corso della stagione la struttura può essere danneggiata dalle operazioni agronomiche, dal peso della vegetazione nonché dagli eventi atmosferici.

Nella Tab. 2 sono riportati i compiti lavorativi sopradescritti con i rischi professionali ritenuti presenti. In tutti i compiti lavorativi, sono presenti rischi derivanti dall'esposizione solare e dal microclima, nonché da posture incongrue, in quanto il lavoro si svolge esclusivamente all'aperto e spesso con atteggiamenti posturali non idonei.

Relativamente al rischio da movimentazione manuale dei carichi e da movimenti ripetitivi dell'arto superiore, l'associazione con i singoli compiti lavorativi è stata valutata direttamente su campo, mediante video riprese delle lavorazioni.

### **3 Valutazione del rischio**

Il metodo utilizzato per la valutazione del rischio da movimenti ripetitivi è quello elaborato presso il EPM, CEMOC noto anche come modello di analisi OCRA (Occupational Repetitive Actions) (Colombini, 2000), mentre per la valutazione del rischio da movimentazione manuale dei carichi è stato utilizzato il metodo NIOSH.

Nella Tab. 3 è riportata una prima stima dei risultati ottenuti in seguito a valutazione del rischio da movimenti ripetitivi dell'arto superiore e da movimentazione manuale dei carichi.

#### *3.1 Progetti futuri*

L'obiettivo futuro dello studio è rappresentato dal completamento della valutazione dello rischio per tutti i compiti lavorativi analizzati e per altri compiti evidenziati (ad esempio il lavoro in cantina) ma non ancora valutati. Successivamente utilizzando i dati organizzativi forniti dalle singole aziende sarà selezionata la popolazione (circa 120 addetti) da sottoporre a valutazione clinica sia per disturbi muscolo-scheletrici che per patologie occupazionali da sovraccarico biodinamico degli arti superiori.

Sarà utilizzato un questionario per la raccolta dei sintomi (dolore, fastidio, parestesie, ipostenia, edema, limitazione funzionale), della loro localizzazione (collo, spalla, gomito, mano-polso) e delle modalità di comparsa in relazione all'attività lavorativa (epoca di insorgenza, arresto-ripresa in relazione al turno di lavoro, al fine settimana, alle ferie) (Lucchini, 2003). Sarà quindi rilevata la presenza di eventuali patologie extraprofessionali, (quali lesioni post-traumatiche, artrosi, artrite reumatoide, malattie immunologiche e metaboliche) che possano determinare disturbi sovrapponibili.

I soggetti selezionati in base ai risultati del questionario, saranno sottoposti a visita da parte del medico del lavoro allo scopo di identificare eventuali patologie. A tale scopo verrà messo a punto un protocollo di visita specialistica di screening in grado di indirizzare la diagnosi dei più comuni quadri clinici di possibile origine professionale (quali spalla dolorosa semplice e conseguente spalla irrigidita, epicondilita, epitrocleeite, sindrome del solco epitrocleeo-oleocranico, igromi acuti e cronici delle borse sinoviali, tendinite e tenosinoviti del polso-mano, sindrome del tunnel carpale, sindrome del canale di Guyon). Allo scopo di una migliore definizione diagnostica in casi selezionati verranno eseguiti accertamenti strumentali di secondo livello, quali l'ecografia muscolare e/o tendinea (in grado di fornire indicazioni sul tipo, l'origine e la cronicità del danno) e l'elettro-neuromiografia (indicata per lo studio delle strutture nervose a livello del polso e del gomito).

COMPITI LAVORATIVI	VIBRAZIONI WHOLE BODY	RISCHIO CHIMICO	RUMORE	ESPOSIZIONE SOLARE	MICROCLIMA	RISCHIO CANCEROGENO	RISCHIO BIOLOGICO	MOV. MANUALE CARICHI	MOV. RIPETITIVI ARTI SUP.	POSTURE INCONGRUE
Preparazione terreno (scasso)										
Preparazione struttura portante - palizzamento (armatura vigna)										
Manutenzione (sostituzione) struttura portante ( palatura e tendifili)										
Protezione colture con reti										
Concimazione terreno										
Lavorazione manuale terreno (zappatura)										
Lavorazione terreno con trattore										
Irrigazione meccanica										
Diserbo										
Trattamento vigne con fitofarmaci										
Taglio viti madri										
Estirpazione meccanica viti vecchie										
Sostituzione fallanze										
Piantagione meccanica (foro e piantina)										
Piantagione (successiva fase manuale)										
Prepotatura meccanica da trattore										
Potatura secca con pinza manuale										
Potatura secca con pinza pneumatica										
Potatura secca con pinza elettrica										
Eliminazione sarmenti manuale										
Eliminazione sarmenti automatica										
Stralciatura										
Legatura e piegatura secca										
Potatura verde (spollonatura, scacchiatura, spedonatura, sfogliatura)										
Legatura tralci e palizzamento										
Asportazione femminelle (sfemminellatura)										
Cimatura tralci										
Diradamento uva										
Vendemmia manuale senza trattore										
Vendemmia manuale con trattore										
Vendemmia meccanica										

Tab. 2 - Compiti lavorativi e rischi professionali associati

Il confronto tra le diverse popolazioni studiate consentirà di valutare il variare dell'intensità del sovraccarico biodinamico nell'ambito delle stesse mansioni svolte in tipologie di vigneto differenti, nonché l'eventuale differenze di prevalenza di disturbi e di UE-WMSDs in relazione all'intensità dell'esposizione.



Compito lavorativo		Valore check list OCRA	Fasce di rischio	NIOSH	Fasce di rischio
Tendifili manuale	Arto Dx	35	Elevato		
	Arto Sx	33	Elevato		
Potatura secca vite media	Arto Dx	22,0	Medio		
	Arto Sx	13,5	Medio		
Potature secca vite alta	Arto Dx	28,0	Elevato		
	Arto Sx	21,0	Medio		
Potatura secca vite a pergola	Arto Dx	33,0	Elevato		
	Arto Sx	31,0	Elevato		
Taglio uva	Arto Dx	14	Medio		
Raccolta uva	Arto Sx	17	Medio		
Vendemmia – addetto a terra				0,73 (I.S.)	Accettabile
Vendemmia – addetto su camion sesso maschile				0,82 (I.S.C.)	Limite
Vendemmia – addetto su camion sesso femminile				0,99 (I.S.C.)	Limite

**Tab. 3 - Risultati valutazione del rischio da movimenti ripetitivi degli arti superiori**

#### 4 Conclusioni

L'analisi dei compiti lavorativi che caratterizzano il lavoro in viticoltura ci ha permesso di conoscere le singole fasi dove è presente sia un rischio da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori che un rischio da movimentazione manuale dei carichi. La raccolta dei dati organizzativi di ogni azienda ci permetterà di valutare il rischio degli addetti a seconda del compito lavorativo e delle ore lavorate per ognuno di questi.

La successiva fase di valutazione clinica sarà fondamentale per individuare le patologie degli arti superiori e del rachide più frequenti in viticoltura.

#### Bibliografia

COLOMBINI D E COLL: Le affezioni muscolo-scheletriche degli arti superiori e inferiori come patologie professionali: quali e a quali condizioni. Documento di Consenso di un gruppo di lavoro nazionale. Med Lav 94: 312-329, 2003

COLOMBINI D, OCCHIPINTI E, GRIECO A: La valutazione e la gestione del rischio da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori. Franco Angeli Editore, Milano, 2000

LUCCHINI R E COLL: Protocollo di sorveglianza sanitaria di lavoratori esposti a movimenti ripetitivi dell'arto superiore. Med Lav 94: 395-404, 2003

REGIONE TOSCANA: Igiene e sicurezza in agricoltura. Ed. ARSIA - 2003

## ***Utilizzo dei sistemi di simulazione dell'ergonomia nella progettazione di una linea di montaggio.***

**NICASSIO VITO ROCCO - NARDONE PAOLO**

BOSCH TECNOLOGIE DIESEL E SISTEMI FRENANTI - via degli oleandri n.10  
Modugno (BA) - Tel.080.5879433-9303 - vitorocco.nicassio@it.bosch.com /  
paolo.nardone@it.bosch.com

**RIASSUNTO:** *Il presente studio si propone di illustrare le fasi di progettazione di una linea di montaggio per pompe di iniezioni diesel, sviluppata dagli specialisti di Bari, con una metodica innovativa per il gruppo Bosch. Si evidenzieranno inoltre i vantaggi ottenuti in termini di riduzione dei tempi di messa in servizio dei macchinari, di performance produttiva, di qualità del prodotto; e tutto ciò senza scendere a compromessi con l'ergonomia del posto di lavoro.*

*La progettazione è una combinazione di metodi teorici di analisi delle attività di lavoro di tipo classico ed una simulazione dal vero delle attività.*

*L'analisi teorica è stata avviata dapprima con il calcolo dei tempi predeterminati, usando il sistema MTM (metod-time-measurement), che fornisce il carico di lavoro fisico e mentale dell'operatore. Questi dati sono stati analizzati e rielaborati con un supporto grafico tridimensionale. Il risultato è stato il dimensionamento del posto di lavoro ed la definizione dello spazio vitale da destinare all'utente finale. Sempre lavorando a livello teorico è stata sviluppata l'analisi del rischio per le patologie degli arti superiori e per la colonna vertebrale. In questa fase sono stati comparati vari strumenti tra cui la Check list OCRA e il multitask Niosh. La fase teorica è stata completata con questi risultati.*

*Sulla base dei disegni teorici è stato realizzato un modello in scala reale delle stazioni di lavoro. Per ridurre i tempi di costruzione e garantire un facile adattamento sono stati utilizzati il legno e il cartone.*

*Il risultato ottenuto è stata una copia fedele del progetto finale sul quale simulare dal vero i cicli di lavoro. Così facendo si possono eliminare tutte le imperfezioni che si scoprono solo alla consegna ed alla messa in servizio di un macchinario ideato e progettato su carta.*

*Questo, perchè le più recenti linee di sviluppo dell'ergonomia sono orientate alla valutazione dell'esigenze, del comportamento e delle aspettative di coloro che effettivamente utilizzano o potranno utilizzare un determinato prodotto, ambiente o servizio.*

### **1. Introduzione**

La Tecnologie Diesel e Sistemi Frenanti SpA produce componentistica auto ed in particolare pompe di iniezione diesel (common rail) e sistemi frenanti. Fa parte del gruppo Bosch, noto nel mondo per la innovazione e qualità dei suoi prodotti, che



spaziano dalla termotecnica alla automazione industriale.

Sono Bosch i componenti pneumatici, idraulici ed elettrici ed i software per l'automazione industriale, la carpenteria per l'assemblaggio delle postazioni di lavoro e gli accessori come ad esempio le sedie e le lampade, per il comfort degli operatori.

Lo stabilimento di Bari è stata scelta come lead plant per la produzione della nuova generazione di pompe ad alta pressione, denominata CPIH, ed in questo contesto è stato creato un team di esperti di progettazione e di ergonomia per la progettazione di linee di montaggio per l'assemblaggio delle pompe CPIH.

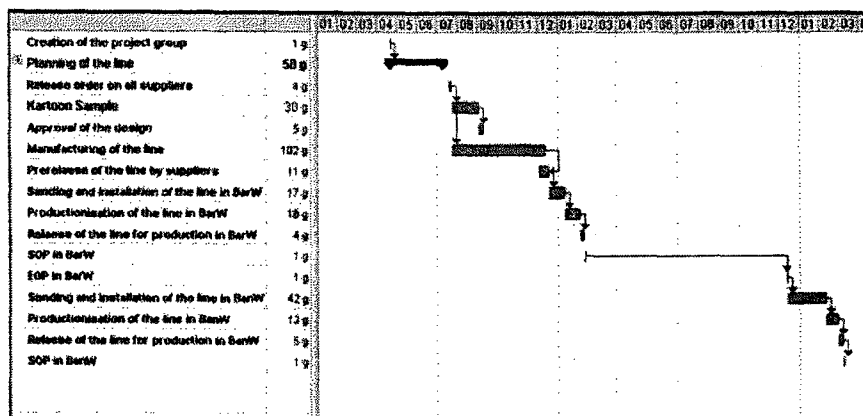
Il gruppo è stato formato da:

- un project manager per il coordinamento dei lavori e i rapporti con fornitori esterni;
- un gruppo di progettisti meccanici, elettrici e software;
- un responsabile meccanico per la scelta della componentistica meccanica da utilizzare sulle macchine;
- un responsabile elettrico per la componentistica elettrica e software;
- un tecnico analista tempi e metodi, la cui funzione è stata quella di sostituire nella fase progettuale l'utente finale, preventivare e monitorare i tempi ciclo delle macchine durante tutta l'evoluzione del progetto;
- un esperto ergonomo per il dimensionamento delle attrezzature, l'organizzazione dell'ambiente di lavoro e la valutazione dei rischi fisici;
- un disegnatore per curare il layout dell'ambiente all'interno del quale verrà montata la linea di montaggio;
- un esperto di logistica per lo studio dei flussi dei materiali e il dimensionamento dei magazzini destinati al deposito dei componenti da assemblare;
- il responsabile della sicurezza per assicurare che in fase progettuale sia rispettate tutte le norme in materia di sicurezza sul lavoro;
- il medico competente per supporto sulle tematiche di sua pertinenza.

Come tutti progetti destinati alla produzione, i tempi di realizzazione sono stati molto ristretti.

Ad aprile del 2004 è stato formato il gruppo di lavoro e si sono gettate le basi per partire il progetto.

Sviluppato un planning per le attività, vedi grafico n.1, il ritmo del lavoro è stato cadenzato cercando di rispettare le tappe fissate.



**Tab.1 - Planning delle attività**

Il lavoro che ha richiesto più tempo e che ha condizionato le numerose scelte tecniche è stata la pianificazione delle attività per l'operatore, in quanto unico elemento non prevedibile, con numerose variabili da considerare e attorno al quale, come un sarto, bisognava costruire la linea.

### *1.1 Progettazione teorica*

La fase di sviluppo del concetto di assemblaggio di un prodotto si basa generalmente sui dati di capacità e produttività della linea, definita a livello di tempo ciclo. Il tutto supportato dalla esperienza già maturata nell'esercizio delle linee di montaggio del modello di pompa precedente CPI. A differenza delle linee precedenti era richiesta inoltre una variazione sostanziale, consistente nella eliminazione del nastro trasportatore motorizzato con un sistema di trasferimento manuale delle pompe.

Questa ultima variante, suggerita dai sistemi di assemblaggio di fattura nipponica (chaku-chaku), ha condizionato notevolmente la tipologia di lavoro degli operatori, abituati in precedenza ad attività statiche con un impegno fisico solo a carico degli arti superiori.

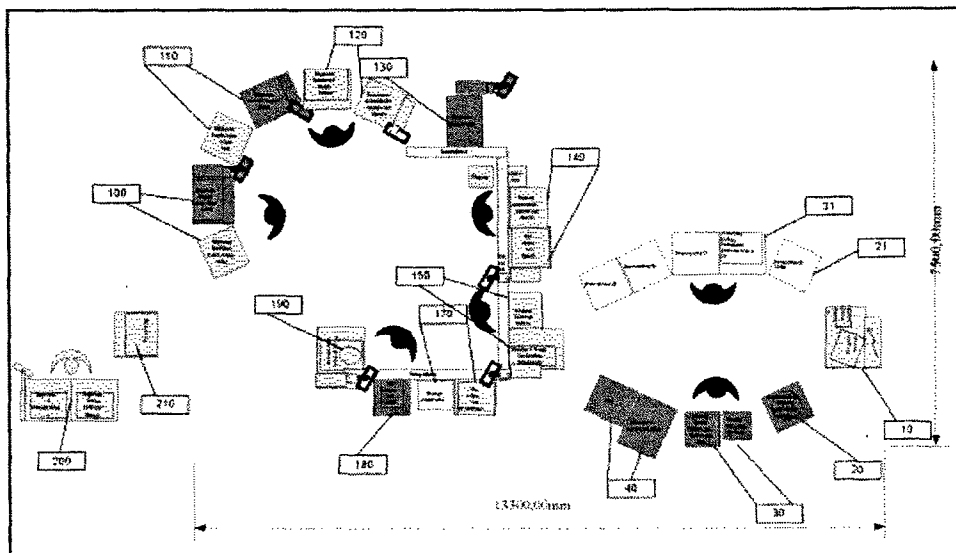
La gestione del componente da assemblare sulla linea, che a causa della mancanza del nastro e quindi di un buffer per polmonare la produzione, l'operatore si ritrova nell'eseguire una attività con flusso teso sotto l'influenza del ritmo della macchina.

Il secondo step è stata la definizione dei processi e la loro successione all'interno della linea, lavoro puramente tecnico, ma che trova nell'ergonomo e nell'analista dei validi alleati.

Il loro apporto tecnico, in questa fase, è consistito nell'organizzare la manualità del pezzo, al fine di ridurre il numero di prese e rotazioni durante i trasferimenti e i successivi piazzamenti nelle attrezzature.

Una volta definiti i processi sono state scelte il tipo di attrezzature meccaniche ed

elettriche necessarie all'esecuzione del processo e conseguentemente le dimensioni delle postazioni e quindi il layout delle postazioni di lavoro.



**Fig. 1 - Primo layout della linea CP1h**

In questa fase, il compito dell'ergonomo è stato di esplicitare il carico di lavoro per gli operatori prendendo in considerazione gli eventuali rischi per gli arti superiori e la colonna vertebrale. Innescando così un circolo virtuoso di ottimizzazione delle postazioni di lavoro, al fine di ottimizzare l'ergonomia, con il supporto dei progettisti e del responsabile della sicurezza.

Questo processo di miglioramento continuo ha condotto il team a dimensionare e disegnare con sistemi di grafica tridimensionale tutte le attrezzature di lavoro e le strutture portanti delle stazioni di assemblaggio.

Ed è in questa fase, forti dell'esperienza pregressa, che s'inserisce l'idea della simulazione in scala 1:1 della linea, con la quale si è cercato di eliminare i ritardi e le imperfezioni che si manifestano in fase di start up degli impianti.

## *1.2 Metodologie utilizzate*

### *1.2.1 Sviluppo della procedura MTM*

La procedura - MTM (Methods-Time-Measurement = Metodi di misurazione del tempo) è stata sviluppata, provata industrialmente e pubblicata nel 1948, dagli scienziati americani di ergonomia

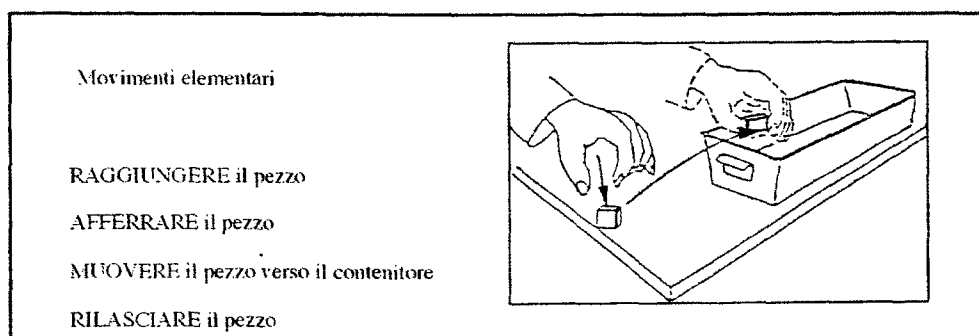
H. B. Maynard, J. L. Schwab, G. J. Stegemerten.

L'applicazione della procedura MTM presso Robert Bosch è dal 1964, regolata in

modo dettagliato in un accordo quadro aziendale.

Impulsi sostanziali per lo sviluppo vennero da F. W. Taylor (1856 - 1915) e da F. B. Gilbreth (1868 - 1924). Gilbreth constatò che, il tempo di realizzazione per un'operazione svolta da parte di operatori con uguale allenamento, uguale idoneità e uguale sforzo entro limiti ragionevoli, dipendeva unicamente dal metodo utilizzato. Nella procedura MTM elementare, i cicli di movimenti vengono suddivisi in movimenti elementari, infatti dallo studio e dalle numerose riprese effettuate da Gilbert si è rilevato, che circa 80 - 85 % delle operazioni manuali constano dei seguenti 5 movimenti elementari:

- raggiungere;
- afferrare;
- muovere;
- posizionare;
- rilasciare.



**Fig. 2 - Ciclo di movimenti elementari**

I movimenti elementari vengono influenzati da diversi fattori di influenza.

Nel caso di RAGGIUNGERE un oggetto, il movimento è influenzato dalla distanza dell'oggetto dal punto di partenza della mano e dalla sua dimensione, posizione e stato fisico.

I movimenti elementari vengono quindi codificati e tabellati, in questo modo è possibile trascriverli rapidamente.

Hinlangen - R - (Reach)								
Beweg. Länge in cm	Normalwerte in TMU							Beschreibung der Fälle
	R-A	R-B	R-C	R-E	mR-A R-Am	mR-B R-Bm	m- Wert für B	
bis 2	2,0	2,0	2,0	2,0	1,6	1,6	0,4	A Hinlangen zu einem alleinstehenden Gegenstand, der sich immer an einem genau bestimmten Ort befindet, in der anderen Hand liegt oder auf dem die andere Hand ruht.
4	3,4	3,4	5,1	3,2	3,0	2,4	1,0	
6	4,5	4,5	6,5	4,4	3,9	3,1	1,4	
8	5,5	5,5	7,5	5,5	4,6	3,7	1,8	
10	6,1	6,3	8,4	6,8	4,9	4,3	2,0	
12	6,4	7,4	9,1	7,3	5,2	4,8	2,6	B Hinlangen zu einem alleinstehenden Gegenstand, der sich an einem von Arbeitsgang zu Arbeitsgang veränderten Ort befindet.
14	6,8	8,2	9,7	7,8	5,5	5,4	2,8	
16	7,1	8,8	10,3	8,2	5,8	5,9	2,9	
18	7,5	9,4	10,8	8,7	6,1	6,5	2,9	
20	7,8	10,0	11,4	9,2	6,5	7,1	2,9	
22	8,1	10,5	11,9	9,7	6,8	7,7	2,8	C Hinlangen zu einem Gegenstand, der mit gleichen oder ähnlichen Gegenständen so vermischt ist, daß er ausgewählt werden muß.
24	8,5	11,1	12,5	10,2	7,1	8,2	2,9	
26	8,8	11,7	13,0	10,7	7,4	8,8	2,9	
28	9,2	12,2	13,6	11,2	7,7	9,4	2,8	
30	9,5	12,8	14,1	11,7	8,0	9,9	2,9	
35	10,4	14,2	15,5	12,9	8,8	11,4	2,8	D Hinlangen...
40	11,3	15,6	16,8	14,1	9,6	12,8	2,8	
45	12,1	17,0	18,2	15,3	10,4	14,2	2,8	
50	13,0	18,4	19,6	16,5	11,2	15,7	2,7	
55	13,9	19,8	20,9	17,8	12,0	17,1	2,7	
60	14,7	21,2	22,3	18,9	12,8	18,5	2,7	
65	15,6	22,6	23,6	20,0	13,6	19,9	2,7	
70	16,5	24,0	24,7	21,1	14,4	21,3	2,7	

Fig. 3 - Estratto dalla carta dei valori temporali standard

Ad ogni movimento elementare è attribuito un valore temporale fisso, il corrispondente valore di tempo è denominato TMU (Time-Measurement-Unit) e viene determinato attraverso i fattori d'influenza e l'ordine di grandezza, dal rapporto:

$$1 \text{ TMU} = \frac{1}{100\,000} \text{ di ora}$$

TMU	Sec.	Min.	Ora
1	0,036	0,0006	0,00001
27,8	1	-	-
1.666,7	-	1	-
100.000	-	-	1

Tab. 2 - Tabella di conversione TMU

In relazione con i movimenti elementari ed i loro fattori d'influenza è possibile rilevare il tempo predeterminato dalla carta dei valore temporali standard MTM. Attraverso la somma dei singoli valori di tempo di un ciclo di movimenti si ottiene il tempo nominale per la sua realizzazione.

The image shows a screenshot of a software interface for MTM (Method Time Measurement) analysis. At the top, there are several input fields and buttons for setting up the analysis, including fields for 'Nome', 'Cognome', 'Data', 'Mese', 'Anno', and 'Ora'. Below these fields is a large table with multiple columns. The columns are labeled with various movement codes and their corresponding time values. The table is organized into several sections, with the first section containing the most detailed data. The data includes movement names, codes, and time values in seconds. The table is quite dense with text and numbers, and it appears to be a standard output for an MTM analysis.

Fig. 4 - Esempio di analisi MTM

### 1.2.2 Strumenti per le valutazioni ergonomiche

La tipologia delle attività lavorative all'interno dell'azienda prevedono numerosi compiti con cicli ripetitivi ed è per questa tipologia di mansioni che, per ottimizzare i movimenti dell'operatore bisogna analizzarli minuziosamente.

La sequenza per tale valutazione prevede l'applicazione di uno o più strumenti per il calcolo del rischio a cui è sottoposto un operatore durante lo svolgimento di una particolare attività.

In riguardo, in letteratura sono presenti numerosi strumenti in grado di valutare e quantificare il livello di rischio a cui viene sottoposto un operatore, ma non esiste attualmente un modello universale per la quantificazione del rischio.

Nell'applicazione specifica per la progettazione della linea di montaggio è stata applicata una procedura che prevede l'uso della CHECK-LIST OCRA per una prima approssimazione del rischio degli arti superiori e il metodo NIOSH per valutare il rischio della colonna vertebrale.

La CHECK- LIST OCRA (Dipartimento di Traumatologia e Medicina del Lavoro di Milano) consiste in un modello sintetico di analisi che fornisce una valutazione preliminare del rischio a carico degli arti superiori sottoposti a compiti ripetitivi.

La scelta dell'utilizzo di tale strumento, rispetto all'OCRA index (Occupational Repetitive Action) che rappresenta un indice sintetico per il calcolo dei fattori di rischio



lavorativo che determinano patologie muscolo-scheletriche ed il cui indice è il rapporto tra il numero di azioni tecniche effettive, svolte dagli arti superiori e il numero ideale delle azioni (30 azioni/minuto) ridotto mediante degli indici correttivi, risiede nella rapidità e nella semplicità anche in fase progettuale, con la quale è possibile valutare l'indice di rischio traendo i dati dalla analisi MTM-1. Il livello di intervento corrispondente al risultato ottenuto è suddiviso in quattro fasce di rischio.

Il metodo prevede l'analisi di cinque fattori ai quali viene assegnato un valore numerico direttamente proporzionale al livello di rischio.

I fattori presi in esame sono:

- il fattore tempi di recupero all'interno della mansione, tempi o attività che per la loro tipologia permettono un recupero fisico dell'operatore;
- il fattore frequenza, ovvero numero di azioni tecniche (movimenti che determinano un lavoro a carico di un arto), eseguite in un minuto;
- il fattore forza, l'impegno muscolare richiesto per un particolare movimento, il cui valore è determinato in base al peso dell'oggetto movimentato o alla intensità di forza impiegata;
- il fattore postura, posizione assunta dagli arti superiori il cui valore è determinato oltre che dalla tipologia di postura assunta ma anche dal tempo di mantenimento;
- il fattore rischi complementari, presenza all'interno della mansione di attrezzature (es. utensili che generano vibrazione) o situazioni particolari (es. lavori di precisione o ritmo del lavoro) che nel tempo possono essere elementi di rischio per l'operatore.

Per il rischio relativo alla colonna vertebrale, lo studio è stato eseguito utilizzando la formula del multi-task NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) questa infatti permette di ottenere un risultato molto più realistico rispetto all'equazione per l'analisi del rischio calcolato con il Niosh per il singolo compito.

Sviluppato per le analisi di ergonomia, permette di analizzare attività lavorative con più di 10 compiti ripetitivi e differenti fra di loro.

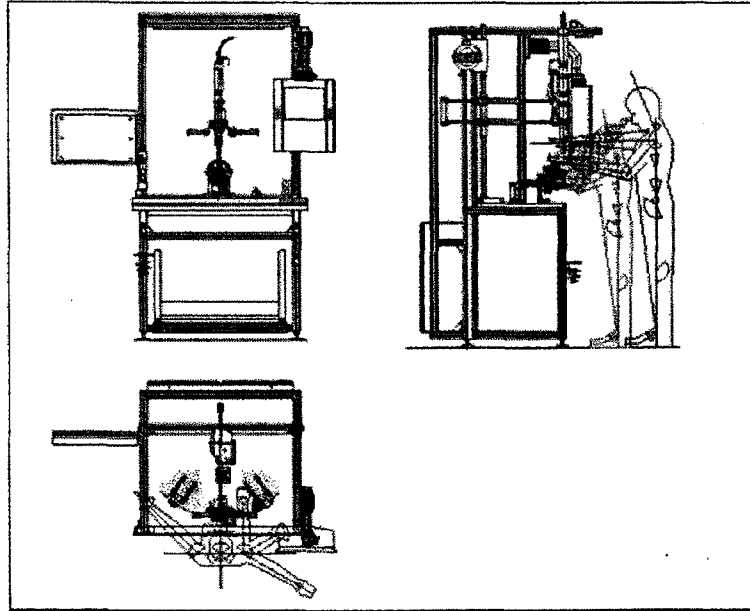
L'equazione calcola l'indice di rischio dal peso limite raccomandato per ogni singolo compito analizzato, ridotto mediante indici correttivi relativi alla distanza di presa, all'altezza di partenza e di arrivo, alla rotazione del busto, al tipo di presa e alla frequenza dei movimenti cumulata durante l'esecuzione della movimentazione del carico.

## **2. Risultati**

Partendo dalla bozza e ponendo al centro dello studio l'utente finale, considerando i vincoli posti in fase di idealizzazione quali:

- l'assenza del nastro di trasporto;
- la necessità di una linea flessibile in grado di variare la produzione al variare del personale;

l'idea iniziale, attraverso diversi step, ha subito una serie di trasformazioni.



**Fig. 5 - Esempio di studio ergonomico con la visualizzazione bidimensionale**

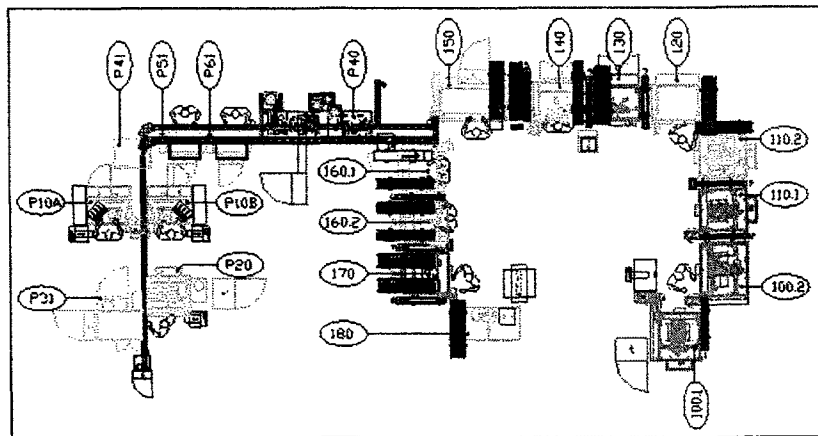
Dopo i processi e la prima progettazione di massima, il primo passo è stato l'ottimizzazione dell'ergonomia delle postazioni di lavoro nell'ottica della variabilità umana. Lo studio e il miglioramento delle postazioni per il dimensionamento delle altezze e delle distanze di presa, è stato eseguito utilizzando modelli di dimensioni diversi e corrispondenti alla media delle altezze degli operatori maschili e femminili presenti all'interno dell'azienda, la cui caratteristica è quella di avere per ogni arto e parte del corpo il corrispondente angolo di movimento, evitando così di superare i limiti degli angoli caratteristici dell'uomo.

Il secondo step è stato l'aggiornamento dei tempi con il metodo MTM-1 per:

- la definizione del tempo di produzione del prodotto;
- carico del lavoro dell'operatore, ovvero la saturazione delle attività;
- introduzione all'interno del ciclo di lavoro di pause tali da permettere un recupero fisico sufficiente alla riduzione del rischio dell'insorgere di patologie a carico degli arti superiori;
- bilanciamento delle azioni tecniche fra arto destro e arto sinistro;
- creazione di un ciclo di fabbricazione per la determinazione degli eventuali abbinamenti tra postazioni.

Il terzo passo è stata la definizione del layout che, parallelamente ai passaggi sopra elencati ha subito una serie di trasformazioni attraverso le quali è stato possibile definire:

- la grandezza di superficie libera da destinare ad ogni operatore per garantirgli uno spazio sufficiente negli spostamenti;
- le distanze tra le postazioni e quindi il numero di passi che ogni operatore dovrà compiere durante lo svolgimento delle proprie attività, in caso di abbinamento fra più postazioni;



**Fig. 6 - Layout prima della linea di cartone**

- gli spazi da destinare agli operatori addetti alla manutenzione, l'accesso alla postazione;
- definire la grandezza dei magazzini e la loro locazione all'interno dell'area destinata alla linea;
- definire il flusso delle parti da assemblare durante la distribuzione sulla linea da parte del personale preposto;
- spazi per le manovre di eventuali transpallet e attrezzatura per la movimentazione dei carichi.

Il passaggio successivo è stata la valutazione, mediante l'utilizzo della check list OCRA, del rischio a cui gli arti degli operatori sono sottoposti durante l'attività lavorativa (vedi Tab.3).

L'applicazione del modello, in fase di pianificazione è stato possibile solo attraverso l'uso del calcolo dei tempi predefiniti MTM-1.

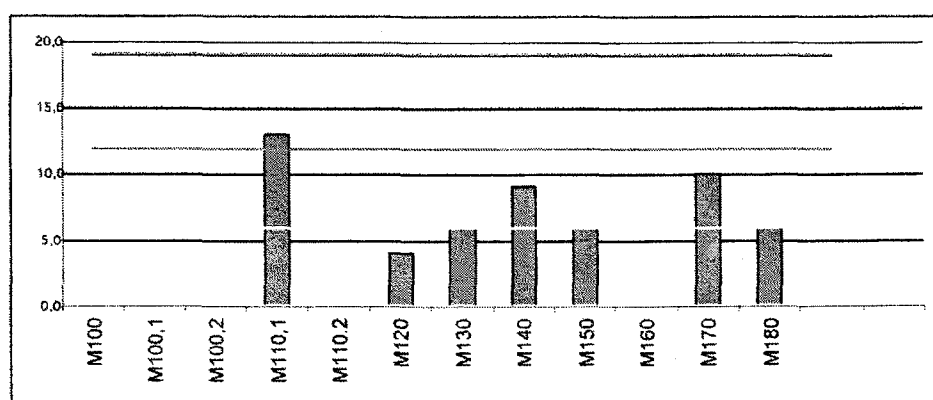
Per il numero di pause all'interno del turno, è stata utilizzata la normale distribuzione delle pause applicato sulle altre linee di montaggio.

La frequenza dei movimenti e quindi il calcolo delle azioni tecniche per ciclo, è stata ricavata dalla analisi dell'MTM.

L'applicazione della forza, durante lo svolgimento del ciclo, non avendo a disposizione l'operatore a cui sottoporre la scala di Borg è stata stimata rapportando il tempo necessario per lo svolgimento di una data attività con il tempo ciclo complessivo della postazione in esame.

La postura dell'operatore, si è ottenuta applicando ai modelli bidimensionali nei disegni costruttivi delle postazioni le distanze di presa previste dall'analisi del lavoro, mentre il tempo di mantenimento, dall'analisi MTM.

I fattori complementari, come le vibrazioni, il microclima ecc. dai dati tecnici delle attrezzature o dall'esperienza maturata in altri progetti.



**Tab. 3 - Tabella dei valori della Check-list OCRA**

Dato il peso della pompa movimentata, 6,5 kg, si è ritenuto opportuno calcolare l'indice di rischio per la colonna vertebrale mediante l'applicazione del multitask NIOSH (vedi Tab.4).

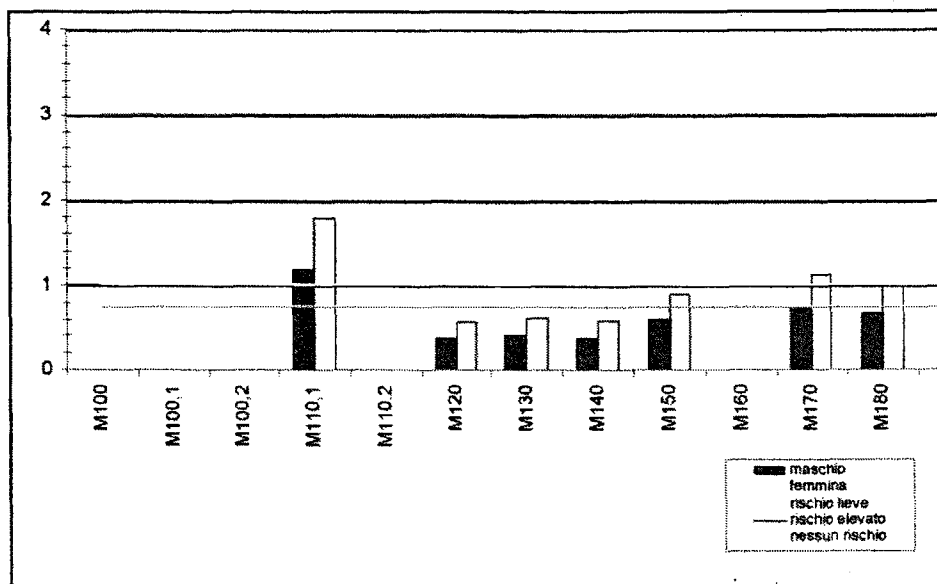
I dati relativi alla distanza di presa, altezza di partenza al momento del prelievo della pompa, e la dislocazione verticale ovvero la differenza fra l'altezza di partenza e l'altezza di arrivo, sono stati ricavati dal disegno.

L'angolo di rotazione del busto nella fase di movimentazione della pompa, è stato ricavato osservando e filmando gli operatori durante lo svolgimento di operazioni simili a quelle pianificate.

Il tipo di presa necessario al sollevamento della pompa è stato ricavato analizzando il prototipo della pompa che verrà assemblata sulla linea.

La frequenza dei sollevamenti dall'analisi MTM.

Il calcolo dell'indice è stato effettuato anche per le donne, essendo queste in azienda 1/3 della popolazione totale.



Tab. 4 - Rischio colonna vertebrale NIOSH

2.1 *Discussione dei risultati*

Mediante l'uso degli strumenti sopra elencati è stato possibile definire una situazione generale della linea che risulta essere non molto grave e in ogni modo accettabile, trattandosi di valori teorici stimati attraverso la lettura delle analisi MTM-1.

Analizzando nel particolare i risultati ottenuti è quindi possibile l'individuazione delle postazioni su cui bisogna effettuare degli interventi tecnici per poter ridurre il rischio agli operatori.

Per quanto riguarda il risultato ottenuto dalla check-list OCRA, su un totale di 7 postazioni esaminate, n. 3 postazioni risultano superare il punteggio della fascia con assenza di rischio, delle quali solo una postazione con rischio medio e due postazioni con rischio lieve.

Analizzando attentamente le relative check list, risulta che per la prima postazione, st 110.2, gli indici che hanno determinato un risultato elevato sono stati il valore attribuito ai tempi di recupero e alla frequenza dei movimenti.

In realtà, la postazione in esame, è un abbinamento fra quattro postazioni uguali fra di loro, ciascuna con un tempo macchina elevato, viene eseguito il piantaggio di alcuni componenti con delle presse.

La somma delle azioni tecniche eseguite su ciascuna postazione e la mancanza di un appropriato recupero a fine ciclo, ha determinato un punteggio di 13 nella check-list. Per le altre, st. 140 e la st. 170, il rischio è determinato dal valore attribuito al solo fattore frequenza, queste infatti sono postazioni che a differenza delle altre hanno un

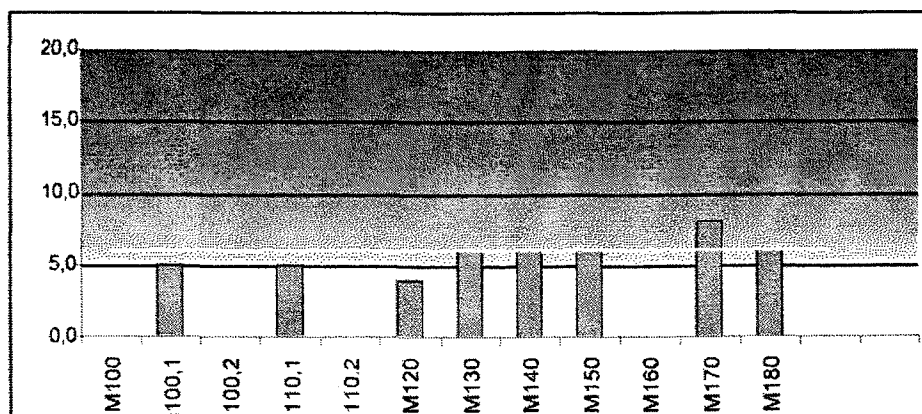
livello di automazione molto basso ed una elevata manualità, trattandosi di postazioni in cui il compito dell'operatore è quello di assemblare diversi componenti fra di loro per poi essere inseriti nella pompa e bloccati, previo inserimento delle viti manualmente, tramite un avvitatore automatico.

Esaminate le cause, la fase successiva è stato lo studio di attrezzature per cercare di eliminare il problema.

Nella st. 110.2, trattandosi di un problema legato alla frequenza dei movimenti dipendente dal tipo di abbinamento, la soluzione è stata quella di distribuire fra n. 2 operatori le attività.

Nelle st. 140 e st. 170 per la riduzione delle azioni tecniche si è pensato di automatizzare la parte relativa al prelievo e all'inserimento delle viti nei componenti da montare.

Riesaminando conseguentemente le postazioni con i relativi provvedimenti si è ottenuto una riduzione del rischio tale da rendere accettabile la condizione di rischio lieve per la st. 170.

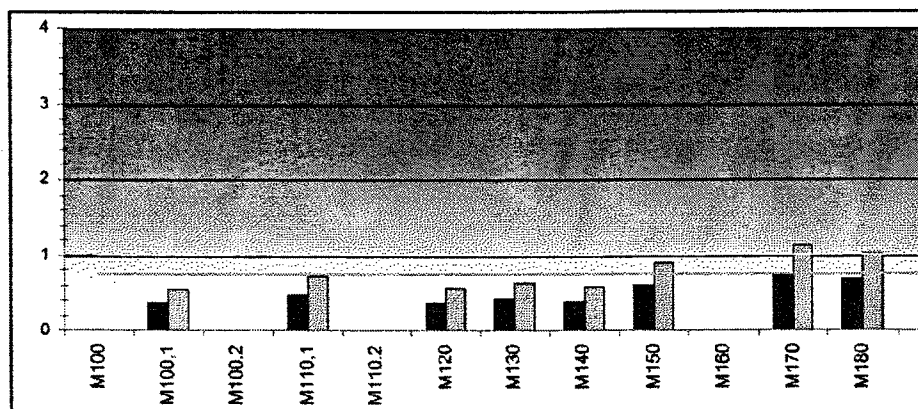


**Tab. 5 - Risultato OCRA dopo il provvedimento alla prima postazione**

La valutazione della colonna vertebrale ottenuta applicando il modello del multi task NIOSH, in prima analisi, ha dato dei risultati complessivamente accettabili, anche se per la situazione relativa alle donne, ha determinato in alcune postazioni un livello di rischio potenziale in fascia media.

La st. 110.2 è stata l'unica postazione ad avere un indice in fascia di rischio medio. Analizzando i valori inseriti nel modello è risultato che gli indici attribuiti alle quote del punto iniziale e finale della movimentazioni erano uguali o prossimi al valore 1, come anche i valori assegnati al tipo di presa e alla rotazione del busto. Il problema era nella frequenza cumulata dovuta ai numerosi sollevamenti effettuati nel ciclo.

La soluzione è stata quindi, quella di ridurre il numero di sollevamenti all'interno del ciclo distribuendo le attività fra due operatori, rafforzando quindi la scelta relativa alla riduzione del rischio per gli arti superiori, nella stessa postazione.



**Tab. 6 - Risultato NIOSH dopo il provvedimento alla prima postazione**

### 3. La creazione del modello

Durante un ciclo di progettazione di una linea di montaggio o comunque di una qualsiasi macchina o attrezzo il cui utente finale è l'uomo, non bisogna dimenticarsi dell'uomo.

Nel mondo industriale è ormai uso comune ascoltare l'utente finale durante la fase di progettazione per poter garantire allo stesso, un prodotto più corrispondente possibile alle proprie necessità.

Lavorando in questa direzione, per la nuova linea di montaggio CPIH si è pensato di costruire un modello, in scala 1:1 di cartone, dai disegni costruttivi.

La simulazione dal vero è uno strumento pratico ed efficace, dai costi contenuti, in grado di aiutare nella progettazione tutte le figure professionali coinvolte, dal progettista al medico competente.

Il modello inserito in un contesto industriale, come quello delle linee di montaggio, è sicuramente unico nel suo genere.

Le postazioni sono state create utilizzando listelli di legno grezzo a sezione quadrangolare per ricreare, ma con materiale più morbido e facile da lavorare, l'estruso di alluminio che viene utilizzato all'interno del mondo BOSCH per la realizzazione di strutture che spaziano dall'attrezzature per l'assemblaggio alle postazioni manuali o automatiche, agli accessori per l'arredamento per ufficio o officina.

Le superfici piane per la posa delle attrezzature e le attrezzature stesse, sono state realizzate in cartone di spessore differente a seconda dell'utilizzo, ma comunque sempre semplice da tagliare e modellare.

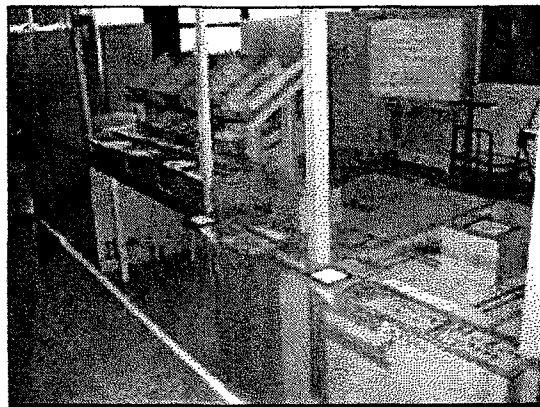
Per ogni postazione, al variare delle attrezzature pianificate e progettate si è scelto il livello di definizione del modello, questo al fine di ridurre i tempi di realizzazione e costi che nel caso specifico sono state di circa 4 settimane per la realizzazione, per un costo complessivo di circa 16.000 Euro, relativamente basso considerando il numero di postazioni; sono state realizzate dodici stazioni con le seguenti dimensioni: 1500 mm di larghezza, 1200 mm di profondità e una altezza di circa 2200 mm.

La scelta di impegnare questo tipo di strada è dettata dall'esperienza pregressa. Infatti, in molte situazioni la fase di personalizzazione e del miglioramento nell'ottica dell'Human Basic ha portato a spese non giustificabili in fase di avvio dell'impianto e a ritardi non pianificati nella produzione dovuta alla corretta formazione dell'operatore.

Attraverso il prototipo si è cercato quindi di:

- analizzare il comportamento del personale ed istruirlo senza incidere negativamente sulla produzione;
- ridurre le perdite di produzione che si hanno nella fase iniziale;
- correggere gli errori che si generano durante la fase di progettazione e che si risolvono solo nella fase di realizzazione dell'impianto;
- personalizzare attorno alla linea di montaggio tutte le attrezzature per l'ingresso in linea del materiale da assemblare e ridurre conseguentemente i tempi di rifornimento e le distanze da coprire con gli arti;
- raccogliere informazioni più dettagliate per l'applicazione dei modelli di analisi per il calcolo dei rischi;

Tutte le informazioni provenienti dalla simulazione diventano così dati di progetto per i costruttori delle postazioni di lavoro.



**Fig. 7 - Parte della linea di cartone**



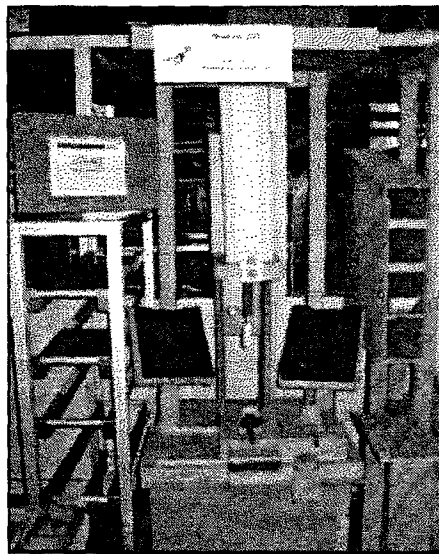
### **3.1 Risultati**

Per l'analisi del lavoro all'interno del simulatore è stato creato un nuovo gruppo di lavoro composto oltre che dall'analista tempi e dall'ergonomo, anche da 4 operatori esperti nelle attività sulle linee di montaggio.

Scopo dell'analisi è stato dettagliare le informazioni che sino a quel momento erano puramente teoriche.

All'interno della linea, installata nell'area in cui era stato previsto il montaggio della linea reale, è stato simulato il montaggio della pompa, cominciando dalla movimentazione delle pedane dei materiali, al fine di verificare la capacità dei corridoi destinati alla distribuzione dei componenti da assemblare.

Avendo inoltre pianificato per tempo tutte le attrezzature relative all'ingresso e all'uscita del materiale da montare, queste sono state assemblate in linea e sono state verificate le quote costruttive e l'accessibilità da parte degli operatori per il carico e scarico dalle rulliere, determinando una nuova disposizione delle attrezzature e quindi la modifica del layout.



**Fig. 8 - Postazione di cartone con rulliere**

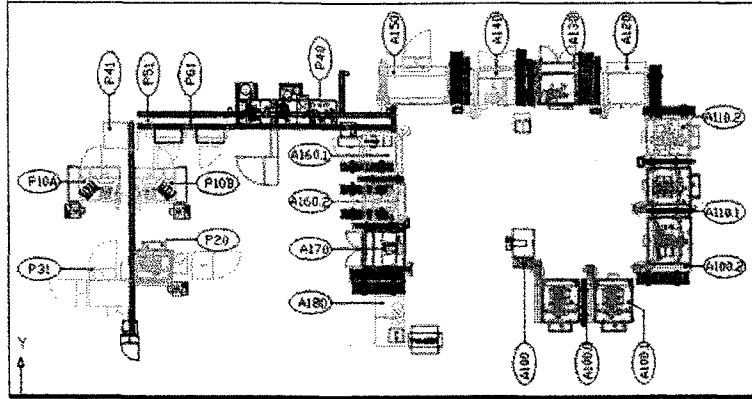


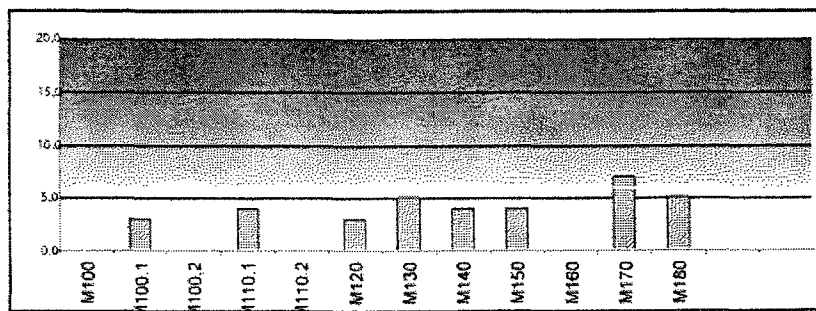
Fig. 9 - Nuovo layout della linea dopo la simulazione in cartone

Dopo aver addestrato il personale alla procedura di montaggio, sono stati testati vari cicli di simulazione. Una volta presa confidenza con le nuove postazioni, l'ergonomo ha verificato i movimenti delle braccia e i relativi percorsi nella movimentazione dei componenti da assemblare e quindi la verifica del numero delle azioni tecniche.

Di conseguenza sono state aggiornate ulteriormente, le analisi MTM-1 e rivisti i risultati delle analisi concernenti i rischi per gli operatori.

Un primo effetto riscontrato è stata una riduzione dei tempi di lavoro relativi alla manodopera, apprezzabile per circa un 10%. In merito ai rischi per gli arti superiori e per la colonna vertebrale, si è verificato un potenziale ulteriore di riduzione degli indici di rischio, tali da considerare il rischio complessivo quasi assente.

Infatti, osservando i movimenti eseguiti dagli operatori nel posizionare la pompa sulle attrezzature, sono stati rivalutati gli indici attribuiti alla postura del polso, che nel caso specifico è la parte dell'arto sottoposto a un maggiore stress ed alle dita (per il tipo di presa utilizzato nella manipolazione dei componenti) ottenendo per ogni postazione una riduzione, nella valutazione finale, di un punto circa.

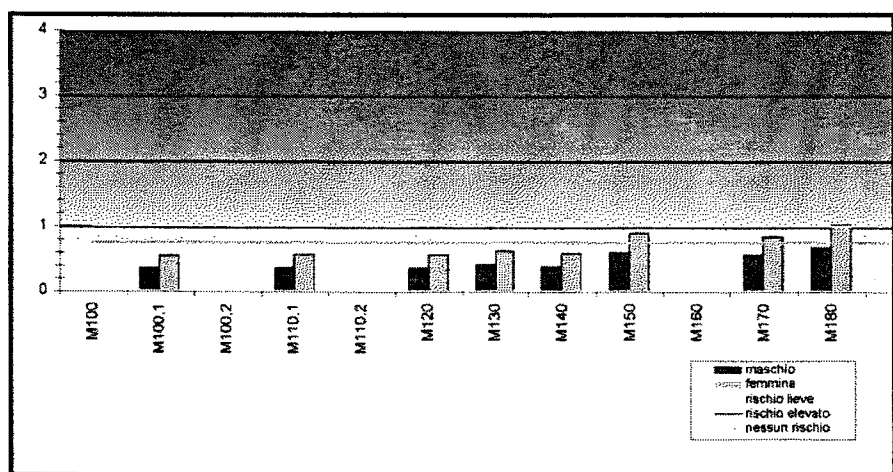


Tab. 7 - Check list OCRA dopo l'intervento

Per le valutazioni dei rischi connessi alla movimentazione dei carichi, la verifica all'interno del simulatore è servita a confermare le quote costruttive relative alla posizione delle attrezzature e alla verifica della presenza di torsioni del busto nei movimenti di scarico e carico delle pompe dalla postazione, che in fase di pianificazione erano stati considerati e per i quali erano stati inseriti all'interno delle postazioni dei supporti supplementari.

Sono state quindi eseguite diverse prove di montaggio con e senza i suddetti supporti ed è stato notato che senza suddetti supporti, l'operatore, per poter movimentare la pompa non effettuava torsioni rispetto al piano sagittale come si era supposto, ma preferiva avvicinarsi maggiormente all'attrezzo posto lateralmente alla postazione, spostandosi con le gambe.

Quindi, dalle valutazioni delle postazioni nelle quali erano state inserite le movimentazioni supplementari sui supporti intermedi, si è ottenuta una ulteriore riduzione di circa 2 punti dalle valutazioni finali, ottenendo un ulteriore miglioramento generale.



Tab. 9 - Valutazione NIOSH dopo l'intervento

### 3.2 Discussione dei risultati

Dall'osservazione del lavoro degli operai sulla linea di cartone è stata raccolta una notevole mole di dati che hanno permesso di migliorare il layout dell'impianto.

I risultati estratti da tale indagine hanno dato esiti imprevisi, paragonabili ai dati che si ottengono generalmente lavorando su una linea reale, tale era infatti, la sensazione generale escludendo ovviamente alcune eccezioni riguardanti i processi automatici. Nella verifica del layout, riguardo gli ingombri generali all'interno dell'area di lavoro, il prototipo ha permesso di eliminare parte degli errori dovuti all'utilizzo dei siste-

mi di grafica bidimensionale, ad esempio la mancanza di spazio per la manutenzione, e di ridurre le dimensioni complessive della linea riducendo le distanze tra le postazioni, lavorando nell'ottica della riduzione del rischio per gli operatori.

Ottimizzazione delle vie a rulli per il rifornimento del materiale con relativo risparmio del materiale da costruzione, estrusi di alluminio e accessori per l'assemblaggio. Nell'ottica della produzione, la riduzione dei tempi relativi alle attività dell'operatore, prevedibile data l'esperienza maturata in questo genere di progetti, ha permesso di determinare con largo anticipo il tempo macchina da attribuire ad ogni processo, garantendo, dopo l'installazione dell'impianto, un ritmo produttivo molto più vicino al tempo ciclo pianificato, riducendo le perdite di produzione iniziali.

I risultati ottenuti con le valutazioni OCRA e NIOSH, ottimi nel complesso, danno l'idea della bontà del progetto e delle soluzioni scelte per migliorare l'ergonomia delle postazioni, indicando la strada da seguire fino all'installazione della linea reale.

#### **4. Conclusioni**

Il lavoro presentato per la progettazione della nuova linea di produzione per le pompe CP1H, della durata di circa un anno, simile nel complesso ad altri studi di progettazione per pompe CP1 e CP3, ha permesso di sviluppare nuove tecniche di studio per il miglioramento della produzione e dell'ergonomia.

Negli studi che hanno preceduto il lavoro per la linea CP1H, sono stati utilizzati sistemi di grafica tridimensionale, all'interno dei quali veniva ricreato l'ambiente di lavoro con le postazioni e le attrezzature, gli operatori con i relativi campi d'azione e il tutto veniva analizzato con i componenti del team di progettazione seduti intorno ad un tavolo.

Mancava l'elemento fondamentale, l'operatore e le percezioni che si acquisiscono solo lavorando su di una linea di montaggio.

Con la nuova tecnica di studio, mediante l'utilizzo della simulazione in scala 1:1, la cui realizzazione in termini di tempo è stata paragonabile alla realizzazione grafica di linee di montaggio simili, ha trasferito lo studio del team, dal tavolo all'impianto.

All'interno del simulatore è stata anche trasferita l'esperienza matura dagli operatori sulle linee di montaggio, contribuendo al miglioramento del layout delle postazioni sulla disposizione dei contenitori per i pezzi e alla manipolazione delle pompe all'interno delle attrezzature, rendendo conseguentemente molto più precise le valutazioni ergonomiche effettuate con OCRA e NIOSH.

Inoltre la scelta di costruire il simulatore in legno e cartone, ha permesso di apportare direttamente sulla postazione le modifiche necessarie al miglioramento delle stesse, utilizzando attrezzature di facile impiego come forbici, cucitrice, martello e chiodi.

Terminato lo studio, i vantaggi ottenuti dall'uso di uno strumento inconsueto come la simulazione, sono stati apprezzabili sin dalla fase di installazione, durante la quale non si sono verificati problemi di mancanza di spazio nell'installare le attrezzature, impianti per l'alimentazione elettrica e pneumatica e gli accessori.

Inatteso, è stato il ritorno economico in termini di produzione ottenuto al termine



della fase di installazione dei software per i processi, la produzione ha raggiunto gli obiettivi pianificati in un tempo ridotto di quasi il 30% rispetto ai metodi tradizionali. La simulazione in cartone, soluzione tecnologica di basso livello, ma da un elevato contenuto di dati e informazioni è stata al momento, all'interno del Gruppo Bosch, un tentativo di ricerca nel campo dell'ergonomia per migliorare le condizioni e l'ambiente di lavoro degli operatori.

#### **Bibliografia**

COLOMBIN DANIELA, OCCHIPINTI ENRICO, GRIECO ANTONIO - La valutazione e la gestione dei rischi da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori. 2000 - Franco Angeli s.r.l.

TEMPLE RICHARD, ADAMS TERRY - Ergonomic Analysis of a Multi-Task Industrial Lifting station Using the Niosh Method. February 2000 to April 2000 - Journal of Industrial Technology, volume 16, n.2

TOSI FRANCESCA - Progettazione ergonomica. 2001- collana a cura di Baglioni Adriana - Il sole 24 Ore.

## Studio retrospettivo nel comparto del mobile imbottito

\*S. NICOLETTI, \*A. NUZZACO, \*\*M. CARINO

\*Medico Competente Comparto Mobile Imbottito - E-mail: snicmatera@libero.it

\*\* IRCCS Fondazione Maugeri, Istituto Scientifico di Cassano Murge (Bari)

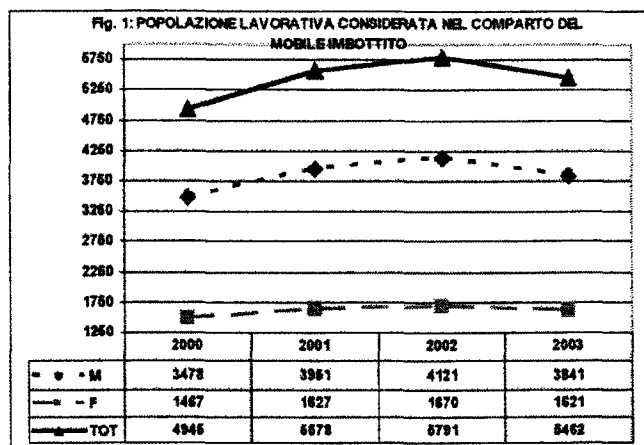
E-mail: mcarino@fsm.it

Progetto di ricerca finalizzata Ministero della Salute (BS 11-3)

**RIASSUNTO:** Sono presentati in parte i risultati di una indagine in corso su 30 aziende del comparto del mobile imbottito nel territorio delle province di Matera, Bari e Taranto. L'indagine riguarda oltre 5000 lavoratori. Sono in corso di rilevazione i tassi di prevalenza e di incidenza annuale di WMSDs (anni 2000-2003). E' stata effettuata la valutazione del rischio di Movimenti Ripetuti e Contro Resistenza degli Arti Superiori in un numero rappresentativo di aziende utilizzando il metodo OCRA per consentire il confronto dei tassi di incidenza e prevalenza con i principali fattori di rischio e con lo stesso indice OCRA. Non sembra essere confermata in questo studio a tutt'oggi la maggiore suscettibilità del sesso femminile alle WMSDs: fa eccezione la sindrome del tunnel carpale, che mostra invece una netta predilezione per il sesso femminile.

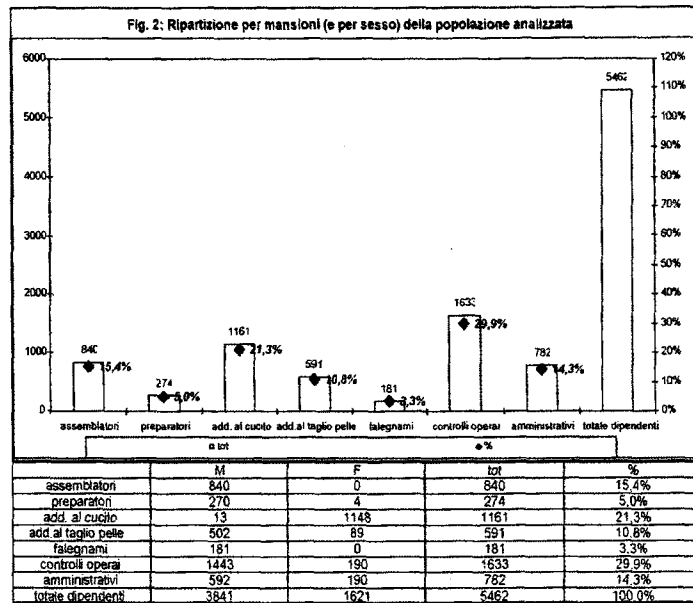
Oggetto dello studio è la popolazione lavorativa di trenta aziende del comparto produttivo del mobile imbottito (divani e poltrone) nell'area geografica dell'altopiano delle Murge di Puglia e Lucania, nel territorio di tre province: Matera, Bari e Taranto. I dati riportati riguardano tutti i lavoratori in costanza di rapporto di lavoro al 1 gennaio 2000 e tutti i nuovi assunti successivamente fino al 31 dicembre 2003. Le aziende hanno aderito allo studio su base volontaria.

### 1. Descrizione della popolazione oggetto dello studio.

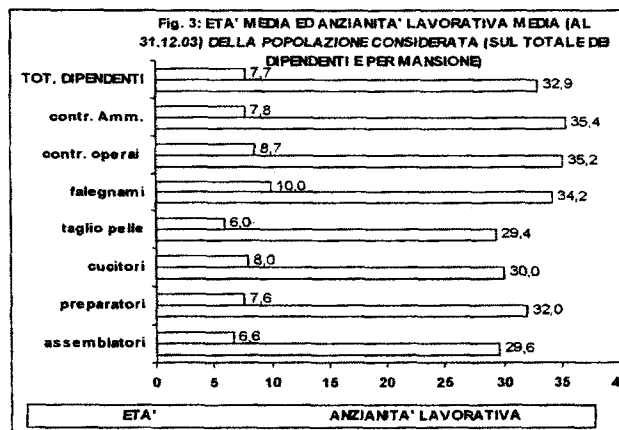


Le prime due figure descrivono la popolazione lavorativa oggetto dello studio, differenziando per sesso, e successivamente per mansione. Nel corso del periodo considerato si è verificata un'inversione di tendenza rispetto alla progressiva espansione che ha caratterizzato, per tutto lo scorso decennio, l'attività delle aziende in

questione. La distribuzione per sesso e per mansione, mostra una netta prevalenza maschile nelle mansioni di assemblatore, falegname e preparatore, e la netta prevalenza femminile per la mansione di addetti al cucito.



La Fig 3 descrive l'età media e l'anzianità lavorativa media dei diversi gruppi di rischio al 31.12.2003. Si rileva una maggiore anzianità lavorativa ed una maggiore età per i due gruppi di controllo (operai ed amministrativi) rispetto alle mansioni dirette oggetto dello studio in questione. Fra queste ultime, solo il gruppo di rischio degli addetti alla preparazione sembra differenziarsi per una età media superiore a quella degli altri lavoratori.



Tab. 4: distribuzione delle aziende e degli addetti per classe dimensionale

	< 50 dip.	51- 100 dip.	101 - 500 dip.	> 500 dipendenti
n. aziende	19	6	4	1
n. dipendenti	423	437	1044	3621

Tab. 5: aspetti organizzativi delle aziende in base alla dimensione

MANSIONE	compito lavorativo	eventuale sub-compito o altra differenziazione	aziende 0 - 100 dip.		aziende 101 - 500 dip.		aziende > 500 dip.	
			% tempo dedicato al compito (*)	% ripartiz. materia prima (**)	% tempo dedicato al compito (**)	% ripartiz. materia prima (**)	% tempo dedicato al compito	% ripartiz. materia prima (*)
TAGLIATORI DI PELLE	Movimentaz. manico/controllo lato		5 - 10 %		4%		4%	
	Stesura manico /ricerca difetti		5 - 10 %		7-12%		7%	
	Prelievo /verifica DME		5-10 %		4-10%		4%	
	Posizionamento DME		20-25 %		20-25%		24%	
	Taglio Pelle	pelle morbida/media pelle dura o crosta	40-55 %	5 - 25 % 10 - 30 %	40-50%	92 - 93 % 7 - 8 %	45%	66% 34%
	Ritiro pezzi + varie		5 - 10 %		11-13%		16%	
ADDETTI AL CUCITO	Movimentazione CASSETTA		5 - 10 %		6-7%		3%	
	Movimentazione pezzi		10 - 20 %		12-19%		17%	
	Cucitura pezzi	tessuto		5 - 25 %	33-	8 - 14 %		25%
		pelle morbida	25-50	50 - 70 %	41%	80 - 85 %	25%	50%
		pelle dura o crosta		10 - 30 %		6 - 8 %		25%
	Chiusura rivestimento	tessuto	20-25	5 - 25 %	13-	8 - 14 %	20%	25%
		pelle morbida		50 - 70 %	20%	80 - 85 %		50%
		pelle dura o crosta		10 - 30 %		6 - 8 %		25%
	cucito speciale (****)	Bacchettatura		10-20 %		9-13%		15%
		arricciatura		10-20 %		7-11%		13%
cucito fodere			5-10 %		4-5%		7%	
PREPARAZIONE E CINGHIATURA	Movimentazione		30 - 40 %		50%			
	cinghiatura manuale		40 - 60 %		25 - 40%			
	cinghiatura automatica		0 - 20 %		0 - 20%			
	altri compiti		5 - 10 %		10 - 12 %			
	Movimentazione	materiali leggeri		5 - 10 %		8-13%		
		materiali pesanti		10 - 20 %		10 - 25 %		
		spruzzare (erogare colla)		20 - 30 %		25 - 27 %		
	FISSARE			30 - 50 %		40 - 50 %		
		altri compiti		0 - 5 %		5 - 8 %		
	Movimentazione	materiali leggeri						5%
		materiali pesanti						4%
		SPRUZZARE (erogare colla)						25%
		FISSARE						35%
		cinghiatura manuale						15%
		cinghiatura automatica						15%
altri compiti						2%		
ASSEMBLATORI	Movimentazione	materiali leggeri		5 - 10 %		2 - 7 %		3%
		materiali pesanti		5 - 10 %		4 - 7 %		1%
	vestizione (incappucciame nto del	tessuto	10 - 20	5 - 25 %	14 - 17	8 - 14 %		25%
		pelle morbida		50 - 70 %		80 - 85 %	12%	50%
		pelle dura o crosta		10 - 30 %		6 - 8 %		25%
	riempimento cuscini	fiocco	40 - 60 %			53 - 61 %		61%
		gomma morbida gomma dura	30 - 50	20 - 40 % 10 - 30 %	33 - 45%	28 - 32 % 9 - 17 %	31%	28% 10%
	spruzzare (erogare colla)			5 - 10 %		5 - 8 %		7%
		avvitare		5 - 10 %		6 - 10 %		6%
		spilare		10 - 20 %		12 - 21 %		36%
altri compiti			0 - 5 %		4 - 5 %		5%	

(\*) informazione acquisita dall'impressione soggettiva di 3 capi - reparto  
 (\*\*) informazione acquisita da una stima osservazionale media dell'ingegneria di produzione su alcuni cicli interi (3 o 4 operatori).  
 (\*\*\*) informazione acquisita dal portafoglio ordini aziendale  
 (\*\*\*\*) informazione acquisita dalla scheda di produzione dei 10 modelli più venduti nelle varie versioni (90 % del portafoglio ordini)  
 (\*\*\*\*\*) in alcune aziende il cucito speciale è svolto in esclusiva da alcune lavoratrici e si configura come mansione a se stante

**Descrizione delle aziende.**  
 Una prima descrizione delle 30 aziende coinvolte nello studio è riportata nella tab 4. Alcune di queste aziende sono impegnate esclusivamente in singole fasi di lavorazione (produzione dei fusti in legno, produzione del semilavorato in PUE, produzione del rivestimento in pelle) che vengono successivamente inviati ai salottifici di maggiori dimensioni per le fasi successive di lavorazione. Altre realtà hanno un ciclo di produzione completo.





I principali aspetti organizzativi delle diverse aziende sono descritti in tab 5. Per ciascuna mansione è riportata la distribuzione % del tempo lavoro totale fra i singoli compiti lavorativi e la ripartizione % dei diversi materiali utilizzati (tipo di rivestimento e tipo d'imbottitura), differenziando la descrizione per tipologia di dimensione aziendale.

La tab. 6 indica la distribuzione di tutta la popolazione operaia, oggetto dello studio, in base alla diversa organizzazione della giornata lavorativa per quanto riguarda la presenza/assenza di adeguate "pause strutturate" nel corso della giornata di lavoro, differenziando (e riepilogando) in base alla diversa dimensione aziendale, alle mansioni ed al sesso.

Tab. 6: distribuzione della popolazione lavorativa per classe di dimensione aziendale, per mansione, per sesso e per numero di pause nella giornata lavorativa

dimensione aziendale	n. pause strutturate (> 9 min.)	n. aziende	assembl.			preparatori			cucitori			tagliatori di pelle			falegnami			controlli operai			tot. Soggetti		
			M	F	Tot	M	F	Tot	M	F	Tot	M	F	Tot	M	F	Tot	M	F	Tot	M	F	Tot
< 100	1	4	48	48	17	0	17	0	70	70	33	9	42	0	0	47	12	59	144	90	234		
	2	15	75	75	27	4	31	0	160	160	38	41	78	50	50	84	19	103	272	223	496		
	3	6	30	30	13	0	13	0	37	37	27	4	31	17	17	42	5	47	129	45	174		
	tutti	25	152	152	57	4	61	0	266	266	98	53	150	67	67	172	36	208	545	358	903		
100 - 500	1	2	71	71	53	0	53	0	109	109	35	2	37	42	42	105	17	122	305	128	434		
	2	2	84	84	36	0	36	1	89	90	29	9	38	10	10	114	17	131	274	114	388		
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	tutti	4	155	155	89	0	89	1	198	199	64	11	75	52	52	219	34	253	579	243	822		
> 500	1	1	583	583	135	7	142	9	699	708	338	20	358	60	60	1105	115	1220	2230	840	3070		
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	tutti	1	583	583	135	7	142	9	699	708	338	20	358	60	60	1105	115	1220	2230	840	3070		
totale	1	7	701	701	305	7	312	9	878	887	406	31	436	102	102	1257	144	1401	2679	1059	3738		
	2	17	159	159	63	4	67	1	249	250	67	49	116	60	60	198	36	234	546	338	884		
	3	6	30	30	13	0	13	0	37	37	27	4	31	17	17	42	5	47	129	45	174		
	tutti	30	890	890	281	10	291	10	1163	1173	499	83	583	178	178	1496	185	1681	3355	1441	4796		

## 2. Valutazione del rischio Movimenti Ripetuti e Contro Resistenza degli Arti Superiori

Per la valutazione del rischio è stato utilizzato il metodo OCRA. Il dettaglio della valutazione è stato descritto in un precedente contributo. In questa occasione è opportuno richiamare semplicemente le approssimazioni che si sono rese necessarie per la valutazione stessa: il numero di azioni tecniche al minuto, il fattore forza, il fattore postura ed i fattori complementari sono stati valutati congiuntamente per tutte le aziende, assumendo che le differenze fra le diverse tipologie aziendali siano tali da non comportare sostanziali variazioni dei coefficienti stessi; per il fattore "carenza di tempi di recupero" si è proceduto ad una rilevazione delle pause libere (autogestite) per categoria di tipologia aziendale (in base alla diversa dimensione delle aziende stesse), generalizzando i risultati dei questionari a tutte le aziende di quella determinata categoria; ai fini della valutazione nelle singole realtà aziendali risultano quindi determinanti i fattori organizzativi (numero di pause strutturate nella giornata lavorativa) e quelli legati alla tipologia produttiva (di-

versa percentuale di tessuto, microfibra, pelle morbida e pelle spessorata e diversa percentuale di fiocco, gomma morbida e gomma dura).

Nella tab. 7 sono riassunte le valutazioni per tipologia aziendale e per mansione, riproponendo le aggregazioni utilizzate nel paragrafo precedente (dedicato alla descrizione delle aziende). I raggruppamenti sono ovviamente necessari a permettere il confronto fra aziende di dimensioni molto diverse; permettono, inoltre, di evitare che la sovrastima (o la sottostima) di singoli parametri in singole realtà aziendali (ad es. per quanto riguarda le pause o il fattore forza, rilevati attraverso il questionario), possano determinare indici di rischio poco rappresentativi.

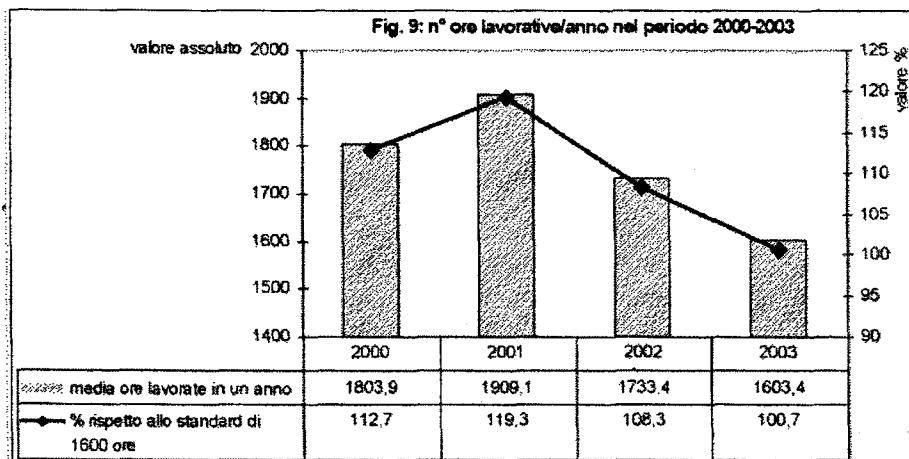
mansione dimensione aziendale		numero aziende	numero sogg. (media 2000-2003)	n. pause strutturate	indice ocra			mansione dimensione aziendale		numero aziende	numero sogg. (media 2000-2003)	n. pause strutturate	indice ocra				
					media ponderata (sui dipendenti)	minimo	massimo						media ponderata (sui dipendenti)	minimo	massimo		
asserblatori	< 100	4	47,5	1	<b>13,7</b>	11,3	14,6	tagliatori di pelle	< 100	4	41,5	1	<b>9,9</b>	8,2	10,6		
		15	74,5	2	<b>10,3</b>	8,5	11,0			15	78	2	<b>7,4</b>	6,1	7,9		
		6	30	3	<b>9,5</b>	7,8	10,1			6	30,75	3	<b>6,9</b>	5,7	7,3		
	100 - 500	2	70,8	1	<b>12,8</b>	10,4	15,2		100 - 500	2	37,05	1	<b>8,7</b>	7,1	10,3		
		2	84,25	2	<b>9,6</b>	7,8	11,4			2	37,5	2	<b>6,5</b>	5,3	7,7		
		1	583	1	<b>10,9</b>	10,9	10,9			1	357,8	1	<b>8,7</b>	8,7	8,7		
	preparatori	< 100	4	17	1	<b>7,7</b>	6,3		8,2	add. al cuoio	< 100	4	69,5	1	<b>12,1</b>	10,0	12,9
			15	31,05	2	<b>5,8</b>	4,7		6,1			15	160	2	<b>9,1</b>	7,5	9,7
			6	12,8	3	<b>5,3</b>	4,4		5,7			6	36,5	3	<b>8,4</b>	6,9	8,9
		100 - 500	2	53,3	1	<b>7,4</b>	6,1		8,8		100 - 500	2	109	1	<b>10,7</b>	8,7	12,6
			2	35,8	2	<b>5,8</b>	4,6		6,6			2	89,8	2	<b>8,0</b>	6,5	9,5
			1	141,5	1	<b>7,7</b>	7,7		7,7			1	708	1	<b>11,9</b>	11,9	11,9
controlli operai	< 100	4	58,5	1	<b>1,0</b>	1,0	1,0	<b>Tab. 7: INDICE OCRA PER MANSIONE E PER TIPOLOGIA DI AZIENDA</b>									
		15	152	2	<b>1,0</b>	1,0	1,0										
		6	63,8	3	<b>1,0</b>	1,0	1,0										
	100 - 500	2	163,5	1	<b>1,0</b>	1,0	1,0										
		2	141	2	<b>1,0</b>	1,0	1,0										
> 500	1	1280	1	<b>1,0</b>	1,0	1,0											

Il valore medio dell'indice OCRA di ciascun raggruppamento di aziende è stato calcolato ponderando i valori dell'indice dei singoli gruppi di rischio aziendali in base del numero degli addetti. Al gruppo di controllo è stato attribuito un indice OCRA pari ad 1.

### 3. Prevalenza ed incidenza annuale ( periodo 2000-2003) di WMSDs sul totale della popolazione

Alcuni risultati dello studio sull'insieme della popolazione analizzata sono riportati nella fig 8. Per quanto riguarda la prevalenza di casi (= totale soggetti che hanno contratto una patologia in costanza di rapporto di lavoro) e la prevalenza di patologie (= episodi di malattia contratti in costanza di rapporto di lavoro) nella popolazione esaminata al 31.12.03, va sottolineata la mancanza di significative differenze fra i due sessi, contrariamente a quanto atteso: il sesso femminile è infatti considerato

fattore costituzionale predisponente alla comparsa di WMSDs. Probabilmente la differenza fra i due sessi è importante per livelli di esposizione medio bassi, e tende ad essere meno rilevante al crescere del livello di rischio, fino ad annullarsi per livelli di rischio medio alti, come nel caso in questione. Il confronto fra i dati di prevalenza ed i valori dell'indice OCRA farebbe pensare addirittura ad una azione protettiva del fattore "sesso femminile" rispetto al rischio di contrarre la patologia. Altro dato singolare, rispetto ad altri studi epidemiologici, è nella scarsa differenza fra il tasso di prevalenza di casi (= soggetti che hanno contratto la patologia, in costanza di esposizione al rischio) ed il tasso di prevalenza di patologie (= numero di episodi di WMSDs diagnosticati): la differenza fra i due tassi è dovuta ai soggetti che sopportano più episodi morbosi nel corso della propria esperienza lavorativa (e che quindi incrementano, con gli episodi successivi, solo il tasso di prevalenza patologie); la scarsa differenza fra i due tassi, nella popolazione in esame, fa pensare che il pronto ricollocamento (in mansioni non a rischio) dei soggetti che hanno contratto la patologia, evita agli stessi soggetti di contrarre ulteriori episodi della stessa o di altre WMSDs, e sarebbe quindi una testimonianza indiretta del comportamento tenuto dalle aziende riguardo al problema. Considerazioni analoghe valgono per quanto riguarda l'incidenza annuale; questo parametro mostra un'altra caratteristica in entrambi i sessi: un trend crescente nel periodo 2000-2002, ed una brusca inversione di tendenza nel corso del 2003. Oggetto dello studio non sono le condizioni di floridità (o meno) delle aziende, ma le patologie osteoarticolari, per cui si è cercato di individuare un parametro che permettesse di spiegare il fenomeno e soprattutto di comprendere in che misura le mutate condizioni di mercato, possano aver influenzato la comparsa di WMSDs. Le 5 aziende di maggiori dimensioni ci hanno fornito il dato sulle ore di lavoro totale effettuate in ciascun anno solare ed il dato è stato confrontato con il numero dei dipendenti dello stesso anno, ottenendo il numero di ore lavorate per addetto nel periodo in questione. La fig. 9 mostra i risultati della valutazione e confronta gli stessi dati con lo standard medio dell'industria di 1600 ore/anno per lavoratore.



È evidente una netta relazione con l'andamento delle WMSDs, che appare ancora più netta se si considera che l'anno 2002 non ha avuto probabilmente un andamento omogeneo: in effetti, i primi segnali della imminente crisi di mercato si percepirono nell'autunno di quell'anno, mentre i primi 9 mesi furono caratterizzati da ritmi produttivi analoghi a quelli del 2001, per cui è presumibile che per buona parte dell'anno i lavoratori abbiano dovuto effettuare molte ore di straordinario e reggere ritmi di lavoro notevoli. L'analisi per mansioni di prevalenza ed incidenza delle singole patologie di WMSDs ed il confronto dei dati con l'OCRA è tutt'ora in corso.

#### **4. Eventuali fattori condizionanti l'incidenza di patologie: dimensioni aziendali ed organizzazione aziendale**

Al momento attuale dello studio emergerebbe una netta differenza fra le aziende di maggiori dimensioni e le piccole aziende con meno di 100 dipendenti. Il fenomeno potrebbe essere in parte legato alla diversa organizzazione aziendale (soprattutto in relazione al numero di pause strutturate nel corso della giornata lavorativa, che potrebbe spiegare bene le differenze fra le due categorie di aziende maggiori) ma in gran parte è attribuibile a fattori diversi e soprattutto alla diversa organizzazione della sorveglianza sanitaria: nelle aziende di maggiori dimensioni la presenza medica (ed, in alcuni casi, infermieristica) è più continua e regolare e probabilmente permette di "intercettare" meglio i singoli episodi morbosi che, invece, nelle aziende di minori dimensioni possono "sfuggire" alla rilevazione (in molte di queste piccole realtà aziendali la presenza del medico è limitata alle scadenze istituzionali: visite periodiche e sopralluoghi sull'unità produttiva); si aggiunga la maggiore mobilità del personale dipendente nelle aziende più piccole, che, probabilmente, contribuisce non poco a rendere meno evidente il fenomeno. Un indizio della rilevanza di questi meccanismi è nei dati riguardanti la popolazione operaia di controllo delle aziende più piccole: nonostante la dimensione del campione (quasi 300 dipendenti) e nonostante l'età media di questa frazione sia superiore all'età media di tutta la popolazione analizzata, l'incidenza e la prevalenza di WMSDs è praticamente nulla; un campione di analoghe dimensioni della popolazione generale non esposta a rischio avrebbe certamente dato valori più alti.

Altro dato rilevante che sembra emergere dalle prime analisi è relativo all'importanza di adeguati periodi di ristoro: i vari indicatori epidemiologici di incidenza e prevalenza mostrano una correlazione inversa con il numero di pause strutturate. Va sottolineato che le aziende con un numero maggiore di pause appartengono alla classe aziendale di minore dimensione (che, come si è visto, sono quelle che offrono minori garanzie a proposito della qualità dell'informazione acquisita); ciò nonostante, la tendenza è talmente netta che la circostanza (negativa) può solo ridimensionarne la portata, non certo metterne in discussione la sostanza.

L'indagine in corso sta realizzando una valutazione di incidenza e prevalenza di WMSDs su una popolazione di dimensioni notevoli e per un arco di tempo significativo (quattro anni). Dai dati preliminari dell'indagine emergerebbe che per livelli di

esposizione crescenti, la presunta maggiore suscettibilità del sesso femminile alle patologie da sovraccarico biomeccanico non solo non emerge, ma sembra essere addirittura di segno opposto: fa eccezione a questa tendenza la sindrome del tunnel carpale che, a parità di livelli di rischio, mostra una netta predilezione per il sesso femminile.

I tassi di prevalenza a tutt'oggi riscontrati nella popolazione in esame sarebbero inferiori a quanto rilevato in altri studi per livelli di rischio equivalenti. Inoltre, nelle altre casistiche, si evidenziano notevoli differenze fra il tasso di prevalenza dei soggetti con patologia ed il tasso di prevalenza degli episodi di patologia, ad indicare che uno stesso soggetto va incontro, nel corso della propria vita lavorativa, a più episodi di WMSDs. In questa indagine, il numero di soggetti che ha sopportato più episodi di malattia è di dimensioni ridotte (per cui sia i due tassi di prevalenza che i corrispondenti tassi di incidenza media annuale, non mostrano differenze notevoli): evidentemente il pronto ricollocamento dei soggetti affetti da WMSDs in mansioni a minore rischio, ha permesso di evitare sia le recidive (della stessa forma morbosa) che l'acquisizione di patologie diverse da parte degli operatori coinvolti. Il dato è una manifestazione della sensibilità delle aziende interessate (o almeno della maggior parte delle aziende) al problema: pur in assenza di una capacità di progettazione e di intervento ergonomico (che può permettere di abbattere alla fonte il rischio), una adeguata collaborazione fra le diverse funzioni aziendali (in particolare Medico Competente e Gestione Risorse Umane) ha evitato che le conseguenze degli elevati livelli di rischio fossero di portata maggiore.

### **Bibliografia**

OCCHIPINTI E.

OCRA: a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics* 1998;41(9):1290-311.

OCCHIPINTI E, COLOMBINI D.

[The OCRA method: updating of reference values and prediction models of occurrence of work-related musculo-skeletal diseases of the upper limbs (UL-WMSDs) in working populations exposed to repetitive movements and exertions of the upper limbs] *Med Lav* 2004;95(4):305-19.

APOSTOLI P, SALA E, GULLINO A, ROMANO C.

[Comparative analysis of the use of 4 methods in the evaluation of the biomechanical risk to the upper limb] *G Ital Med Lav Ergon* 2004;26(3):223-41

COLOMBINI D, OCCHIPINTI E.

[Results of risk and impairment assessment in groups of workers exposed to repetitive strain and movement of the upper limbs in various sectors of industry] *Med Lav* 2004;95(3):233-46.

DE MARCO F, MENONI O, COLOMBINI D, OCCHIPINTI E, VIMERCATI C.

[Occurrence of musculoskeletal disorders in working populations not exposed to repetitive tasks of the upper arms] *Med Lav*. 1996;87(6):581-9.

## ***L'ergonomia per la prevenzione e il miglioramento della qualità: i nuovi standards ergonomici.***

**ENRICO OCCHIPINTI**

Direttore CEMOC A.O. ICP-MILANO-Via Riva Villasanta,11 20143 Milano.

Tel.: 0257995170 – e-mail: epmenrico@tiscali.it

**RIASSUNTO:** *vengono illustrati e commentati i principali standard elaborati (approvati o in corso di approvazione) presso il CEN nel campo dell'ergonomia "fisica" e della progettazione di posti e compiti lavorativi manuali. Tali standard sono in genere "norme tecniche armonizzate" applicative, nei paesi della UE, della cosiddetta "Direttiva Macchine".*

### **1. Standard tecnici europei in campo ergonomico.**

Già da diversi anni presso il CEN sono stati attivati gruppi di esperti per la preparazione di standards in materia di Ergonomia.

Il comitato tecnico del CEN che si occupa di Ergonomia ha la sigla CEN TC 122. Allo stato attuale questo comitato tecnico di ergonomia ha attivato 10 gruppi di lavoro (WG) così come elencati in Tab.1.

<b>CEN TC 122 Ergonomia - Gruppi di lavoro (WGs)</b>	
1-	ANTROPOMETRIA
2-	PRINCIPI GENERALI
3-	TEMPERATURE DI CONTATTO
4-	BIOMECCANICA
5-	VIDEOTERMINALI
6-	SEGNALI/COMANDI
7-	COMUNICAZIONI
8-	MEZZI PROTETTIVI
9-	MACCHINE MOBILI
10-	MICROCLIMA

**Tab. 1 - Gruppi di lavoro in campo ergonomico attivati presso il CEN.**

Gli standard preparati da questi gruppi di lavoro e comitati derivano per lo più da un mandato dato al CEN dalla Commissione Europea e dalla Associazione "Free Trade" Europea (EFTA) a supporto dei requisiti essenziali presenti nelle direttive europee e in particolare, nel contesto dell'argomento trattato, nella cosiddetta "Direttiva Macchine"..

Disegnare ergonomicamente i sistemi e i macchinari di lavoro significa migliorare la sicurezza, l'efficienza del lavoro umano e promuovere migliori condizioni di vita e di lavoro. Un buon disegno ergonomico influisce inoltre favorevolmente sui sistemi di lavoro e sull'affidabilità dell'operatore umano posto al suo interno. Quando si disegna e si costruisce una macchina, il costruttore deve tener conto dei requisiti essenziali di salute, sicurezza ed ergonomia previsti dalla Direttiva Macchine e deve valutare i rischi presenti.

Gli standard ergonomici di cui si tratterà in questa sede sono stati preparati per essere *standard armonizzati* esplicativi ed applicativi della "Direttiva Macchine".

In particolare per quanto riguarda la prevenzione degli WMSDs, gli standard europei di specifico interesse sono elencati in Tab. 2.

Nei successivi paragrafi verranno esaminati i principali contenuti di alcune di tali norme tecniche.

## 2. Principi per il design ergonomico: interazione fra la progettazione della macchina e dei relativi compiti lavorativi (EN 614-2)

Nella Direttiva Macchine 89/392/EEC, nell'annesso 1, punto 1.1.2 i principi ergonomici sono evidenziati per assicurare la sicurezza e la salute e un razionale processo lavorativo: nelle previste condizioni d'uso, il discomfort, la fatica e lo stress psicologico dell'operatore devono essere ridotti al minimo possibile, tenendo in considerazione i principi ergonomici.

Lo standard qui esaminato aiuta il progettista ad applicare i principi ergonomici focalizzando l'attenzione specialmente sull'interazione fra progettazione della macchina e del compito lavorativo. Ciò è essenziale perché la qualità del progetto della macchina dipende anche dalla capacità degli operatori di svolgere i compiti previsti in modo competente e sicuro.

STANDARDS	NUMERI
Principi per il design ergonomico: interazione fra la progettazione della macchina e dei compiti.	EN 614-2
Dati antropometrici: criteri e misure	EN ISO 7250 EN 547(-1)(-2)-3
Requisiti antropometrici per la progettazione di posti di lavoro presso le macchine.	EN ISO 14738
Sollevamento manuale di carichi presso macchine	EN 1005-2
Limiti di forza raccomandati in operazioni svolte su macchine.	EN 1005-3
Valutazione delle posture e dei movimenti di lavoro in relazione all'uso di macchine.	pr EN 1005-4 (ISO CD 11226)
Movimenti ripetitivi ad alta frequenza in relazione all'uso di macchine	pr EN 1005-5 (ISO CD 11228-3)

Tab. 2 - Standards armonizzati europei connessi alla Direttiva Macchine, utili per la prevenzione degli WMSDs (in parentesi i paralleli standard ISO, ove esistenti).

L'applicazione dei principi ergonomici alla macchina e al compito lavorativo è finalizzata a ridurre il discomfort, la fatica e altri effetti negativi per il lavoratore: questo contribuisce anche a ottimizzare il sistema di lavoro e a ridurre i rischi di effetti negativi sulla salute.

Lo scopo dello standard è quello di stabilire i principi e le procedure ergonomiche durante la progettazione integrata di una macchina e di un compito lavorativo sottolineando in particolare principi e metodi che si devono applicare alla progettazione del lavoro.

Lo standard è diretto ai disegnatori di macchine, ma è utile anche per chi ha a che fare con l'utilizzazione delle macchine (managers, organizzatori, ecc.).

Lo standard richiede:

- a) il rispetto di alcuni principi guida nella progettazione dei compiti;
- b) l'adozione di una metodologia "a stadi" per progettare ciascun compito;
- c) la verifica dei risultati ottenuti nei confronti del rispetto dei principi ergonomici.

a) Il rispetto di alcuni principi guida nella progettazione dei compiti.

Quando progetta una macchina e un conseguente compito lavorativo, il designer deve assicurarsi che le caratteristiche ergonomiche sottoindicate, in relazione al previsto "target" di utilizzatori, siano tutte soddisfatte.

Nel disegnare un processo produttivo in particolare il designer deve:

- *riconoscere l'esperienza, la capacità, la competenza della popolazione target;*
- *assicurarsi che i compiti lavorativi da svolgere siano identificabili come complete intere unità di lavoro, con un inizio e una fine chiaramente identificabili e non come isolati frammenti di alcuni compiti;*
- *assicurarsi che il compito lavorativo sia identificabile come un contributo significativo al prodotto finale;*
- *provvedere ad applicare una appropriata varietà di competenza, capacità e attività;*
- *provvedere ad un appropriato grado di libertà e autonomia sull'operatore;*
- *prevedere un sufficiente "feedback" dell'esecuzione del compito sull'operatore: l'informazione sull'esecuzione deve essere resa disponibile all'operatore per controllare se gli obiettivi sono raggiunti e l'esecuzione adeguata. Questo include anche informazioni su errori e alternative;*
- *fornire l'opportunità di praticare e sviluppare abilità e capacità così come di acquisirne di nuove;*
- *evitare il sovraccarico o il sottocarico dell'operatore che può condurre a stress eccessivo e non necessario, a fatica ed errori. Sono in particolare la frequenza, durata, ed intensità delle attività percettive, cognitive e motorie a dover essere progettate in modo da evitare tali conseguenze;*
- *evitare la ripetitività che può condurre a un disequilibrio fisico e psicologico così come a sensazioni di monotonia, noia, insoddisfazione. Cicli corti dovrebbero essere evitati. Per l'operatore deve essere prevista un'appropriata varietà di compiti o attività.*



Se i compiti ripetitivi non possono essere evitati:

- *il tempo di esecuzione non deve essere determinato solo sulla base di tempi medi misurati e stimati in condizioni normali;*
- *devono essere previste le possibilità di deviazione diversificandole dalle condizioni normali;*
- *tempi di ciclo molto corti devono essere evitati;*
- *deve essere data all'operatore l'opportunità di lavorare a un suo ritmo, piuttosto che a un ritmo prestabilito;*
- *lavorare su oggetti in movimento deve essere evitato;*
- *evitare il lavoro in isolamento senza l'opportunità per l'operatore di contatti sociali e funzionali;*
- *la visione, il livello di rumore, la distanza e l'autonomia fra posti di lavoro devono essere presi in considerazione quando si definiscono spazio, posizionamento e funzione delle macchine e dei loro equipaggiamenti annessi.*

Tutte queste caratteristiche devono essere prese in considerazione nel disegno di una macchina. Qualora non sia possibile raggiungere tutti gli obiettivi, la macchina e il compito lavorativo devono essere costruiti il più vicino possibile a questi obiettivi.

b) La metodologia per la progettazione dei compiti prevede steps successivi in cui:

1. si definiscono gli obiettivi generali del progetto;
2. si compie un'analisi delle funzioni;
3. si opera una conseguente allocazione delle funzioni;
4. si dettagliano i compiti conseguenti;
5. si assegnano i compiti agli operatori.

In questa sede è importante sottolineare che il designer deve operare gli steps successivi tenendo conto tanto dei principi ergonomici sopra indicati che della necessità di prevedere le conseguenze (in termini di produttività e di salute) delle diverse scelte. Nella fase 3) di "allocazione delle funzioni" in particolare va decisa la relativa ripartizione tra macchina ed operatore comportando, se del caso, più alternative.

Nella fase 4) (specifiche del compito) ogni compito lavorativo previsto per l'operatore, così come risultante dalla distribuzione delle funzioni, deve essere specificato nel dettaglio. Allo stesso tempo le corrispondenti soluzioni tecniche, che includono l'interfaccia uomo-macchina devono essere specificate. L'obiettivo della specificazione del compito è di determinare quali tipi di compiti e sottocompiti gli operatori dovranno svolgere e di raccogliere informazioni su necessità di qualificazione, distribuzione del carico di lavoro e possibili rischi presenti.

In questa particolare fase il disegnatore deve:

- tener conto di situazioni analoghe già progettate ergonomicamente;
- specificare, nel far funzionare la macchina, cosa l'operatore deve fare, con chi, quando e con quale tipo di equipaggiamento di lavoro;
- descrivere e valutare le caratteristiche organizzative che accompagnano l'esecuzione del compito lavorativo: ad esempio la forza di esecuzione richiesta, la frequenza del compito, la temporalizzazione e la sequenza dei compiti, la difficoltà a imparare i compiti, la difficoltà ad eseguirli, i rischi associati con l'esecuzione di essi.

Le specificazioni devono dare una chiara idea del carico di lavoro e dei rischi che ciascun compito impone all'operatore e devono fornire una adeguata distribuzione dei compiti a ciascun operatore. I risultati di questi tipi di specificazione devono essere confrontati con i principi basilari di progettazione del compito.

Il designer deve assegnare il compito agli operatori specificando il numero di operatori richiesti e identificando una equilibrata distribuzione dei carichi di lavoro tra gli operatori.

c) La verifica dei risultati ottenuti nei confronti del rispetto dei principi ergonomici. Il designer dovrà infine procedere ad una valutazione della progettazione dei compiti in relazione alle macchine oltre che durante il processo di progettazione anche durante la fase di implementazione e operatività.

I metodi e i criteri di tale valutazione, che dipendono anche dalla complessità del processo progettato, devono essere comunque esplicitati. Tra i metodi utilizzabili vi sono quelli che prevedono il ricorso a: discussioni di gruppo, interviste, questionari, checklist, studi osservazionali, studi della criticità (incidenti), valutazioni psicometriche tramite scale standardizzate.

### **3. Dati antropometrici: criteri e misure**

*Una serie di norme tecniche (EN 547 parti 1-2-3; ISO EN 7250) propongono i criteri di misurazione e le specifiche misure umane necessarie per calcolare le dimensioni dei posti di lavoro. Questi ultimi dati si basano su informazioni ricavate da gruppi di popolazione, sia maschili che femminili, rappresentative della realtà europea. Per brevità tali dati sono omessi in questa presentazione.*

### **4. Requisiti antropometrici per la progettazione di posti di lavoro presso le macchine (EN ISO 14738)**

Lo standard fornisce una procedura logica ed i parametri dimensionali per la progettazione di posti di lavoro, anche industriali, tenuto conto delle caratteristiche dei compiti e dei dati antropometrici di riferimento.

*In primo luogo lo standard ribadisce che, in fase di progettazione si deve preliminarmente tenere conto di alcune caratteristiche fondamentali del compito tra cui:*

- durata del lavoro
- dimensione dell'area e degli oggetti manipolati
- richieste di forza e di accesso alle parti della macchina
- richieste di coordinazione e di comunicazione
- richiesta visiva
- frequenza e durata dei movimenti corporei
- necessità di spostamento su più posti di lavoro
- possibilità di adottare differenti posture.

In funzione di tali caratteristiche, viene richiesto di determinare, attraverso un vero e proprio percorso decisionale, la postura principale (seduta, seduta in alto, seduta/in piedi, eretta) tenendo peraltro conto dei seguenti principi:

- la progettazione deve incoraggiare i cambiamenti di postura specie da seduto ad in piedi
- la postura seduta va preferita
- la postura in piedi è meno raccomandata
- le posture inginocchiate, accovacciate, stese dovrebbero essere evitate

Di ogni postura principale si delineano i vantaggi e gli svantaggi, secondo quanto riportato nella Tab.3.

Per ogni postura principale selezionata si forniscono, attraverso apposite tavole, dettagli relativamente agli aspetti dimensionali e funzionali del posto di lavoro; tali dettagli, in via generale, utilizzano dati antropometrici (con la relativa variabilità nella popolazione adulta europea) già forniti in precedenti standards, e tendono a garantire le dimensioni e le capacità funzionali di almeno il 90% della stessa popolazione.

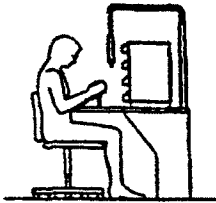
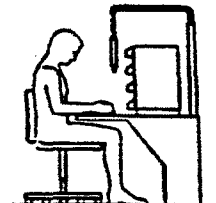
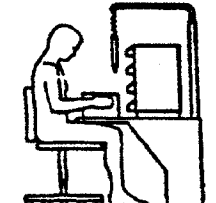
POSTURA	INDIRIZZO DI USO	VANTAGGI	SVANTAGGI
seduta	preferita	riduzione fatica stabilità corporea lavoro di precisione	area di lavoro limitata limitazione nell'uso di forza rischio di fissità posturale
seduta in alto	lavori in ripiani alti	stessi della postura seduta	difficoltà a spostare il sedile rischio infortunio nel muoversi difficoltà ad una buona postura
siedi-in-piedi	assenza di spazio gambe	supporto fino al 60% del peso corporeo facilità nell'alzarsi	pressioni localizzate rigonfiamenti alle gambe postura costretta
eretta	adottare solo se non possibile seduta	consente mobilità della persona amplia l'area di lavoro disponibile consente maggiore impiego di forza	carico statico sulle gambe difficoltà all'uso di pedali mal di schiena (prolungata) rigonfiamenti alle gambe

**Tab. 3 - Indirizzio di uso, vantaggi e svantaggi di diverse posture principali di lavoro.**

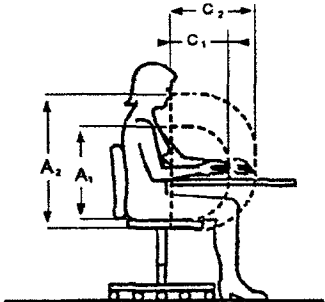
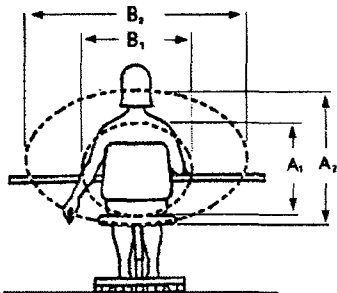
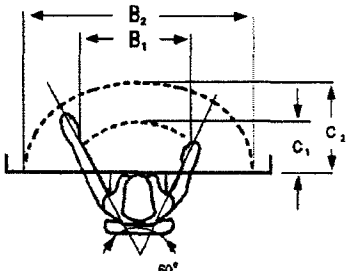
Relativamente alla postura seduta, vengono forniti dettagli circa la disposizione ottimale degli oggetti di lavoro in funzione degli angoli visivi preferenziali (orizzontali e verticali), le altezze preferenziali della superficie di lavoro (Tab. 4), le caratteristiche del sedile, le aree operative (nei diversi piani dello spazio) sopra la superficie di lavoro per una comoda raggiungibilità degli oggetti con gli arti superiori (Tab. 5), lo spazio per l'alloggiamento degli arti inferiori (Tab. 6).

Per le posizioni sedute in alto, oltre ai dettagli precedenti, ci si sofferma sulle caratteristiche dello spazio per gli arti inferiori nei casi di piani di lavoro rispettivamente regolabili e non regolabili. Per le posizioni sedute in piedi, una particolare attenzione è posta al rapporto tra il banco di lavoro ed il peculiare sedile ("siedi-in-piedi"), alle caratteristiche di quest'ultimo, nonché allo spazio per gli arti inferiori.

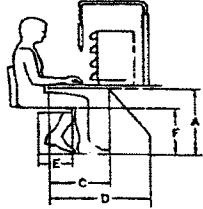
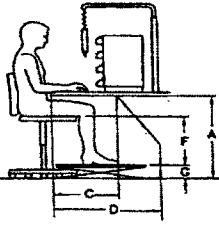
Per le posizioni erette, i dettagli si soffermano sulle caratteristiche di altezza dei piani di lavoro in relazione alla richiesta funzionale dello stesso e sullo spazio di alloggiamento dei piedi.

RICHIESTA OPERATIVA	POSTURA	ALTEZZA DEL PUNTO OPERATIVO	ALTEZZA DELLA SUPERFICIE DEL PIANO DI LAVORO
lavoro di precisione (braccia supportate)		più in alto del gomito	possibili superfici alte
presenza di movimenti attivi del braccio nel manipolare oggetti anche piccoli		ad altezza gomito	superficie ad altezza gomito
lavorazione di oggetti più grandi ma comunque non eccessivamente ingombranti o pesanti		variabile in relazione alle dimensioni dell'oggetto	superficie sotto l'altezza del gomito compatibilmente con un sufficiente spazio per gli arti inferiori

**Tab. 4 - Criteri per la determinazione dell'altezza del piano di lavoro nella posizione seduta in relazione alle caratteristiche del compito.**

POSTURA	MISURA	VALORE (mm)	USO DELLA MISURA
	A1	505	normale area di lavoro : altezza
	A2	730	massima area di lavoro : altezza
	B1	480	normale area di lavoro : larghezza
	B2	1300	massima area di lavoro : larghezza
	C1	170-290	normale area di lavoro : profondita'
	C2	415	massima area di lavoro : profondita'

Tab. 5 - Aree operative ottimali e massimali per gli arti superiori in posizione seduta.

POSTURA	MISURA	VALORE (MM)	PARAMETRO
<b>TAVOLO REGOLABILE IN ALTEZZA</b> 	A	820-495	tavolo regolabile in altezza
	A	720	tavolo non regolabile in altezza
	B	790	larghezza utile sotto il tavolo
<b>TAVOLO NON REGOLABILE IN ALTEZZA</b> 	C	547	profondità al ginocchio
	D	882	profondità ai piedi
	E	285	spazio per muovere i piedi sotto il sedile
	F	535-370	distanza del piano del sedile (in altezza) dal pavimento o dai poggiatesta
	G	0-165	altezza del poggiatesta regolabile

Tab. 6 - Spazio per gli arti inferiori nelle posizioni sedute.

### 5. Movimentazione manuale di macchine e di parti componenti il macchinario (EN 1005-2)

Il modello di valutazione dell'esposizione a sollevamenti manuali di carichi proposto da questo standard, formalmente rivolto ai progettisti di macchine e relativi posti di lavoro, analizza i diversi elementi caratterizzanti l'esposizione ed usa gli stessi corrispondenti fattori moltiplicativi così come proposti nel modello di calcolo dell'indice di sollevamento del NIOSH (Waters et al, 1993), ma chiede all'utilizzatore, in funzione dei propri obiettivi, di selezionare il peso iniziale di riferimento tenendo conto delle caratteristiche e della proporzione di popolazione da salvaguardare, secondo i riferimenti forniti in Tabella 7.

Il NIOSH, nella sua proposta parte infatti da un peso ideale di 23 kg valido per entrambi i sessi che ovviamente risulta meno cautelativo per il sesso femminile .

Adottando la procedura suggerita dallo standard CEN, è possibile diversificare i pesi di riferimento e, di conseguenza, salvaguardare allo stesso modo la stessa proporzione di popolazione, lavorativa e non, sia essa composta da maschi e femmine adulte, da adolescenti o da anziani.

Campo di applicazione	Costante di peso kg	Percentuale di Accettabilità (%)			Gruppi di popolazione	
		M&F	F	M		
Uso domestico	5	Dati non disponibili			Ragazzi e anziani	Popolazione Totale
Uso professionale	10	99	99	99	Popolazione domestica generale	
	15	95	90	99	Popolazione lavorativa generale inclusi giovani e anziani	Popolazione lavorativa generale
	25	85	70	90	Popolazione lavorativa adulta	
	30 35 40	Dati non disponibili			Popolazione lavorativa specializzata	Popolazione lavorativa specializzata in particolari circostanze

**Tab. 7 - Costanti di peso e percentuali di accettabilità nella popolazione generale e lavorativa (da EN 1005-2)**

Il modello applicativo dell'equazione del NIOSH per il calcolo tanto del peso raccomandato che dell'indice di sollevamento, proposto in tale norma (step 2) è riportato, adattato, in Tabella 8.

Stabiliti i pesi di riferimento, ponendo ora l'attenzione ai fattori demoltiplicativi previsti, essi possono assumere valori compresi tra 0 ed 1.

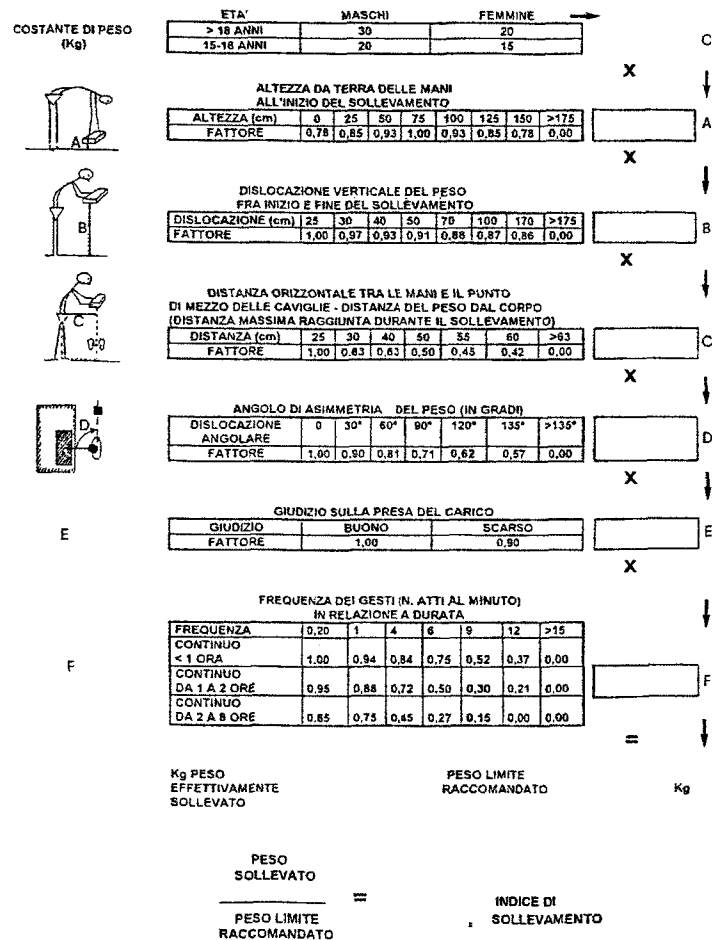
Quando l'elemento di rischio potenziale corrisponde ad una condizione ottimale, il relativo fattore assume il valore di 1 e pertanto non porta ad alcun decremento del peso ideale iniziale.

Quando l'elemento di rischio è presente, discostandosi dalla condizione ottimale, il relativo fattore assume un valore inferiore a 1; esso risulta tanto più piccolo quanto maggiore è l'allontanamento dalla relativa condizione ottimale: in tal caso il peso iniziale ideale diminuisce di conseguenza.

In taluni casi l'elemento di rischio è considerato estremo: il relativo fattore viene posto uguale a 0 significando che si è in una condizione di inadeguatezza assoluta per via di quello specifico elemento di rischio.

Il processo di valutazione si conclude con il calcolo dell'indice di sollevamento dato dal rapporto tra peso prevedibilmente sollevato e corrispondente peso raccomandato. Il "rischio" è classificato attraverso la verifica dei valori dell'indice di sollevamento secondo i seguenti criteri:

- a) L'indice di sollevamento è  $\leq 0,85$  (area verde): la situazione è accettabile e non è richiesto alcuno specifico intervento.
- b) L'indice di sollevamento è compreso tra 0,86 e 1 (area gialla): la situazione si avvicina ai limiti; una quota della popolazione (a dubbia esposizione) può essere non protetta e pertanto occorrono cautele, eventualmente riprogettando la macchina e la postazione.
- c) L'indice di sollevamento è  $> 1$  (area rossa). La situazione può comportare un rischio per quote crescenti di popolazione e pertanto richiede un intervento di prevenzione primaria (riprogettare la macchina o la postazione). Successivamente riverificare l'indice.



Tab. 8 - Schema semplificato per la valutazione del rischio con formula del Niosh (ripreso in EN 1005-2)



### 6. Limiti di forza in operazioni svolte su macchine (EN 1005-3)

Le macchine devono essere progettate in modo che le azioni che richiedono forza possano essere svolte in modo ottimale rispetto alla postura del corpo e delle braccia e alla direzione di applicazione della forza. Inoltre le macchine devono essere disegnate in modo da consentire variazioni dei movimenti e dell'uso di forza. E' ancora importante che l'operatore possa controllare la sequenza delle operazioni e il ritmo della macchina.

La procedura di valutazione del rischio proposta in questo standard dovrebbe essere formalmente condotta su ciascuna azione durante l'uso di una macchina. Tuttavia le azioni meno frequenti, con bassa forza possono essere valutate nel loro insieme.

La valutazione del rischio connesso ad azioni con forza si basa sulla preliminare identificazione della massima capacità di (generare) forza da parte di differenti categorie di utilizzatori ed in differenti tipi di azione e prevede tre passaggi: step a), b) e c).

#### Step a) – Determinazione della massima capacità di forza ( $F_b$ ).

Questa prima fase prevede il calcolo della massima forza isometrica ( $F_b$ ) necessaria per compiere azioni specifiche, in riferimento a specifiche popolazioni di utilizzatori. Si prevedono 2 alternative: la prima usa i valori di capacità di forza relativi alla popolazione generale europea, usando, di tali valori, il 15° percentile per l'uso professionale e il 1° percentile per l'uso domestico (Tab.9). La seconda ricerca (specifici annessi guidano tale procedura) i dati di capacità di forza di altri specifici sottogruppi di popolazione, ricavando comunque da essi gli stessi percentili prima descritti come dati di riferimento per l'uso professionale (15° percentile) e per l'uso domestico (1° percentile).

#### Step b) Ponderazione rispetto ad altri fattori di rischio.

Questa fase prevede la ponderazione della forza ( $F_b$ ) tenendo conto di altri fattori di rischio influenti quale la velocità, la frequenza, la durata d'azione.

- *Il moltiplicatore per la velocità:* se i movimenti sono molto rapidi, la capacità di sviluppo di forza si riduce.  $F_b$  va moltiplicato per un fattore di riduzione se sono presenti evidenti movimenti ad alta velocità, secondo il seguente schema:

NO	SI	Alta velocità
1,0	0,8	Moltiplicatore $m_v$

- *Il moltiplicatore per la frequenza:* la forza ( $F_b$ ) va ridotta in funzione del tempo d'azione e della frequenza d'azione, secondo il seguente schema:


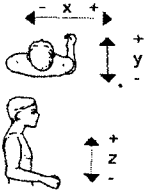
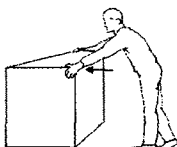
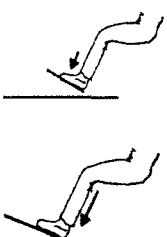
Tempo d'azione (min)	Frequenza d'azione [ $\text{min}^{-1}$ ]				Moltiplicatore $m_f$
	$\leq 0,2$	0,2 - 2	2 - 20	$> 20$	
$\leq 0,05$	1,0	0,8	0,5	0,3	
$> 0,05$	0,6	0,4	0,2	Non applicabile	

Il moltiplicatore per la durata: la forza ( $F_b$ ) va ridotta in funzione della durata giornaliera del compito, secondo il seguente schema:

≤ 1	1-2	2-8	Tempo di lavoro (in ore) con azioni simili
1.0	0.8	0.5	Moltiplicatore $m_D$

Il calcolo della riduzione della capacità di forza si ottiene pertanto con la seguente formula:

$$F_{br} = F_b \times m_V \times m_F \times m_D$$

POSTURA	AZIONE	USO PROFESSIONALE (Newton)	USO DOMESTICO (Newton)
	Lavoro della mano (una mano): grip	250	184
	Lavoro del braccio (posizione seduta, un braccio):		
	in su (z, +)	50	31
	in giù (z, -)	75	44
	in fuori (x, +)	55	31
	in dentro (x, -)	75	49
	spingere (y, +):		
con schienale	275	186	
senza schienale	62	30	
tirare (y, -):			
con supporto	225	169	
senza supporto	55	28	
	Lavoro di tutto il corpo (posizione in piedi):		
	spingere	200	119
	tirare	145	96
	Lavoro di pedale in posizione seduta con schienale:		
	caviglia	250	154
	gamba	475	308

Tab. 9 - Capacità di forza base  $F_b$ ; limiti di capacità di forza isometrica precalcolata per alcune azioni comuni per uso domestico e professionale. I valori sono applicabili a condizioni lavorative ottimali.

Step c) Valutazione della tollerabilità e del rischio

Al valore di massima capacità di forza, ponderato per i fattori velocità, frequenza e durata ( $F_{br}$ ), viene infine applicato un ulteriore moltiplicatore ( $m_R$ ). Tale moltiplicatore tiene conto della differenza esistente tra capacità e "tollerabilità" di uno sforzo (capacità di uso fisiologico di alcuni tessuti del corpo quali muscoli, tendini, articolazioni) ed opera in funzione di questa creando un margine di sicurezza e pertanto di accettabilità del livello di forza necessario a compiere le azioni.

Tale moltiplicatore, laddove adottato, produce, come conseguenza, tre zone di valutazione che guideranno il progettista della macchina ad una valutazione del rischio per i potenziali utilizzatori:

ZONE DI RISCHIO	$m_R$	LIVELLO DI RISCHIO
Raccomandato	$\leq 0,5$	Rischio di malattia trascurabile
Non raccomandato	0,5 - 0,7	Rischio di malattia non trascurabile
Da evitare	$> 0,7$	Rischio di malattia ovvio e non accettabile

Il rischio deve essere comunque analizzato tenendo conto di tutti gli altri fattori influenti quali la postura di lavoro, la precisione, le vibrazioni, l'interazione uomo-macchina.

**7. Valutazione delle posture e dei movimenti di lavoro in relazione all'uso di macchine (prEN 1005-4)**

Questo standard, dopo aver richiamato i principi generali già presentati a proposito degli standards EN 614-2 ed EN ISO 14738, ai fini della valutazione dello specifico rischio, adotta una classificazione per zone per classificare le diverse posture e movimenti dei diversi distretti corporei (Tab. 10).

Zona accettabile	Il rischio per la salute è considerato basso o trascurabile per pressochè tutti gli adulti sani. Non sono necessari interventi.
Zona accettabile con condizioni	<i>Esiste un aumento di rischio per la salute per tutta o una parte della popolazione utilizzatrice. Il rischio deve essere analizzato insieme ad altri fattori che contribuiscono al rischio, allo scopo di ottenerne una riduzione.</i>
Zona non accettabile	Il rischio per la salute non può essere accettato. Il posto di lavoro va ridisegnato per migliorare la postura di lavoro.

**Tab. 10 - Criteri di classificazione del rischio connesso a posture e movimenti lavorativi**

In generale si afferma che il modello di valutazione del rischio per la salute associato a posture e movimenti è rappresentato da uno schema ad "U", laddove particolarmente problematici, per lavori di lunga durata, risultano, da un lato le posture statiche protratte e, dall'altro lato, i movimenti ad alta frequenza; i movimenti a bassa frequenza rappresentano al contrario una condizione migliore.

Per ogni segmento, articolazione e movimento corporeo, lo standard fornisce di conseguenza i riferimenti effettivi per la valutazione del rischio, tenuto conto delle corrispondenti escursioni articolari e dei criteri di massima prima individuati.

Le Tab. 11, 12, 13 appositamente selezionate, mostrano in particolare tali riferimenti in relazione rispettivamente alle flessio-estensioni del tronco, alle flessio-estensioni ed abduzioni del braccio rispetto alla spalla, alle flessio-estensioni del rachide cervicale.

#### **8. Movimenti ripetitivi ad alta frequenza in relazione all'uso di macchine (prEN 1005-5 e ISO/CD 11228-3).**

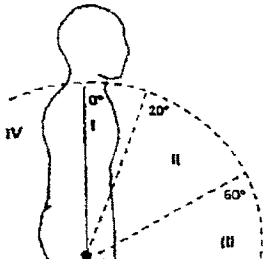
Entrambi questi standard hanno lo scopo di valutare il rischio connesso con i movimenti ripetitivi degli arti superiori eseguiti ad alta velocità. Lo standard del CEN è riferito ai progettisti di macchine; lo standard ISO è rivolto a chiunque sia coinvolto nella valutazione e gestione dello specifico rischio: ciò rende conto di lievi differenze di impostazione dei due standard che però utilizzano criteri e metodi del tutto sovrapponibili.

Entrambi gli standards utilizzano, in modo praticamente esclusivo, il metodo dell'indice OCRA (Colombini ed Occhipinti, 2000), che è oggetto di separata relazione al presente convegno: si eviterà pertanto di riportare qui i contenuti applicativi degli standards in quanto essi sono praticamente identici, compresi i criteri aggiornati di classificazione dell'indice OCRA (Occhipinti e Colombini, 2004) a quelli in quella sede illustrati.

Va solo sottolineato come il metodo OCRA è stato selezionato, rispetto a tutti gli altri, come metodo di riferimento, sostanzialmente in virtù della sua maggiore completezza nel considerare i diversi elementi di potenziale sovraccarico biomeccanico (frequenza di azione, forza, posture e movimenti, ripetitività, etc.), della sua forte propensione ad identificare gli elementi critici utili in fase di (ri)progettazione dei posti e dei compiti (ciò è risultato particolarmente importante per lo standard 1005-5 destinato a progettisti), della disponibilità di dati aggiornati di relazione fra indice di esposizione ed indicatori di effetto (occorrenza di UL WMSDs).

Allo stato attuale, il draft del CEN (prEN 1005-5) che ha superato positivamente una prima inchiesta ufficiale; è stato rielaborato in un secondo draft, in cui si è tenuto ampiamente conto di tutti i commenti ricevuti dai membri ufficiali del CEN nella prima inchiesta e si avvia a essere sottoposto ad una seconda inchiesta per la successiva approvazione come norma tecnica "armonizzata". Nonostante l'esito positivo della prima inchiesta, vi è ancora una forte resistenza all'approvazione ufficiale dello standard da parte di determinate "lobbies" fortemente preoccupate di un presunto impatto negativo dello standard sulla "produttività" e "competitività" dell'industria europea.

Il draft dell'ISO è, allo stato attuale, stato sottoposto ad una prima inchiesta ufficiale con esito positivo tra i membri dell'ISO.

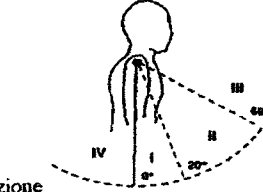
	POSTURA STATICA	MOVIMENTI		Flesso-estensione del tronco 
		BASSA FREQUENZA (<2 min.)	ALTA FREQUENZA (≥2 min.)	
I°	ACCETTABILE	ACCETTABILE	ACCETTABILE	
II°	CONDIZIONE ACCETTABILE (A)	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	
III°	NON ACCETTABILE	CONDIZIONE ACCETTABILE (C)	NON ACCETTABILE	
IV°	CONDIZIONE ACCETTABILE (B)	CONDIZIONE ACCETTABILE (C)	NON ACCETTABILE	

Condizione A = accettabile se il tronco è completamente supportato: se non è supportato, l'accettabilità è in funzione della durata della postura e dei tempi di riposo.

Condizione B = accettabile se il tronco è completamente supportato da un sedile con schienale alto.

Condizione C = non accettabile se la macchina deve essere usata per lunghi periodi.

**Tab. 11 - Valutazione delle posture e dei movimenti di flesso-estensione del tronco**

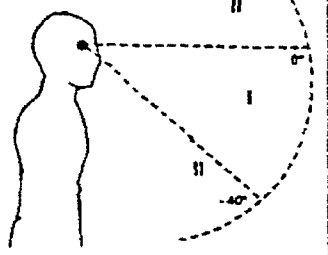
	POSTURA STATICA	MOVIMENTI		Flesso-estensione  abduzione
		BASSA FREQUENZA (<2 min.)	ALTA FREQUENZA (≥2 min.)	
I°	ACCETTABILE	ACCETTABILE	ACCETTABILE	
II°	CONDIZIONE ACCETTABILE (A)	ACCETTABILE	CONDIZIONE ACCETTABILE (C)	
III°	NON ACCETTABILE	CONDIZIONE ACCETTABILE (B)	NON ACCETTABILE	
IV°	NON ACCETTABILE	CONDIZIONE ACCETTABILE (B)	NON ACCETTABILE	

Condizione A = accettabile se le braccia sono completamente supportate: se non sono supportate, l'accettabilità è in funzione della durata della postura e dei tempi di riposo.

Condizione B = non accettabile se la macchina deve essere usata per lunghi periodi.

Condizione C = non accettabile se la frequenza è  $\geq 10$  per minuto e/o se la macchina è usata per lunghi periodi.

**Tab. 12 - Valutazione delle posture e dei movimenti di flesso-estensione ed abduzione del braccio rispetto alla spalla.**

	POSTURA STATICA	MOVIMENTI		Flesso-estensione cervicale 
		BASSA FREQUENZA (<2 min.)	ALTA FREQUENZA (≥2 min.)	
I°	ACCETTABILE	ACCETTABILE	ACCETTABILE	
II°	NON ACCETTABILE	CONDIZIONE ACCETTABILE (A)	NON ACCETTABILE	

Condizione A = non accettabile se la macchina è usata per lunghi periodi.

**Tab. 13 - Valutazione delle posture e dei movimenti di flesso-estensione del rachide cervicale.**

#### Bibliografia

1. CEN. EN 614-2. *Safety of machinery - Ergonomic design principles - Part 2: Interactions between the design of machinery and work tasks.* 2000
2. CEN. EN ISO 14738. *Safety of machinery - Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery.* 2002
3. CEN. EN 1005-3. *Safety of machinery - Human physical performance - Part 3: Recommended force limits for machinery operation.* 2002.
4. CEN. EN 1005-2. *Safety of machinery - Human physical performance - Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery.* 2003
5. CEN. prEN 1005-4. *Safety of machinery - Human physical performance - Part 4: Evaluation of working postures and movements in relation to machinery.* 2004.
6. CEN. prEN 1005-5. *Safety of machinery - Human physical performance - Part 5: Risk assessment for repetitive handling at high frequency.* 2004.
7. COLOMBINI D, OCCHIPINTI E, GRIECO A. *La valutazione e la gestione del rischio da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori: Analisi organizzative, indici di esposizione OCRA, schemi di intervento, principi di riprogettazione.* Milano, Franco Angeli Editore, 2000.
8. ISO. CD 11228-3. *Ergonomics - Manual handling - Part 3: Handling of low loads at high frequency.* 2004
9. OCCHIPINTI E, COLOMBINI D. *Metodo Ocra: aggiornamento dei valori di riferimento e dei modelli di previsione dell'occorrenza di patologie muscolo-scheletriche correlate al lavoro degli arti superiori (UL-WMSDs) in popolazioni lavorative esposte a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori.* La Medicina del Lavoro, 95,4; 305-319, 2004.
10. WATERS TR, PUTZ-ANDERSON V, GARG A, FINE LJ. *Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks.* Ergonomics, 1993, 36, 7, 749-776.

## ***Prospettive di sviluppo dell'ergonomia: il progetto "Ergonomia a scuola"***

**ADRIANO PAPALE**

Medico Ricercatore ISPESL, Dipartimento di Medicina del Lavoro

I dati riferiti nella letteratura dimostrano un preoccupante aumento del mal di schiena tra i bambini. Tra le cause di questa alta incidenza particolare rilievo sembrano rivestire:

- le posizioni viziate e fisse che i bambini assumono e mantengono per molte ore al giorno quando sono seduti al banco di scuola, al computer, alla scrivania dove fanno i compiti e davanti alla televisione;
- gli zainetti scolastici troppo pesanti o malportati.

L'ergonomia scolastica riferita all'apparato osteo-mio-tendineo, cioè quell'insieme di strategie che possono essere messe in atto al fine di permettere al bambino di eseguire le varie attività della vita scolastica con il minor sovraccarico funzionale possibile del rachide e degli arti, si pone in questo contesto quale strumento preventivo di eccellenza.

A seguito di queste premesse l'ISPESL ha elaborato un programma formativo sull'ergonomia scolastica da fornire agli insegnanti delle scuole elementari il cui obiettivo è la formazione dell'alunno, con acquisizione di competenze ed abilità che siano fonte di modificazione dei propri comportamenti inerenti l'ergonomia scolastica.

I contenuti oggetto di insegnamento/apprendimento del programma educativo "Ergonomia a scuola" sono:

- semplici nozioni riguardo l'anatomia e fisiologia della colonna vertebrale;
- le cause del mal di schiena;
- come scegliere lo zainetto e come utilizzarlo al fine di evitare il mal di schiena;
- la corretta posizione seduta al banco di scuola;
- le caratteristiche di una postazione al videoterminale ergonomica per il bambino e la corretta posizione seduta davanti al videoterminale;

La durata del Programma Educativo è di circa quattro ore - necessarie per la sua effettuazione in aula secondo i moduli forniti - più il tempo per la valutazione dell'apprendimento che può richiedere anche diversi giorni. Il Programma viene presentato da un manuale destinato agli insegnanti e da una serie di schede didattiche utilizzabile per l'effettuazione dell'attività in classe.

Il programma educativo "Ergonomia a scuola" è stato inserito in un percorso formativo realizzato dall'ISPESL in collaborazione con l'Università Roma Tre e l'Ufficio Scolastico Regionale per il Lazio, per facilitare le scuole nella fruizione gratuita dei percorsi didattici sull'autotutela dai rischi ai quali i minori sono esposti nella vita

quotidiana. Per diffondere il progetto è stata attivata una rete di soggetti, istituzionali e privati, che stanno attivando accordi con comuni, regioni e province. Attualmente si stanno raccogliendo i dati sull'efficacia del processo educativo "Ergonomia a scuola", in particolar modo nel senso di "cambiamento di abitudini", al fine di apportare aggiustamenti e miglioramenti alla sua struttura per renderlo sempre più aderente alla realtà in cui viene proposto (secondo ciclo delle scuole elementari) e sempre più valido dal punto di vista dell'efficacia.



## ***Progettazione di una nuova linea di montaggio dedicata a piani incasso 4 piastre elettriche allo scopo di migliorare l'ergonomia delle postazioni di lavoro***

**MARCO PLACCI\* - RICCARDO LO RE\*\***

\* ELECTROLUX HOME PRODUCTS ITALY S.p.A. - Stabilimento di Forlì,  
Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione

\*\* ELECTROLUX HOME PRODUCTS ITALY S.p.A. - Stabilimento di Forlì,  
Responsabile Tempi e Metodi

### **1. Introduzione**

Lo studio del fattore uomo e le implicazioni del lavoro ripetitivo all'interno della realtà produttiva sono divenuti fattori di primaria importanza nella riprogettazione di linee di montaggio e nuove postazioni di lavoro. Da più di 10 anni, infatti, l'attenzione di Electrolux alle condizioni di lavoro ed ai legami tra lavoro ripetitivo e patologie muscolo scheletriche, è andata aumentando anche supportata da metodi di valutazione più oggettivi.

Oltre alla normale manutenzione dei posti di lavoro ed alle azioni di miglioramento continuo, le metodologie di analisi ergonomica vengono applicate alla postazione di lavoro già in fase di progettazione per consentire un inserimento più confortevole dell'operatore che rispetti, quindi, obiettivi sia di miglioramento delle condizioni di lavoro, sia di metodo di montaggio.

#### *1.1 Brevi cenni storici della gestione del problema CTD da parte dell'Azienda*

L'attenzione alle problematiche relative alle patologie da WDMS hanno la loro genesi e l'inizio delle loro gestione nel 1989. Conseguentemente, nel 1991, l'attività sanitaria all'interno dell'azienda fu riorganizzata. Venne istituito un servizio di infermeria permanente con infermieri professionali e coordinamento di un Medico Competente. In quell'occasione si decise di pianificare l'attività di sorveglianza sanitaria oltre che per le classiche malattie professionali previste per normativa di legge, anche per le patologie da movimenti ripetitivi dei lavoratori che si presentavano spontaneamente presso il presidio sanitario.

In mancanza di criteri oggettivi di valutazione delle postazioni di lavoro l'input fu di segnalare direttamente ai capi reparto i casi di sospette patologie muscolo tendinee. L'impegno dei gestori dei reparti fu di impiegare il personale in postazioni ritenute meno gravose per gli arti superiori.

Per supportare l'attività del Medico Competente, fu istituito un gruppo di lavoro composto da tecnici di vari settori per individuare, tramite interviste presso i lavoratori, le postazioni più a rischio.

Nel 1996 venne pubblicato per la prima volta il metodo OCRA da parte dei prof. Occhipinti e Colombini attraverso il quale sarebbe stato possibile attribuire un livello di rischio alle postazioni di lavoro mediante lo studio dei movimenti degli arti durante la lavorazione.

Fu fatto un primo tentativo di applicazione della metodologia alle linee di montaggio. Il metodo fu momentaneamente sospeso a causa della richiesta di alte risorse in termini di tempo e della mancanza di tabelle di riferimento che dessero la possibilità di associare i livelli di esposizione ai rischi di insorgenza della patologia.

Dal 1996 al 1998, secondo le indicazioni di una proposta di Direttiva del Consiglio Europeo (93/C77/02 del 18.03.1993), l'attenzione fu concentrata sui livelli di esposizione del personale alle vibrazioni trasmesse dagli utensili. In quell'occasione il parco avvitatori pneumatici venne sostituito completamente con utensili "a stacco d'aria" con vibrazioni tra 0 e 1m/s<sup>2</sup>.

Nel corso del 2000 il metodo Occhipinti Colombini fu aggiornato e reso facilmente applicabile ad un contesto produttivo.

L'azienda investì in formazione preparando un gruppo di tecnici alla valutazione ed al continuo miglioramento degli aspetti ergonomici.

Dal 2000 ad oggi le valutazioni e gli interventi sulle postazioni di lavoro sono state pianificate ogni anno e sono entrate a far parte delle attività di routine dei singoli reparti produttivi investendo un ruolo di particolare importanza nella progettazione delle nuove linee di montaggio.

## **2. Riprogettazione della linea di montaggio.**

Lo scopo di questa relazione è di illustrare gli interventi realizzati dall'Azienda al fine di ridurre i rischi connessi a movimenti ripetitivi degli arti superiori sulla linea di assemblaggio piani incasso 4 piastre elettriche (Linea 41).

La necessità di una riorganizzazione delle postazioni di lavoro in questa area nasceva da segnali significativi: un caso di malattia da movimenti ripetitivi era stato segnalato nel 2002 ed i valori CHECK LIST OCRA delle postazioni di "finitura piano" risultavano tra i più alti presenti in stabilimento (valore 20 corrispondente alla fascia viola di "rischio alto").

Il target di progetto è stato di abbassare il livello di rischio sotto il valore 11.9 (corrispondente alla fascia gialla) su tutte le postazioni di lavoro senza penalizzare il gettito produttivo della linea.

Per raggiungere questo scopo sono stati analizzati tutti i fattori che possono influenzare i metodi di lavoro:

- Il prodotto
- Il metodo di montaggio
- Le posture durante la lavorazione
- Il lay out dei materiali

## 2.1 Il prodotto

La prima fase di analisi riguarda lo studio del prodotto. Questo è in continua evoluzione facendo parte di un contesto dinamico ed è naturalmente soggetto a periodiche rivisitazioni dovute a vari fattori (riduzioni costi, cambio normative, richieste commerciali etc. etc.).

Per questo motivo non deve mai essere scartata la possibilità di realizzare modifiche che, anche se piccole, possano eliminare operazioni a non valore aggiunto.

E' necessario analizzare ogni singolo componente chiedendosi quale sia la sua funzione, se esso è indispensabile, se ne esistono delle alternative, se esistono delle modifiche che ne semplifichino il metodo di montaggio e se questo possa indurre l'operatore a posture o movimenti scorretti.

Nella fattispecie, il piano 4 piastre (fig. 1 e 2) è composto da una protezione inferiore in lamiera (fig. 1 part. 10) sulla quale viene fissata una morsettieria (fig. 1 part. 541) che collega il cavo di alimentazione ai dispositivi di regolazione di energia (fig. 1 part. 16).

Sulla parte esterna della protezione inferiore viene applicata l'etichetta di identificazione del prodotto che riporta il codice dell'apparecchiatura, il lotto, il giorno e la

linea di montaggio su cui è stato prodotto il pezzo sotto forma di codice a barre. Il codice viene usato per associare al prodotto il risultato delle prove elettriche normative (rigidità, dispersione, terra, isolamento, impedenza) e delle verifiche funzionali.

Questo garantisce la rintracciabilità del prodotto in utenza.

Sempre sulla parte esterna vengono fissati i tiranti, dispositivi di ancoraggio del

piano di cottura al piano di lavoro dove questo verrà incassato.

Le quattro *piastre* (fig. 1 part. 20), ciascuna diversa per potenza e funzionamento ed a seconda dei modelli, vengono fissate sia alla protezione inferiore con dadi, che al *piano estetico* (fig. 2 part. 313) con coppe. La connessione elettrica viene realizzata attraverso un *cablaggio* con connettore quadripolare collegato al dispositivo di regolazione d'energia (o *commutatore*) e tramite puntali con viti alle piastre. Al piano estetico viene fissata la *spia di funzionamento* (fig. 1 part. 19) con *segnalatore rosso* (fig. 2 part. 594) ed un *nastro tecnico (Mylar)* viene applicato come ulteriore isolamento tra connettori e piano estetico.

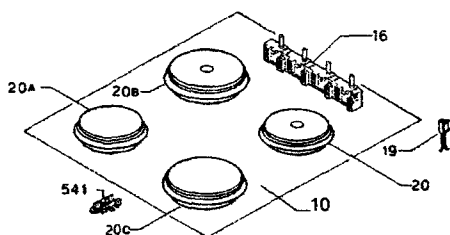


Fig. 1 Piano elettrico 4 piastre parte inferiore

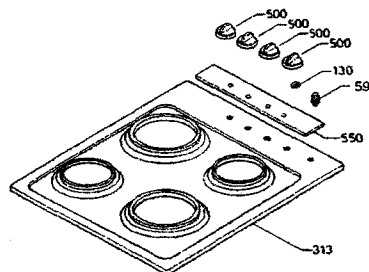


Fig. 2 Piano elettrico 4 piastre parte superiore

co. I cavi all'interno dell'apparecchiatura vengono accuratamente legati per evitare il contatto con le parti calde del piano.

I dispositivi di regolazione d'energia, vengono fissati al piano estetico tramite dadi. Per evitare possibili infiltrazioni di acqua all'interno del piano, sui commutatori, viene posizionata una guarnizione in gomma ed inserite le manopole di regolazione.

Il piano è pronto per il collaudo estetico, di sicurezza e funzionale ed, infine, per l'imballo tramite l'inserimento di due angolari ed il successivo imballaggio in termoretraibile.

L'analisi critica del prodotto ha evidenziato l'utilizzo di alcuni componenti di scarso valore aggiunto.

La prima modifica ha riguardato l'eliminazione del nastro Mylar il cui montaggio richiedeva dispensatori di dimensione particolare e, per le sue caratteristiche di resistenza meccanica, risultava molto difficile da strappare.

L'operatore era forzato ad un movimento estremo del polso e all'uso di forza di buon grado per staccare il quantitativo necessario.

L'eliminazione del nastro è stata possibile allungando la guarnizione anti infiltrazione fino a coprire i contatti elettrici tra commutatore e piano estetico.

Un'ulteriore modifica ha permesso la standardizzazione nel montaggio del cavo di alimentazione.

A seconda dei paesi in cui viene commercializzato il piano, questo particolare poteva essere a corredo, quindi inserito nel sacchetto componenti, o montato direttamente alla morsettiera.

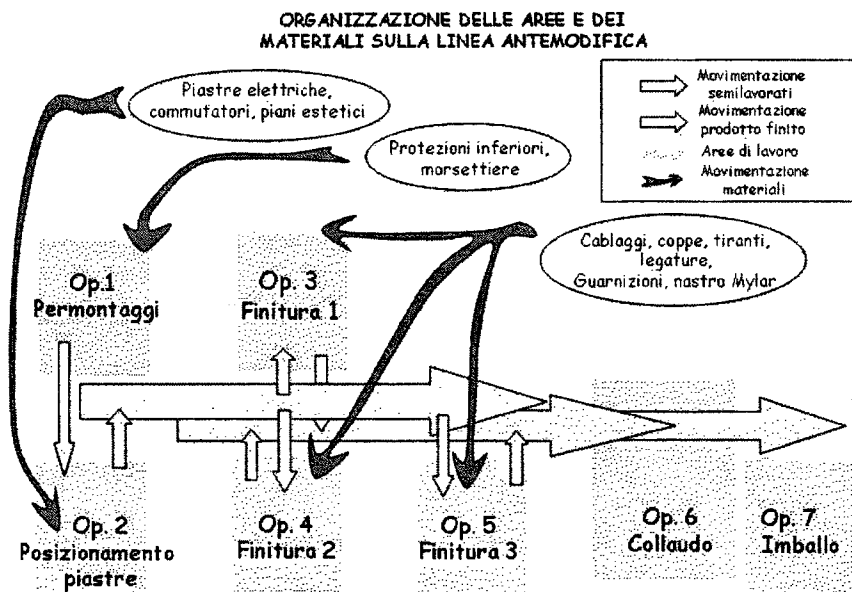
Il montaggio del cavo sull'apparecchiatura, oltre a rappresentare un ulteriore assie-  
maggio per gli operatori, richiedeva una manipolazione in pinch per la connessione alla morsettiera di alimentazione in fase di controllo elettrico.

Concordando la scelta con le società commerciali il cavo è stato inserito a corredo per tutte le apparecchiature riducendo, così, il carico di lavoro, ed eliminando la manipolazione nella postazione di collaudo.

Sempre nell'ottica di semplificazione del progetto, un altro aiuto è stato rappresentato dall'introduzione di dadi con testa zigrinata per il fissaggio delle piastre alla protezione inferiore. Questo ha permesso, sui modelli che lo prevedevano, l'eliminazione di quattro mollette di che garantivano il corretto fissaggio delle piastre in assenza di altri dispositivi di bloccaggio meccanico.

## *2.2 Linea 41 organizzazione della linea prima della modifica*

L'organizzazione della linea 41 prima della modifica (fig. 3), prevedeva una lavorazione a banco. L'handling dei semilavorati e del prodotto finito era realizzato tramite trasportatori a nastro che collegavano i singoli banchi di lavorazione.



Le lavorazioni in linea prevedevano sette operatori. Le mansioni ed i problemi riscontrati nelle postazioni sono riportati di seguito:

**Operatore 1** - Premontaggio morsettiere e protezione inferiore:

Operazioni eseguite a banco, movimentazione e stoccaggio di componenti ingombranti, movimentazione di carrelli per deposito semilavorati per Op. 2

**Operatore 2** - Preparazione commutatore e posizionare particolari di assieme su trasportatore:

Movimentazione piastre, piani estetici, protezioni inferiori. Assieme e movimentazione componenti pesanti ed ingombranti, eccesso di materiale sulla postazione.

**Operatori 3, 4, 5** - Finitura e chiusura piano:

Movimentazione semilavorati da Op. 2. Spostamento pezzi ingombranti con peso fino a 12 Kg. Materiali replicati sulle tre postazioni, difficoltà di rifornimento su due fronti, difficoltà di posizionamento materiali in postazione.

**Operatore 6** - Collaudo sicurezza e funzionale

Piano con comandi in posizione contraria all'operatore. Difficoltà a raggiungere le manopole per gli azionamenti necessari al collaudo

**Operatore 7** - Imballo

Presenza di materiale ingombrante.

L'analisi di ergonomia (tab. I) dava precise indicazioni dei fattori che più influenzavano l'indice di esposizione ed evidenziavano uno sbilanciamento di carico su alcune postazioni.

	Recupero	Frequenza	Forza	Postura	Indice check list
Premontaggio protezione inferiore	4	4	1	1	10
Posizionamento piastre	4	1	4	1	10
Finitura 1	4	8	6	2	20
Finitura 2	4	8	6	2	20
Finitura 3	4	8	6	2	20
Collaudo	4	5	1	2	20
Imballo	4	1	1	1	7

TAB. I - indici Check List linea 41 prima della modifica

### 2.3 Problematiche della vecchia linea e possibili soluzioni migliorative

Seguendo le indicazioni della check list, l'attenzione si è focalizzata sulle voci che maggiormente incidevano sull'indice di esposizione. Per le postazioni di finitura sono state analizzate le cause che ne determinavano gli alti valori.

	Linea vecchia Problema	Linea nuova Soluzione
Frequenza	Presenza di movimenti a non valore aggiunto, prodotto semplificabile	Soluzioni progettuali per l'eliminazione di componenti o semplificazione dell'assemblaggio del piano. Introduzione servomezzi per le movimentazioni del prodotto
Forza	Spostamento di particolari con peso fino a 12 Kg con prese in pinch più volte nel ciclo	Introduzione servomezzi per le movimentazioni del prodotto
Postura	Presenza di posture non idonee dovute alla presenza di eccessiva quantità di materiale sulle postazioni di lavoro (stessi materiali su diverse postazioni). Movimentazione di pezzi grandi "a sbalzo".	Suddivisione delle mansioni e, conseguentemente, del materiale sulle postazioni. Introduzione servomezzi per le movimentazioni del prodotto

TAB II - Individuazione delle soluzioni

Come evidenziato in tab. II, i maggiori problemi sono stati individuati nella movimentazione manuale del piano (azione a non valore aggiunto) per gli aspetti legati alla forza.

L'alta frequenza dei gesti lavorativi era causata dalle ripetute movimentazioni ed, in parte, da componenti sostituibili, modificabili o eliminabili.

Le posture incongrue erano dovute all'eccessiva quantità di materiali presenti sulle tre postazioni di finitura. Infatti, la lavorazione in parallelo, prevede la presenza degli stessi materiali su tutte le postazioni che riguardano quell'operazione, determinando ingombri eccessivi e lontananza dei componenti in uso dal raggio d'azione dell'operatore.

Per quanto riguarda la postazione di collaudo, il valore di postura era facilmente abbattibile ruotando di 180° il piano in modo che questo presentasse le manopole sul lato più vicino all'operatore.

La nuova linea è stata sviluppata sulla base di questi presupposti.

#### 2.4 Nuovo sistema di montaggio

Lo studio della nuova linea ha previsto fin da subito un sistema di trasporto e di assiemaggio del piano su linea a pallet.

La linea proposta è schematizzata in figura (fig. 4).

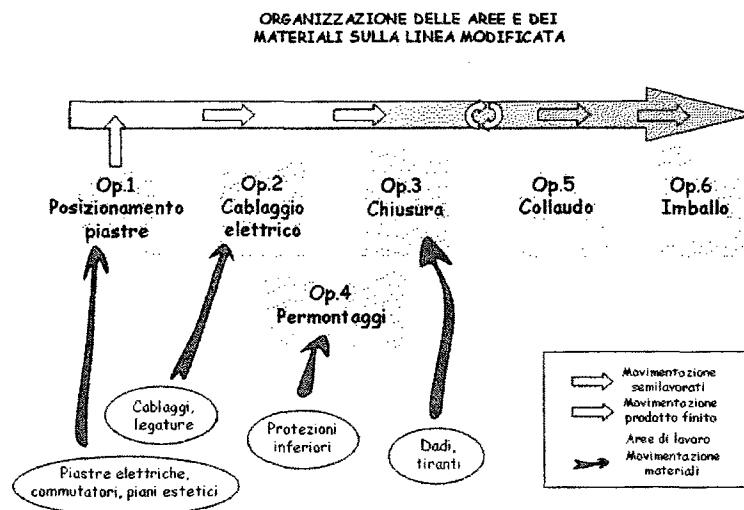


Fig. 4 - Organizzazione della linea dopo la modifica

Il concetto base che ha guidato la scelta è stato di sfruttare il prelievo ed il posizionamento dei componenti base che compongono il piano da parte del primo operatore in modo da non dover movimentare ulteriormente i pezzi.

La linea a ricircolo di pallet prevede la possibilità di sfruttare un supporto preformato (pallet) che viene movimentato da un sistema di catene frizionate con possibilità di polmonatura tra una stazione e l'altra. Sul pallet ogni operatore completa la sua parte di lavoro e procede all'evacuazione tramite la pressione di un pulsante.

Al termine della linea di assiemaggio, il posizionamento del piano, idoneo per il collaudo, è stato realizzato tramite un manipolatore meccanico.

Il livellamento proposto ha previsto un totale di sei operatori, la divisione del lavoro ha consentito una migliore redistribuzione del materiale sulle postazioni ed una diminuzione delle frequenze di azione.

Queste modifiche hanno riportato i fattori di rischio all'interno dei valori prefissati all'inizio del progetto.

Di seguito la distribuzione delle operazioni sulla nuova linea ed i miglioramenti di handling e posizionamento dei materiali per le varie postazioni:

**Operatore 1** - Preparazione commutatore e posizionamento componenti su pallet:

L'operatore posiziona tutti i componenti a maggior peso ed ingombro sul pallet di trasporto ed assiemaggio. I componenti non verranno più movimentati dagli altri operatori.

La situazione del materiale migliora per lo spostamento della protezione inferiore all'operatore 3.

**Operatore 2** - Cablaggio:

Lavorando direttamente sul pallet di trasporto, l'operatore esegue i cablaggi elettrici e le legature dei cavi. I materiali previsti per la postazione sono stati ridotti e posizionati nel raggio d'azione dell'operatore.

**Operatore 3** - Chiusura:

Sempre sul pallet di trasporto, l'operatore provvede alla chiusura de piano tramite protezione inferiore preassiemata alla morsettiera dall'Op. 4.

Anche in questo caso, i materiali asserviti alla postazione, sono stati ridotti.

**Operatore 4** - Premontaggio protezione inferiore:

In questo caso l'operazione è stata alleggerita dal montaggio del cavo alla morsettiera, riducendo sia il numero di azioni tecniche svolte per il compito assegnato, sia la movimentazione dei materiali,

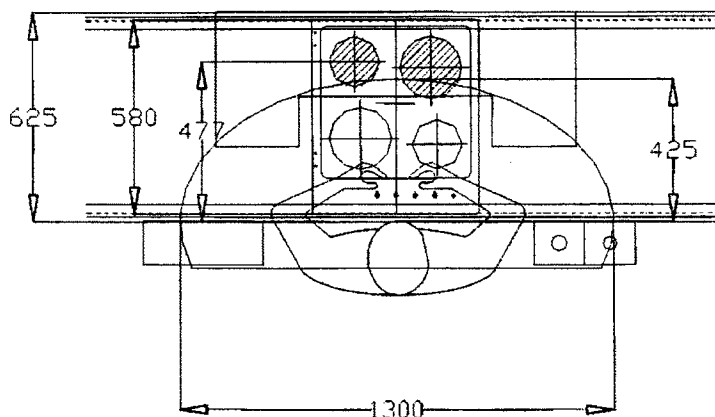
**Operatore 5** - Collaudo sicurezza/funzionale:

Effettuando la rotazione del pezzo in automatico, questo presenta le manopole in posizione idonea ad un facile azionamento da parte dell'operatore.

**Operatore 6** - Imballo:

Le operazioni di imballo restano invariate.





**Fig. 5 - Area ergonomica della postazione di lavoro**

La postura del posto di lavoro è stata studiata realizzando un modello grafico.

L'area ergonomica applicata al lay-out della nuova linea ha evidenziato la necessità di realizzare un pallet di trasporto con possibilità di rotazione di 360° per consentire all'operatore di lavorare anche sulle piastre più lontane senza dover assumere posizioni scorrette (fig. 5)

Sempre tramite modello grafico sono state studiate le posizioni dei pulsanti di azionamento ed il lay out dei materiali.

L'altezza è stata determinata sulla media della statura degli operatori che abitualmente ruotano su questa linea di montaggio, e con la possibilità di regolazione di più o meno 5 cm in fase di installazione.

In due delle tre nuove postazioni di linea, il lavoratore ha la possibilità di alternare la posizione eretta a quella seduta utilizzando apposite sedute ergonomiche ricercate sul mercato, che consentano un minor carico di lavoro alle gambe ed il miglioramento generale della postura del corpo.

La posizione dei materiali è stata prevista su speciali supporti a "ferro di cavallo" davanti all'operatore e mensole ai lati della postazione. La suddivisione del lavoro ha consentito di ridurre ad un terzo la quantità dei materiali approvvigionati.

### **3. Risultati**

A distanza di sei mesi dalla realizzazione della nuova linea di montaggio, i valori rilevati con il metodo check list OCRA (tab III) sono risultati rientranti in fasce non a rischio. Anche la percezione degli operatori conferma l'abbattimento della fatica fisica.

	Recupero	Frequenza	Forza	Postura	Indice check list
Posizionamento piastre	4	1	4	1	10
Cablaggio elettrico	4	5	1	1	11
Chiusura piano	4	5	1	1	11
Premontaggio protezione inferiore	4	4	1	1	10
Collaudo	4	5	1	1	11
Imballo	4	1	1	1	7

TAB. III- indici Check List linea 41 dopo la modifica

La semplificazione del prodotto ed il nuovo assetto hanno consentito di ottimizzare l'uso della manodopera riducendo da sette a sei il numero di addetti al montaggio senza variare il gettito produttivo giornaliero della linea.

## ***Soluzioni ergonomiche nella macellazione avicola***

**ITALO RINALDINI - MARCO CERIONI**

GE.SCO. CONSORZIO COOP. A R.L. SOCIETÀ COOPERATIVA AGRICOLA –  
Via del Rio, 400 S. Vittore di Cesena 47020 - Tel.:0547/343943

E-mail: italo.rinaldini@amadori.it, marco.cerioni@amadori.it

***RIASSUNTO: la valutazione del rischio ergonomico per gli arti superiori eseguita con il metodo check-list OCRA è attualmente la principale priorità assegnata dalla direzione della divisione alimentare del Gruppo Amadori in tema di sicurezza del lavoro e prevenzione. Per lo stabilimento maggiore la fase di valutazione è prossima alla conclusione. Sono qui discussi l'applicazione del metodo e presentate le difficoltà incontrate; vengono inoltre analizzati i risultati principali. Il piano di miglioramento complessivo è in fase di definizione, nel caso del reparto di disosso manuale già in atto. Vengono presentati alcuni esempi di intervento sia di tipo strutturale, che di tipo organizzativo e formativo.***

### **1. Introduzione**

Negli ultimi anni è cresciuta particolarmente la sensibilità sociale e aziendale verso gli aspetti di prevenzione e salute nel lavoro: a partire dall'anno 1999, l'azienda ha impegnato risorse per eseguire interventi di valutazione del rischio da movimenti ripetitivi agli arti superiori che hanno coinvolto uno stabilimento di lavorazione del tacchino, ed uno di lavorazione del pollo. Gli esiti di queste prime analisi inseriti in un piano di miglioramento aziendale, hanno concorso a far partire investimenti strutturali sugli impianti di tali stabilimenti (inserimento di automazione nell'eviscerazione del pollo e del tacchino e di pallettizzazione automatica dei prodotti) e a realizzare forme di gestione più accurata del personale (opportune rotazioni su più compiti lavorativi).

Per lo stabilimento principale della divisione di trasformazione alimentare del Gruppo Amadori, dal 2002 è stato registrato un sensibile incremento nella casistica di malattie professionali, come pure si è evidenziato un incremento della percentuale dei lavoratori che al controllo sanitario periodico presentavano disturbi riconducibili all'esposizione a rischi di tipo ergonomico da movimenti ripetuti degli arti superiori. Le limitazioni indicate dai medici competenti nei giudizi di idoneità dal 2003 hanno iniziato a creare problemi organizzativi, di gestione del personale sulle attività di lavoro tutt'altro che di semplice soluzione.

Queste evidenze hanno motivato la direzione a indicare in aprile 2004 come prioritario il progetto di valutazione del rischio ergonomico per gli arti superiori affrontato in modo sistematico per ogni stabilimento del gruppo.

Il progetto attuale si propone di conseguire una adeguata riduzione del rischio in tutti gli stabilimenti e di fornire alla direzione strumenti adeguati per orientare i piani di sviluppo, non solo al rispetto delle logiche aziendali di espansione e di profitto, ma

anche alla corretta gestione degli aspetti di sicurezza. Inoltre si propone di rispondere in modo adeguato alla necessità di gestire quei lavoratori che avendo già riportato disturbi necessitano di una particolare tutela per potere proseguire le attività lavorative.

Il progetto è attualmente in fase conclusiva per lo stabilimento di Cesena, e allo stato attuale consente di esaminare i principali risultati delle valutazioni e di presentare alcuni esempi di interventi di miglioramento e di riprogettazione.

## **2. Quadro dell'azienda**

Il Gruppo Amadori si struttura ricoprendo in modo integrato l'intera filiera avicola:

- la divisione zootecnica pertiene a tutte le attività relative alla gestione degli incubatoi, mangimifici ed allevamenti;
- la divisione alimentare si occupa di tutte le attività di trasformazione: macellazione, sezionamento, confezionamento e preparazioni di carne;
- la divisione commerciale segue tutte le attività di vendita, logistica e distribuzione del prodotto finito.

Nei cinque stabilimenti della divisione alimentare è occupato oltre il 60% dei circa 5500 dipendenti del gruppo. In questi si riscontra la maggiore concentrazione di attività manifatturiere, e quindi il rischio ergonomico da movimenti ripetuti per gli arti superiori è molto presente.

## **3. Prodotti e lavorazioni**

Le principali tipologie di prodotti immessi sul mercato sono costituite da busti interi di pollo e tacchino, da tagli anatomici confezionati o imballati sfusi, da preparazioni di carni fresche (salsiccia, hamburger e spiedini), da prodotti cotti a base di carne (wurstel e impanati), e da farine animali per pet-food.

## **4. Settori e reparti principali**

Lo stabilimento di Cesena comprende il settore di lavorazione del pollo, quello del tacchino, ed il settore dei prodotti innovativi (preparati di carne fresca e wurstel); è presente la principale piattaforma meccanizzata di stoccaggio e distribuzione dei prodotti finiti del gruppo. Inoltre, è presente un impianto di rendering per la trasformazione dei sottoprodotti in farine animali.

I reparti in cui è importante il rischio da movimenti ripetuti per gli arti superiori per le attività di lavoro eseguite e numero di lavoratori impiegati sono elencati nella tabella 3.

## **5. Dati sanitari**

La casistica delle malattie professionali è riportata nella tabella 1; si evidenzia un incremento negli ultimi due anni.

	2002			2003			2004			Totale 2002-2004		
	L	M	L + M	L	M	L + M	L	M	L + M	L	M	L + M
N. denunce	9	0	9	28	19	47	43	7	50	80	26	106
% sul n. dipendenti			0,4%			2,3%			2,4%			5,1%

**Tab. 1 - Casistica di malattie professionali agli arti superiori; sono distinte le richieste effettuate dai lavoratori (indicate con L) e le denunce effettuate dai medici competenti (indicate con M).**

Il numero di lavoratori che in seguito ai controlli sanitari periodici presentano limitazioni alla mansione è riportato nella tabella 2 in percentuale rispetto al totale. Circa il 40% di tali limitazioni riguarda gli arti superiori ed è riconducibile al rischio da movimenti ripetuti.

12/2002	12/2003	12/2004
5,3%	9,8%	13,6%

**Tab. 2: - Percentuale di lavoratori con limitazioni alle attività di lavoro sul totale dipendenti**

Settore	Reparto	N. lavoratori/turno	Lavorazioni eseguite manualmente
Polo	Macello Poli	27	appendimento poli a catena, controllo dissanguamento, eviscerazione, controllo sanitario, raccolta e controllo rigaglie
	Imballo Poli	20	selezione, accoscamento e imballo in casse dei busti di pollo, etichettatura e pesatura, appendimento dei busti al tunnel di raffreddamento per lavorazioni successive
	Controllo rigaglie	5	scarico cestelli da tunnel di raffreddamento, preparazione confezioni, etichettatura e formazione bancale con casse di prodotto finito (rigaglie di pollo e tacchino)
	Taglio Poli	121	appendimento dei busti a catena, lavorazioni di sezionamento, raccolta e confezionamento dei tagli anatomici (ali, cosce e petto), disosso e lavorazioni al banco di cosce e petto, peso-prezzatura e raccolta in casse dei prodotti finiti
	Disosso	60	Alimentazione macchina spelattico, disosso manuale con coltello di cosce, sovracosce e petto di pollo, controllo e raccolta prodotto disossato.
Tacchino	Macello Tacchini	14	appendimento tacchini a catena, controllo dissanguamento, taglio prima fetange ali, eviscerazione e controllo sanitario, controllo vertigili, ispezione gozzi, appendimento busti suganci catena tunnel raffreddamento
	Imballo Tacchini	4	selezione e riaggancio a catena, imballo busti in casse, pesatura e formazione bancale
	Taglio Tacchini	92	appendimento dei busti a catena, lavorazioni di sezionamento, raccolta e confezionamento cosce e ali, rifilatura preparazione e confezionamento fesa, disosso a catena di ali e cosce; lavorazioni al banco, peso-prezzatura e raccolta in casse dei prodotti finiti
Innovativi	Elaborati Crudi	120	preparazione assemblaggio e confezionamento di spiedini, e preparati di carne, preparazione e confezionamento poli aromatizzati, preparazione impasti a base di carne, formatura e confezionamento hamburger, insacco e confezionamento salsiccia, peso-prezzatura e raccolta in casse dei prodotti finiti
	Wurstel	42	preparazione impasti, insacco, carico forno per cottura, scarico forno e pelatura, confezionamento, imballo confezioni in scatole e formazione bancale
Totale		505	
N. totale dipendenti		2200	

**Tab. 3 - Settori e reparti principali dello stabilimento Amadori di Cesena; sono riportate le tipologie di lavorazioni manuali e il numero medio di lavoratori per turno**

## **6. Progetto di valutazione dei rischi ergonomici per gli arti superiori**

La prima azione è stata l'individuazione del personale a cui affidare il compito di effettuare la valutazione (tecnici dei settori qualità, ingegneria di produzione, e sicurezza) seguita da un corso sull'applicazione del metodo OCRA (tenuto dai dottori Colombini e Occhipinti), che prevedeva oltre ad una parte tecnica rivolta alla formazione del personale individuato e ai medici competenti, anche una di carattere più divulgativo che ha visto la partecipazione dei rappresentanti dei lavoratori e delle principali funzioni aziendali.

## **7. Metodo di analisi**

*L'analisi è stata effettuata applicando il metodo OCRA semplificato, ovvero quello che fa uso della check-list per la stima dei diversi fattori di rischio. La check-list utilizzata è una revisione che risale a novembre 2004 curata dagli autori del metodo (dott.ssa Colombini e dott. Occhipinti). Gli aggiornamenti riguardano la valutazione del fattore postura per la spalla (posture estreme), e la valutazione del fattore frequenza nel caso di azioni statiche (presa statica di un oggetto per una durata di almeno 5s).*

L'analisi è stata condotta con l'ausilio di riprese video effettuate sul campo, in modo da potere valutare agevolmente i fattori frequenza con il conteggio delle azioni tecniche ed il fattore posture incongrue (esame al rallentatore).

L'impiego di forza nell'esecuzione delle azioni lavorative è stato valutato intervistando i lavoratori: in particolare si è provveduto a chiedere al singolo lavoratore di individuare fra le azioni svolte quelle eventuali in cui fosse richiesto maggior impiego di forza, ed anche poi di classificare l'intensità di tale forza in base ad una scala di quattro voci (forza leggera, modesta, moderata, forte). Tale scala è semplificata rispetto a quella di Borg, ma adeguata ad effettuare la valutazione con il metodo della check-list.

I dati organizzativi sono stati acquisiti nel corso dei sopralluoghi, intervistando capi reparto e responsabili di produzione, e verificati a confronto con gli standard di produzione.

I dati delle valutazioni delle singole postazioni sono stati aggregati per linea di lavorazione e presentati per ciascun reparto, ottenendo mappe di rischio che consentono una visione sintetica ed il calcolo degli indici di rischio medio.

Una ulteriore tipologia di mappa è quella per mansione, che consente di calcolare il livello di esposizione personale.

Le fasi principali del progetto si sono articolate con il seguente ordine:

- Definizione e codifica delle postazioni di lavoro;
- Riprese video;
- Acquisizione di dati organizzativi e produttivi;
- Analisi e valutazione di ciascuna postazione di lavoro (compilazione check-list);
- Individuazione di possibili miglioramenti per ciascuna valutazione effettuata;

- Mappe di rischio per reparto e per linea;
- Presentazione e discussione delle mappe di rischio con i responsabili di reparto;
- Mappe di rischio per mansione;
- Piano di miglioramento;
- Realizzazione degli interventi;
- Aggiornamento della valutazione.

### **8. Peculiarità e difficoltà**

*Innanzitutto premettiamo le forme di organizzazione del lavoro riscontrate:*

- *cicli di lavoro vincolato a catena, dove ciascun operatore attende alla singola operazione di smontaggio sul pezzo in transito (ad esempio esecuzione di un taglio su una carcassa in movimento); sono caratterizzati da tempi di ciclo estremamente brevi e determinati dalla cadenza della linea;*
- *postazioni singole di lavoro al banco, dove l'indice di controllo non è rappresentato tanto dal numero di pezzi eseguiti nell'unità di tempo bensì dai Kg di carne prodotti; in tale caso i tempi di ciclo delle operazioni si differenziano in funzione della pezzatura e del livello di qualità dei pezzi in ingresso al banco di lavoro (ad esempio operazioni di disosso di tagli di prima scelta piuttosto che di seconda scelta, o di stesse parti anatomiche pesanti piuttosto che leggere);*
- *lavori composti da gruppi di postazioni strutturate in apparenza ad "isola", dove non sono tanto le operazioni simili sugli stessi pezzi ad essere l'elemento caratterizzante, bensì dove la variazione del tipo di prodotto in ingresso rende fattibile scelte alternative di assetto delle postazioni e delle operazioni che devono essere svolte all'interno del gruppo stesso (ad esempio nastri per il confezionamento in vassoi di tipo diverso di cosce, sovracosce, ali, o altri).*

*Alla luce di queste note si vogliono qui evidenziare alcuni elementi critici che, almeno in parte, rendono l'applicazione del metodo di valutazione del rischio al comparto della macellazione e lavorazione carni diversa da quella tipica del comparto meccanico.*

*La rappresentazione dell'assetto operativo dei reparti, a fronte della caratteristica di avere linee di produzione corte e flessibili risulta mutevole per configurazione anche nel breve periodo; questo ha costituito la prima vera difficoltà operativa. Tipicamente, nel corso di uno stesso turno di lavoro, gran parte dei lavoratori effettua attività diverse anche nella stessa linea o postazione "fisica". Variano il tipo di prodotto lavorato, la velocità di lavorazione, le modalità di esecuzione delle lavorazioni e le durate con cui tali lavorazioni si susseguono. È pertanto necessario un esame preliminare con il responsabile di produzione, per definire correttamente le "postazioni di lavoro" (o compiti) in modo che siano funzionali alla valutazione, e cercando, per quanto possibile, di evitare un dettaglio eccessivo, che porterebbe ad una*

*inutile proliferazione del numero di valutazioni da effettuare.*

*Nonostante questa attenzione, per i reparti esaminati dello stabilimento, a fronte del dato di presenza media per turno di 505 lavoratori, sono state identificate circa 500 attività lavorative diverse, potenzialmente a rischio, sulle quali effettuare la valutazione.*

Una seconda peculiarità è dovuta al fatto che spesso le attività da eseguire non hanno un rigido schema o sequenza predefinita, ma presentano elementi d'operazione variabili, che possono dipendere dalle particolarità del prodotto da lavorare, e anche dalla relativa "libertà" del lavoratore nel modo di operare. In particolare questo si riscontra nelle lavorazioni non direttamente collegate alla catena, ma che permettono zone polmone.

Una ulteriore difficoltà è insita nella valutazione dei tempi di ciclo, e quindi condiziona il fattore di frequenza, laddove il lavoratore è relativamente libero di variare la cadenza di lavorazione (lavorazioni al banco o fuori linea, presenza di accumuli di prodotto da lavorare). Una buona affidabilità del dato è quindi conseguibile in questi casi solamente con il confronto dei tempi di ciclo rilevabili dai filmati con quelli rilevati in reparto, e con una ulteriore validazione a fronte degli standard di produzione (classificati in termini di Kg di carne prodotti per unità di tempo da 1 lavoratore). Da questo confronto può emergere anche la presenza di aspetti non evidenti ad un primo esame, quali:

- tempi in cui l'operatore effettivamente sospende l'attività corrente ed effettua lavori non ripetitivi (pulizia, approvvigionamento materiali, set-up linea per cambio lavorazione);
- oppure di vere e proprie pause (ad esempio attese per i cambi di lavorazione, o fermi macchina sistematici dovuti all'alimentazione di materie prime).

Di questi fattori è opportuno tener conto al fine di quantificare correttamente il tempo di lavoro ripetitivo e, ove trattasi di attese sistematiche in cui l'operatore non effettua alcuna attività, del fattore di recupero.

## **9. Gestione dei dati delle valutazioni**

La numerosità del team di tecnici, al lavoro spesso contemporaneamente su reparti e linee diverse, come pure la necessità di aggiornare facilmente le valutazioni e di rintracciare velocemente dati e filmati (oltre 650), hanno imposto l'impiego di un database per la gestione e l'aggiornamento dei dati, da affiancare alla gestione dei dati su carta. Lo strumento impiegato è stato predisposto appositamente dalla funzione Sicurezza e Ambiente, e consente di effettuare la ricerca delle postazioni di lavoro per reparto e per linea, il collegamento di più filmati ad una stessa postazione da valutare, e la stampa della check-list. È possibile redigere più valutazioni sulla stessa postazione di lavoro, in modo da potere effettuare simulazioni e aggiornamenti; questo rende possibile una archiviazione della storia del rischio.

*Un altro strumento basato su Excel è stato appositamente sviluppato in Visual Basic dalla funzione Ingegneria di Produzione per la creazione delle mappe di rischio. I*



dati delle valutazioni, aggregati per reparti e linee, vengono automaticamente inseriti in un modello di mappa, facilmente modificabile, in modo da produrre le mappe e i grafici in pochi minuti. Queste contengono comunque tutte le formule che effettuano i calcoli; in tal modo è possibile effettuare anche simulazioni direttamente sulle mappe.

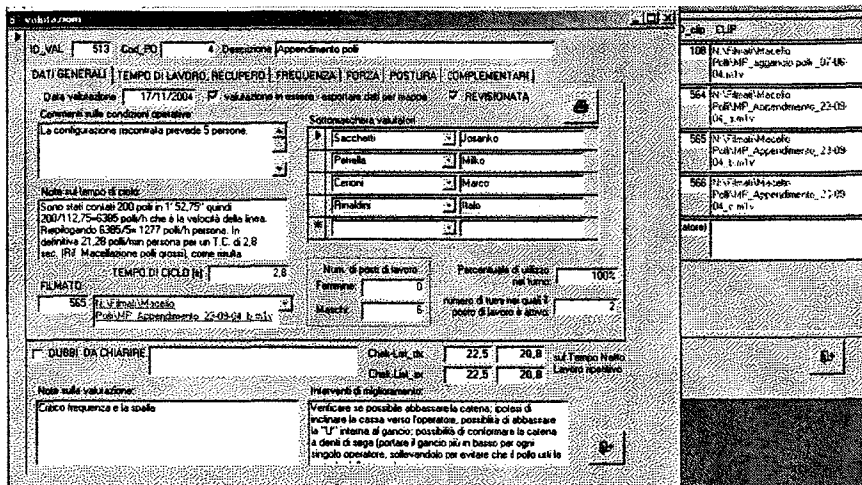


Fig. 1 - Come appare la maschera principale di inserimento dei dati del database per la gestione delle valutazioni del rischio

## 10. Risultati

### Presentazione dei dati

I risultati delle valutazioni sono presentati in mappe separate per arto destro e sinistro e per linea di lavorazione. Per ogni reparto, e per ciascun settore, è presente un report di riepilogo. L'utilità di questo tipo di mappa è evidente dalle seguenti osservazioni:

- il punteggio complessivo di ogni check-list quantifica il rischio intrinseco della postazione, che coincide con l'esposizione personale di un lavoratore che operi tutto il turno sulla postazione considerata;
- le mappe riportano per ciascuna attività valutata il numero di lavoratori effettivamente esposti (calcolato tenendo conto della percentuale di effettivo utilizzo della postazione rispetto alla durata del turno, del numero di postazioni uguali, e del numero di turni di lavoro);
- ciascuna mappa riporta i valori medi, ponderati rispetto al numero di lavoratori esposti, dei singoli fattori di rischio e del punteggio di check-list.

Questi aspetti consentono di evidenziare non solo il livello di rischio intrinseco di ogni attività, ma anche l'importanza di considerare tale livello di rischio in relazione

al numero di persone ad esso esposte, e quindi, in definitiva, di individuare le corrette priorità di intervento.

I due grafici in figura 2 evidenziano la distribuzione del numero di postazioni di lavoro mediamente attive per giornata lavorativa, considerando complessivamente i settori pollo, tacchino, e wurstel, rispetto al punteggio check-list.

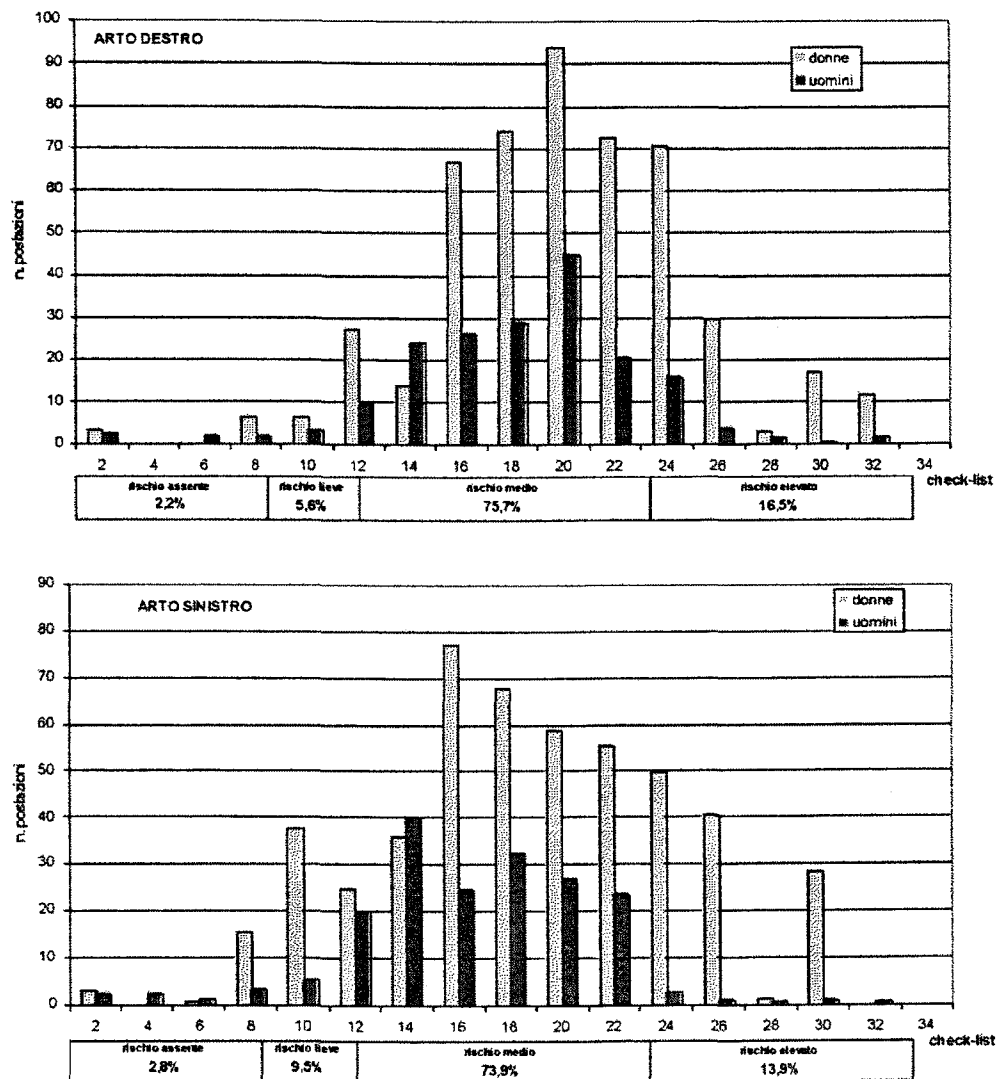


Fig. 2 - Distribuzione del numero di postazioni di lavoro suddivise per uomini e donne rispetto al punteggio check-list; in basso è riportata la percentuale complessiva (uomini + donne) per ciascuna fascia di rischio.

La tabella 4 riporta per reparto i punteggi medi delle check-list, ponderati rispetto al numero di postazioni attive (media giornaliera), suddivisi per uomini e donne, e per arto destro e sinistro; in particolare, per ciascun reparto, dall'analisi delle singole mappe, sono state estrapolate le attività di maggior rilievo, e per ciascuna di queste sono stati evidenziati i fattori di rischio determinanti.

Inoltre sono stati ricavati i punteggi dei singoli fattori di rischio, come media ponderata rispetto al numero di postazioni attive, ed il punteggio medio di check-list; questi dati sono presentati nella tabella 5.

Settore	Reparto		Check-list		N. PdL	Attività che incidono in maniera rilevante sui dati medi	fattori rilevanti
			DX	SX			
Pollo	Macello	T	17,6	18,5	54	1. Appendimento, 2. eviscerazione, 3. raccolta e controllo rigaglie	Frequenza (1,2,3), postura spalla (1), postura mano (2,3), recupero
		F	16,6	18,3	37		
		M	19,6	19,1	17		
	Imballo	T	22,5	20,0	39	1. Accosciamento e incassettamento busti, 2. Riaggancio busti al tunnel di raffreddamento	Frequenza (1,2), postura gomito (1), postura spalla (2), recupero
		F	22,9	20,5	38		
		M	11,4	5,5	1		
	Confezionamento rigaglie	T	18,9	17,1	10	1. Raccolta confezioni in cassa, 2. Confezionamento da 350g	Frequenza (1,2), postura spalla (1), postura mano (2), recupero
		F	18,9	17,1	10		
		M	-	-	-		
	Taglio	T	17,6	15,5	242	1. Sezionamento a catena, 2. linea petto a fette, 3. confezionamento petto intero, 4. confezionamento cosce ed ali, 5. disosso al banco petto e cosce, 6. confezionamento busti	Frequenza (1,2,3,4,5,6), postura spalla (1,2), postura mano (4,5,6), postura polso (5,6), recupero
		F	17,7	15,9	181		
		M	17,2	14,2	61		
Disosso	T	21,2	21,9	59	Tutte le postazioni di disosso con coltello, variabili in funzione del tipo di prodotto da disossare	Frequenza, postura mano e polso, recupero	
	F	21,4	22,2	54			
	M	19,7	19,1	5			
Tacchini	Macello Tacchini	T	17,8	15,3	28	1. Posizionamento/appendimento, 2. eviscerazione, 3. controllo piuma, 4. ispezione gozzi, 5. controllo ventrigli, 6. riaggancio a tunnel di raffreddamento	Frequenza (1,2,3,4,5,6), postura spalla e gomito (1), postura mano (2,3,4,5), postura polso (6), recupero
		F	19,9	17,3	13		
		M	16,1	13,6	15		
	Imballo Tacchini	T	13,9	13,1	6	1. Riaggancio busti a catena, 2. Imballo busti in casse, 3. Pesa casse e bancale	Frequenza (2), forza (3), postura gomito e mano (1,2,3), recupero
		F	-	-	-		
		M	13,9	13,1	6		
Taglio Tacchini	T	19,0	16,8	164	1. Sezionamento a catena, 2. rifilatura fesa, 3. confezionamento cosce ed ali, 4. Confezionamento fesa, 5. disosso cosce, 6. disosso ali	Frequenza (1,2,3,4,5,6), postura spalla (1,3), postura polso (1,2), postura mano (2,4,5,6), recupero	
	F	19,8	17,4	103			
	M	17,7	15,7	61			
Innovativi	Wurstel	T	18,6	17,9	88	1. In sacco, 2. confezionamento, 3. imballaggio	Frequenza (1,2,3), postura spalla (2,3), postura polso (1), postura mano (1,2,3), recupero
		F	20,1	18,8	64		
		M	14,6	15,4	24		

**Tab. 4 - Analisi dei risultati della valutazione, con evidenza delle lavorazioni rilevanti e dei relativi dei fattori di rischio**

#### Recupero

La maggioranza dei reparti (wurstel e disosso manuale esclusi) effettua turni della durata di 6h:30', con una pausa unica di 25'. Questo comporta una sostanziale caren-

za dei tempi di recupero (punteggio pari a 4 nella quasi totalità delle valutazioni effettuate).

Nel caso del settore wurstel il ciclo di lavorazione continuo comporta turni continuati di 8h, che prevedono una unica pausa di 30' (punteggio 6). Nel caso del reparto di disosso manuale si effettua un turno unico di 8h con due sole pause (punteggio 5).

	arto	recupero	frequenza	forza	spalla	gomito	polso	mano	stereotipia	totale postura	Complementari	Check-List (punteggio sul tempo netto di lavoro ripettivo)
F	DX	4,07	6,87	0,47	2,54	2,12	2,09	3,40	2,76	7,41	1,29	18,77
	SX		5,18	0,44	2,02	2,10	1,55	3,88	2,56	7,33	1,29	17,10
M	DX	4,11	4,88	1,16	2,44	1,86	2,00	1,83	2,57	6,64	1,80	17,06
	SX		3,26	1,03	2,17	1,93	1,47	2,06	2,58	6,40	1,72	15,17
T	DX	4,09	6,32	0,65	2,52	2,04	2,07	2,94	2,71	7,21	1,44	18,31
	SX		4,64	0,59	2,07	2,05	1,53	3,36	2,58	7,08	1,41	16,57

**Tab. 5 - Media ponderata rispetto al numero di postazioni attive dei punteggi delle check-list per i singoli fattori di rischio**

*Frequenza di azione*

Nel 33% delle valutazioni effettuate la frequenza di azione è risultata superiore alle 60azioni/minuto, con riferimento all'arto destro (punteggio superiore a 8). Il fattore di frequenza medio ponderato risulta più elevato per le donne, in particolare per l'arto destro (punteggio medio 6,87). Un fattore frequenza particolarmente elevato è tipico di tutte le lavorazioni eseguite con coltello, specialmente per le attività di disosso eseguite al banco o a catena, e delle lavorazioni di macellazione (eviscerazione, postazioni di controllo). Le attività di confezionamento, presentano una forte variabilità del fattore frequenza, pur facendo rilevare generalmente una media inferiore.

### *Utilizzo di forza*

I dati medi mostrano che questo fattore non contribuisce in modo significativo al rischio complessivo. Raramente, effettuando le interviste, i lavoratori hanno indicato un utilizzo di forza di intensità superiore a "leggero" (punteggio 0). Tuttavia, alcune lavorazioni, che comportano la movimentazione di carichi (ad esempio busti di tacchino, formazione manuale di bancali, carico bilancelle su linea cottura – reparto wurstel), presentano un punteggio significativo o elevato.

### *Postura*

La tabella 5 che presenta i dati medi ponderati mostra chiaramente come la postura, tra i vari fattori di rischio sia quello che dà il contributo maggiore; risultano particolarmente presenti le posture incongrue della mano.

**Spalla:** pressoché tutte le lavorazioni vengono svolte con le braccia sollevate e non appoggiate al piano di lavoro (punteggio pari o superiore a 1); le posture estreme (flessioni e abduzioni superiori a 80°) sono talvolta presenti per operazioni di appendimento/prelievo da catene o nastri di trasporto (appendimento polli e tacchini – punteggi da 2 a 7, prelievo confezioni al reparto imballo wurstel – punteggi fino a 12), lavorazioni con coltello che costringono l'operatore a tenerlo rivolto con la punta verso il basso (taglio cosce e incisione fesa al reparto taglio tacchini - punteggi da 4 a 12, disosso al banco di cosce e petto – punteggi fino a 6); inoltre sono presenti in attività che prevedono la formazione di bancali, specie se di altezza eccessiva.

**Gomito:** le flessione-estensioni del gomito sono tipiche delle postazioni in cui si effettua un posizionamento/appendimento del prodotto (aggancio busti a catena – punteggi da 2 a 4), e delle operazioni che richiedono di prelevare o depositare il prodotto da nastri di trasporto collocati oltre il tavolo di lavoro (prelievo confezioni al reparto imballo wurstel – punteggio 4, confezionamento in vassoi di parti di pollo e tacchino - punteggi da 2 a 4); le prono-supinazioni sono effettuate per le operazioni di controllo che richiedono di visionare il prodotto da tutti i lati (ad es. controllo di parti disossate - punteggi da 2 a 4). Entrambe le posture incongrue del gomito sono presenti nella fase di accosciatura e incassamento dei busti di pollo per una durata nettamente superiore (punteggio 7).

**Polso:** posture a rischio quali deviazione radio-ulnare e flessione-estensioni sono presenti nelle lavorazioni con uso di coltello (ad es. rifilo fesa di tacchino), specie quando vi è la necessità di incidere la carne seguendo la conformazione dell'osso (disosso ali e sovracosce); comunque la presenza di tali posture accentuate o meno è variabile in funzione delle diverse abitudini dei lavoratori. Al reparto wurstel l'operazione di legatura e di carico del budello sul forno comporta la presenza di deviazioni (punteggi da 2 a 7).

**Mano:** le posture incongrue della mano, solitamente la presa pinch, sono frequenti in tutte le operazioni che comportano la manipolazione di parti sezionate di piccole dimensioni (sovracosce e fuselli di pollo, selezione rigaglie) o nei casi in cui la mano opposta a quella che lavora con coltello deve trattenere la parte lavorata (disosso,



rifilo). Inoltre in tutte le lavorazioni con coltello la mano che lo manovra effettua frequenti prese in grip "disagiato" per tutto il tempo (dito indice o pollice allungato sull'impugnatura per dirigere efficacemente la lama – punteggio 3).

Al reparto wurstel la mano è particolarmente sollecitata nelle fasi di legatura dei budelli, di controllo del confezionamento, e di imballaggio/raccolta confezioni in scatole (punteggi da 2 a 7).

**Stereotipia:** sul punteggio complessivo della postura incide in modo rilevante quello relativo alla stereotipia: i cicli di lavorazione spesso sono assai brevi (< 8s), ed anche se di durata superiore generalmente l'operatore ripete gruppi di azioni tecniche per una parte rilevante del tempo di ciclo; quindi il punteggio più frequente è 3 (media ponderata oltre 2,5).

#### *Fattori complementari*

I fattori di natura fisico-meccanica potenzialmente presenti sono quelli legati alla temperatura ambiente delle sale di lavorazione (se inferiore a 6°C) ed a quella delle carni semilavorate maneggiate (se inferiore a 0°C). Tuttavia nei reparti più freddi qui considerati la temperatura ambiente non scende al di sotto di 8°C. Temperature inferiori (fino a 0°C), invece, sono presenti nelle sale di lavorazione del prodotto surgelato e nella zona di stoccaggio del prodotto finito (pallettizzazione, prezzatura, carico per spedizione). Per quanto riguarda le carni maneggiate, i reparti considerati effettuano lavorazioni solo su prodotto fresco, la cui temperatura si mantiene al di sopra dei 2°C.

Normalmente sono presenti fattori complementari di rischio di tipo organizzativo, per il ritmo di lavoro imposto dalla macchina; qualora sia presente una zona polmone che consente una relativa libertà al lavoratore di accelerare o rallentare è stato attribuito punteggio 1; in assenza di questa è stato attribuito 2. In azienda non sono presenti forme di lavoro ad incentivo o a cottimo.

### **11. Gestione dei lavoratori a maggior rischio**

Questa tematica è particolarmente critica, vista l'elevata percentuale di lavoratori con idoneità che limita le attività lavorative. L'obiettivo è di tutelare adeguatamente i soggetti che hanno già evidenziato dei sintomi, evitandone l'evoluzione in patologia. In altre parole se si consente al dipendente di continuare le attività lavorative, occorre limitare in modo preciso l'esposizione al rischio, in particolare per i distretti anatomici critici.

In questi casi i medici competenti erano soliti emettere il giudizio di idoneità esprimendo limitazioni funzionali di tipo geometrico relative alla postura degli arti, o a concetti volti a quantificare il fattore forza, come ad esempio il peso degli oggetti maneggiati, o il fattore di frequenza; in altri casi si esprimeva un generico divieto di eseguire lavori a catena. Nonostante la ricerca della maggiore chiarezza e oggettività da parte dei medici, i responsabili di produzione che dovevano risolvere i singoli casi, incontravano difficoltà nell'individuazione dei compiti lavorativi conformi alle

prescrizioni, non disponendo di un criterio oggettivo e ripetibile.

La disponibilità dei dati delle valutazioni effettuate ha portato un contributo di miglioramento, consentendo di individuare con immediatezza le postazioni di lavoro conformi alle prescrizioni. In accordo con i medici competenti, si è deciso di redigere i giudizi di idoneità indicando direttamente il punteggio di chek-list da non superare per i fattori forza e postura spalla, gomito, polso e mano.

Il presupposto è uno scambio assiduo di pareri fra tecnici addetti ad effettuare le valutazioni e medici competenti, in modo da uniformare quanto possibile le valutazioni.

Il database messo a punto per la gestione dei dati delle valutazioni consente di impostare i criteri di ricerca (punteggi che non devono essere superati per fattori forza e postura dei vari distretti, presenza o meno di movimentazione di carichi); in tale modo si rende immediatamente disponibile l'elenco delle postazioni di lavoro conformi alle prescrizioni; in seguito tale elenco viene esaminato dai responsabili di produzione che effettuano l'assegnazione delle postazioni al lavoratore.

Cod. PO	Descrizione_PO	linea ciclo	ID_VAL	FZ	SP	G	P	M	Check-list
33	Distacco petto con coltello	catena taglio	78	DX: 0	1	2	1	0	13,9
				Mov. carichi: SX: 0	1	2	1	4	12,5
34	Controllo petto e almeriaz nastro tazze calibratrice	catena taglio	252	DX: 0	1	0	0	1	14,8
				Mov. carichi: SX: 0	1	2	0	2	17,6
792	Raccolta vassoi busti in cassa fuori linea	confezionamento busti	956	DX: 0,5	3	1,5	1	2,5	19,3
				Mov. carichi: SX: 0,5	1	0,5	0,5	1	7,4
789	Disosso petto con coltello per semilavorati	disosso petto	544	DX: 0	3	1	0	3	17,6
				Mov. carichi: SX: 0	0	2	0	6	14,3
45	Raccolta e disposizione alette x4 in vassoio RT	raccolta - confezionamento al	108	DX: 0	3,5	2	0,5	2,5	17,1
				Mov. carichi: SX: 0	1	0	0	0,5	7,9
46	Raccolta e disposizione ali n/sep in vassoio RT	raccolta - confezionamento al	106	DX: 0	1,5	1,5	0,5	1	17,6
				Mov. carichi: SX: 0	1	0,5	0	2	11,1

Fig. 3 - Come appare la maschera di ricerca delle postazioni di lavoro conformi a determinati criteri dettati dalle prescrizioni mediche

## 12. Alcuni esempi di riprogettazione

Si vogliono presentare alcuni esempi di intervento per la riduzione del rischio, diver-

si per tipologia: radicale cambiamento delle attività in seguito all'introduzione di nuove tecnologie, intervento sugli aspetti organizzativi e formativi, ottimizzazione di postazioni con interventi strutturali che sostanzialmente non modificano le modalità di lavoro.

*Esempio di completa riprogettazione del posto di lavoro*

Fino a giugno 2003 i tacchini erano agganciati vivi alla catena di macellazione per poi essere storditi elettricamente prima dell'uccisione: l'operatore doveva estrarre l'animale dalla gabbia e tenendolo per le zampe lo agganciava alla catena; doveva inoltre gestire i comandi di sollevamento della pila di gabbie, e provvedere alla apertura e chiusura del portello. Sulla postazione di aggancio lavoravano contemporaneamente da 3 a 5 operatori uomini.

In seguito la postazione aggancio tacchini ha subito radicali mutamenti con l'introduzione di un impianto di stordimento a gas. Nella nuova configurazione i tacchini sono agganciati alla catena già storditi; gli animali arrivano in zona aggancio su due nastri trasportatori; un primo operatore posiziona il tacchino sul dorso con le zampe rivolte all'esterno, e un secondo operatore effettua l'aggancio delle zampe alla catena senza necessità di sollevare l'animale.

Mettiamo a confronto le mappe della linea, per l'arto più esposto, nelle due situazioni considerate.

		Macello Tacchini												
		zona vivo - uccisione - spennatura	ARTO DESTRO											
Denominazione posto di lavoro		recupero	frequenza	forza	spalla	gomito	polso	mano	stereotipia	totale postura	complementari	Check-List	num. totale lavoratori a rischio (num. postazioni di lavoro x % utilizzo x numero di turni)	
Configurazione fino a luglio 2003	Appendimento tacchini (M)	4	1	24	2	1	1	0	3	5	4	36,2	4,4	
	Appendimento tacchini (F)	4	5	7	2	1	2	0	3	5	3	22,2	3,0	
	<b>media totale</b>	<b>4</b>	<b>2,6</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1,4</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3,6</b>	<b>29,9</b>	<b>7,4</b>	
Configurazione da settembre 2003	Posizionamento tacchini (M)	4	0,5	4	6	4	1	1	3	9	2	18,0	1,2	
	Posizionamento tacchini (F)	4	6	2	6	4	2	1	3	9	2	21,3	0,8	
	Appendimento tacchini (M)	4	5	0	1	3	2	0	3	6	2	15,7	1,2	
	Appendimento tacchini (F)	4	1	0	1	3	2	0	3	6	2	12,0	1,5	
	<b>media totale</b>	<b>4</b>	<b>2,7</b>	<b>1,4</b>	<b>3,1</b>	<b>3,4</b>	<b>1,7</b>	<b>0,4</b>	<b>3</b>	<b>7,3</b>	<b>2</b>	<b>16,0</b>	<b>4,7</b>	

Tab. 6 - Confronto fra le due diverse tipologie di aggancio tacchini



Il livello di rischio medio ponderato è diminuito in modo molto significativo, pur restando nella fascia di rischio medio. Risulta inferiore anche il numero medio di lavoratori impiegati nella linea, e quindi esposti al rischio. La diminuzione è dovuta alla riduzione del fattore forza: l'operatore che appendeva i tacchini vivi, in particolare maschi, per contrastarne i movimenti impiegava forza di grado intenso per almeno il 10% del tempo di ciclo. Nella nuova configurazione si riscontra un utilizzo di forza di grado moderato per il solo posizionamento. Tuttavia si riscontra una presenza di posture incongrue per la spalla ed il gomito (in particolare nelle azioni di posizionamento), e gomito e polso (appendimento).

**Ulteriori interventi:** per la postazione di posizionamento del tacchino le suddette posture incongrue sono dovute al fatto che l'operatore deve sporgersi in avanti: i tacchini sopraggiungono a gruppi (di 8 o 16, che corrispondono allo svuotamento di 1 cassa) e non con un flusso continuo; se il lavoratore non cercasse di afferrarli con sufficiente anticipo si troverebbe in difficoltà a posizzarli tutti.

È stato studiato un sistema che aiuta a distribuire più efficacemente il flusso di tacchini, eliminando il problema descritto (tre nastri trasportatori paralleli a velocità diverse), lasciando all'operatore il compito di allineare i tacchini afferrandoli quando essi sono prossimi alla zona di aggancio, evitando di afferrarli in anticipo. In tal modo si prevede di portare il punteggio della spalla a 1 invece di 6 (media check-list 14,9 invece di 16).

#### *Interventi di miglioramento al reparto disosso manuale settore pollo*

La valutazione dei risultati per il reparto, considerando la mappa dell'arto sinistro (quello più esposto), riportata in tabella 7 evidenzia un punteggio medio pari a 21,9, prossimo al limite superiore della fascia di rischio medio. Sei delle 12 attività valutate risultano a rischio elevato. I fattori di rischio in ordine decrescente per incidenza, sono postura (7,9), frequenza (7,1), recupero (5), e complementari (1,9).

**Fattore postura:** risultano maggiormente interessati la mano e il polso; in particolare il fatto che l'arto sinistro risulti più esposto è dovuto alla postura della mano, che nelle attività di disosso, trattiene in presa pinch il prodotto da lavorare. La mano destra opera in grip disagiato per la presa del coltello. Prove effettuate con coltello elettrico non hanno evidenziato sostanziali benefici sulle posture (polso e mano) poiché l'operatore è costretto a mantenere l'utensile con presa in grip disagiato, a seguire l'anatomia della parte da lavorare (polso in frequente deviazione); oltre a questo la frequenza di azione resta sostanzialmente invariata.

**Fattore frequenza:** Le possibilità di intervenire sulla riduzione della frequenza di azione, che come si è visto costituisce un fattore critico, sono limitate dal fatto che le lavorazioni vengono eseguite manualmente e comportano un numero di azioni difficilmente riducibile; tuttavia sono state individuate sostanziali differenze nella modalità di affilatura dei coltelli, eseguita ogni pochi cicli di disosso: mentre la maggior parte dei lavoratori effettua l'affilatura velocemente e impiegando un numero elevato di azioni, alcuni operatori la effettuano lentamente e con un numero di azioni tecniche molto inferiore. Inoltre la pulizia del piano di lavoro, effettuata per mezzo di una

spatola, potrebbe essere eseguita solo se effettivamente indispensabile, e con un numero di azioni più contenuto rispetto a quello attuale.

È stato possibile stimare la riduzione del numero di azioni tecniche, e quindi del punteggio di frequenza (da 7,1 a 5,9). Tale risultato viene conseguito con un intervento di formazione specifica del personale.

**Recupero:** l'assetto dell'orario di lavoro (2 pause su un turno unico di 8h) ha evidenziato buoni margini di miglioramento: una migliore distribuzione delle pause ha l'effetto di spezzare i carichi di lavoro, incrementare il recupero, e quindi diminuire il rischio (punteggio da 5 a 3). Tale misura, efficace per tutte le postazioni di lavoro, è stata proposta ai lavoratori del reparto e con loro concordata secondo le seguenti modifiche:

**Orario di lavoro prima della modifica:**

6.00	8.45	15'	9.00	12.00	60'	13.00	15.15	75'
Lavoro		Pausa	Lavoro		Pausa	Lavoro		480'
2.45 ore		3.00 ore		2.15 ore		TL		

**Dopo l'introduzione della modifica:**

6.00	7.55	10'	8.05	10.00	10'	10.10	12.05	45'	12.50	14.00	10'	14.10	15.15	75'
Lavoro		Pausa	Lavoro		Pausa	Lavoro		Pausa	Lavoro		Pausa	L		480'
1.55 ore		1.55 ore		1.55 ore		1.10		1.05		TL				

Attuati gli interventi sopra descritti, la mappa di rischio risulta quella riportata in tabella 7, e l'indice di rischio medio ponderato è passato da 21,9 a 18,7; inoltre tutte le attività sono rientrate nella fascia di rischio medio.

Denominazione posto di lavoro	recupero	frequenza	forza	spalla	gomito	polso	mano	stereoclipia	totale postura complementari	Check-List	num. postazioni di lavoro		
Situazione alla prima valutazione (2004)	Aliment.ne spellatrice - sovracosce per spiedini	5	10	0	1,5	2	1,5	6	3	9	1	23,1	1,5
	Aliment.ne spellatrice - sovracosce per involtini	5	7	0	1,5	2	1,5	6	3	9	1	20,4	0,6
	Incisione e carico spellatrice - cosce per spiedini	5	10	0	1	2	2	6	3	9	1	23,1	1,2
	Carico nastro - sovracosce per spiedini	5	2	0	1	1	3	3	3	6	2	15,0	4,0
	Disosso - cosce per spiedini	5	6	0	1	1	3	4	3	7	2	20,0	11,4
	Disosso - sovracosce per spiedini	5	8	0	1	1	2	6	3	9	2	24,0	13,2
	Disosso - sovracosce per fagottini	5	10	0	1	2	2	6	3	9	2	26,0	5,1
	Disosso - sovracosce per involtini	5	9,5	0	1	1	1	6	3	9	2	25,5	5,4
	Disosso - petto (pollo + gallina)	5	6	0	1	1	3	4	3	7	2	20,0	9,6
	Taglio alette - alette per mangiotte	5	9	1	2	2	1	6	3	9	2	26,0	3,3
	Controllo e raccolta prodotto disossato	5	4	1	1	4	1	5	1,5	6,5	1	17,5	2,0
	Controllo peso e bancale prodotto disossato	5	5	1,5	2	3	2	2	3	6	1	18,5	2,0
	<b>media totale</b>	<b>5,0</b>	<b>7,1</b>	<b>0,1</b>	<b>1,1</b>	<b>1,4</b>	<b>2,2</b>	<b>4,9</b>	<b>2,9</b>	<b>7,9</b>	<b>1,9</b>	<b>21,9</b>	<b>59,3</b>
	<b>media femmine</b>	<b>5,0</b>	<b>7,2</b>	<b>0,1</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>2,2</b>	<b>5,0</b>	<b>3,0</b>	<b>8,0</b>	<b>1,9</b>	<b>22,2</b>	<b>54,5</b>
	<b>media maschi</b>	<b>5,0</b>	<b>5,5</b>	<b>0,5</b>	<b>1,3</b>	<b>2,2</b>	<b>2,0</b>	<b>4,2</b>	<b>2,7</b>	<b>7,1</b>	<b>1,4</b>	<b>19,1</b>	<b>4,8</b>
Situazione prospettata dopo attuazione interventi	Aliment.ne spellatrice - sovracosce per spiedini	3	10	0	1,5	2	1,5	6	3	9	1	21,3	1,5
	Aliment.ne spellatrice - sovracosce per involtini	3	7	0	1,5	2	1,5	6	3	9	1	18,5	0,6
	Incisione e carico spellatrice - cosce per spiedini	3	10	0	1	2	2	6	3	9	1	21,3	1,2
	Carico nastro - sovracosce per spiedini	3	2	0	1	1	3	3	3	6	2	13,0	4,0
	Disosso - cosce per spiedini	3	4	0	1	1	3	4	3	7	2	16,0	11,4
	Disosso - sovracosce per spiedini	3	7	0	1	1	2	6	3	9	2	21,0	13,2
	Disosso - sovracosce per fagottini	3	8,5	0	1	2	2	6	3	9	2	22,5	5,1
	Disosso - sovracosce per involtini	3	7	0	1	1	1	6	3	9	2	21,0	5,4
	Disosso - petto (pollo + gallina)	3	5	0	1	1	3	4	3	7	2	17,0	9,6
	Taglio alette - alette per mangiotte	3	7	1	2	2	1	6	3	9	2	22,0	3,3
	Controllo e raccolta prodotto disossato	3	4	1	1	4	1	5	1,5	6,5	1	15,5	2,0
	Controllo peso e bancale prodotto disossato	3	5	1,5	2	3	2	2	3	6	1	16,5	2,0
	<b>media totale</b>	<b>3,0</b>	<b>5,9</b>	<b>0,1</b>	<b>1,1</b>	<b>1,4</b>	<b>2,2</b>	<b>4,9</b>	<b>2,9</b>	<b>7,9</b>	<b>1,9</b>	<b>18,7</b>	<b>59,3</b>
	<b>media femmine</b>	<b>3,0</b>	<b>5,9</b>	<b>0,1</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>2,2</b>	<b>5,0</b>	<b>3,0</b>	<b>8,0</b>	<b>1,9</b>	<b>18,8</b>	<b>54,5</b>
	<b>media maschi</b>	<b>3,0</b>	<b>5,1</b>	<b>0,5</b>	<b>1,3</b>	<b>2,2</b>	<b>2,0</b>	<b>4,2</b>	<b>2,7</b>	<b>7,1</b>	<b>1,4</b>	<b>16,9</b>	<b>4,8</b>

**Tab. 7 - Confronto fra la situazione di rischio riscontrata nel reparto disosso manuale prima e dopo gli interventi di miglioramento**

Ulteriori possibilità di intervento: oltre il 70% del numero totale di postazioni di lavoro sono dello stesso tipo (disosso-taglio manuale). Questo, unitamente al fatto che le postazioni sono comunque tutte a rischio medio o alto, rende inefficace l'attuazione di rotazioni del personale sui compiti di lavoro.

Altre possibilità di intervento comportano la sostanziale modifica del reparto con la dotazione di sistemi automatici, e l'eliminazione di buona parte delle operazioni manuali. La valutazione di tali ipotesi di intervento (su lungo periodo) rientra nelle attuali politiche aziendali.

*Esempio di intervento formativo*

Presentiamo un esempio di intervento di miglioramento conseguibile con la sola formazione volta ad evitare azioni tecniche e posture estreme non indispensabili.

Questo tipo di intervento in qualche caso offre buone possibilità di riduzione del rischio e può essere attuato nel breve periodo a costi contenuti.

L'operatore addetto alla macchina insaccatrice attende il riempimento del budello e ne effettua la legatura dell'inizio e della fine. La macchina aggancia automaticamente il budello riempito su una catenaria, durante l'insacco dello stesso. L'operatore era solito seguire il movimento alternativo del braccio della macchina con le mani allo scopo di effettuare facilmente la presa della fine del budello senza farselo sfuggire. Questo comportava il dispendio in azioni inutili di gran parte delle azioni tecniche compiute; quelle per eseguire la legatura, effettivamente necessarie, sono il 40% in meno per l'arto destro e il 58% in meno per l'arto sinistro. L'operatore, completata la legatura dell'inizio di un budello, può attendere la fine in posizione di riposo (per 6-7s su 23s di tempo di ciclo), beneficiando di un tempo di recupero interno al ciclo. Inoltre anche il gomito risulta meno sollecitato. Il risultato è evidenziato in tabella 8.

Settore Wurstel	Reparto insacco											num. totale lavoratori a rischio (num. postazioni di lavoro x % utilizzo x numero di turni)	
Denominazione posto di lavoro	arto	recupero	frequenza	forza	spalla	gomito	polso	mano	stereotipia	totale postura	complementari		Check-List
Addetto legatura budello (prima della formazione)	DX	6	8	0	1	2	1	4	1,5	5,5	2	18,3	7,63
	SX		9	0	1	3	1	4	3	7	2	20,4	
Addetto legatura budello (dopo la formazione)	DX	0	2	0	1	1	1	4	1,5	5,5	2	8,1	
	SX		1	0	1	1	1	4	1,5	5,5	2	7,2	

**Tab. 8 - Risultati dell'intervento di formazione e addestramento dell'operatore**

*Esempio di ottimizzazione del posto di lavoro*

Un esempio di miglioramento che incide in maniera estremamente semplice sulla struttura della postazione senza modificare le modalità operative di lavoro a tutto beneficio della salute del lavoratore è rappresentato dal caso seguente:

l'operatrice è addetta alla preparazione di sacchetti di wurstel a peso standard: apre i

sacchetti e li sistema su una bilancia, preleva i wurstel dal carrello di asciugatura ed opera il riempimento dei sacchetti controllando il raggiungimento del peso; richiude il sacchetto pieno e lo depone su un nastro di trasporto sottostante. La bilancia con il sostegno del sacco è collocata ad una altezza eccessiva: in questo assetto l'operatrice è costretta a mantenere le braccia in flessione estrema per più di metà del tempo (punteggio spalla 12). Dall'esame delle operazioni abbiamo stimato che la collocazione della bilancia ad una altezza corretta limiterebbe il tempo di flessione della spalla al solo prelievo dal carrello, portando il punteggio spalla da 12 a circa 3-4 punti, migliorando l'indice di rischio complessivo (rischio diminuito da medio-alto a lieve).

Settore Wurstel	Reparto insacco											num. totale lavoratori a rischio (num. postazioni di lavoro x % utilizzazione x numero di turni)	
	arto	recupero	frequenza	forza	spalla	gomito	polso	mano	stereotipia	totale postura	complementari		Check-List
Addetto legatura budello (prima della formazione)	DX	6	8	0	1	2	1	4	1,5	5,5	2	18,3	7,63
	SX		9	0	1	3	1	4	3	7	2	20,4	
Addetto legatura budello (dopo la formazione)	DX	0	2	0	1	1	1	4	1,5	5,5	2	8,1	
	SX		1	0	1	1	1	4	1,5	5,5	2	7,2	

Tab. 9 - Confronto fra la situazione attuale e quella prevista a seguito della modifica del posto di lavoro

### 13. Conclusioni

Il lavoro svolto ha consentito di approfondire la conoscenza tecnica sui diversi fattori che concorrono al rischio di tipo ergonomico per gli arti superiori sulle linee di produzione tipiche della trasformazione alimentare.

Sono stati aggregati i dati delle valutazioni effettuate per il calcolo degli indici medi dei vari fattori, e per evidenziare la distribuzione del numero di postazioni di lavoro rispetto al rischio; e sono state identificate le lavorazioni critiche ed i relativi fattori determinanti.

Gli interventi di miglioramento ad oggi effettuati, alcuni dei quali sopra descritti, hanno dimostrato che in alcuni casi è possibile ridurre sensibilmente il rischio

con interventi semplici e fattibili nel breve periodo. L'insieme delle conoscenze consente ora di individuare correttamente un piano di miglioramento che si integri nel sistema delle strategie di sviluppo aziendale in ogni suo aspetto (investimenti sia nello sviluppo di nuovi impianti che nella riprogettazione, formazione, addestramento e gestione del personale, pianificazione del lavoro); l'intento è quello di potere in modo tecnico e oggettivo valutare costi e benefici nell'ambito della sicurezza, per accompagnare il piano di sviluppo dell'azienda nel rispetto comunque inevitabile dei vincoli di gestione economica cui l'impresa deve far fronte, che sono quelli di mantenere competitività sul mercato, salvaguardare il costo dei prodotti, nonché salvaguardare l'occupazione, e nella ricerca della tutela della salute dei lavoratori migliore possibile.

### **Bibliografia**

- COLOMBINI D, OCCHIPINTI E, GRIECO A.: La valutazione del rischio da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori, Franco Angeli 2000  
EN 614-2, Safety of machinery - Ergonomic design principles - Part 2: Interactions between the design of machinery and work tasks, CEN 2000  
EN 1005-3, Safety of machinery – Human physical performance - Part 3: Recommended force limits for machinery operation, CEN 2002  
FINAL DRAFT prEN ISO 14738 Safety of machinery - Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery, CEN 2000

## ***Prime esperienze valutative del rischio e di riprogettazione ergonomica nel settore della Pesca.***

**ANGELA RUSCHIONI\* - MAURIZIA GIAMBARTOLOMEI\***

**ALDO PETTINARI\*\*- DANIELA COLOMBINI\*\*\***

**MICHELE FANTI\*\*\*\***

\*SPSAL A.S.U.R. Zona Territoriale 7 - V. C. Colombo,106 - Ancona - Tel.:071/8705930 - E-mail: spsal@zona7.marche.it

\*\*SPSAL A.S.U.R. Zona Territoriale 4 - via Po s.n.- Senigallia

\*\*\*Unità di Ricerca EPM-CEMOC Milano

\*\*\*\*Studio Fanti Ergo-Siena

***RIASSUNTO: Raccolte le informazioni relative al Comparto e alle varie tipologie di pesca che si effettuano nelle Marche, abbiamo analizzato tramite verifiche sul campo le fasi lavorative, le azioni ed i compiti della bordata di pesca.***

***I Servizi PSAL dell'A.S.U.R. Zone Territoriali 7 di Ancona e 4 di Senigallia hanno analizzato i rischi movimentazione manuale dei carichi, posture incongrue, movimenti ripetitivi dell'arto superiore utilizzando modelli valutativi quali NIOSH, checklist OCRA, Snook e Ciriello. Sono stati coinvolti i Comandanti e gli equipaggi delle imbarcazioni campionate che hanno rappresentato un valido aiuto nella ricerca di soluzioni.***

***Le "buone pratiche" ipotizzate hanno riguardato sia la macrorrganizzazione del lavoro che la microrrganizzazione dei compiti a bordo dei pescherecci.***

***E' stata sperimentata una delle ipotesi di soluzione realizzando a bordo del M/P "Destriero" una piattaforma rialzabile ed inclinabile per elevare il piano di lavoro nella fase di cernita che si svolge in zona poppiera durante una bordata di "rapidi".***

### **1. La nostra ricerca**

L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di individuare, valutare, analizzare alcuni rischi lavorativi del mestiere di pescatore con ricadute sullo stato di salute, quali: *movimentazione manuale dei carichi, posture incongrue, movimenti ripetitivi degli arti superiori*. Il lavoro si basa su un'esperienza locale maturata nella Regione Marche e precisamente nel Compartimento Marittimo di Ancona che comprende anche la marineria di Senigallia.

L'esigenza di approfondire alcune tematiche relative al mondo della pesca è nata da un momento istituzionale collegato all'entrata in vigore dei D.Lgs. 271 e 298 del 1999 e dall'esigenza di dare risposte sempre più esaustive alla realtà della zona e della regione in relazione alla presenza nel nostro territorio di un porto peschereccio del medio Adriatico di notevole importanza.

Altro obiettivo è stato quello di capire ed analizzare il "peso" del comparto pesca in relazione a patologie professionali tradizionali (ipoacusie) ed "emergenti" come quelle

dell'apparato muscoloscheletrico piuttosto che ai problemi legati alla sicurezza di cui è nota la disponibilità di studi ed approfondimenti mirati (CONV.NAZ.1995; SEMIN.2001; RISOL.PARL.EUROP.2002; Sito ISPESL).

Tutto questo ci ha indirizzato ad approfondire alcuni rischi lavorativi relativi all'apparato muscoloscheletrico e osteoarticolare (mmc, posture incongrue, movimenti ripetitivi dell'arto superiore) oltre all'apparato uditivo e sulla base delle nostre conoscenze abbiamo impostato una ricerca non basata su studi bibliografici o su elaborati teorici, ma su un confronto diretto con il mondo della pesca.

### *1.1 Metodo e Modelli*

Risulta assente, fra le imprese di pesca della nostra zona, la formalizzazione di documenti da cui poter trarre un'analisi organizzativa del lavoro su un peschereccio. Anche nella sezione del "piano di sicurezza" dedicata alla valutazione dei rischi non è individuabile un approccio ergonomico che analizzi il posto di lavoro, il processo e l'ambiente nella loro globalità. Ciò dipende sia dal fatto che la normativa specifica (D. Lgs. 271/99 e D. Lgs. 298/99) è di recente emanazione, sia dal fatto che le figure professionali che collaborano tradizionalmente con il Comparto sono più legate al mondo marittimo, navale e della sicurezza piuttosto che all'analisi e alla valutazione dei rischi per la salute in ambiente di lavoro.

Dovendo quindi individuare un percorso di analisi che studi l'organizzazione del lavoro, individui i compiti, i cicli, le azioni tecniche, le posture e i fattori di rischio, abbiamo scelto il metodo della videoripresa attraverso telecamera digitale che ci ha permesso di descrivere le singole azioni, di numerare e temporizzare i movimenti e le operazioni in successione.

Sono state eseguite verifiche sul campo che hanno permesso di videoriprendere le fasi lavorative e, allo stesso tempo ci hanno consentito di instaurare un rapporto di partecipazione diretta con gli operatori del settore che costituiscono una indispensabile risorsa per la riprogettazione e per l'applicazione di alcune delle soluzioni ergonomiche individuate.

Le verifiche sul campo si sono svolte durante le uscite in mare sulle quattro imbarcazioni campionate, nel periodo che va dal luglio 2003 al luglio 2004, in condizioni meteo ottimali e quasi tutte in periodo estivo.

Le singole uscite hanno avuto una durata di circa 12-15 ore ad eccezione della "vongolara" che ha richiesto meno tempo (6 ore).

Di regola la pesca "volante" esegue bordate della durata di 12-15 ore; lo "strascico" e i "rapidi" eseguono bordate di 24 ore; la "draga" o "vongolara" esegue uscite di circa 6 ore.

Dopo avere raccolto le informazioni documentali e bibliografiche relative alle quattro tipologie di pesca da studiare siamo passati alla loro validazione ad alla "personalizzazione" delle schede preparate per raccogliere i dati e le misure indispensabili per l'analisi. Le schede sono state, infine, ridefinite con l'ausilio dei singoli Comandanti durante le uscite in mare.



Una volta individuate le fasi operative si è potuta ricostruire la giornata lavorativa di ciascun peschereccio inserendo la durata delle singole fasi, il numero degli addetti, il peso dei carichi movimentati, il peso e la tipologia di ciascun collo, il peso del carico movimentato da ogni addetto in ogni fase e le corrispondenti frequenze di sollevamento al minuto.

I tempi sono stati misurati con il cronometro mentre per la valutazione dei pesi è stato usato il dinamometro.

I modelli utilizzati per l'analisi del rischio sono differenti a seconda delle diverse azioni e dei diversi compiti che compongono la tipologia di lavoro oggetto del nostro studio.

Nell'ambito del rischio movimentazione manuale dei carichi è stato utilizzato il metodo messo a punto dal National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH-USA) per la valutazione delle azioni di sollevamento mentre per l'analisi delle operazioni di trasporto, traino e spinta sono state utilizzate le tavole di Snook e Ciriello; per lo studio dei movimenti ripetitivi degli arti superiori è stata applicata la procedura per il calcolo dell'indice sintetico di esposizione check-list OCRA (Occupational Repetitive Actions). (COLOMBINI 1996, COLOMBINI 1997, COLOMBINI 2003, NIOSH 1997, OCCHIPINTI 2000, OCCHIPINTI 2004)

### *1.2. La valutazione dei rischi da movimentazione manuale dei carichi e da movimenti ripetitivi con uso di forza*

#### **VOLANTE**

Durante il calo e salpamento (**fase 1**) non è stata condotta una analisi del rischio pur evidenziando la possibile presenza di sovraccarico della spalla e della schiena dovuti a posture incongrue e ai rapidi movimenti di aggiustamento della rete. In questa fase è comunque da considerare la possibilità di urti e scivolamenti.

Nella **fase 2** denominata "trasporto ghiaccio alle baie", un'apposita macchina produce ghiaccio salato che tramite paletta viene collocato in "ceste" di plastica (20-25 kg circa) e trasportato alle "baie" in cui viene versato.

In questa fase è stata effettuata la valutazione dell'indice di sollevamento ottenuto con formula del NIOSH per i compiti semplici, che ha evidenziato la presenza di rischio lieve ( $IS=1,41$ ). Tab.1.

Nella **fase 3** le ceste vengono riempite con il pescato, spingendo le medesime sul pavimento fino ad ottenerne il riempimento (30 kg circa). Le ceste vengono poi trasportate e svuotate nelle baie già riempite di acqua e ghiaccio salato. La postura di raccolta del pesce risulta altamente sovraccaricante per la colonna vertebrale specie lombo-sacrale.

L'indice di sollevamento ottenuto con formula del NIOSH per i compiti semplici denota la presenza di rischio moderato ( $IS= 2,12$ ). Tab.1.

Anche altre operazioni hanno un indice di rischio medio o medio lieve come per esempio il trasferimento del pescato dalla baia alle cassette (**fasi 4 e 5**), il trasporto delle cassette confezionate lungo la fiancata dell'imbarcazione (**fase 6**) e lo scarico delle cassette in banchina (**fase 10**).

La cernita e l'incassettamento mostrano un rischio moderato per i movimenti ripetitivi degli arti superiori Check-list OCRA=16.

Nella **fase 6** le cassette vengono trasportate nei pressi del frigorifero posto, nel nostro caso, sotto coperta e appoggiate in vari strati successivi lungo la fiancata dell'imbarcazione. L'analisi delle operazioni di sollevamento ha evidenziato un rischio lieve (IS= 1,53). Tab.2.

La **fase 7** è caratterizzata dal trasporto delle cassette confezionate in ghiacciaia.

La ghiacciaia è posta, sull'imbarcazione da noi testata, sotto coperta. Le operazioni vengono svolte da quattro operatori che si passano "a catena" le cassette piene (10 kg). La frequenza è molto elevata (circa 8 sollevamenti al minuto) e sono presenti torsioni del tronco e flessioni del rachide. La valutazione dell'indice di sollevamento per **l'operatore fuori** (primo operatore) e per **l'operatore dentro** (quarto operatore) la ghiacciaia è pari a 3,24. Tab.2. L'indice è ottenuto con formula del NIOSH per i compiti multipli e denota la presenza di rischio elevato.

La valutazione dell'indice di sollevamento per **l'operatore sulla scala** ottenuto con formula del NIOSH per i compiti multipli denota la presenza di rischio elevato pari a 3,36. Tab. 2.

Una volta che la nave si trova in prossimità del porto, tutte le cassette di pesce vengono estratte dalla ghiacciaia e ricollocate lungo la fiancata laterale (**fase 8**). Le modalità operative, così come pure il livello dell'indice di rischio da sollevamento di carichi, sono analoghi a quelli già descritti per la fase precedente.

Per accelerare i tempi, spesso le cassette vengono "lanciate" da un operatore all'altro. Nella **fase successiva (9)**, le cassette vengono prelevate dalla fiancata laterale e trasportate a poppa, (due alla volta) e nuovamente impilate per essere poi scaricate in banchina. Durante il trasporto gli operatori si fermano alle "baie" dove il pesce viene bagnato con acqua e ghiaccio salato. Il peso delle due cassette è di circa 20 KG.

La valutazione dell'indice di sollevamento con formula del NIOSH per i compiti multipli denota la presenza di rischio moderato (IS=1,94). Tab.2.

La **fase 10** è relativa allo scarico delle cassette in banchina. L'operazione coinvolge tutti gli operatori. Una alla volta le cassette passano di mano in mano: alcuni operatori sono sulla nave, altri in banchina dove le cassette vengono collocate su bancale.

I ritmi di lavoro sono elevati (9 sollevamenti al minuto). In tutti gli operatori sono frequenti le torsioni del tronco e, nei due operatori a monte e a valle della "catena di scarico", oltre alle torsioni, sono frequenti anche le flessioni del tronco.

La valutazione dell'indice di sollevamento per i **primi** e gli **ultimi** operatori della "catena di scarico", eseguita con la formula del NIOSH per i compiti multipli, denota la presenza di rischio moderato (IS=2,73). Tab.2.

**Per gli operatori intermedi della catena di scarico, l'indice di sollevamento, ottenuto con la formula NIOSH per compiti semplici è pari a 2,4. Tab.1.**

La **fase 11** è relativa al trasporto a bordo di cassette vuote in preparazione della bordata di pesca successiva. Il carico non è pesante (5 kg), ma ingombrante (pile di 9

cassette alla volta). Un operatore riceve le cassette dalla banchina e le trasporta presso l'operatore situato vicino alla scala che passa a sua volta il carico all'operatore al piano superiore.

**L'indice di sollevamento ottenuto con formula del NIOSH per i compiti semplici denota l'assenza di rischio. Da segnalare il trasporto di carico ingombrante che ostacola la visione durante il trasporto (IS=0,53). Tab. 1.**

A completare la valutazione del rischio da movimentazione manuale di carichi, è stata eseguita la valutazione delle operazioni di trasporto in piano dei diversi carichi, confrontando il peso trasportato e il peso raccomandato ricavato dalle **tavole di Snook e Ciriello** e considerando sia la distanza di trasporto che la frequenza. Tab.3.

Per semplicità di analisi, ad ogni fase di trasporto è stata attribuita una distanza media percorsa di sette metri dopo avere stimato, con dati ricavati dall'analisi MTM (Methods-Time Measurement), il tempo medio di percorrenza (12 secondi).

**Le fasi di trasporto di carichi di 20 e 30 kg appaiono comportare rischio moderato; i 10 Kg rischio dubbio. Tab.3.**

Oltre al rischio ben valutato dagli indici, va evidenziata la presenza di altri fattori di rischi segnalati nell'allegato del D.Lgs. 626/94 che non entrano in tali indici quali:

- pavimento scivoloso;
- piano di lavoro instabile;

Tali fattori incrementano il carico biomeccanico oltre che la possibilità di infortuni. Per quanto riguarda gli arti superiori, i lavori ripetitivi sono principalmente legati alla fase di **confezionamento delle cassette**. Si segnala inoltre il rilevante sovraccarico biomeccanico del gomito e della spalla durante le operazioni di sollevamento e trasporto dei carichi.

Andrebbe raccomandato di evitare il "lancio" delle cassette come tecnica di scarico perché comporta elevato rischio sia per la schiena che per gli arti superiori.

Nelle tabelle successive si riassumono i risultati della valutazione del rischio da movimentazione di carichi per tutte le fasi operative considerate.

Descrizione	Peso (kg)	Altezza (cm)	Altezza (cm) (2° OP)	Altezza (cm) (3° OP)	Distanza (m)	Frequenza (n/min)	Distanza (m)	Frequenza (n/min)	Distanza (m)	Frequenza (n/min)	Distanza (m)	Frequenza (n/min)	Distanza (m)	Frequenza (n/min)	IS		
CARICO CESTE DI PESCE NELLE BAIE	30	30	35	0,88	90	0,87	35	0,71	0	1,00	5	0,90	2,01	1	60	0,96	<b>2,12</b>
CARICO CESTE DI GHIACCIO NELLE BAIE	20	20	35	0,88	90	0,87	35	0,71	0	1,00	5	0,90	1,35	7	60	0,96	<b>1,41</b>
CARICO CASSETTE PESCE IN GHIACCIAIA:2°	10	10	170	0,72	90	0,87	60	0,42	90	0,71	5	0,96	2,02	8	60	0,60	<b>3,36</b>
CARICO CASSETTE VUOTE	5	5	70	0,89	60	0,90	40	0,63	90	0,71	5	0,90	0,47	2,5	60	0,89	<b>0,53</b>
SCARICO CASSETTE IN BANCHINA: 2° E 3° OP	10	10	80	0,985	20	1	60	0,417	90	0,712	5	0,9	1,28745	9	60	0,52	<b>2,4</b>

**Tab. 1 - Valutazione delle operazioni di sollevamento con la formula del Niosh per compiti semplici**

seq.	Descrizione attività	Posto (kg)	Posto (kg)	Altezza da terra della mano (cm)	Direzione orizzontale (cm)	Distanza polso (cm)	Distanza polso (cm)	Distanza polso (cm)	Carico peso (kg)	Stabilità	Stabilità	Stabilità	Stabilità	Stabilità	Stabilità	Stabilità	Stabilità	Stabilità	Stabilità
1	FASE 1: trasporto caselle pesce Agricoltura (graciosa)	20	20	90	0,96	60	0,88	40	0,63	0	1,00	s	0,90	1,42	0,6	60	0,97	1,46	
3		20	20	90	0,98	55	0,90	40	0,63	0	1,00	s	0,90	1,38	0,6	60	0,97	1,42	
2		20	20	90	0,96	20	1,00	40	0,63	0	1,00	s	0,90	1,24	0,6	60	0,97	1,28	ISC**= 1,53
3		20	20	10	0,81	100	0,87	40	0,63	0	1,00	s	0,90	1,70	0,4	60	0,98	1,74	
2		20	20	10	0,81	60	0,90	40	0,63	0	1,00	s	0,90	1,65	0,4	60	0,98	1,68	
7		20	20	110	0,90	100	0,87	40	0,63	0	1,00	s	0,90	1,53	0,4	60	0,98	1,56	
8	FASE 2: trasporto caselle pesce a cappa	20	20	110	0,90	60	0,90	40	0,63	0	1,00	s	0,90	1,48	0,4	60	0,98	1,51	
7		20	20	10	0,81	0	1,00	40	0,63	0	1,00	s	0,90	1,47	0,4	60	0,98	1,50	
4		20	20	70	0,98	60	0,90	40	0,63	0	1,00	s	0,90	1,34	0,4	60	0,98	1,37	
9		20	20	110	0,90	0	1,00	40	0,63	0	1,00	s	0,90	1,32	0,4	60	0,98	1,35	
6		20	20	70	0,99	40	0,93	40	0,63	0	1,00	s	0,90	1,29	0,4	60	0,98	1,32	
5		20	20	70	0,99	0	1,00	40	0,63	0	1,00	s	0,90	1,20	0,4	60	0,98	1,23	
1	FASE 3: scarico delle baracche in baracche	10	10	90	0,96	70	0,88	60	0,42	90	0,71	s	0,90	1,48	3	60	0,88	1,68	
2		10	10	90	0,96	40	0,93	60	0,42	90	0,71	s	0,90	1,40	3	60	0,88	1,59	
3		10	10	90	0,96	20	1,00	60	0,42	90	0,71	s	0,90	1,31	3	60	0,88	1,48	ISC**= 2,73
3		10	10	110	0,90	110	0,88	60	0,42	130	0,58	s	0,90	1,98	2,7	60	0,89	2,23	
1	FASE 4: trasporto caselle pesce in graciosa (1° e 2° operazioni)	10	10	10	0,81	10	1,00	60	0,42	130	0,58	s	0,90	1,89	2,7	60	0,89	2,13	
2		10	10	70	0,99	70	0,88	60	0,42	130	0,58	s	0,90	1,75	2,7	60	0,89	1,97	ISC**= 3,24

Tab. 2 - Valutazione delle operazioni di sollevamento con la formula del Niosh per compiti multipli

OPERAZIONI DI TRASPORTO IN PIANO						
	altezza mani	sezzo	frequenza	distanza (m)	PESO RACCOMANDATO	INDICE DI RISCHIO
CARICHI DI 5 KG	70	M	1v ogni 12 sec	7	12	0,4
CARICHI DI 10 KG	70	M	1v ogni 12 sec	7	12	0,8
CARICHI DI 20 KG	70	M	1v ogni 12 sec	7	12	1,7
CARICHI DI 30 KG	70	M	1v ogni 12 sec	7	12	2,5

Tab. 3 - Valutazione delle operazioni di trasporto in piano con le tavole di Snook e Ciriello

1m=1,5 centesimi di secondo  
1m=0,9 secondi

trasposto di 7 metri=6,3 secondi  
Andata e ritorno =12 secondi

Per trasporti medi di 7 metri, la frequenza di trasporto è di un carico ogni 12 secondi

### **STRASCICO**

Anche in questa tipologia si segnala la possibile presenza di sovraccarico biomeccanico delle spalle e della schiena dovuti agli improvvisi movimenti nel controllo della rete e alle posture incongrue spesso mantenute in equilibrio precario (**fase 1**).

Il calo della rete (**fase 1**) dura 3 minuti, il salpamento della rete 5 minuti (**fase 2**); segue poi il trasferimento della baia (**fase 3**).

Non sono state condotte analisi con specifiche formule per la valutazione del rischio: si segnala la possibile presenza di sovraccarico biomeccanico delle spalle e della schiena dovuti agli improvvisi movimenti nel controllo della rete e alle posture incongrue spesso mantenute in equilibrio precario. La baia viene poi spostata presso il banco di preparazione delle cassette, dove viene riempita con acqua tramite pompa e ghiaccio salato. Il trascinamento non comporta particolari problemi, anche se la vasca non è dotata di ruote; infatti per la presenza di acqua sul pavimento, questo risulta piuttosto scivoloso. Lo spostamento della baia dalla poppa al piano calpestio può invece creare, anche se lo spostamento è verso il basso, sovraccarico biomeccanico del rachide e rischio di infortunio specie quando, col mare mosso, il piano di calpestio diviene instabile. L'indice di sollevamento ottenuto con la formula del NIOSH per i compiti semplici denota la presenza di rischio nella fase di trasporto del pescato dalla baia al piano di lavoro dopo prelevamento con le "coffe" (IS=1,32). Tab.4.

L'estrazione ed il trasporto della cesta col ghiaccio salato alla baia dura 1 minuto: la cesta pesa circa 12-13 Kg. L'operazione di riempimento della cesta col ghiaccio salato viene ripetuta 1 volta per calata per un totale di 6 volte al giorno. L'operazione, essendo eseguita ogni 80 minuti circa, non comporta particolari problemi né di sollevamento né di trasporto, se mai di postura incongrua del rachide ma per un solo minuto. La quarta fase è rappresentata dalla selezione e cernita del pescato e si può suddividere in due sottofasi (4A e 4B): la prima di selezione su banco svolta da due operatori e la seconda di selezione a poppa svolta da altri due operatori. Inizia la selezione dei diversi tipi di pesce; gli scarti vengono buttati a terra. Ogni cassetta contiene un solo tipo di pesce. Il peso medio della cassetta è di circa 7 kg. Il contenuto delle cassette selezionate viene poi ributtato nelle coffe per il lavaggio prima della preparazione finale (fase 5). La fase di selezione su banco dura 40 minuti.

Al banco lavorano 2 operatori: (A) è anche addetto a rifornire il banco-cernita col pesce proveniente dalle baie tramite ceste; (B) è addetto esclusivamente alla cernita. Il peso delle "coffe" varia da 10 a 15 kg. mentre il peso della cassetta è di circa 7 kg. L'operatore che preleva il pesce dalla baia movimentata circa 13 coffe per ogni salpata. L'altro operatore movimentata, in questa situazione, solo le cassette.

Gli operatori che a poppa selezionano la parte "sporca" suddividono il pescato ponendolo in sei coffe. Lavorano a schiena flessa o in ginocchio o accucciati o seduti (con schiena torta) sulla canalina di scarto residui.

Le ceste prodotte (coffe) pesano mediamente 10 kg. La fase di cernita dura circa 18 minuti.

Le coffe contenenti pesci, molluschi o crostacei selezionati per categoria vengono



lavate con getto d'acqua e portate presso il banco di preparazione delle cassette finali (**fase 5**).

Gli stessi operatori della fase 4B lavano il pesce posto nelle ceste preparate dai lavoratori addetti alla preparazione della fase 4A.

L'operazione di selezione a poppa è ritenuta la più affaticante per via della postura della schiena e degli arti inferiori.

Gli arti superiori eseguono rapidi movimenti ripetitivi con presa in pinch. (**fase 4B**).

L'operazione di lavaggio e di trasporto delle ceste, dato in peso inferiore ai 10 kg e la bassa frequenza (6 ceste ogni salpata) non comporta particolari problemi di sovraccarico del rachide.

Lo è invece la postura flessa del rachide che deve essere mantenuta durante le operazioni di lavaggio e di riempimento delle cassette. Queste ultime potrebbero infatti essere alloggiare in modo più ordinato su piani rialzati ad evitare sia la flessione del tronco sia la necessità di aumentare la distanza del carico dal corpo.

L'operazione di preparazione delle cassette (**fase 5**) consiste nel collocare o riordinare il pesce già selezionato e lavato nelle cassette finali per la vendita. La schiena è mantenuta ben eretta: la mani eseguono rapidi movimenti con presa in pinch. Assente l'uso di forza. Il sovraccarico biomeccanico per gli arti superiori risulta medio/elevato.

Prevalentemente gli operatori addetti alla fase 4B, dopo aver lavato il pescato contenuto nelle coffe, le sollevano e ne versano il contenuto nelle cassette (circa 13-16 media).

Le cassette possono essere a terra o sul banco di preparazione (cm. 90).

Sul banco preparano le cassette finali, disponendo il pesce in ordine.

La fase dura 18-20 minuti.

Si può affermare, più in generale, che mentre i due operatori addetti alla fase 4 la portano a conclusione, gli operatori che svolgono la fase 4 B portano a compimento anche la fase 5. Ovviamente quando la ripartizione del pescato nelle due parti della rete è diversa da quella "media" qui descritta (2/3 pesce in baia, 1/3 pesce a poppa) può cambiare la suddivisione del lavoro fra i 4 operatori.

Il sovraccarico biomeccanico per gli arti superiori risulta medio/elevato nella fase di confezionamento delle cassette.

Tutti i quattro operatori collaborano al trasporto delle cassette dai banchi alla fiancata nei pressi della ghiacciaia e poi dentro la ghiacciaia ( fase 6).

Il numero medio di cassette è di 15 per salpata con picchi frequenti a 20.

Il peso medio della cassetta è 7 kg. (da 6 a 9 kg). Vengono trasportate 2 cassette alla volta sovrapponendole e sollevandole con due mani. Il tempo è breve: 2-3 minuti.

In totale tra una salpata e l'altra intercorre 1 ora e 30 minuti (di questo periodo mediamente 20 minuti possono essere utilizzati come riposo).

La fase di trasferimento delle cassette confezionate in ghiacciaia è caratterizzata da una postura del rachide incongrua, ma pesi e tempi di lavoro risultano ridotti.

Inoltre l'indice di sollevamento ottenuto con formula del NIOSH per compiti multi-



pli denota la presenza di rischio dubbio (ISC=0,94). Tab.5.

La fase di svuotamento della ghiacciaia (**fase 7**) dura circa 8 minuti. Le cassette vengono trasferite dalla ghiacciaia alla poppa o direttamente o appoggiate al banco di selezione utilizzato nella fase 4 A e poi riprese da altro operatore per portarle a poppa. Operano tutti e quattro i marinai.

La fase di trasporto delle cassette fuori dalla ghiacciaia per essere scaricate è caratterizzata da rischio lieve per compiti multipli (ISC=1,84). Tab.5.

L'analisi è condotta sull'operatore che svuota la cella frigorifera passando la cassetta ad altro soggetto e per l'operatore che depone le cassette a poppa. Per il soggetto intermedio valgono le valutazioni fatte per le fasi di trasporto. Le cassette accatastate a poppa vengono sbarcate (**fase 8**) a due alla volta da tutti gli operatori con il metodo "passamano".

Lo stesso avviene nelle operazioni di scarico in banchina.

L'analisi è condotta sull'operatore che preleva la cassetta da poppa passandola al soggetto in banchina e per l'operatore che depone le cassette su bancale.

L'indice di sollevamento ottenuto con formula del NIOSH per i compiti multipli, se si sollevano due cassette alla volta denota la presenza di rischio presente/lieve (ISC=1,84). Tab.5.

L'indice di sollevamento ottenuto con formula del NIOSH per i compiti multipli, se si solleva una cassetta alla volta, denota la presenza di rischio dubbio (ISC=0,99). Tab.5.

Valutando, poi, le operazioni di trasporto in piano si è evidenziato che le fasi di trasporto con carico fino a 10 kg non comportano particolare rischio. Con carichi di 14-15 kg (trasporto di 2 cassette di pesce alla volta), il rischio è presente anche se non elevato.

Per semplicità di analisi, ad ogni fase di trasporto è stata attribuita una distanza media percorsa di 7 metri e stimato, con dati ricavati dall'analisi MTM, il tempo medio di percorrenza (12 secondi).

Nelle tabelle successive si riassumono i risultati della valutazione del rischio da movimentazione di carichi e da movimenti ripetitivi degli arti superiori per tutte le fasi operative considerate.

Descrizione azione	Peso max (kg)	Peso assai (kg)	Altezza di eretti delle mani (cm)	Distorsione verticale (cm)	Distorsione orizzontale (cm)	Distorsione angolare (°)	Giunto presa (D, D, S)	ISF	Frequenza (n. al minuto)	Durata sollevamenti (min)	ISC						
scarico cassette su banco per selezione	13	13	35	0,88	125	0,86	50	0,50	0	1,00	e	0,90	1,28	0,5	60	0,97	
Descrizione azione	Peso max (kg)	Peso assai (kg)	Altezza di eretti delle mani (cm)	Distorsione verticale (cm)	Distorsione orizzontale (cm)	Distorsione angolare (°)	Giunto presa (D, D, S)	ISF	Frequenza (n. al minuto)	Durata sollevamenti (min)	ISC						
sollevamento e scarico cassette a terra	9	9	35	0,88	30	0,97	50	0,50	0	1,00	e	0,90	0,78	1	60	0,96	0,81

Tab. 4 - Valutazione delle operazioni di sollevamento per compiti semplici



Descrizione azione	Peso max (kg)	Peso scag (kg)	Altezza di presa dalla mani (cm)	Distacco verticale (cm)	Distacco orizzontale (cm)	Distacco angolare (°)	Grado di presa (L.D.o S)	ISF	Frequenza (n. atti al min)	Dist. sollevam (min)	IS <sup>**</sup>						
carico cassetta in frigorifero	7	7	0	0,78	80	0,88	50	0,50	45	0,86	s	0,90	0,89	0,2	60	1,00	0,89
	7	7	40	0,90	80	0,88	50	0,50	45	0,86	s	0,90	0,77	0,2	60	1,00	0,77
	7	7	80	0,99	80	0,88	50	0,50	45	0,86	s	0,90	0,70	0,2	60	1,00	0,70
	7	7	0	0,78	40	0,93	40	0,63	45	0,86	s	0,90	0,67	0,2	60	1,00	0,67
	7	7	40	0,90	40	0,93	40	0,63	45	0,86	s	0,90	0,58	0,2	60	1,00	0,58
	7	7	80	0,99	40	0,93	40	0,63	45	0,86	s	0,90	0,53	0,2	60	1,00	0,53
	7	7	0	0,78	0	1,00	30	0,83	45	0,86	s	0,90	0,47	0,2	60	1,00	0,47
	7	7	40	0,90	0	1,00	30	0,83	45	0,86	s	0,90	0,41	0,2	60	1,00	0,41
	7	7	80	0,99	0	1,00	30	0,83	45	0,86	s	0,90	0,37	0,2	60	1,00	0,37

Descrizione azione	Peso max (kg)	Peso scag (kg)	Altezza di presa dalla mani (cm)	Distacco verticale (cm)	Distacco orizzontale (cm)	Distacco angolare (°)	Grado di presa (L.D.o S)	ISF	Frequenza (n. atti al min)	Dist. sollevam (min)	IS <sup>**</sup>						
svuotamento ghiacciaia	14	14	0	0,78	80	0,88	40	0,63	90	0,71	s	0,90	1,72	0,6	60	0,97	1,77
	14	14	40	0,90	40	0,93	40	0,63	90	0,71	s	0,90	1,40	0,6	60	0,97	1,44
	14	14	80	0,99	0	1,00	40	0,63	90	0,71	s	0,90	1,18	0,6	60	0,97	1,22

Descrizione azione	Peso max (kg)	Peso scag (kg)	Altezza di presa dalla mani (cm)	Distacco verticale (cm)	Distacco orizzontale (cm)	Distacco angolare (°)	Grado di presa (L.D.o S)	ISF	Frequenza (n. atti al min)	Dist. sollevam (min)	IS <sup>**</sup>						
svuotamento ghiacciaia	7	7	0	0,78	80	0,88	40	0,63	90	0,71	s	0,90	0,86	1,3	60	0,94	0,91
	7	7	40	0,90	40	0,93	40	0,63	90	0,71	s	0,90	0,70	1,3	60	0,94	0,74
	7	7	80	0,99	0	1,00	40	0,63	90	0,71	s	0,90	0,59	1,3	60	0,94	0,63

Tab. 5 - Valutazione delle operazioni di sollevamento con la formula del niosh per compiti multipli

Denominazione poli	recup.	freq.	forza	cavo	spalla	polso	gomito	mano	stereotipia	totale postura	compless.	valore Check-List
Denominazione poli	recup.	freq.	forza	cavo	spalla	polso	gomito	mano	stereotipia	totale postura	compless.	valore Check-List
	0	8	0	BL	2	2	3	6	3	9	0	17,6
Denominazione poli	recup.	freq.	forza	cavo	spalla	polso	gomito	mano	stereotipia	totale postura	compless.	valore Check-List
	0	8	0	BL	1	2	1	6	3	9	0	17,6

Tab. 6 - Valutazione del rischio da movimenti ripetitivi con indice Oera



## **RAPIDI**

Nella **fase 1**, come nelle tipologie di pesca precedenti, si segnala la possibile presenza di sovraccarico biomeccanico delle spalle e della schiena dovuti agli improvvisi movimenti nel controllo della rete e alle posture incongrue spesso mantenute in equilibrio precario.

La fase di cernita si svolge a poppa (**fase 2**) con due operatori (qualche volta 3) che stanno a schiena completamente flessa e selezionano il pescato.

Utilizzano attrezzi simili a palette (una dentata ed una liscia) sia per avvicinare il materiale da selezionare sia per portare lo scarto dentro la canalina/scivolo per l'eliminazione dei detriti.

Il pescato viene selezionato e posto in ceste di plastica forata denominate "Coffe", dotate di maniglie (misura: 30 h x 41cm di diametro). Vengono riempite 5-6 ceste (una per ogni tipologia) con i diversi pesci, molluschi e crostacei; di queste, di solito, due sole ceste possono arrivare a pesare 14-16 kg., le altre dai 3kg. ai 6kg.

In questa fase il lavoro risulta estremamente affaticante per la colonna vertebrale che viene mantenuta in estrema flessione a lungo e consecutivamente, per un tempo corrispondente ad ogni salpata.

Una volta riempite, le ceste vengono spostate dalla poppa per essere sbattute e lavate (ad altezza pavimento) utilizzando una canna erogatrice di acqua (**fase 3**).

Le ceste con il contenuto lavato, vengono trasferite presso i due banchi di preparazione delle cassette. In generale un operatore lava le coffe e/o il pavimento e un'altro (a volte 2) le trasporta ai banchetti per sistemare il pescato nelle cassette. Questa fase dura dai 15 ai 20 minuti. I pescatori, a schiena flessa e ginocchia tese, raschiano con gli attrezzi sopra illustrati il pescato, liberando dai detriti il pesce, i crostacei e i molluschi che vengono cerniti lanciandoli nelle coffe. I residui vengono rigettati in mare. E' uno dei lavori ritenuti più faticosi.

Gli arti superiori eseguono rapidi movimenti ripetitivi con presa in pinch. Il sovraccarico biomeccanico per gli arti superiori risulta MEDIO/ALTO

Una volta riempite, le ceste vengono spostate, lavate e sbattute: viene utilizzata una canna erogatrice di acqua.

Il tempo impiegato per il lavaggio delle "coffe" va dai 15 ai 20 minuti.

Nella **fase 3**, a volte gli operatori sollevano le ceste anche con 1 sola mano, sovraccaricando in questo modo oltre che la schiena (per presenza di carico asimmetrico), anche l'arto che effettua il trasporto.

Le ceste, una volta lavate, vengono trasferite presso i due banchi di preparazione delle cassette. In generale un operatore lava le coffe e/o il pavimento e 1 o 2 trasportano le ceste ai banchetti di preparazione dalle cassette.

Nelle operazioni di scarico delle ceste su banco, l'indice di sollevamento ottenuto con formula del NIOSH per i compiti semplici evidenzia assenza di rischio per i pesi di 7 kg, presente per i pesi raddoppiati. Lungo la fiancata della barca esistono due banchi mobili in acciaio che vengono aperti solo al momento del confezionamento delle cassette (**fase 4**).

L'altezza del banco è di circa 97 cm. più 8 cm. di bordo. Il pescato viene suddiviso per grandezza in diverse cassette il cui peso varia dai 6 a 7 kg.

Le raguse e le ostriche vengono collocate direttamente in sacchi separati che vengono confezionati. I sacchi vengono depositi (lanciati) su bancale. Il tempo di confezionamento è di circa 10 minuti. Le cassette confezionate sono n° 3 - 4. Ai due banchetti lavorano due operatori. Nella fase 4 di confezionamento delle cassette il lavoro viene eseguito in piedi a schiena ben eretta: le mani eseguono movimenti rapidi (prendere e posizionare) in pinch senza uso di forza.

La frequenza di azione è elevata (circa 60 azioni al minuto).

Il sovraccarico biomeccanico per gli arti superiori risulta medio/elevato.

Le cassette confezionate vengono trasportate in ghiacciaia e qui viene aggiunto il ghiaccio (fase della durata di circa 5 minuti). Nelle operazioni di trasporto delle cassette in ghiacciaia (**fase 5**) la postura del rachide risulta incongrua, ma il carico biomeccanico complessivo è trascurabile in quanto il peso non è rilevante e la durata è breve.

Nella ghiacciaia le cassette sono su più livelli. Il primo operatore preleva le cassette dalla ghiacciaia e sta a schiena flessa; le passa all'altro operatore che effettua torsioni, ma a schiena eretta. Lo stesso vale per le operazioni di scarico in banchina.

L'indice di sollevamento ottenuto con formula NIOSH per i compiti multipli, se si solleva una cassetta alla volta, denota presenza di rischio dubbio.

I valori indicati valgono sia per l'operatore che preleva le cassette dalla ghiacciaia, sia per quello che le deposita a terra in banchina.  $ISC = 0,99^{**}$  Tab.7.

A completare la valutazione del rischio da movimentazione manuale di carichi, viene fatta la valutazione delle operazioni di trasporto in piano dei diversi carichi prima descritti.

Per semplicità di analisi, ad ogni fase di trasporto è stata attribuita una distanza media percorsa di 7 metri e stimato, con dati ricavati dall'analisi MTM, il tempo medio di percorrenza (12 secondi).

Le fasi di trasporto con carico fino a 10 kg non comportano particolare rischio. Con carichi di 14-15 kg (trasporto di 2 cassette di pesce alla volta), il rischio è presente anche se non elevato.

Lo scarico in banchina (**fase 6**) avviene attraverso l'apertura posta sul fianco dell'imbarcazione ("finestra") con il metodo "passamano" e dura circa 15 minuti.

Rispetto agli altri tipi di pesca le cassette finali prodotte arrivano ad un numero di 50-60 del peso di 6-7 Kg l'una oltre a non più di 8-10 sacchi di molluschi da 20 kg l'uno, da movimentare in 3-4 operatori.

Le posture incongrue sono state evidenziate nelle operazioni di cernita a poppa.

Le fasi di trasporto con carico fino a 10 kg non comportano particolare rischio. Con carichi di 14-15 kg (trasporto di 2 cassette di pesce alla volta) il rischio è presente anche se non elevato (Tab. 8).

**Scarico ceste piene su banco di cernita (is=1,47)**

Peso max (kg)	Peso scag (kg)	Altezza da terra delle mani (cm)	Dislocazione verticale (cm)		Distanza orizzontale (cm)		Dislocazione angolare (°)		Giudizio presa (D, D o S)	ISIF	Frequenza (n. atti al min.)	Durata sollevam. (min)		IS **		
7	7	35	0,88	120	0,86	50	0,50	0	1,00	s	0,90	0,69	0,1	60	1,00	0,69
15	15	35	0,88	120	0,86	50	0,50	0	1,00	s	0,90	1,47	0,1	60	1,00	1,47

**Svuotamento ghiacciaia (ISC = 0,99\*\*)**

Svuotamento ghiacciaia

Descrizione azione	Peso max (kg)	Peso scag (kg)	Altezza da terra delle mani (cm)	Dislocazione verticale (cm)		Distanza orizzontale (cm)		Dislocazione angolare (°)		Giudizio presa (D, D o S)	ISIF	Frequenza (n. atti al min.)	Durata sollevam. (min)		IS **		
svuotamento ghiacciaia	7	7	0	0,78	80	0,88	40	0,63	90	0,71	s	0,90	0,86	1,3	60	0,94	0,91
	7	7	40	0,90	40	0,93	40	0,63	90	0,71	s	0,90	0,70	1,3	60	0,94	0,74
	7	7	80	0,89	0	1,00	40	0,63	90	0,71	s	0,90	0,59	1,3	60	0,94	0,63

**Tab. 7 - Valutazione delle operazioni di sollevamento con la formula del Niosh**

OPERAZIONI DI TRASPORTO IN PIANO						
	altezza mani	sexso	frequenza	distanza (m)	PESO RACCOMANDATO	INDICE DI RISCHIO
CARICHI DI 5 KG	70	M	1v ogni 12 sec	7	12	0,4
CARICHI DI 10 KG	70	M	1v ogni 12 sec	7	12	0,8
CARICHI DI 20 KG	70	M	1v ogni 12 sec	7	12	1,7
CARICHI DI 30 KG	70	M	1v ogni 12 sec	7	12	2,5

1m=1,5 centesimi di secondo

carico di 14-15 kg: indice di rischio = 1,2

1m=0,9 secondi

trasposto di 7 metri=6,3 secondi

Andata e ritorno =12 secondi

Per trasporti medi di 7 metri, la frequenza di trasporto è di un carico ogni 12 secondi

**Tab. 8 - valutazione delle operazioni di trasporto in piano con le tavole di Snook e Ciriello**

Per quanto riguarda gli arti superiori, lavori ripetitivi sono legati a più fasi operative che occupano di fatto gran parte del tempo: la selezione e la preparazione delle cassette (Tab. 9).

Denominazione pdi	recup.	freq.	forza	lato	spalla	polso	gomito	mano	stereotipia	totale postura	complem.	valore Check- List
	0	8	0	BL	1	2	2	6	3	9	0	17,0
Denominazione pdi	recup.	freq.	forza	lato	spalla	polso	gomito	mano	stereotipia	totale postura	complem.	valore Check- List
	0	8	0	BL	2	2	3	6	3	9	0	17,0
Denominazione pdi	recup.	freq.	forza	lato	spalla	polso	gomito	mano	stereotipia	totale postura	complem.	valore Check- List
	0	8	0	BL	1	2	1	6	3	9	0	17,0

Tab. 9 - Valutazione del rischio da movimenti ripetitivi con indice Ocrà

Si segnala il sovraccarico biomeccanico (rischio medio/alto) della mano e del polso per la presenza di rapidi movimenti di presa effettuati con entrambe le mani (prendere e posizionare) che avvengono in pinch.

### VONGOLARA

Le fasi 1 e 2 sono caratterizzate dalla calata e dal sollevamento della draga; sono effettuate meccanicamente senza l'ausilio dell'operatore che inizia il suo lavoro manuale al momento dello svuotamento della draga facilitando la caduta del pescato nel vaglio.

La fase 3 è caratterizzata dalla cernita delle vongole che escono dal vaglio sui vari ripiani.

A questo punto l'operatore A segue la linea d'insacchettamento delle vongole più grandi. Ogni sacchetto pieno pesa circa 10,5 Kg ed il tempo di riempimento è di circa 2'. Poi l'operatore trasporta il sacchetto pieno fino a depositarlo sul pavimento dell'imbarcazione.

L'operatore B è addetto alla cernita delle vongole più piccole che raccoglie per caduta (accompagnamento manuale) in ceste che piene pesano circa 30 Kg. Una volta riempita la cesta la solleva e spostandola per un breve tratto la deposita ai lati dell'imbarcazione.

Inoltre effettua la chiusura tramite cucitura dei sacchetti pieni e due alla volta (uno

per mano) li trasporta a poppa depositandoli su un bancale.

Il tempo necessario per tutta la fase di cernita è circa 20' (fra una calata e l'altra).

La **fase 4** è caratterizzata dallo scarico in mare di tutte le vongole di media e piccola taglia conservate nelle ceste che pesano 30 Kg. ognuna o ammassate sul pavimento dell'imbarcazione. In questo ultimo caso vengono scaricate tramite "sessola". L'indice di sollevamento ottenuto con formula del NIOSH per i compiti multipli denota la presenza di rischio nella fase 4 (ISC = 2,52\*\*) e precisamente nell'operazione di scarico delle ceste in mare.

Giunti in porto si passa alla **fase 5** consistente nello sbarco "a catena", tramite lancio dei sacchetti immagazzinati a poppa (due operatori sulla barca e un operatore "esterno" sul molo). L'operazione dura pochi minuti.

In generale si può concludere che il lavoro di pesca delle vongole è il meno sovraccaricante rispetto alle diverse tipologie di pesca fin qui analizzate.

**Le due fasi che meritano attenzione sono:**

1. Il trasporto dei sacchetti (10,5 kg l'uno) pieni due alla volta (uno per mano) dotandoli anche di maniglie in modo da migliorare la presa (grip). La cucitura potrebbe essere eseguita su piano rialzato (banchetto) evitando inutili posture incongrue del rachide.
2. lo svuotamento delle ceste di 30 KG in mare. Potrebbero essere utilizzati contenitori più piccoli in modo che, a pieno riempimento non superino i 10/15 Kg.

### *1.3 La ricerca di buone pratiche ed ipotesi di soluzioni*

Dall'analisi dei dati elaborati nella nostra ricerca e relativi ai rischi *movimentazione manuale dei carichi, posture incongrue e movimenti ripetitivi dell'arto superiore* sono emerse **criticità** in tutti i cicli lavorativi della imbarcazioni testate e quindi in tutte le tipologie di pesca rappresentate nella nostra zona .

- *Movimentazione ripetuta dello stesso carico (trasporto cassette):* a causa dell'esiguità degli spazi sull'imbarcazione da pesca e della impossibilità di mantenere in forma stabile piani d'appoggio che ostruirebbero la circolazione, gli ingombri vengono movimentati più volte durante una bordata. L'esempio più evidente è il trasporto delle cassette semiconfezionate e confezionate che subiscono spostamenti continui.
- *Pulizia continua e ripetuta del piano di calpestio dell'imbarcazione per eliminazione dei residui:* insieme al "pescato" viene catturata una notevole quantità di rifiuti costituita sia da materiale non commestibile sia da specie di pesce senza interesse commerciale. Lo "sporco" mescolato a sabbia, detriti e residui di ogni genere si accumula sul pavimento dell'imbarcazione o viene convogliato nelle canaline di raccolta per essere eliminato insieme al pescato deteriorato. I piani di lavoro rialzati utilizzati durante le operazioni di cernita, potrebbero prevedere uno scarico diretto in mare per l'eliminazione dei residui; potrebbe essere creata una connessione con flusso d'acqua continuo fra piano di lavoro e fori d'uscita presenti sulla fiancata delle barche.

- *Prelievo del ghiaccio*: è un'operazione ripetuta più volte in tutte le imbarcazioni testate ad eccezione della vongolara. Il mantenimento delle caratteristiche organolettiche, della freschezza e dell'integrità del prodotto costringono gli addetti a movimentare carichi pesanti e ad assumere posture incongrue. Il ghiaccio cade in una grossa vasca posizionata a livello del pavimento; dalla vasca viene prelevato mediante pale per essere messo in ceste che vengono poi trasportate dove servono.
- *Posizionamento del frigorifero*: le operazioni di trasporto delle cassette confezionate dentro e fuori dalla ghiacciaia creano problematiche legate alla movimentazione dei carichi e al microclima. Questi rischi sono presenti indipendentemente dal posizionamento del frigorifero (sopra o sotto coperta) nell'imbarcazione. Dove però la ghiacciaia è posizionata sotto coperta, come per esempio nella nostra "volante", si vengono a creare notevoli problemi aggiuntivi che elevano l'indice di rischio per compiti multipli a causa di frequenti torsioni del tronco e flessioni del rachide.

Presenza di numerose operazioni SENZA valore aggiunto quali:

- Movimentazione carichi impegnativa e sovraccaricante per la colonna vertebrale e arti superiori dovuta allo scarico del pescato sul piano di calpestio.
- Movimentazione ripetuta dello stesso carico (spostamento delle ceste piene).
- Pulizia ripetuta del piano calpestio per scarti gettati a terra.

Per esempio, nella volante, l'apertura del sacco potrebbe avvenire direttamente nelle baie anziché sul pavimento di poppa. Le ipotesi di realizzazione sono più di una: la prima prevede lo studio di un convogliatore costituito da più bracci d'apertura che permettano di ridistribuire il peso e di suddividere il quantitativo di pescato; la seconda prevede lo spostamento di alcune attrezzature fisse in modo da permettere lo scorrimento del sacco pieno in una zona coperta per la successiva apertura nella baia. Inoltre la baia potrebbe essere dotata di divisori interni da utilizzare o meno sulla base del quantitativo del pescato. Infine la movimentazione delle baie anziché essere esclusivamente manuale potrebbe avvenire tramite rotaie fisse e con meccanismo di freno delle ruote.

La fase operativa denominata "trasporto del ghiaccio" nelle baie potrebbe essere eliminata con il posizionamento all'interno delle baie stesse di "serpentine" refrigeranti.

La produzione del ghiaccio potrebbe essere migliorata prevedendo la caduta diretta del ghiaccio nella cesta. La vasca di raccolta dovrebbe essere spostata dal piano pavimento ad altezza uomo. A questo punto da uno sportello apribile sul lato della vasca di raccolta, il ghiaccio cadrebbe direttamente nella cesta posta ad altezza "nocche" evitando posture incongrue a schiena flessa.

La movimentazione delle cassette confezionate potrebbe essere effettuata tramite un trasportatore a rulli anche di tipo "passivo" su cui far avanzare le cassette di pesce. Il nastro trasportatore potrà essere utilizzato anche come piano d'appoggio per le cas-

sette non ancora completate. Per migliorare i movimenti della mano e del polso, il rastrello potrebbe essere riprogettato in senso ergonomico modificando l'impugnatura in modo da "bloccare" il polso ed evitarne i movimenti ripetitivi.

Per quanto riguarda la presenza di posture incongrue, specie del rachide (schiena in flessione pressochè massimale) è da segnalare la necessità di:

- riprogettare la vasca in cui viene depositato il pescato, rendendola regolabile in altezza in modo tale che gli operatori possano operare a schiena eretta.
- Creare dei carrelli per il contenimento delle ceste alti circa 60 cm (altezza nocche) in modo tale che il lavaggio e il trasferimento in cassetta venga effettuato mantenendo la schiena eretta.
- Creare canali di scolo per rendere più rapida la fase di allontanamento dei detriti senza che sporchino il pavimento della poppa.
- Riprogettare l'organizzazione del lavoro e la disposizione degli oggetti in uso nella area di selezione a banco e preparazione delle cassette: il disordine presente crea l'obbligo all'assunzione di posture incongrue del rachide.

La realizzazione di una piattaforma rialzabile ed inclinabile a poppa permetterebbe agli operatori di effettuare questa parte di cernita "a schiena diritta" essendo il piano sollevabile, tramite meccanismo idraulico (pistone a cannocchiale), fino a 80 cm dal pavimento dell'imbarcazione (piano di calpestio). Anche la canalina di eliminazione residui, collegata direttamente fuori bordo, potrebbe essere portata alla stessa altezza rendendola solidale al piano rialzato e dotata di getto continuo d'acqua.

Potrebbe essere studiato anche un **elemento di continuità** fra il piano rialzato di poppa e la fase di cernita intesa come momento di prima suddivisione delle varie specie di pesci, molluschi e crostacei catturati. Potrebbe, per esempio, trattarsi di **carrelli** (su ruote bloccabili) porta ceste e piani rimovibili "a incastro" da utilizzare come piani operativi agganciati alla canalina.

L'accumulo di **residui** è un problema che riguarda anche la fase di cernita su banco; la loro eliminazione può essere facilitata da un sistema di utilizzo dell'acqua studiato in modo da essere a getto continuo anche per la selezione su banco. L'acqua di mare è sicuramente la maggiore risorsa disponibile.

Per agevolare il trasporto dei sacchi confezionati nella vongolaria si potrebbe migliorare la "presa" dotando i sacchetti di **maniglia**.

Le operazioni di **cucitura** potrebbero avvenire su banchetto per evitare inutili posture incongrue del rachide.

Potrebbero essere utilizzati contenitori più piccoli per raccogliere la vongole di taglio inferiore da scaricare in mare in modo che ogni cesta piena non superi i 10/15 Kg.

#### *1.4 Sperimentazione di una delle ipotesi di riprogettazione*

Ancor più che in altri settori, la riprogettazione su una unità di pesca deve prevedere momenti di sperimentazione sia in considerazione dei costi da affrontare sia per le problematiche tecniche legate alla navigazione e quindi alla stabilità della nave.

Abbiamo quindi colto la disponibilità e l'interesse dimostrati dall'armatore di una delle imbarcazioni testate per sperimentare una delle ipotesi sopra descritte.

Presso un cantiere marchigiano è stata realizzato un **piano rialzabile** tramite meccanismo pneumatico ed è stato posizionato a poppa del Motopeschereccio DESTRIERO. La modifica realizzata riguarda soltanto la piattaforma e non contiene anche la canalina per l'eliminazione dei residui che continua, per il momento, ad essere posizionata sul pavimento.

Non è stato possibile, per motivi tecnici (mal funzionamento nel giorno stabilito per la verifica) ed organizzativi (bordate di 24 ore) legati a vincoli autorizzativi da parte dell'Autorità Marittima, verificare l'attrezzatura durante una regolare bordata di pesca.

Abbiamo comunque potuto registrare il funzionamento del piano rialzato ed inclinabile durante una uscita in mare di tipo "amatoriale" con simulazione delle operazioni di salpamento di un rapido e di cernita a poppa.

La posizione eretta del busto tenuta dagli operatori durante la cernita limita notevolmente le posture incongrue, gli inginocchiamenti, gli accucciamenti.

E' stato intervistato anche l'equipaggio del DESTRIERO che si è dimostrato particolarmente soddisfatto dell'uso della nuova attrezzatura sia per quanto concerne le posture e le movimentazioni, sia per quanto riguarda il risparmio in termini di tempo.

#### **Bibliografia**

Atti del 1° Convegno Nazionale "Salute e Sicurezza nella Pesca". Chioggia 9-10 giugno 1995.

Atti Seminario informativo per operatori ASL: "Salute e Sicurezza a bordo delle navi da pesca" – Ancona giugno 2001.

Colombini D., Occhipinti E., Greco A.: La valutazione e la gestione del rischio da movimenti ripetuti degli arti superiori. Milano: Franco Angeli Ed.2000.

NIOSH: Muscolo-skeletal disorders and work place factors, Cincinnati (OH): NIOSH (DHHS Publication n.97-141), 1997.

COLOMBINI D., OCCHIPINTI E., CAIROLI S. E COLL.: Le affezioni muscolo-scheletriche degli arti superiori e inferiori come patologie professionali: quali e quali condizioni. Documento di consenso di un gruppo di lavoro nazionale. Med. Lav. 2003; 94:312-329.

COLOMBINI D., GRIECO A., OCCHIPINTI E.: Le affezioni muscolo scheletriche occupazionali da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori: metodi di analisi, studi ed esperienze, orientamenti di prevenzione. Med. Lav. 1996; 87:6.





La risoluzione del Parlamento Europeo sull'attività pesca: "Sicurezza e Cause degli incidenti – Documento di seduta finale del 12.03.01 – Commissione per la pesca relatrice Rosa Miqueles Ramos.

OCCHIPINTI E.; COLOMBINI D., CAIROLI S., BARACCO A.: Proposta e validazione preliminare di una check-list per la stima dell'esposizione a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori. *Med Lav.* 2000; 91: 470-485.

OCCHIPINTI E.; COLOMBINI D.: Metodo OCRA: aggiornamento dei valori di riferimento e dei modelli di previsione della frequenza di patologie muscolo scheletriche correlate al lavoro degli arti superiori (UL-WMSDs) in popolazioni lavorative esposte a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori. *Med. Lav.* 2004; 95, 4:305-319.

Seminario Salute e sicurezza nel Comparto Pesca: "Strumenti informativi e formativi, gestione dei rischi e vigilanza per una reale applicabilità delle norme vigenti" – Modena 27.09.2002.

Sito internet Pesca ISPESL: [http://www.ispesl.it/profili\\_di\\_rischio/sitopesca/index.htm](http://www.ispesl.it/profili_di_rischio/sitopesca/index.htm).

## ***L'analisi ergonomica del lavoro, ieri e oggi***

**RICCARDO TARTAGLIA - SARA ALBOLINO**

CENTRO GESTIONE RISCHIO CLINICO - Regione Toscana

Dipartimento Diritto alla salute e politiche di solidarietà

Tel.:055/4385299 - E-mail: rischio.clinico@regione.toscana.it

**RIASSUNTO:** *questo articolo affronta il tema dello sviluppo dell'ergonomia dalla sua nascita ai nostri giorni enfatizzando il passaggio di focus dai processi fisici ai processi cognitivi. In particolare poi nel testo si presentano le implicazioni relative all'utilizzo dell'ergonomia cognitiva nella comprensione e gestione dei livelli di rischio insiti nelle complesse organizzazioni del lavoro odierne. Il lavoro discute il nuovo ruolo dell'ergonomia che oggi affronta i problemi legati allo svolgimento di attività complesse in sistemi le cui componenti sono altamente interrelate, con l'obiettivo sfidante di rendere l'interazione uomo-macchina il più possibile semplice ed affidabile.*

### **1. Introduzione**

La ricerca ergonomica, si è sviluppata di pari passo con lo sviluppo delle organizzazioni e delle innovazioni tecnologiche. Il suo oggetto di studio, il lavoro, ha subito continue e profonde mutazioni a causa dell'avvento delle nuove tecnologie, in particolare con l'introduzione del calcolatore negli ambienti di lavoro e con l'informatizzazione di gran parte dei processi produttivi. Sono necessarie nuove competenze per affrontare i problemi che il lavoro ci pone oggi, nella società dell'informazione e della globalizzazione, in cui molta parte dell'attività lavorativa diventa immateriale e telematica e l'organizzazione stessa si frantuma nei mille nodi della rete (Mantovani, 2000).

La globalità, che è una delle caratteristiche fondamentali dell'approccio ergonomico, si esprime nello studio del sistema Uomo-Macchina- Ambiente. Evidenzia la scarsa rilevanza di analisi vincolate a specifici aspetti delle attività svolte in un posto di lavoro e anche i limiti di correzioni ergonomiche su singoli posti di lavoro che non tengono conto della complessità dell'ambiente lavorativo.

L'impostazione interdisciplinare e sistemica è invece presente nelle più recenti metodologie di analisi e progettazione ergonomica dei contesti operativi. Elemento fondante dell'ergonomia è l'interdisciplinarietà, che considera lo studio dei diversi aspetti del lavoro in maniera integrata.

Le tre aree disciplinari che primariamente contribuiscono all'efficacia dell'approccio ergonomico sono:

1. *discipline politecniche:* ingegneria, architettura, industrial design, ecc.;
2. *discipline biomediche:* fisiologia e igiene del lavoro,
3. *discipline psico-sociali:* psicologia del lavoro, sociologia, scienze della comunicazione, antropologia.

Con l'obiettivo primario di migliorare la qualità della vita lavorativa, le aree di interesse dell'ergonomia sono quindi molteplici. Esse spaziano dalla progettazione di software e di interfacce grafiche adatte alle capacità cognitive ed operative per il miglioramento dei rapporti uomo-macchina-processo, alla progettazione di pannelli di controllo, quadri comando di macchine o impianti, lo studio dell'organizzazione del lavoro per il miglioramento dei rapporti interpersonali, la progettazione di utensili per favorirne l'usabilità in condizioni di comfort e sicurezza, la valutazione ergonomica degli ambienti di lavoro, la progettazione di postazioni di lavoro confortevoli e sicure anche per l'inserimento di portatori di handicap, il lavoro ripetitivo e monotono, l'organizzazione dei turni di lavoro, lo studio della fatica fisica mentale e dello stress, l'analisi degli errori umani causa di incidenti, fino ai metodi di formazione ed addestramento rivolti alla sicurezza del lavoro.

Il contributo della ricerca ergonomica nel determinare quali sono i rischi lavorativi per la salute e la sicurezza dei lavoratori si confronta oggi con una nuova problematica relativa alla riorganizzazione del lavoro, ovvero la "flessibilità".

La flessibilità è diffusa in tutti gli aspetti del lavoro: nel tempo di lavoro (lavoro 24 ore su 24 - part-time), l'organizzazione del lavoro (plurincombenze, lavoro di gruppo e responsabilizzazione), nonché la condizione occupazionale con il lavoro precario, interinale e a termine. Per queste categorie di lavoratori si evidenzia una maggiore esposizione al rischio rispetto ai lavoratori a tempo indeterminato (*European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, 2000*).

Le ripercussioni della flessibilità lavorativa coinvolgono la sfera soggettiva e psicologica dell'individuo, la motivazione personale al lavoro e la sfera della fiducia e del rapporto di continuità con l'organizzazione.

Fattori questi che incidono nel livello di qualità del lavoro e precondizioni per un abbassamento dello standard di salute e sicurezza. "Flessibilità, mobilità, rischio sono i fattori centrali nello scenario del cambiamento lavorativo contemporaneo" (*Sennet, 2001*).

## **2. L'ergonomia fisica**

Nella sua prima fase la ricerca ergonomica si concentra sui contesti lavorativi industriali e sulle conseguenze nocive che le caratteristiche fisiche del posto di lavoro hanno sull'organismo umano. Gli ambiti di maggiore interesse dell'ergonomia fisica riguardano le posture di lavoro incongrue, la movimentazione dei carichi, gli aspetti biomeccanici e fisiologici che permettono di spiegare tutta una serie di disagi fisici, malattie professionali derivanti da sistemi di lavoro inadeguati.

In particolare, si registrano tra i più comuni problemi di salute legati al lavoro: mal di schiena, stress occupazionale, disturbi muscolo-scheletrici a carico di collo e spalle, affaticamento complessivo (*European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, 2000*).

L'ergonomia cosiddetta fisica si occupa dell'analisi delle postazioni di lavoro e delle interazioni uomo-macchina-ambiente al fine di migliorare la vivibilità del luogo di

lavoro. In quest'ambito, la sfida dell'ergonomo oggi è quella di far passare l'idea, foriera di una nuova cultura di sicurezza e di salute nei luoghi di lavoro, che le aziende dovrebbero avvalersi dei principi ergonomici in fase di progettazione delle postazioni di lavoro e non solo per interventi di tipo correttivo.

Questa nuova prospettiva di intervento, che si distacca da una prospettiva di progettazione di tipo ingegneristico, in cui è l'uomo ad "adattarsi" alle caratteristiche della macchina ed alle esigenze di produzione, è preceduta sempre da una rigorosa analisi per l'individuazione dei rischi specifici.

La progettazione ergonomica delle postazioni di lavoro è realizzata applicando la metodologia che pone al centro della progettazione i bisogni dell'utente (user centred design) e su tutte quelle variabili ambientali che influiscono sulla sua attività lavorativa.

Lo scopo è migliorare l'interazione uomo-macchina o uomo-processo per rendere il lavoro quanto più possibile adeguato alle caratteristiche psico-fisiche dell'essere umano. Purtroppo, per ragioni economiche, questo tipo di progettazione viene poco applicata alle realtà produttive dell'industria artigianale e in molti settori tuttora a rischio elevato come l'edilizia e la piccola impresa. Trova, invece, più spazio nelle realtà a tecnologia avanzata del settore del terziario e nella progettazione di prodotti per il mercato. Lo studio corretto delle postazioni di lavoro è indispensabile per il miglioramento delle condizioni di salute e per la prevenzione dei rischi associati ai lavori altamente ripetitivi e caratterizzati da turni di lavoro molto lunghi.

Aspetto rilevante di cui tener conto nella progettazione ergonomica sono le patologie da movimenti ripetitivi, che hanno subito in quest'ultimo decennio un notevole incremento conseguente a ritmi di lavoro più serrati ma svolti da un numero minore di lavoratori addetti a mansioni manuali.

Alcuni miglioramenti possono essere apportati sia intervenendo in via prioritaria sull'organizzazione del lavoro, per esempio prevedendo più pause di lavoro o la rotazione dei compiti, ma anche progettando utensili che rispettino alcuni requisiti di ergonomia relativamente alla forma del manico ed alle forze muscolari da applicare durante le attività di lavoro.

La movimentazione dei carichi, altra problematica rilevante di cui tener conto nella progettazione, ha trovato soluzione mediante l'introduzione nei luoghi di lavoro di ausili meccanici di vario genere per numerosi usi e funzioni.

Tutte queste condizioni di rischio possono oggi essere analizzate dal punto di vista biomeccanico, elettromiografico e metabolico con varie tecniche e strumenti.

Per quanto concerne i movimenti ripetitivi si dispone oggi di alcuni metodi di facile impiego sul campo, ad esempio: Job Strain Index (JSI) di Moor e Garg (1995); Occupational Repetitive Action risk index (OCRA) di Colombini, Occhipinti, Grieco (2000); Hand Activity Level (HAL) di Armstrong (2001) (da The Occupational Ergonomics Handbook, Edited by Karwowski and Marras, 1999).

Tra i metodi di analisi della movimentazione manuale dei carichi l'equazione messa a punto dal NIOSH (1991) per il calcolo del peso massimo sollevabile e dell'indice di

rischio, rappresenta una delle modalità più validate ed accreditate a livello internazionale per la valutazione del rischio da sollevamento. Tale metodo può essere utilizzato anche da chi non ha specifiche competenze in ergonomia.

Per l'analisi delle posture esistono dei software come l'OWAS (Ovako Work Analysis System, 1992), in grado di analizzare una serie di posture correlate ad un'attività lavorativa e categorizzarle in base alla necessità di un intervento ergonomico di contenimento del rischio di disturbi muscolo-scheletrici, in quattro livelli: nessuna misura correttiva, misure correttive nell'immediato futuro, misure correttive appena possibile, misure immediate (da *The Occupational Ergonomics Handbook*, Edited by Karwowski and Marras, 1999).

Altra tecnica per valutare il rischio da movimentazioni e da posture incongrue, ma limitatamente al carico biomeccanico sulla colonna vertebrale, è il 3D SSPP (3D Static Strength Prediction Program) (University of Michigan, 2000) (da *The Occupational Ergonomics Handbook*, Edited by Karwowski and Marras, 1999).

Questo software consente di disegnare la postura assunta dal lavoratore, di calcolare secondo un modello fisico-matematico il carico biomeccanico sul tratto lombare e di valutare per le grandi articolazioni la capacità per una popolazione di riferimento di eseguire lo sforzo.

Intervenendo sulla tecnica di movimentazione si possono modificare i parametri di calcolo e quindi definire una condizione di lavoro ergonomica.

La progettazione ergonomica deve comunque essere sempre preceduta, prima di effettuare delle analisi mirate a rischi particolari, dall'analisi del lavoro. In quest'ambito, oggi si dispone di numerosi metodi di analisi supportati da modelli teorici di riferimento.

L'osservazione diretta o indiretta (mediante videotape) del lavoro rimane ancora il primo e fondamentale approccio all'analisi del lavoro che, insieme alla raccolta di esperienze e conoscenze, mediante interviste strutturate o non ai lavoratori, costituisce il primo passo fondamentale per comprendere le caratteristiche del lavoro e progettare sistemi adeguati.

Il processo di design del posto di lavoro è portato avanti nel migliore dei casi attraverso un approccio di tipo partecipativo, "ergonomic process", che richiede il coinvolgimento di tutti i lavoratori, management e addetti alla produzione.

"L'Ergonomic process" è un processo continuo di sviluppo e miglioramento che prevede cinque fasi:

- 1 - l'analisi delle postazioni di lavoro,
- 2 - l'identificazione dei fattori di rischio,
- 3 - l'identificazione di soluzioni per il miglioramento,
- 4 - l'implementazione degli interventi,
- 5 - la valutazione degli interventi.

Il metodo partecipativo si basa sull'assunto che il coinvolgimento delle persone, la condivisione di informazioni, il team approach, nella pianificazione e nell'analisi dell'intervento sul proprio posto di lavoro siano fondamentali per la realizzazione di



un miglioramento efficace della qualità della vita lavorativa. La prima fase del processo ergonomico è guidata, infatti, dai lavoratori stessi ai quali viene chiesto “ se tu potessi cambiare una cosa del tuo lavoro cosa cambieresti? ”. La fonte primaria di conoscenza del posto di lavoro per il ricercatore deve essere il lavoratore addetto a quel task, poiché più di ogni altro sarà in grado di definire con chiarezza i problemi relativi alla sua mansione.

### **3. Dall'ergonomia fisica all'ergonomia cognitiva**

L'ergonomia negli anni a venire comincia ad estendersi su nuovi territori, seguendo la migrazione delle tecnologie, pur rimanendo ancorata alle attività industriali tradizionali. Si comincia a parlare di *job design* e di progettazione dell'organizzazione del lavoro. Nella valutazione dei rischi lavorativi si aggiungono oltre a quelli fisici, i rischi riguardanti la fatica mentale, lo stress e i rischi psicosociali derivanti dall'organizzazione del lavoro. Si apre la strada alla ricerca nel campo dell'*ergonomia cognitiva*.

Quest'ultima si concentra sugli aspetti del lavoro concernenti l'interazione uomo-macchina al fine di una progettazione “user centred”.

Si ha un allargamento dell'orizzonte di studio e si passa dalla focalizzazione sulla “salute occupazionale” al nuovo concetto di “salute dell'organizzazione”, cioè il modo in cui l'organizzazione del lavoro nel suo insieme funziona, il suo significato per chi ci lavora, in che grado consente all'individuo ed ai gruppi di esercitare la loro responsabilità per la propria salute.

Alla fine degli anni '70, la maggiore attenzione determinatasi sui problemi della salute e sicurezza del lavoro, coincide in Italia con la realizzazione dei primi studi su ergonomia e fattore umano e con l'idea che non basta più scegliere le persone adatte da porre al servizio di una macchina, ma che è opportuno partire dalle caratteristiche umane per progettare la macchina e il tipo di operazioni che l'uomo deve compiere su di essa” o “attraverso di essa”. In questa nuova prospettiva allo psicologo del lavoro - ergonomo veniva chiesto di fornire ai progettisti informazioni circa i processi cognitivi umani, connessi allo svolgimento del compito e al carico di lavoro mentale. L'interesse dell'ergonomia verso lo stress occupazionale deriva dal fatto che quest'ultimo compromette considerevolmente anche gli aspetti del comportamento al lavoro. Il sovraccarico o sottocarico mentale può essere causa di incidenti e infortuni riducendo l'attenzione o più in generale la capacità di elaborazione mentale dell'individuo producendo errori umani di vario tipo.

Bisogna per questo intervenire sulla formazione ed informazione di datori di lavoro, lavoratori e in particolare sui loro rappresentanti per la salute e la sicurezza. Tutto ciò rinvia al progressivo affermarsi di una più precisa proposta culturale e “tecnica” che si riassume nella formula della “*gestione integrata della risorsa umana*” (Quaglino e Varchetta, 1986). Le organizzazioni in questa prospettiva non sono solo un fenomeno tecnico ma anche un fenomeno umano. Per lo studio dei rischi psicosociali si dispone di strumenti di misurazione di tipo soggettivo-percettivo (test di autovalutazione)

quali il NASA Task Load Index, il Job Content Questionnaire (Theorell e Karasek, 1990), il Generale Health Questionnaire (Goldberg, 1972). Per una valutazione globale dello stato di salute di un'ambiente di lavoro lo studio del clima organizzativo è strumento di rilevazione dei "significati condivisi" che guidano la vita organizzativa. Nel Clima organizzativo si rintracciano le interpretazioni e i significati che i lavoratori danno all'organizzazione del loro lavoro.

---

**L'analisi del clima organizzativo è utile per una periodica e più completa conoscenza degli umori e delle atmosfere che sono presenti all'interno di una organizzazione ed espressione propria del sistema sociale.**

---

#### **4. L'errore umano e gli incidenti organizzativi**

Nella storia dello studio per la sicurezza si possono identificare tre periodi di transizione:

- "Era tecnica" (anni '60-'70), le misure atte a minimizzare i rischi del lavoro si traducono in miglioramenti dell'affidabilità delle barriere di protezione.
- "Era dell'errore umano" (anni '70-'80), la sicurezza è affidata ad un miglioramento dell'addestramento, delle interfacce uomo-macchina, dei sistemi di supporto decisionali;
- "Era sistemica" (fine anni '80), si comincia a prendere in considerazione il modo in cui la presenza di elementi tecnici, umani e l'organizzazione del lavoro possano favorire o impedire gli incidenti (Catino, 2002).

Quando succedono degli incidenti, capita spesso di sentire che sono dovuti ad Errore Umano. Cosa significa? Cosa è un errore? Si può definire l'errore come: "Il fallimento nel portare a termine, come nelle intenzioni, un'azione precedentemente pianificata (errore di esecuzione) oppure l'uso di una pianificazione sbagliata per raggiungere un obiettivo (errore di pianificazione)" (Baglioni e Tartaglia, 2002).

Il termine errore fa riferimento a quelle occasioni in cui una sequenza pianificata di attività fisiche o mentali non riesce a raggiungere i risultati voluti e quando questi insuccessi non possono essere attribuiti al caso (Reason, 1990).

La classificazione degli errori e lo studio dei modelli cognitivi umani creano una nuova teoria dell'analisi e della prevenzione degli incidenti. Secondo il modello tradizionale della sicurezza (tecnologico e ingegneristico, tecnico-normativo) l'errore causa di incidenti è attribuito a carenze di tipo tecnico. Si basa sull'applicazione di misure di protezione passiva e si lascia all'individuo la gestione della sicurezza laddove i progressi della tecnica non sono ancora arrivati o non possono arrivare. È un modello con forte valenza di tipo "giuridico" della sicurezza fondato sulla ricerca e la punizione del colpevole. L'assunto di base dell'approccio tradizionale alla sicurezza è che le persone non prestano sufficiente attenzione al compito, sbagliano per negligenza e per questo la soluzione consiste in misure disciplinari e in un rinforzo della norma. Secondo, invece, una visione "sistemica-organizzativa", l'errore causa di incidenti non deve essere considerato solo in rapporto alla componente meccanica o

umana ma in una prospettiva globale che consideri l'interazione di elementi tecnici, umani e organizzativi (ibidem). Dalla ricerca delle responsabilità individuali si passa ad una cultura della sicurezza che contempla il miglioramento organizzativo delle condizioni di sicurezza; dall'analisi dei singoli eventi (chi sbaglia è colpevole) si passa alla identificazione delle criticità latenti nel sistema.

Nel passato le analisi sull'affidabilità e sugli incidenti si sono focalizzate principalmente sugli errori attivi (associati alle prestazioni degli operatori di prima linea) i cui effetti sono immediatamente percepiti e, dunque, facilmente individuabili e sui guasti delle attrezzature.

Le analisi dettagliate di disastri come Three Mile Islands, Heysel Stadium, Bhopal, Chernobyl, il Challenger, ecc., hanno dimostrato che gli errori latenti sono la minaccia più insidiosa per la sicurezza dei sistemi complessi (ibidem). Gli errori latenti sono associati ad attività distanti (sia in termini di spazio che di tempo) dal luogo dell'incidente, come le attività manageriali, normative e organizzative. Le conseguenze degli errori latenti possono restare silenti nel sistema anche per lungo tempo e diventare evidenti solo quando si combinano con altri fattori in grado di rompere le difese del sistema stesso. Più degli operatori spesso le cause di un incidente vanno rintracciate nelle dimensioni organizzative che caratterizzano il sistema a tutti i livelli: progettazione inefficace, ambienti non adeguati, formazione insufficiente, decisioni manageriali sbagliate.

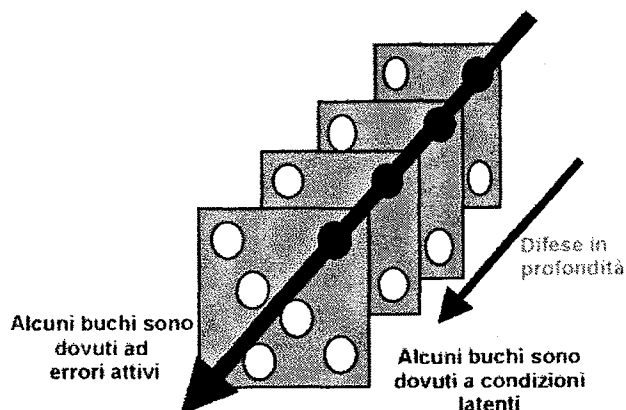


Figura 1 - La traiettoria di un incidente (Catino, 2002)

Al fine di diminuire i livelli di rischio del sistema e migliorarne la sicurezza, è necessario sviluppare e diffondere una nuova cultura organizzativa di tipo "proattivo". E' necessario passare da una concezione tecnica-normativa della sicurezza ad una concezione focalizzata sull'apprendimento dall'errore.

Questa nuova cultura si fonda su alcune azioni principali. Innanzitutto, la creazione di un sistema di reporting degli eventi avversi che permetta di identificare i rischi insiti nel sistema. In questo senso fondamentale è sviluppare un ambiente che favorisca la diffusione di informazioni e che preveda spazi di non punibilità, ovvero momenti di discussione e confronto liberi dalle possibili punizioni previste dalla normativa vigente (*reporting and just culture*). E' inoltre importante costruire un sistema informativo (*informed culture*) finalizzato alla raccolta dei dati relativi alla sicurezza.



Tali dati devono essere analizzati attraverso strumenti adeguati e diffusi attraverso un processo di apprendimento esteso e continuo (*learning culture*) che contribuisca alla costruzione di una memoria organizzativa, punto di partenza fondamentale per la identificazione e la diminuzione delle criticità interne al sistema. Tutte queste azioni concorrono alla costruzione di un sistema di gestione del rischio fondato su un forte cambiamento culturale.

L'organizzazione, in questa prospettiva, è considerata un sistema socio-tecnico (Butera, 1990) perché l'attenzione non è incentrata esclusivamente sul fattore umano o sul fattore tecnico, ma sulle interazioni tra le diverse componenti che danno luogo al processo organizzativo e al contempo sono influenzate dal contesto organizzativo. In questo contesto, l'ergonomo considera il sistema non nelle singole componenti hardware (apparecchiature, ambiente fisico, interfacce), software (regolamenti, pratiche, procedure), liveware (operatore, squadra, dirigenza) ed environment (contesto socio culturale e socio economico) ma analizza le loro interazioni.

“L'ergonomia cognitiva ha come oggetto di studio l'interazione tra il sistema cognitivo umano e gli strumenti per l'elaborazione di informazione. La conoscenza prodotta da questo studio è utilizzata per supportare la progettazione di strumenti appropriati per i più svariati usi, dal lavoro, all'educazione, al divertimento” (definizione tratta dallo statuto della Società Europea di Ergonomia Cognitiva, EACE, costituita nel 1987).

In questi ultimi 20-30 anni non solo è cambiato l'oggetto dell'ergonomia, il lavoro umano ma anche gli strumenti teorici per comprendere l'attività umana. Da un lato il lavoro non è più lo stesso e richiede all'operatore, sempre più specializzato, di svolgere delicate funzioni di controllo di apparecchiature automatiche o semiautomatiche. In questo passaggio è di rilevante importanza il cambiamento nell'interazione uomo-macchina, si passa infatti dall'utilizzo di macchine “meccaniche” all'uso di tools “intelligenti”. Nelle società avanzate, la problematica predominante non è più la fatica muscolare che aveva caratterizzato le prime fasi della rivoluzione industriale. Anche la psicologia del lavoro è cambiata: dal behaviorismo si fanno avanti modelli cognitivi che si propongono di comprendere il funzionamento della mente e la sua capacità di far fronte a situazioni impreviste. L'ergonomia oggi affronta dunque i problemi legati allo svolgimento di attività con sistemi interattivi a supporto, cercando di rendere l'interazione uomo-macchina il più possibile semplice ed affidabile.

L'uso di strumenti e artefatti avviene attraverso delle interfacce, “luoghi” dove essi comunicano il proprio stato e le proprie potenzialità e mediante i quali l'uomo agisce per raggiungere i suoi obiettivi. Quanto più un interfaccia è *usabile* tanto più viene accolta positivamente dal suo utilizzatore. Nonostante la grande importanza del ruolo ricoperto dal tema dell'usabilità, non esiste una definizione comunemente accettata sulla sua natura e sulle caratteristiche che un artefatto deve possedere per raggiungere il massimo grado di usabilità. Intuitivamente, possiamo stabilire che per usabilità di un artefatto si intende la facilità con cui un utente svolge un compito per mezzo dello stesso. Concettualmente, l'usabilità di un prodotto, e più specificamente di un

prodotto software, misura la distanza cognitiva fra il modello del progettista (modello del prodotto e delle sue modalità d'uso, possedute dal progettista ed incorporate nel prodotto) e il modello dell'utente (modello di funzionamento del prodotto che l'utente si costruisce e che regola l'interazione col prodotto): quanto più i due modelli sono vicini, tanto meno l'usabilità costituirà un problema (Norman, 1997).

L'ultima frontiera dello studio dell'usabilità, dalla metà degli anni novanta, è il Design Partecipativo (*Participatory design*).

L'idea di base di questo approccio è che anche il miglior specialista di usabilità non può riuscire a rendere conto delle conoscenze situate relative alle pratiche, alla cultura del lavoro, all'uso delle tecnologie nei diversi contesti lavorativi e nei contesti della vita quotidiana. Si passa perciò dal diretto coinvolgimento degli specialisti al diretto coinvolgimento degli utenti. L'utente partecipa a tutte le fasi definitorie del processo assumendo il ruolo di corresponsabile, insieme con il progettista, del prodotto finito. La produzione del software non è più un processo lineare, ma un processo interattivo in cui si perviene al risultato finale attraverso aggiustamenti successivi guidati dalla continua verifica delle esigenze e delle necessità dell'utente finale.

In questi ultimi anni, inoltre, il concetto di usabilità sta subendo delle trasformazioni dovute all'ingresso nella discussione sull'Human Computer Interaction di figure nuove, provenienti dall'antropologia e dalle scienze sociologiche, che spingono l'attenzione verso orizzonti più ampi, ai confini con l'etnografia. Sono emersi problemi nuovi, legati non più all'aspetto tecnico ma alle implicazioni di carattere sociale, alle relazioni di potere tra utilizzatori di status diverso e al pericolo che l'esasperazione dell'usabilità possa portare ad un impoverimento dei compiti e delle qualifiche richieste ai lavoratori. Ciò implica un mutamento della definizione di utente da fattore umano (tradizionalmente inteso come agente passivo e spersonalizzato), ad attore umano, vale a dire un individuo attivo, capace di controllo e scelta. Dall'idea di Consumatore a quella di "prosumer" (Berry et al., 1983) (fusione di Producer e consumer). L'esigenza diventa, perciò, quella di abbandonare la ricerca di tecniche e linee guida valide per tutti, in qualsiasi occasione, e di accettare di confrontarsi con la complessità che deriva dalla progettazione di strumenti dedicati a persone con bisogni differenti. Nell'ergonomia del *prodotto*, che è il versante della ricerca ergonomica che si affaccia sul mercato, più che negli altri ambiti si nota il passaggio da un'ergonomia che si può definire "del malessere" il cui scopo è quello di migliorare il prodotto/servizio in termini di riduzione del rischio a un'ergonomia "del piacere" nel quale entrano in gioco i fattori emotivi oltre che cognitivi.

Nell'ambito dell'*Emotion Design* entrano in gioco gli aspetti della sensorialità che vanno oltre il benessere e si dirigono verso il confort. Se da un lato, quindi, la ricerca e l'analisi dell'usabilità si propongono di affermare un "design for all", dall'altro si fa strada l'idea di rispondere a specifici desideri seguendo le modalità sensoriali di percezione e manipolazione di un artefatto.

**Bibliografia**

- BAGLIONI A., TARTAGLIA R. "Ergonomia e Ospedale. Valutazione, progettazione e gestione di ambienti, organizzazioni, strumenti e servizi". Ed. Pirola Il Sole 24 Ore, Milano, 2002.
- BERRY L. L., SHOSTACK G. L., UPAH. G. D. Emerging perspectives on services marketing, American Marketing Association, Chicago, 1983. In Ergonomia e Ospedale, Il Sole 24 Ore, Milano, 2002, (p.321).
- BUTERA F. "Il castello e la rete", Francoangeli, Milano, 1990.
- Catino M. Da Chernobyl a Linate: incidenti tecnologici o errori organizzativi. Carocci, Roma, 2002.
- European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. Third survey of working conditions 2000. <http://www.eurofound.ie/publications/EF0121.htm>
- ANCESCHI G. Il progetto delle interfacce: oggetti colloquiali e protesi virtuali. Domus Academy, Milano, 1992.
- GOLDGER D. P. The detection of Psychiatric Illness by Questionnaire. University Press, London, Oxford, 1972.
- KARASEK R. A., Theorell T. R.A.. Healthy work. Stress, Productivity and the Reconstruction of Working Life. Basic Books, New York (USA), 1990.
- KARWOWSKI W., Marras W. S.. The Occupational Ergonomics Handbook. CRC Press, Boca Raton - Florida, 1999.
- MANTOVANI G. Ergonomia. Lavoro, sicurezza e nuove tecnologie. Il Mulino, Bologna, 2000.
- NORMAN D. La caffettiera del masochista: Psicopatologia degli oggetti quotidiani. Giunti, Firenze, 1997.
- QUAGLINO G. P. E VARCHETTA G. Complessità e organizzazione. In Sviluppo e Organizzazione, 1986, (95): p.17-29.
- REASON J. Human Error, University press, Cambridge, 1991.
- REASON J. Managing the risks of organizational accidents, Ashgate, Aldershot, 1997
- SENNET R. L'uomo Flessibile. Feltrinelli, Milano, 2001.

## ***Epidemiologia delle patologie muscolo-scheletriche in Puglia***

**LUIGI VIMERCATI\*, ANTONIO LOIZZO\*, LUCIA BISCEGLIA\*, GIGLIOLA DE NICHILLO\*, LORENZO BONGERMINO\*\*, GIORGIO ASSENNATO\***

\*Dipartimento di Medicina Interna e Medicina Pubblica - Università degli Studi di Bari - Policlinico, P.zza Giulio Cesare, 11 - 70124 BARI. Tel 080 5478216

E-mail: gassennato@medlav.uniba.it

\*\*Centro Interdipartimentale per la Metodologia Epidemiologica e la Documentazione Biomedica CIMEDOC - Università degli Studi di Bari

***RIASSUNTO: Le patologie muscolo-scheletriche di natura professionale rappresentano nei paesi industrializzati un rilevante problema di sanità pubblica in termini di inabilità e di costi sociali ma risultano sottostimate nelle statistiche INAIL. E' stato avviato uno studio descrittivo, basato sull'utilizzo delle SDO regionali del biennio 2001-2002, per indagare le caratteristiche di frequenza e distribuzione per sesso, età e area geografica di alcune patologie verosimilmente associate all'attività lavorativa, analizzando aree geografiche che corrispondono a peculiari tipologie produttive della Regione Puglia. E' stata quindi condotta una valutazione dei dati INAIL dello stesso periodo per verificare l'eventuale congruenza. I risultati evidenziano per alcune patologie (entesopatie e borsiti professionali) un aumento di frequenza nel sesso maschile nella fascia di età 25-64 anni tra i residenti dei comuni esaminati rispetto all'analogo dato provinciale e regionale che non risulta confermato dal confronto con la base di dati INAIL.***

### **1. Introduzione**

La patologia muscolo-scheletrica di natura professionale è ampiamente sottostimata nelle statistiche ufficiali dell'INAIL. Difficoltà nell'accertamento della natura professionale dell'affezione e le caratteristiche stesse della normativa sono verosimilmente alla base del basso numero di malattie professionali dell'apparato muscolo-scheletrico. Una promettente fonte di dati per una ancorché grossolana valutazione dell'incidenza di tali patologie è rappresentata dalle schede di dimissione ospedaliera. Pur essendo una fonte di dati di tipo prettamente amministrativo, possono consentire di effettuare valutazione di tipo descrittivo che in alcuni casi, sulla base dei codici nosologici utilizzati, consentono di evidenziare diagnosi etichettate come professionali, come nel caso delle borsiti professionali. Negli altri casi, è possibile, a partire dai dati SDO effettuare valutazioni sui trend temporali, sui cluster spaziali, e su alcune variabili universali disponibili come età, genere, stato civile, che sembrano rivestire un ruolo (Bland JD, 2003; Hooftman WE, 2004). È comunque possibile studiare la eventuale correlazione degli indicatori di prevalenza SDO per specifica malattia muscolo-scheletrica con indicatori di densità di specifiche tipologie lavorative. Uno

studio di questo tipo è stato avviato nella Regione Emilia-Romagna sulle patologie dell'arto superiore e, in particolare, sulla sindrome del tunnel carpale (STC) (Mattioli S, 2003). Una ulteriore fonte conoscitiva è rappresentata dai dati dell'INAIL: esperienze in questo senso sono state condotte per la verifica dell'efficienza di diversi sistemi informativi negli Stati Uniti (Davis L, 2004).

## **2. Materiali e Metodi**

E' stato avviato uno studio epidemiologico descrittivo per indagare la frequenza e la distribuzione delle patologie muscolo-scheletriche in Puglia, focalizzando l'attenzione sui disturbi a probabile eziologia professionale, a partire dalla base di dati dell'archivio delle schede di dimissione ospedaliera (SDO) dell'Osservatorio Epidemiologico della Regione Puglia.

Sulla base dell'analisi della letteratura, sono state selezionate le SDO relative agli anni 2001 e 2002, che riportano in diagnosi principale le seguenti patologie: sindrome del tunnel carpale - STC (ICD9cm: 3540); patologie dei dischi intervertebrali (ICD9cm: tutti i codici che iniziano per 722); cervicalgia (ICD9cm: 7231); lombalgia (ICD9cm: 7242); sciatalgia (ICD9cm: 7243); dorsalgia (ICD9cm: 7245); entesopatie periferiche e sindromi analoghe: (ICD9cm: codici che iniziano per 726); specifiche borsiti di origine professionale (ICD9cm: 7272); artrosi (ICD9cm: codici che iniziano per 715); dito a scatto acquisito (ICD9cm: 72703). Per poter valutare un possibile ruolo dell'attività professionale nell'insorgenza dei disturbi citati, l'analisi è stata realizzata valutando i tassi specifici per sesso e residenza nella classe di età 25-64 anni. Inoltre, abbiamo voluto esaminare l'esperienza di quattro comuni della provincia di Bari, Acquaviva della Fonti, Altamura, Gravina di Puglia, Santeramo in Colle, caratterizzati dalla presenza di attività produttive che, in funzione dei rischi di movimentazione manuale dei carichi, movimenti ripetitivi dell'arto superiore, postura protratta, possono determinare un aumento della frequenza delle patologie in studio (NIO-SH, 1997)

I tassi ottenuti dalle SDO saranno utilizzati per esaminare la distribuzione geografica a livello comunale delle patologie attraverso la costruzione di mappe, per valutare eventuali aggregazioni spaziali e indagare la possibile associazione di queste con la presenza nel territorio di attività lavorative a rischio.

L'esame del ruolo dell'attività professionale nella eziopatogenesi delle malattie muscolo-scheletriche passa attraverso la possibilità di identificare la storia occupazionale dei soggetti che ricorrono alle strutture ospedaliere: in questo senso, è stata avviata un'attività di record-linkage con il database INPS che, dal 1974 riporta i contributi previdenziali versati dai lavoratori dipendenti delle imprese private, classificate secondo il ramo di attività economica. Attraverso il codice fiscale, l'archivio delle SDO sarà incrociato con i dati dell'Ente Assicuratore: in tal modo sarà possibile conoscere il settore produttivo di appartenenza e verificare eventuali aumenti di frequenza in funzione di specifiche attività lavorative.

Un'ulteriore valutazione è stata condotta attraverso l'analisi dei dati INAIL, relativi

alle patologie in esame denunciate ed indennizzate in quanto correlate al lavoro negli anni 2001 e 2002.

### **3. Risultati**

L'analisi delle schede di dimissione ospedaliera ha messo in evidenza come i ricoveri effettuati per patologie muscolo-scheletriche nelle strutture ospedaliere della Regione Puglia siano stati circa 40.000 all'anno, il 68% dei quali riportanti una delle malattie selezionate quale diagnosi principale. I residenti in provincia di Bari hanno effettuato circa un terzo di tutti i ricoveri pugliesi.

La distribuzione per sesso degli accessi ospedalieri consente di osservare che vi è una netta prevalenza del sesso femminile per ricoveri legati alla sindrome del tunnel carpale (circa l'80%), mentre il sesso maschile è maggiormente rappresentato nei ricoveri dovuti a borsiti di origine professionale, che sono stati 78 nel 2001 (di cui 54 di uomini, pari al 70%) e 61 nel 2002 (di cui 50 di uomini, l'83%). Le donne accedono ai servizi sanitari di più degli uomini per cervicalgia (60%), dorsalgia (60% nel 2001, 66% nel 2002), artrosi (69%) e dito a scatto acquisito (65% nel 2001, 70% nel 2002), mentre gli uomini prevalgono nei ricoveri per patologie dei dischi intervertebrali (57%), epicondiliti e tenosinoviti (53%). La lombalgia risulta ugualmente distribuita nei due sessi.

E' notevole verificare, nella distribuzione delle patologie per classi di età, come la maggior parte dei ricoveri venga effettuata nella fascia di età 25-64 anni per patologie quali la sindrome del tunnel carpale (75%), discopatie (80%), entesopatie (70%), cervicalgia (67%), dito a scatto acquisito (67%), sciatalgia (67%) e borsiti di origine professionale (66%); come atteso, i ricoveri per artrosi quale diagnosi principale sono invece maggiormente rappresentati nelle fasce di età oltre 65 anni (65%).

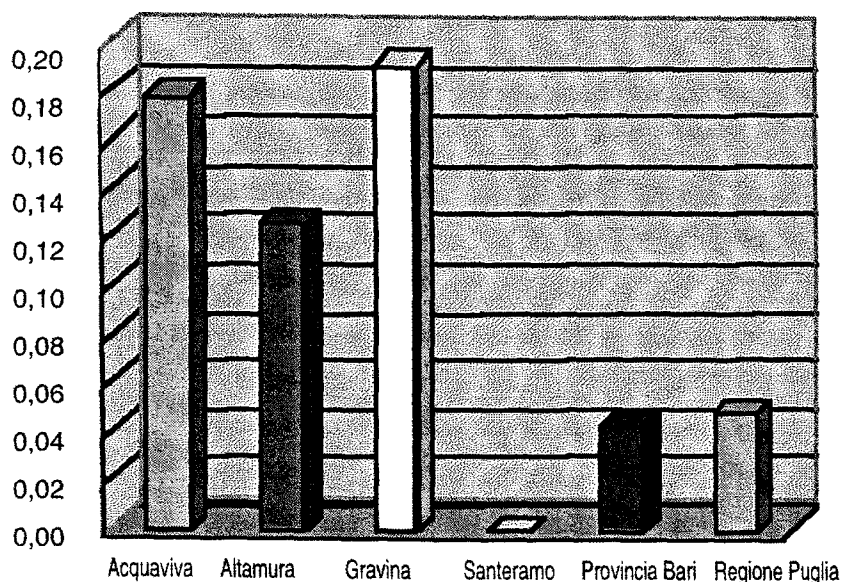
La provincia di Bari, come accennato, è l'area territoriale che maggiormente contribuisce al totale dei ricoveri, fornendo il 33% nel 2001 e il 36% nel 2002 dei ricoveri per STC, il 40% per patologie dei dischi intervertebrali, il 38% nel 2001 e il 47% nel 2002 per epicondiliti e tenosinoviti, il 33% nel 2001 e il 35% nel 2002 per borsiti professionali. La provincia di Foggia supera le altre per ricoveri dovuti a cervicalgia (40%) nel 2002.

A partire dai dati SDO, abbiamo calcolato i tassi specifici per sesso e classe di età (25-64 anni) per esplorare l'eventuale eterogeneità geografica nella distribuzione dei ricoveri, contrastando l'esperienza di quattro comuni della provincia di Bari, caratterizzati dalla concentrazione di attività produttive a possibile alto rischio, con l'intera provincia di Bari e con la regione (Tab.1). Dall'analisi non risultano, in generale, differenze importanti nella prevalenza delle patologie in studio a carico dei quattro comuni, con qualche significativa eccezione. Si segnala che nel 2001 il tasso di prevalenza dei ricoveri per STC nei soggetti di sesso maschile ad Acquaviva pari a 1,07 per 1000 abitanti risulta maggiore del dato provinciale (0,51) e di quello regionale (0,91), ma il riscontro non si ripete nel 2002. Si sottolinea il tasso regionale di STC nel sesso femminile di 3,34 nel 2001 e di 3,74 nel 2002, oltre tre volte maggiore del

dato maschile. In linea con i dati provinciali e regionali sono i tassi di ricovero nei quattro comuni per cervicalgia, sciatalgia, dorsalgia e dito a scatto acquisito. Leggermente superiori risultano i tassi provinciali e regionali per patologie dei dischi intervertebrali, lombalgia e artrosi. Si rimarca il dato relativo alla prevalenza di epicondiliti e tendiniti: nel 2002, nel sesso maschile si ritrova un tasso di 3,02 per 1000 ad Acquaviva e di 2,21 a Santeramo, contro 1,38 della provincia di Bari e 1,19 della Regione Puglia. In entrambi gli anni osservati, vi è una maggiore prevalenza di borsiti professionali tra gli uomini di Acquaviva (0,18 per 1000), di Altamura (0,19 nel 2001 e 0,13 nel 2002) e di Gravina (0,10 nel 2001 e 0,19 nel 2002) rispetto all'intera provincia (0,08 nel 2001 e 0,04 nel 2002) e alla regione (0,005) (Fig. 1).

		N	2001		2002	
			STC	Tasso x 1000	STC	Tasso x 1000
Acquaviva	Maschi	5621	6	1,07	2	0,36
	Femmine	5863	10	1,71	14	2,39
Altamura	Maschi	15910	7	0,44	3	0,19
	Femmine	16655	24	1,45	23	1,39
Gravina	Maschi	10511	9	0,86	4	0,38
	Femmine	10751	11	1,02	23	2,14
Santeramo	Maschi	6800	2	0,29	3	0,44
	Femmine	6866	7	1,02	11	1,60
Provincia Bari	Maschi	415213	210	0,51	368	0,89
	Femmine	429999	928	2,16	1484	3,45
Regione	Maschi	1050137	957	0,91	1083	1,03
	Femmine	1103285	3689	3,34	4170	3,78
		N	Epicondiliti		Epicondiliti	
Acquaviva	Maschi	5621	5	0,89	17	3,02
	Femmine	5863	3	0,51	15	2,56
Altamura	Maschi	15910	11	0,69	25	1,57
	Femmine	16655	5	0,30	17	1,03
Gravina	Maschi	10511	3	0,29	9	0,86
	Femmine	10751	3	0,28	6	0,56
Santeramo	Maschi	6800	5	0,74	15	2,21
	Femmine	6866	1	0,15	9	1,31
Provincia Bari	Maschi	415213	570	1,37	571	1,38
	Femmine	429999	493	1,15	508	1,18
Regione	Maschi	1050137	1114	1,06	1250	1,19
	Femmine	1103285	968	0,88	1112	1,01

**Tab. 1 - Tassi di prevalenza di ricoveri ospedalieri specifici, nella classe di età 25-64 anni**



**Fig. 1 - Tassi di ricovero per borsisti professionali nel sesso maschile, età 25-64 anni, nel 2002**

Sulla base dei risultati presentati abbiamo voluto verificare il numero di affezioni inquadrabili nell'ambito delle patologie muscolo-scheletriche correlabili all'attività lavorativa. A tal proposito abbiamo acquisito i dati INAIL relativi alle pratiche di richiesta di indennizzabilità pervenute all'Istituto Assicuratore nel biennio in esame. In particolare, per quanto attiene l'anno 2001, su un totale di 19 richieste avanzate nel settore Industria e 4 richieste nel settore Agricoltura, sono state riconosciute da parte dei sanitari INAIL soltanto 4 affezioni muscolo-scheletriche equamente distribuite nei due comparti lavorativi.

Nell'anno 2002, a fronte di complessive n. 9 domande di indennizzo per l'Agricoltura ed n. 96 richieste nel settore Industria, sono state riconosciute un totale di 25 malattie professionali nel settore Industria in assenza di riconoscimenti relativamente al comparto Agricoltura. Considerando i due anni allo studio, emerge una evidente differenza sia del numero delle denunce presentate che dei casi ammessi all'indennizzo. Ferma restando la palese impossibilità di confrontare i dati ottenuti dalle SDO con quelli acquisiti dai tabulati INAIL, emerge tuttavia chiaramente che su un numero elevato di ricoveri per affezioni muscolo-scheletriche nel biennio 2001-2002, soltanto un numero molto esiguo di queste può essere riferito, alla luce dei dati in nostro possesso, all'attività lavorativa. Tale dato è desumibile sia dal numero di richieste di



indennizzo avanzate all'INAIL, sia dal numero molto ridotto di riconoscimenti di malattie professionali.

Riteniamo corretto interpretare il dato alla luce di una verosimile scarsa sensibilizzazione della classe medica in generale ad evidenziare l'associazione tra patologie osteo articolari ed attività lavorativa prestata, unitamente ad un'attendibile ritrosia da parte anche degli addetti ai lavori, i medici competenti, a denunciare tecnopatie non tabellate. Il corretto inquadramento di una patologia come correlata al lavoro consente di definire adeguate strategie di prevenzione e intervento. Appare importante sottolineare il dato relativo alle borsiti professionali, per cui l'eziologia associata all'attività lavorativa è riconosciuta al momento della diagnosi, che risultano complessivamente nei due anni pari a 138 e di cui non si ritrova traccia negli archivi INAIL.

Alla luce dei dati ottenuti estenderemo la nostra indagine agli anni successivi nella speranza di osservare elementi suggestivi di una sempre maggiore attenzione degli operatori sanitari ad approfondire problematiche di pertinenza lavorativa unitamente ad una implementazione della metodologia clinico-anamnestica attualmente utilizzata dai medici del lavoro, che si auspica tesa sempre più ad evidenziare disturbi ad eziologia lavorativa sino ad ora non adeguatamente segnalati.

### **Bibliografia**

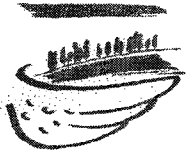
BLAND J.D., RUDOLFER S.M. Clinical surveillance of carpal tunnel syndrome in two areas of the United Kingdom, 1991-2001. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003; 74(12): 1674-1679

DAVIS L., WELLMAN H., HART J., CLEARY R., GARDSTEIN B.M., SCIUCHETTU P. A Comparison of data sources for the surveillance of work-related carpal tunnel syndrome in Massachusetts. *Am J Ind Med* 2004; 46(3):284-296.

HOOFTMAN WE, VAN POPPEL MN, VAN DER BEEK AJ, BONGERS PM, VAN MECHELEN W. Gender differences in the relations between work-related physical and psychosocial risk factors and musculoskeletal complaints. *Scand J Work Environ Health*. 2004 Aug;30(4):261-78.

MATTIOLI S., MANCINI G., FUCSIA S et al. Fase di avanzamento degli studi promossi dal gruppo collaborativo MODS. *G Ital Med Lav Erg* 2003; 25:3 Suppl.

NIOSH: Musculoskeletal Disorders and workplace factors - A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back. Publication n. 97-141 edited by Bruce P. Bernard, 1997



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione  
ambientale  
della Toscana



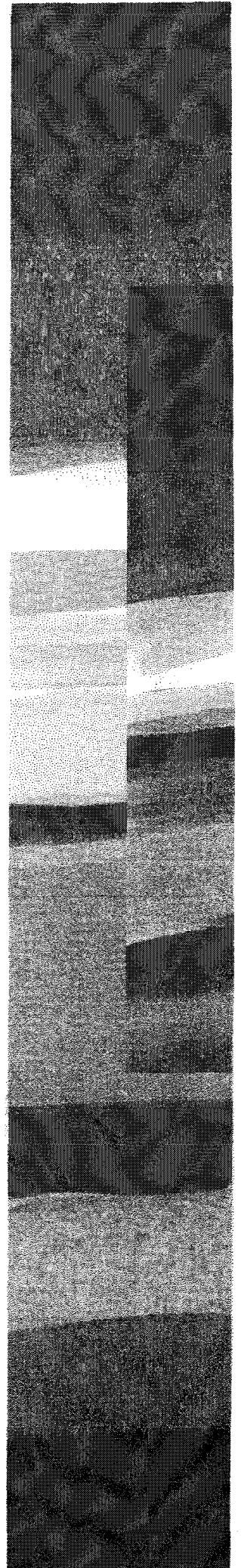
**ISPESL**

REGIONE  
TOSCANA



Profili di rischio e soluzioni - 5

# FONDERIE DI GHISA DI SECONDA FUSIONE IN TOSCANA



## **ERRATA CORRIGE**

Allè pagine 115 e 116 i valori di induzione magnetica (B) sono da intendersi espressi in microtesla ( $\mu\text{T}$ ), e non in millitesla (mT), prendendo a riferimento la tabella 3.9.2.1

---

PROFILI DI RISCHIO E SOLUZIONI

5

**FONDERIE DI GHISA DI SECONDA FUSIONE IN TOSCANA**





---

Profili di rischio e soluzioni  
5

# Fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana

a cura di  
Giuseppe Banchi, Claudio Nobler, Danila Scala

REGIONE  
TOSCANA



ARPAT



ISPESL

Firenze, settembre 2002

---

**Profili di rischio e soluzioni - 5**  
**Fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana**

A cura di Giuseppe Banchi, Claudio Nobler, Danila Scala  
ARPAT, Unità Operativa Documentazione e Informazione

© ARPAT, 2002

Coordinamento editoriale: Silvia Angiolucci, ARPAT

Redazione: Silvia Angiolucci, Gabriele Rossi

Ha collaborato alla redazione: Luca Distefano

Realizzazione editoriale: Litografia I.P., Firenze, settembre 2002

Copertina e grafica: Franco Signorini

	Introduzione	9
<b>I</b>	<b>NOTIZIE GENERALI SUL COMPARTO PRODUTTIVO</b>	13
	1.1 Individuazione del comparto	13
	1.2 Localizzazione geografica delle aziende	14
	1.3 Andamento occupazionale del comparto	15
	1.4 Il fenomeno infortunistico nel comparto	15
	1.5 Le malattie professionali nel comparto	16
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE DEL CICLO DI LAVORAZIONE</b>	17
	2.1 Descrizione	17
	2.2 Schema a blocchi	17
	2.3 Fattori di rischio lavorativo	21
	2.4 Fattori di impatto e di rischio ambientale	22
<b>3</b>	<b>ANALISI DI RISCHI, DANNI E PREVENZIONE PER FASE LAVORATIVA</b>	25
	Premessa	25
	3.1 Riparazione e stoccaggio modelli	25
	3.2 Stoccaggio, recupero e preparazione terre	37
	3.3 Formatura meccanica "a verde"	57
	3.4 Formatura manuale in sabbia-resina	62
	3.5 Formatura manuale in anidride carbonica	68
	3.6 Produzione di anime	71
	3.7 Verniciatura - Flambatura - Cottura	87
	3.8 Ramolaggio	94
	3.9 Fusione	98
	3.10 Colata	127
	3.11 Manutenzione forni e siviere	141
	3.12 Distaffatura, disterratura, smaterozzatura	149
	3.13 Granigliatura - sabbatura	161
	3.14 Sbavatura	168
	3.15 Trattamenti termici sui getti	177
	3.16 Gestione e controllo degli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera	180
	3.17 Movimentazione meccanica dei carichi	188
	3.18 Manutenzione meccanica	195
<b>4</b>	<b>IMPATTO E RISCHIO AMBIENTALE DEL COMPARTO</b>	205
	Premessa	205
	4.1 Inquinamento ambientale	205
	4.2 Rischio ambientale	211
	4.3 Consumo delle risorse	212
	4.4 Effetti sul territorio	213
<b>5</b>	<b>IMPIANTI ELETTRICI, IMPIANTI A GAS, APPARECCHI A PRESSIONE</b>	215
	5.1 Impianti elettrici	215
	5.2 Impianti a gas	217
	5.3 Apparecchi a pressione	218
<b>6</b>	<b>PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	219
	6.1 Ambiente di lavoro	219
	6.2 Ambiente esterno	238
	<b>Glossario</b>	243
	<b>Bibliografia</b>	259
	<b>IL PROGETTO ARPAT "Profili di rischio e soluzioni"</b>	261



## RINGRAZIAMENTI

Fonderie di ghisa di seconda fusione della Toscana

ASSOFOND (Associazione Nazionale delle Fonderie) –  
Trezzano S.N. (MI)

ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza  
del Lavoro) – Roma

ANPA (Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente) –  
Roma

Ispettorato Regionale Vigili del Fuoco – Firenze

NUCLECO S.p.A. – Roma

IAPIR – Firenze

*Alberto Santi* – AUSILIO S.r.L.

*Mauro Gratta* – Studio tecnico – Livorno

*Maria Colombo*

## REFERENZE FOTOGRAFICHE E SCHEMI

Le foto: 3.1.4.B; 3.2.1; 3.2.4; 3.2.5; 3.2.6; 3.2.7; 3.2.8; 3.2.9;  
3.2.10; 3.2.11; 3.2.12A/B; 3.2.13; 3.4.2A/B; 3.4.4; 3.4.5; 3.5.1;  
3.6.1; 3.6.3; 3.6.4; 3.6.9; 3.6.10; 3.6.11; 3.6.12; 3.6.13; 3.7.1;  
3.7.2; 3.8.1; 3.9.4; 3.9.5; 3.9.6; 3.9.7; 3.9.8; 3.9.9; 3.9.10;  
3.9.12; 3.9.14; 3.9.15; 3.9.16; 3.9.18; 3.9.19; 3.9.20; 3.9.21;  
3.9.22; 3.9.23A/B/C; 3.9.24; 3.9.25; 3.9.26; 3.9.27; 3.10.1/B;  
3.10.5; 3.10.6; 3.10.7; 3.10.8; 3.10.9; 3.10.11; 3.10.12;  
3.10.13; 3.10.14; 3.10.15; 3.10.16; 3.10.17; 3.10.18; 3.10.19;  
3.11.1; 3.11.2; 3.11.4; 3.11.5; 3.12.2; 3.12.3; 3.12.4A/B;  
3.12.5; 3.12.6; 3.12.7; 3.12.8; 3.12.9; 3.12.10; 3.12.11; 3.13.1;  
3.13.2; 3.13.3A/B; 3.13.4A/B; 3.13.5; 3.14.1; 3.14.2; 3.14.3;  
3.14.4; 3.14.5; 3.14.7; 3.14.8; 3.14.9; 3.14.10; 3.16.1; 3.17.1;  
4.1.1 sono state realizzate nelle aziende del comparto da  
Claudio Nobler, ARPAT, Settore tecnico CEDIF.

Le foto 3.1.1; 3.1.2; 3.1.3; 3.1.4A; 3.2.3; 3.4.1; 3.4.3; 3.6.2;  
3.8.2; 3.9.3; 3.9.13; 3.10.1A; 3.10.2; 3.10.3; 3.10.4; 3.12.1;  
3.14.6; 3.17.2; 4.1.2 sono state realizzate nelle aziende del  
comparto dai Servizi di prevenzione delle ASL della Toscana.

La foto 3.9.16 è stata gentilmente fornita da NUCLECO S.p.A.  
– Roma;

le foto 3.6.5, 3.6.6, 3.6.7, 3.6.8 sono state gentilmente fornite  
da IAPIR – Firenze;

le foto 3.9.1, 3.9.2 sono state gentilmente fornite da Silvano  
Luchi – Firenze.

La figura 3.11.3 è tratta dalla pubblicazione ISPESL *Progetto  
di scheda tecnica E.6 – Molazza*.

## HANNO COLLABORATO ALLA STESURA DEL TESTO

*Donatella Pagni, Tania Fabriani, Mauro Giannelli, Roberto Bolognesi, Stefano Fusi*

Azienda Sanitaria Locale n° 10 – Firenze  
Unità Funzionale Prevenzione Igiene Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro, zona Sud-Est

*Fabio Capacci*

Unità Funzionale Prevenzione Igiene Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro, zona Quartiere 1 e Quartiere 5

*Massimo Frilli, Andrea Galanti, Margherita Colucci, Dante Giovitti*

Azienda Sanitaria Locale n° 10 – Firenze  
Unità Funzionale Prevenzione Igiene Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro, zona Nord-Ovest

*Fabrizio Poli*

Azienda Sanitaria Locale n° 10 – Firenze  
Unità Funzionale Prevenzione Igiene Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro, zona Mugello

*Carla Poli*

Azienda Sanitaria Locale n° 11 – Empoli  
Unità Funzionale Prevenzione Igiene Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro

*Flavio Borgogni*

Azienda Sanitaria Locale n° 7 – Siena  
Unità Funzionale Prevenzione Igiene Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro

*Maria Grazia Roselli*

Azienda Sanitaria Locale n° 2 - Lucca  
Unità Funzionale Prevenzione Igiene Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro

*Maurizio Mini*

Azienda Sanitaria Locale n° 6 - Livorno  
Unità Funzionale Prevenzione Igiene Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro

*Silvia Bucci, Donato Piattoli, Alessandro Montigiani, Andrea Poggi, Fleido Martellini*

ARPAT, Dipartimento provinciale di Firenze

*Francesco Marotta, Uberto Barsanti*

ARPAT, Area Prevenzione rischi industriali, ecogestione e tecnologie per la protezione ambientale

*Giuseppe Panelli*

ARPAT, Dipartimento provinciale di Lucca

*Marco Paoli*

ARPAT, Dipartimento provinciale di Pisa

*Paolo Spiniello*

ARPAT, Dipartimento provinciale di Siena

*Mario Di Lillo*

ARPAT, Dipartimento provinciale di Livorno

*Roberto Gori, Serena Perissi, Alessandra Tongiani*  
ARPAT, Servizio Prevenzione e Protezione

*Sauro Mannucci, Biagio Maffettone*

Amministrazione provinciale di Firenze – Ufficio Ambiente

*Silvano Luchi*

Studio tecnico – Firenze

## COLLABORAZIONI

Area Servizi di Prevenzione – Dipartimento Diritto alla Salute – Regione Toscana

Gruppo di lavoro Regione Toscana - ASL “Profili di rischio per comparto produttivo”

Gruppo di lavoro ARPAT “Profili di rischio e di impatto ambientale per comparto produttivo”

Gruppo di lavoro nazionale ANPA – ARPA “Analisi ambientale per comparto produttivo”

I Rappresentanti dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS) del comparto in provincia di Firenze

CGIL – CISL – UIL

Associazione degli Industriali della provincia di Firenze



## INTRODUZIONE

La conoscenza dei cicli di lavorazione relativi ai diversi comparti produttivi è alla base dell'individuazione dei rischi e della valutazione degli impatti, sia per la salute dei lavoratori che per la tutela dell'ambiente. Il *profilo di rischio per comparto produttivo* è quello che risulta da questa conoscenza e rappresenta una trattazione il più possibile esauriente delle problematiche inerenti una certa lavorazione.

Le attività di controllo esercitate dalle Agenzie ambientali e dalle Aziende sanitarie nelle imprese del territorio solo occasionalmente seguono un approccio improntato alla messa a punto del profilo di rischio del comparto interessato, essendo più spesso incentrate su singoli aspetti e impatti del ciclo produttivo.

In ARPAT il Settore tecnico CEDIF porta avanti da tempo un progetto dedicato all'analisi per comparto, finalizzato principalmente alla produzione di materiali destinati alla informazione-formazione dei vari soggetti sociali (imprenditori, lavoratori, enti locali ecc.).

Il progetto, chiamato *Profili di rischio e soluzioni*, si trova descritto in calce al presente volume.

In generale, comunque, la realizzazione dei quaderni sui profili di rischio di comparto si basa sull'utilizzo di più fonti, fra cui la documentazione raccolta presso il CEDIF, le indagini ASL e ARPAT, la consultazione di imprenditori e lavoratori. Nel profilo si riportano le informazioni relative ad uno specifico gruppo di aziende, collocate in un determinato territorio, seguendo uno schema standardizzato di descrizione della lavorazione e dei suoi impatti.

Prima di illustrare la metodologia attualmente seguita per elaborare il presente volume dedicato al settore Fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana, ci paiono, dunque, utili alcune considerazioni preliminari.

Il processo di standardizzazione dei dati operato tramite l'analisi di comparto ha lo scopo di consentire il confronto e l'utilizzo delle informazioni anche in realtà organizzative diverse e di superare le difficoltà insite sia nella complessità dei processi produttivi che nella impossibilità di esaminare tutte le aziende presenti nel territorio.

Questo processo consente, altresì, di mettere a fuoco alcuni "rischi trasversali" a vari settori produttivi, quali quelli, ad esempio, inerenti la movimentazione carichi con muletti a trazione diesel o elettrica; la manipolazione di oli minerali nella manutenzione delle macchine (compresi i carrelli elevatori); il transito di mezzi pesanti (per il trasporto materie prime e prodotti finiti); i sistemi di abbattimento degli inquinanti aeriformi.

Ne deriva, ad esempio, che in questo quaderno (e già in quello precedente sull'*industria del cartone ondulato*) si trova una descrizione - approfondita e realizzata in collaborazione con strutture specialistiche di ARPAT - di tutti i rischi connessi alla movimentazione carichi con muletti a trazione diesel o elettrica che sono emersi da precedenti indagini in comparti produttivi diversi.

L'Area per le industrie a rischio di incidente rilevante, ad esempio, ha contribuito per il rischio di incendio ed esplosione analizzando le varie fasi del ciclo (esposizione ai prodotti della combustione diesel, agli acidi di accumulatori elettrici, rischio di esplosione e di sversamento sul suolo nelle operazioni di ricarica delle batterie, produzione di rifiuti ecc.).

Un altro momento di standardizzazione interviene, poi, sul versante della presentazione dei dati, che si attua in accordo alle voci della banca dati ISPEL dei profili per l'ambiente di lavoro e al modello ANPA-ARPA per l'ambiente esterno. In particolare, si cerca di individuare tutti i *fattori di rischio* o *fattori di impatto* lavorativo/ambientale potenzialmente presenti in ogni fase di lavorazione del comparto; per ognuna si riporta infatti la descrizione, la stima dell'esposizione e del danno e si indicano gli interventi di prevenzione che sono richiesti dalle leggi e che nella pratica sono risultati più efficaci. L'indice del volume si costruisce, quindi, sulla base di quattro capitoli chiave (Notizie generali sul comparto; Descrizione generale del ciclo di lavorazione; Analisi di rischi, danni e prevenzione per fase lavorativa; Impatto e rischio ambientale del comparto) e di un numero variabile di fasi individuate nello specifico comparto in esame. Si sono aggiunti col tempo altri due capitoli: uno dedicato agli impianti elettrici, a gas e agli apparecchi a pressione; l'altro ai riferimenti legislativi (comprese le norme tecniche), nonché un *Glossario* della terminologia tecnico-scientifica usata, che ha lo scopo di migliorare ulteriormente la comprensione e l'utilizzazione delle informazioni contenute nel profilo di rischio.

Le caratteristiche che il quaderno viene ad assumere, per il fatto di essere costruito sulla base di un "certo campione aziendale e di un territorio", possono riguardare l'eterogeneità delle informazioni disponibili, sia in termini temporali (provenienti cioè da indagini non contemporanee), che in termini di completezza dei dati.

Si assiste frequentemente a un fenomeno di sovrapposizione fra l'indagine che costituisce la fonte di dati sul comparto (intervento di ASL o ARPAT, documento di valutazione dei rischi per l'igiene e la sicurezza del lavoro, programmi aziendali di sviluppo sostenibile ecc.) e un processo di cambiamento/innovazione del comparto, in molti casi avviato dall'indagine stessa.

L'utilizzo di più fonti consente, dunque, di integrare e completare i dati, mentre quello che resta difficile documentare è il cambiamento in corso nel comparto. Solo grazie a un aggiornamento continuo del profilo di rischio sarà possibile cogliere la capacità degli attori sociali del comparto di migliorare il contesto in cui operano. A questo proposito è allora importante fornire tutti gli elementi temporali e organizzativi che hanno portato alla definizione del quaderno.

In un prossimo futuro i contenuti dei quaderni saranno inseriti in Internet nella costituenda banca dati TELESICUR, curata dal Settore tecnico CEDIF di ARPAT, appositamente progettata per consentire l'implementazione *on-line* dei contenuti e il loro aggiornamento dinamico, al fine di migliorare nel tempo la descrizione della realtà produttiva e dei relativi impatti. Il progetto TELESICUR

prevede, inoltre, la formazione di figure professionali atte al funzionamento del sistema: ciò consentirà sicuramente il miglior utilizzo dei dati relativi ai controlli ambientali degli insediamenti produttivi.

Favorire l'integrazione di contributi e informazioni diverse nella costruzione del profilo di rischio produce, pertanto, un valore aggiunto alla ricerca, ad esempio a livello dei contenuti (integrazione delle tematiche ambiente e salute), pur avendo anche ricadute metodologiche che condizionano lo svolgimento della stessa, ad esempio nei tempi di realizzazione del quaderno (difficilmente brevi) ma anche nella dimensione del prodotto finale, che anziché operare una sintesi deve dare allora conto delle possibili diversificazioni delle lavorazioni e delle problematiche presenti nel comparto, al fine di evitare errori di interpretazione dei dati, un ostacolo alla collaborazione con le parti sociali interessate.

Questo quaderno rappresenta un approfondimento e ampliamento della ricerca finanziata da ISPESL con il piano delle ricerche del 1995 - *Profili di rischio per il comparto Fonderie di Ghisa di seconda fusione nella provincia di Firenze*, svolta dal Settore tecnico CEDIF di ARPAT e dai Dipartimenti provinciali ARPAT con la ASL di Firenze (in particolare hanno collaborato Mauro Giannelli, Donatella Pagni e Tania Fabriani della ASL 10 di Firenze, Unità Funzionale Prevenzione Igiene Salute e Sicurezza Luoghi di Lavoro, zona Sud-Est). La ricerca è stata quindi pubblicata in Internet sul sito web di ISPESL: "[http://www.ispesl.it/profili\\_di\\_rischio/index.htm](http://www.ispesl.it/profili_di_rischio/index.htm)".

In occasione del Seminario Nazionale ARPAT *Profili di rischio ambientale per comparto produttivo*, tenutosi a Firenze il 28 gennaio 2000, è stata presentata una bozza di quaderno sulle fonderie di seconda fusione (vedi Atti omonimi, ARPAT, 2000). È stato annunciato in quella sede che, a seguito della richiesta dell'Associazione Industriali di Firenze e di Assofond, si sarebbe estesa l'analisi dalla provincia di Firenze a tutto il territorio regionale, al fine di ridurre il peso sul settore di specifiche situazioni di produzione locale.

Nel corso del 2000 sono quindi entrate nell'indagine tutte le 11 fonderie al momento esistenti in Toscana.

Siamo stati molto lieti di aver visto favorita, nell'occasione, la costituzione di due gruppi di lavoro, uno dei Rappresentanti dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS) promosso dai Sindacati, e uno dei Responsabili del Servizio di Prevenzione e Protezione delle aziende (RSPP) promosso dall'Associazione Industriali della Provincia di Firenze, congiuntamente con l'Associazione Nazionale delle Fonderie (ASSOFOND) per "revisare" le bozze di lavoro. Nella provincia di Firenze sono presenti 6 fonderie fra quelle esaminate ed è stato, quindi, utile attivare un particolare rapporto con le aziende attraverso le loro rappresentanze. Per questa collaborazione un particolare ringraziamento va a Mauro Fusco del sindacato FIOM-CGIL di Firenze, a Pietro Bartolini e Giacomo Borselli dell'Associazione degli Industriali di Firenze e a Gualtiero Corelli della ASSOFOND.

Gli operatori di ASL e ARPAT che da anni si occupano di questo comparto produttivo, nei diversi territori regionali, hanno partecipato alla raccolta e revisione delle informazioni.

Il risultato di tale metodologia è il seguente:

- a) nella provincia di Firenze si sono avuti rapporti costanti con l'Associazione degli Industriali, partecipando anche alla riunione indetta dalla stessa nel febbraio 2000 a cui era presente ASSOFOND e a successivi incontri con loro funzionari;
- b) nelle altre provincie, caratterizzate da una sola fonderia, sono stati tenuti rapporti con ASL e Dipartimenti provinciali ARPAT e con le singole aziende, per effettuare sopralluoghi e raccolta di informazioni;
- c) le Aziende hanno fornito direttamente i dati delle tabelle del Cap. 2 (tipologia produttiva; numero di addetti per fase) e quelli di ogni fase del ciclo al Cap. 3 relativamente al consumo energetico;
- d) tutte le fonderie sono state "visitare" nel 2000 e le foto riportate sono state fatte in quei sopralluoghi, prevalentemente dal CEDIF;
- e) nella provincia di Firenze si è avuto un confronto con i rappresentanti dei sindacati e i lavoratori del settore.

Il ruolo del Settore tecnico CEDIF di ARPAT è stato quello, da un lato, di attivare e realizzare ognuno di questi canali di approfondimento, dall'altro di elaborare le varie informazioni completando e integrando i contributi ottenuti, cogliendo la peculiarità dei dati raccolti, approfondendoli e valutandone la collocazione nel quadro generale dell'opera. I vari attori che fattivamente collaborano alla definizione del profilo del comparto forniscono, in genere, un apporto informativo altamente specialistico, orientato per problematiche di competenza settoriale. In questo profilo sulle fonderie il contributo degli imprenditori è stato essenziale, ad esempio, sul versante della descrizione del consumo di risorse; quello dei lavoratori sul versante della sicurezza, ma soprattutto dei fattori di nocività, in particolare quelli organizzativi; le ASL hanno contribuito particolarmente alla definizione dei rischi chimici, da macchine, da rumore e alla definizione delle relative bonifiche; i Dipartimenti ARPAT all'individuazione di nuovi fattori di rischio, ad esempio campi magnetici e radiazioni ionizzanti, e alla definizione delle possibili misure preventive.

Nell'estensione della ricerca a livello nazionale, così come previsto dal progetto ANPA, si estenderà anche il confronto con le varie esperienze maturate nel settore, sempre a livello nazionale. Sarà così possibile allargare la conoscenza delle tecnologie in uso, incrementando la capacità dello studio per individuare le migliori tecnologie disponibili, sia ai fini della produzione che della sicurezza e dell'ambiente.

Preziosa, infine, è stata la collaborazione con tanti operatori: un particolare ringraziamento va a Massimo Frilli, Mauro Giannelli, Donato Piattoli, Uberto Barsanti, che ci hanno aiutato nel lavoro di revisione delle bozze, oltre che nei contributi tecnici specifici, come sarà ricordato più avanti. Sul versante aziendale particolarmente utile è stata la collaborazione prestata da Silvano Luchi per le informazioni fornite sulla tecnologia della ghisa sferoidale e sui lavori di manutenzione meccanica.

Ringraziamo ancora:

- Mauro Giannelli, Fabio Capacci, Fabrizio Poli, Flavio Borgogni, Maurizio Mini, Marco Paoli, Paolo Spiniello, Alberto Santi,

- Giuseppe Panelli, Mauro Gratta, per la collaborazione prestata durante le nostre visite presso le aziende del comparto e per aver messo a disposizione i dati e le informazioni in loro possesso;
- Stefano Fusi, Roberto Bolognesi, Andrea Galanti, Margherita Colucci, Dante Gioviti, Serena Perissi, Maria Grazia Roselli, per aver messo a disposizione i dati e le informazioni in loro possesso;
  - Francesco Marotta, per la collaborazione alla stesura del testo relativamente alle parti riguardanti i rischi di incendio-esplosione;
  - Uberto Barsanti, per la collaborazione alla stesura del testo del Capitolo 5 relativo agli apparecchi a pressione, impianti elettrici, impianti a gas;
  - Silvia Bucci, per la collaborazione alla stesura del testo riguardante la radioattività;
  - Mario Di Lillo, per informazioni fornite per la parte riguardante la radioattività;
  - la società NUCLECO S.p.A., per aver fornito le fotografie delle sorgenti radioattive provenienti da demolizioni;
  - Roberto Gori e Alessandra Tongiani, per aver fornito la documentazione da loro prodotta su rischi e prevenzione per gli addetti ai controlli delle emissioni in atmosfera;
  - Donato Piattoli, Alessandro Montigiani, Fleido Martellini, per le informazioni fornite riguardo alle problematiche sulle emissioni in atmosfera;
  - Andrea Poggi, per informazioni fornite sui campi magnetici in prossimità dei forni fusori elettrici a induzione;
  - Carla Poli, per aver revisionato i paragrafi relativi alla produzione di animes;
  - Sauro Mannucci e Biagio Maffettone, per aver messo a disposizione i dati e le informazioni in loro possesso;
  - Maria Colombo, per aver revisionato il capitolo sui riferimenti normativi;
  - La società IAPIR, per aver concesso la pubblicazione di alcune fotografie dal loro catalogo di attrezzature per la sicurezza.

Non saremmo giunti alla stesura di un'opera così complessa senza la collaborazione, ovviamente, delle aziende del comparto, che hanno fornito dati e documentazione fotografica e ci hanno aiutato nella comprensione del ciclo produttivo, e che quindi ringraziamo.

Ci sembra che il lavoro finale realizzato grazie a tutti questi contributi rappresenti una tappa significativa nel progetto *Profili di rischio ambientale e lavorativo per comparto produttivo* di ARPAT per i risultati raggiunti nell'elaborazione dell'impatto ambientale rispetto ai precedenti quaderni, e per il collegamento sempre più stretto fra questo metodo di indagine con quanto previsto da norme e tecniche inerenti la sostenibilità ambientale delle imprese: la famiglia delle ISO 14.000, i sistemi di gestione e verifica ambientale EMAS (Environmental Management and Audit Scheme), il marchio ECOLABEL e gli studi LCA dei prodotti (Analisi del ciclo di vita, Life Cycle Assessment).

*Giuseppe Banchi, Claudio Nobler, Danila Scala*



# I NOTIZIE GENERALI SUL COMPARTO PRODUTTIVO

## I.1 Individuazione del comparto

Nella presente ricerca si prende in esame il comparto produttivo *Fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana*.

Con il termine *fonderie di seconda fusione* vengono indicate quelle attività produttive che utilizzano come materia prima metalli sotto forma di pani, provenienti dall'altoforno, e di rottame. Questi materiali vengono nuovamente fusi per essere colati in stampi e ottenere il *getto*, cioè il pezzo che si intende realizzare. Il tipo di materiale che costituisce lo stampo varia a seconda del tipo di *getto*.

I codici ATECO 91 classificano le fonderie di seconda fusione come indicato nella tabella seguente.

Tab. 1.1.1 Codici "ATECO 91" per tipo di fonderia di seconda fusione

CODICE ATECO 91	TIPO DI FONDERIA DI 2ª FUSIONE
27.51	Fonderia di 2ª fusione di ghisa
27.100	Fonderia di 2ª fusione di acciaio
27.54	Fonderia di 2ª fusione di metalli non ferrosi

Dal punto di vista del ciclo di lavorazione, le fonderie di seconda fusione possono essere classificate nelle seguenti tre categorie principali:

- fonderie con formatura in terra;
- fonderie con formatura in conchiglia;
- pressofusioni.

Le differenze tra le suddette tipologie sono sostanzialmente relative a:

- materia prima utilizzata (ad esempio, alluminio, zama, bronzo e ottone possono venire utilizzati in tutte e tre le tipologie, mentre la ghisa può essere utilizzata solo con la formatura in terra);
- temperature di esercizio (la temperatura di fusione della ghisa è attorno ai 1200°C, mentre quella di altri materiali è intorno ai 700°C);
- dimensioni dei getti (nelle fonderie di ghisa i getti sono più grandi mentre nelle pressofusioni sono più piccoli);
- tipo di stampi (metallici per fonderie in conchiglia e pressofusioni, mentre nelle fonderie con formatura in terra sono appunto costituiti da *terra di fonderia* che ha come componente fondamentale la sabbia, generalmente silicea).

A livello nazionale la consistenza del settore delle fonderie di metalli ferrosi può essere descritta tramite la tabella seguente.

Tab. 1.1.2 Fonderie di metalli ferrosi in Italia nel 1999

Settore	N° unità produttive	Capacità produttiva (t.)	N° addetti	Fatturato in miliardi di lire italiane
Fonderie di ghisa	270	1.800.000	18.950	5.200
Fonderie di acciaio	29	85.000	3.050	800
<b>Totale</b>	<b>299</b>	<b>1.885.000</b>	<b>22.000</b>	<b>6.000</b>

Fonte: Assofond

Nel nostro studio ci occuperemo del comparto produttivo *Fonderie di ghisa di seconda fusione localizzate in Toscana*, che di seguito chiameremo semplicemente *comparto*. In questa tipologia di aziende, rispetto alla precedente classificazione del ciclo produttivo, la *formatura* avviene sempre in *terra*.

Il comparto, nell'anno 2000, contava n° 11 aziende per un totale di n° 390 addetti.



## 1.2 Localizzazione geografica delle aziende

Le fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana, nel 2000 risultavano essere undici, distribuite come segue.

Tab. 1.2.1 Distribuzione delle aziende del comparto per provincia in Toscana, 2000

Provincia	N° Aziende	N° Addetti
Arezzo	-	-
Firenze	6	277
Grosseto	1	3,5
Livorno	1	29
Lucca	1	28
Massa Carrara	-	-
Pisa	1	7,5
Pistoia	-	-
Prato	-	-
Siena	1	45
<b>Totale</b>	<b>11</b>	<b>390</b>

Nel 2000, nella *provincia di Firenze* si contavano n. 6 aziende, così ubicate:

- una nel tessuto urbano alla periferia di Firenze, anche se non direttamente confinante con le abitazioni;
- un'altra, anch'essa nel tessuto urbano alla periferia di Firenze, con la particolarità che la fonderia era un reparto di una grande azienda industriale multinazionale; gli addetti al reparto fonderia erano un numero molto esiguo, rispetto al numero totale dei dipendenti impiegati negli altri reparti di tale azienda, ma al tempo stesso erano abbastanza numerosi rispetto alle altre fonderie della Toscana; il reparto fonderia di questa grande azienda produceva getti sia di ghisa che di acciaio ed era abbastanza vicino agli insediamenti abitativi; nel 2001 il reparto è stato chiuso con trasferimento della produzione all'estero;
- due aziende (di cui una con 2 unità produttive) si trovano nella zona di Barberino Val d'Elsa e sono ubicate in un'area dedicata agli insediamenti produttivi artigianali/industriali, servita da strade di viabilità secondaria;
- una azienda si trova a Calenzano ed è ubicata in un'area dedicata agli insediamenti produttivi artigianali/industriali, vicino al casello autostradale e lontana dalle abitazioni;
- una azienda si trova a Marradi ed è ubicata in un'area dedicata agli insediamenti produttivi artigianali/industriali.

Nella *provincia di Lucca* è presente una sola azienda; essa si trova nella zona di Altopascio ed è ubicata in una zona dedicata agli insediamenti produttivi artigianali/industriali, vicino al casello autostradale e lontana dalle abitazioni.

Nella *provincia di Siena* è presente una azienda che si trova vicino a Monteriggioni ed è ubicata in una zona dedicata agli insediamenti produttivi artigianali/industriali vicino alla superstrada Firenze-Siena.

Nella *provincia di Pisa* è presente una sola azienda; essa si trova a Pontedera, fuori dal centro abitato, in una zona dedicata agli insediamenti industriali, confinante con aree agricole.

Nella *provincia di Livorno* è presente una sola azienda che produce getti sia in ghisa che in acciaio; l'azienda si trova a Collesalveti ed è ubicata in una zona dedicata agli insediamenti industriali, confinante con zone agricole.

Nella *provincia di Grosseto* è presente una sola azienda; essa si trova nella città di Grosseto ed è ubicata in una ex zona industriale, oggi divenuta zona residenziale.

Nelle altre province della Toscana non sono presenti aziende del comparto.

### 1.3 Andamento occupazionale del comparto

Le tabella seguente descrive l'andamento dell'occupazione nelle aziende del comparto negli ultimi quattro anni (1997-2000).

Tab. 1.3.1 Numero medio di addetti per ogni anno lavorativo dal 1997 al 2000 - Fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana (11 aziende)

Anno	Grandezza statistica	OPERAI			IMPIEGATI			TOTALE ADDETTI
		Uomini	Donne	Totale operai	Uomini	Donne	Totale impiegati	
1997	Totale addetti del comparto	328,5	1,5	330	55	21	76	402
	Max addetti per azienda	85,0	1,0	86,0	16,0	5,0	16,0	96,0
	Min. addetti per azienda	6,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,5	6,5
1998	Totale addetti del comparto	324	2	326	59	21	80	406
	Max addetti per azienda	86,0	1,0	87,0	16,0	5,0	16,0	98,0
	Min. addetti per azienda	5,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,5	5,5
1999	Totale addetti del comparto	316,5	2	318,5	58	20,5	78,5	397
	Max addetti per azienda	85,0	1,0	86,0	16,0	5,0	16,0	93,0
	Min. addetti per azienda	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,5	4,5
2000	Totale addetti del comparto	308,5	3	311,5	58	20,5	78,5	390
	Max addetti per azienda	86,0	2,0	88,0	14,0	5,0	15,5	94,0
	Min. addetti per azienda	3,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,5	3,5

Fonte: elaborazione su dati rilevati tramite interviste alla totalità delle 11 aziende del comparto presenti in Toscana, a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT.

Per il numero di addetti per azienda e per fase lavorativa si veda la Tabella 2.2.3.

### 1.4 Il fenomeno infortunistico nel comparto

Riportiamo in Tabella 1.4.1 una stima dell'andamento degli indici infortunistici per gli operai nelle aziende del comparto negli ultimi quattro anni. Dato che i dati comunicati dalle aziende del comparto risultavano essere disomogenei si è dovuto operare una stima di aggiustamento. Infatti, l'analisi dei dati ha evidenziato che esistono più posizioni assicurative INAIL (relative alle varie mansioni svolte) e gli indici infortunistici erano stati calcolati per alcune aziende sulla base delle ore lavorate dai soli operai, mentre in altre aziende sulla base delle ore lavorate da tutti i lavoratori (operai + impiegati). In quest'ultimo caso non era disponibile il numero delle ore lavorate dai soli operai, pertanto - sulla base del numero di operai e di impiegati - le ore lavorate dai soli operai sono state stimate con una semplice proporzione e gli indici infortunistici sono stati ricalcolati sulla base di tale stima, nella plausibile ipotesi che gli infortuni abbiano coinvolto i soli operai e non gli impiegati. La stima così effettuata ha riguardato i dati pervenuti da 6 delle 11 aziende e costituisce una approssimazione per eccesso degli indici infortunistici ricalcolati rispetto a quelli reali, ma si può supporre che lo scostamento tra i valori stimati e quelli reali sia di lieve entità. I dati così stimati per le suddette 6 aziende, uniti ai dati comunicati dalle altre 5 aziende utilizzati tal quali, hanno dato origine alla Tabella 1.4.1.

Tab. 1.4.1 *Stima dell'andamento degli indici infortunistici per gli operai dal 1997 al 2000 - Fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana (11 aziende)*

Anno	Grandezza statistica	N° operai (media)	Ore lavorate da operai H	Infortuni		Indici infortunistici (*)			
				Numero totale A'	di cui mortali	Frequenza F <sub>A'</sub>	Gravità S <sub>A'</sub>	Durata media G <sub>A' med</sub>	Giornate lavorative perse
1997	Totale del comparto	330,0	573.054	179	0	311,44	4,10	13	2.358
	Max per azienda	86,0	138.623	45	0	682,02	6,37	27	883
	Min. per azienda	6,0	10.916	1	0	91,61	1,89	5	27
1998	Totale del comparto	326,0	545.830	155	0	283,56	3,22	11	1.758
	Max per azienda	87,0	151.112	40	0	614,60	7,38	47	480
	Min. per azienda	5,0	7.103	0	0	0,00	0,00	0	0
1999	Totale del comparto	318,5	530.994	125	0	234,88	3,26	14	1.734
	Max per azienda	86,0	146.820	36	0	411,19	5,30	29	464
	Min. per azienda	4,0	5.913	0	0	0,00	0,00	0	0
2000	Totale del comparto	311,5	524.163	137	0	261,51	3,20	12	1.674
	Max per azienda	88,0	148.216	37	0	550,77	7,79	40	391
	Min. per azienda	3,0	4.686	0	0	0,00	0,00	0	0

(\*): per il significato e le formule di calcolo degli indici infortunistici vedere il Glossario.

I valori massimi (Max) e minimi (Min) per azienda si intendono riferiti alle grandezze riportate in ogni colonna.

Fonte: elaborazione su dati rilevati tramite interviste alla totalità delle 11 aziende del comparto presenti in Toscana, a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT.

Il dato più eclatante è purtroppo quello relativo all'indice di frequenza degli infortuni ( $F_A$ ) per i quali il comparto presenta valori costantemente superiori alle medie nazionali. Gli indici di frequenza medi delle unità produttive presenti in Toscana calcolati relativamente agli anni 1997-2000 presentano valori costantemente superiori a 200, con una variabilità per azienda compresa tra 0 e 682. Non si evidenzia un trend di riduzione degli infortuni auspicabile anche in riferimento all'applicazione del D.Lgs. n. 626/94. Inoltre l'evento zero infortuni in un anno si è verificato solo occasionalmente e nelle aziende più piccole (3 - 7 operai). Un esame più ravvicinato dei dati - relativamente ad alcune aziende oggetto di importanti ristrutturazioni degli impianti produttivi e nelle quali gli organi di controllo hanno svolto anche attività di informazione e assistenza - conferma la difficoltà nella gestione aziendale del fenomeno infortunistico, anche se il numero effettivo degli infortuni, in tali aziende, si è ridotto sensibilmente.

Quanto sopra ribadisce la necessità di continuare a intervenire nel settore stimolando anche un miglioramento dei rapporti tra tutte le figure aziendali preposte alla prevenzione (datore di lavoro, responsabile del servizio di prevenzione e protezione aziendale, medico competente e rappresentante dei lavoratori per la sicurezza).

## 1.5 Le malattie professionali nel comparto

Secondo i dati riferiti dalle aziende del comparto durante le interviste a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT, tra i lavoratori nel periodo 1995-1999 sono state riscontrate le seguenti malattie professionali:

- n. 9 casi di ipoacusia da rumore dei quali 1 per un addetto alla produzione di anime - ramolaggio - distaffatura; 4 per addetti alla fusione; 1 per un addetto alla colata, 2 per addetti alla formatura con pestello pneumatico; 2 per addetti alla sbavatura e alla formatura manuale;
- n. 2 casi di pneumoconiosi (silicosi) per addetti alla fusione;
- n. 1 caso sindrome del tunnel carpale per un manovale di fonderia, addetto alla manutenzione.

## 2 DESCRIZIONE GENERALE DEL CICLO DI LAVORAZIONE

### 2.1 Descrizione

Le fonderie di ghisa di seconda fusione localizzate in Toscana utilizzano come materia prima principale pani di ghisa provenienti dall'altoforno e scarti della fonderia stessa e talvolta anche rottami, come ad esempio parti meccaniche provenienti da demolizioni. Il metallo fuso viene poi colato in stampi chiamati *forme* per ottenere il *getto*, cioè il pezzo che si intende realizzare.

Generalmente non viene prodotta una sola qualità di ghisa, perché in tal modo si possono ottenere pezzi che possiedono le qualità meccaniche desiderate.

Riportiamo qui una breve descrizione dell'intero ciclo, mentre si entrerà più in dettaglio nella terza parte, quando si analizzeranno i rischi e le soluzioni per le singole fasi lavorative.

Il *modello* è una riproduzione dell'oggetto che si vuole ottenere. Il modello viene realizzato generalmente in legno, ma per produzioni in grande serie viene spesso realizzato in leghe metalliche leggere. Per produzioni particolari il modello può anche essere realizzato in fibre di vetro o in ceramica.

Il modello serve per la *formatura*, cioè per realizzare la forma vuota all'interno della terra di fonderia in cui verrà colato il metallo fuso. La terra viene precedentemente preparata in un apposito impianto. La forma si ottiene introducendo il modello e costipando la terra entro appositi telai in ferro o in ghisa, chiamati *staffe*. La formatura può avvenire in modalità manuale o automatica, alimentando le staffe a mezzo di impianti di trasporto terre. Per ogni oggetto che si vuole produrre è necessario realizzare due metà forme, le quali, una volta chiuse tramite *grappe*, costituiscono il guscio nel quale viene colato il metallo fuso.

Quando il pezzo da ottenere è cavo, la forma dovrà contenere un'*anima*. Quest'ultima è una forma che riproduce esattamente le parti dell'oggetto che devono restare vuote; l'*anima* viene realizzata mediante la *cassa d'anima* costruita anch'essa nella prima parte del ciclo (*formatura anime*). La cassa d'anima è uno stampo in genere di legno, cioè un modello cavo corrispondente all'anima che si vuole ottenere.

Dopo il costipamento, viene estratto il modello e la forma viene rifinita nella fase di *ramolaggio*, durante la quale si introduce anche l'eventuale anima, in caso l'oggetto da ottenere presenti una cavità interna. Talvolta viene eseguita la *verniciatura* di *forme* e *anime* con vernici refrattarie.

La *fusione* del metallo avviene in forni fusori. La *colata* nelle forme si realizza a mezzo di contenitori metallici con rivestimento interno costituito da refrattario, detti *siviere*.

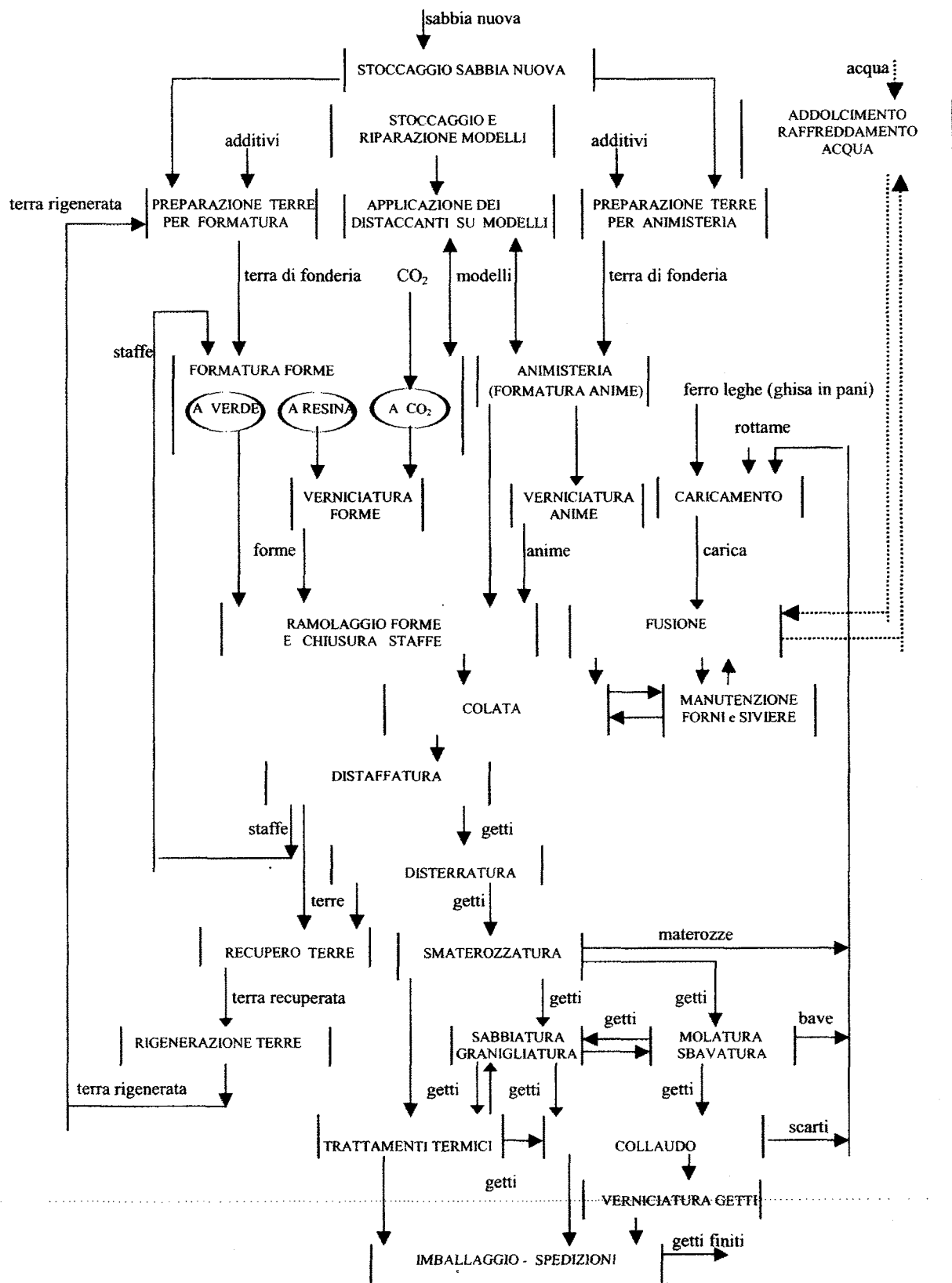
Le forme così riempite vengono fatte raffreddare e trasportate in zona *distaffatura* dove sono poste su *griglie vibranti* sulle quali vengono aperte le staffe. La maggior parte della *terra* costituente la forma cade nella tramoggia sottostante e viene inviata al recupero nell'impianto di preparazione terre.

Il getto viene inviato al completo *sterramento* e svuotamento delle cavità e quindi alle operazioni finali del ciclo che consistono nella *smaterozzatura*, *granigliatura-sabbatura*, *sbavatura-molatura*. La smaterozzatura consiste nell'eliminazione delle *materozze*, cioè della parte di fusione compresa tra foro di colata e getto. Durante la granigliatura i getti vengono investiti da una graniglia di abrasivo o di acciaio ed escono perfettamente puliti. La sbavatura consiste nell'eliminazione a mezzo di seghe a nastro, mole portatili o impianti automatici, delle *bave* che si formano nei punti di giunzione tra le varie parti della forma, mentre la molatura è l'operazione di finitura delle superfici del getto.

Sui getti talvolta vengono effettuati *trattamenti termici* che possono avvenire prima o dopo le operazioni di sbavatura. Talvolta sui getti finiti può essere richiesta la *verniciatura*. I pezzi finiti vengono quindi avviati all'*imballaggio* per essere spediti al cliente.

### 2.2 Schema a blocchi

Il diagramma a blocchi delle lavorazioni per una fonderia di ghisa di seconda fusione in terra può essere schematizzato come nella figura seguente:



Tab. 2.2.1 Fasi del ciclo lavorativo presenti nelle aziende del comparto (1999)

FASI DEL CICLO LAVORATIVO	AZIENDE										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
Produzione <i>modelli</i>	A	A	A	A*	-	-	-	A	A	A*	A
Riparazione <i>modelli</i>	*	*	*	*	A	-	*	*	A	*	A
Stoccaggio <i>modelli</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Stoccaggio, recupero, preparazione e trasporto terre	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Formatura meccanica <i>a verde</i>	*	-	*	*	*	*	*	*	*	*	-
Formatura manuale in sabbia-resina	*	*	*	-	-	*	-	*	-	*	*
Formatura manuale in anidride carbonica	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-
Produzione <i>anime</i> a resina	*	*	*	-	-	*	-	*	*	A*	*
Produzione di <i>anime cold box (ashland)</i>	A	-	*	A	-	-	-	A	A	A*	-
Produzione di <i>anime hot box (shell-moulding)</i>	A	-	*	-	-	-	-	A	A	A	-
Produzione di <i>anime</i> in anidride carbonica	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-
Produzione <i>anime</i> in ceramica	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verniciatura di <i>anime e forme</i>	*	*	*	-	*	*	-	*	*	A*	*
Cottura in forno delle <i>anime</i> verniciate	-	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-
Flambatura di <i>forme e anime</i> verniciate	*	*	*	-	*	*	-	*	*	A*	*
Ramolaggio	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Fusione	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Colata	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Manutenzione forni e siviere	*	**	*	*	**	*	*	*	*	A*	*
Distaffatura	N*	N*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Disterratura	*	-	-	*	-	*	*	*	*	*	*
Smaterozzatura	*	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sbavatura	*	A	*	*	*	*	*	*	*	A*	*
Granigliatura - sabbatura	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Trattamenti termici sui <i>getti</i>	*	*	*	*	-	*	-	*	-	*	-
Verniciatura dei <i>getti</i>	*	A	A	-	-	-	-	A	-	-	-
Gestione impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Fonte: interviste alle aziende del comparto, a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT

*Legenda:*

- Fase lavorativa svolta in azienda dal personale dipendente interno.
- \* Fase lavorativa appaltata a ditta esterna effettuata all'interno dello stabilimento aziendale.
- A Fase lavorativa appaltata a ditta esterna effettuata fuori dallo stabilimento aziendale.
- Fase lavorativa assente o non necessaria.
- N Fase lavorativa svolta in orario notturno.
- n.d. Dato non disponibile

Tab. 2.2.2 Tipologia di getti prodotti nelle fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana (1999)

TIPO DI GETTI PRODOTTI	AZIENDE										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
Getti in ghisa grigia	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Getti in ghisa sferoidale	•	•	•	•	•	•	-	•	-	•	-
Getti di precisione	-	•	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Getti di medie - grandi dimensioni	•	•	-	-	-	-	•	•	•	-	•
Getti artistici e artigianali	•	-	-	•	•	•	-	-	•	-	•
Produzione in grande serie di getti uguali tra loro	-	-	-	-	•	-	•	-	•	•	-
Produzione in piccola e media serie di getti uguali tra loro	•	-	•	•	•	•	•	•	•	•	-

Fonte: interviste alle aziende del comparto, a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT

Tab. 2.2.3 Numero operai addetti alle fasi lavorative - Fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana (1999)

FASE LAVORATIVA	N° OPERAI ADDETTI ALLE VARIE FASI LAVORATIVE											Totale (*)
	AZIENDA											
	A1	A2°	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	
Riparazione e stoccaggio modelli	1	5	6	4	-	1	2	2	-	2	-	24
Stoccaggio, recupero, trasporto e preparazione terre (fase spesso automatizzata)	#	#	#	#	#	#	#	6	#	5	#	23
Formatura meccanica a verde	1	-	2	1	2	-	5	-	1	-	-	21
Produzione di anime (animisteria)	2	9	21	-	-	2	-	-	-	1	3	21
Verniciatura e flambatura	1	-	1	2	-	2	-	-	-	-	-	21
Formatura manuale	2	9	2	2	-	2	-	6	1	3	3	20
Ramolaggio	2	3	3	3	2	-	5	-	-	-	-	22
Fusione	-	3	4	3	-	-	4	-	-	-	-	21
Colata	3	3	5	2	4	2	4	5	1	5	-	23
Manutenzione forni e siviere	-	1	1	1	-	-	5	-	-	-	-	13
Distaffatura, disterratura e smaterozzatura	2	3	3	2	3	1	4	3	1	3	#	23
Granigliatura e sabbiatura	1	1	7	1	2	-	4	2	-	-	-	20
Trattamenti termici sui getti	-	-	#	-	-	-	-	7	-	4	-	5
Sbavatura	4	-	17	3	3	1	4	-	1	-	1	40
Gestione impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera	1	4	#	-	-	-	#	#	-	2	-	22
Manutenzione meccanica	-	-	6	2	2	#	3	2	-	-	#	21
Movimentazione meccanica dei carichi	1	6	9	3	2	-	#	#	-	#	-	21
<b>Totale</b>	<b>21</b>	<b>47</b>	<b>86</b>	<b>28</b>	<b>22</b>	<b>7</b>	<b>40</b>	<b>33</b>	<b>5</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>319</b>

Fonte: elaborazione a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT a seguito di interviste alle aziende del comparto.

**Legenda:**

- # Operazione svolta dagli addetti alle varie fasi del ciclo produttivo, ove e quando necessario.
- Fase lavorativa assente o appalata all'esterno.
- ° Sono compresi i lavoratori di ditte appaltatrici per operazioni svolte all'interno dello stabilimento aziendale.
- \* Totale stimato calcolando la media degli addetti che contemporaneamente sono distribuiti tra le varie fasi lavorative; data la rotazione delle mansioni, in un certo istante, il numero di addetti può essere maggiore in una fase e minore in un'altra.

## 2.3 Fattori di rischio lavorativo

I principali fattori di rischio lavorativo nel comparto produttivo in esame sono elencati nella tabella seguente.

Tab. 2.3.1 *Principali fattori di rischio lavorativo nelle varie fasi del ciclo produttivo*

FASI DEL CICLO	FATTORI DI RISCHIO															
	Rischi da attrezzature / macchine / parti elettriche	Esplosione - incendio	Movimentazione manuale o meccanica	Rumore	Vibrazioni	Polveri	Gas / vapori / fumi	Stoccaggio / manipolazione di prodotti pericolosi per la salute	Rischi da strutture / ambiente disagiata	Posture / ritmi di lavoro / fatica	Lavoro notturno	Microclima / superfici calde	Fiamme libere / materiali incandescenti	Campi magnetici a bassa frequenza	Radiazioni ionizzanti	Radiazioni infrarosse / ultraviolette
Produzione, riparazione, stoccaggio <i>modelli</i>	•	•	•	•		•	•	•								
Stoccaggio, preparazione e trasporto terre	•	•	•	•		•	•	•	•							
Formatura meccanica a verde	•	•		•		•	•	•								
Formatura manuale in sabbia-resina	•	•	•	•	•	•	•		•							
Formatura manuale in anidride carbonica		•	•			•	•	•								
Produzione di <i>anime cold box</i>	•	•	•	•			•	•								
Produzione di <i>anime hot box</i>	•	•	•	•			•					•				
Produzione <i>anime</i> in ceramica	•	•				•	•					•	•			
Verniciatura, flambatura, cottura	•	•				•	•	•					•			
Ramolaggio	•	•	•	•		•		•								
Fusione	•	•	•	•		•	•	•	•			•	•	•	•	•
Colata	•	•	•	•			•	•	•			•	•			•
Manutenzione forni e siviere	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•			
Distaffatura, disterratura, smaterozzata	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•						•
Granigliatura - sabbatura	•	•	•	•		•		•								
Sbavatura	•	•	•	•	•	•			•			•	•			
Trattamenti termici sui <i>getti</i>		•	•	•			•	•				•				
Abbattimento delle emissioni in atmosfera	•	•	•			•	•	•	•							
Manutenzione meccanica	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•
Movimentazione meccanica dei carichi	•	•	•	•	•		•	•	•							



Nel ciclo produttivo delle Fonderie di ghisa di seconda fusione della Toscana sono individuabili numerosi fattori di rischio lavorativo e di varia natura. In particolare si nota dalla tabella come sia pressoché completa la lista dei rischi di natura fisica (rumore, vibrazioni, microclima, campi magnetici, radiazioni ionizzanti, radiazioni infrarosse). Molti fattori si presentano estesi a più fasi della lavorazione (rumore, polveri ecc.), altri sono invece selettivi di poche operazioni (rischio da radiazioni ionizzanti nella fusione). La diffusione dei rischi nell'ambiente di lavoro dipende, come è noto, dalla presenza delle sorgenti, nonché dal *lay-out* aziendale, in base al quale più o meno sorgenti possono trovarsi nello stesso ambiente confinato o reparto. Pertanto lo scenario rappresentato dalla tabella non corrisponde realmente a nessuna delle aziende visitate in termini di esposizione effettiva dei lavoratori ai diversi fattori di rischio. Questo dipende, infatti, da come questi rischi si combinano fra di loro, in base alle considerazioni fatte sopra, e in base soprattutto alla produzione specifica della singola azienda (Fig. 2.2.1), nonché all'organizzazione del lavoro che influenza le mansioni svolte dall'operatore. Come si evince dalla Tab. 2.2.3, ad esempio, gli addetti possono coprire più fasi del ciclo produttivo.

E' compito del datore di lavoro individuare e valutare i rischi per i lavoratori, programmando conseguentemente interventi di rimozione/riduzione dei rischi stessi e la sorveglianza sanitaria degli esposti. A questo scopo servono sia la conoscenza puntuale del livello di esposizione, che della durata e della concomitanza di esposizioni multiple che possono interagire sulla salute degli addetti. E' noto, ad esempio, che rumore, calore, polveri aumentano la possibilità che si verifichino infortuni, oppure che alcuni effetti della fatica fisica si sommano a quelli del calore o della movimentazione manuale dei carichi ecc. Inoltre è necessario tenere conto di particolari esigenze di sicurezza per alcune categorie di lavoratori, quali i minori, le lavoratrici in gravidanza e puerpere.

Il *profilo di rischio di comparto* che viene elaborato in questo volume per le fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana fornisce informazioni utili a costruire il profilo di esposizione personale del lavoratore, in quanto indica i possibili fattori di rischio presenti in ciascuna fase del ciclo tecnologico. Per rispondere all'intento informativo del documento – e di tutto il progetto Profili di rischio e soluzioni di ARPAT (come illustrato a fine volume) – vengono anche descritti i principali effetti sulla salute attribuibili al singolo fattore di rischio, indipendentemente dal livello di esposizione che si realizza nell'azienda. Laddove possibile, nel Capitolo 3 sono state riportate, per ogni fase, le stime quantitative dei livelli ambientali dei fattori di rischio, allo scopo di orientare la stima dei danni attesi per la salute.

Data la complessità del ciclo lavorativo esaminato e degli stessi fattori di rischio individuati, si è ritenuto opportuno, in molti casi, utilizzare altresì il *Glossario* per dare un inquadramento generale del fattore di rischio e della sua potenziale nocività.

## 2.4 Fattori di impatto e di rischio ambientale

Le Fonderie di seconda fusione sono classificate come industrie insalubri di seconda classe, a meno che non fondano rottami di recupero: in tal caso sono classificate industrie insalubri di prima classe (R.D. n. 1265 del 1934 *Testo unico delle Leggi Sanitarie*).

Gli impianti di produzione di ghisa o di acciaio (fusione primaria o secondaria), compresa la relativa colata continua di capacità superiore a 2,5 tonnellate all'ora, rientrano nelle categorie di attività industriali soggette al D.Lgs. n. 372 del 04.08.1999 "Attuazione della Direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (I.P.P.C.)". Come si può vedere al paragrafo 3.9.3 (Tab. 3.9.3.2) diverse aziende del comparto rientrano nelle attività industriali soggette al D.Lgs. n. 372/1999 il quale prevede misure intese a evitare oppure, qualora non sia possibile, a ridurre le emissioni delle suddette attività nell'aria, nell'acqua e nel suolo, comprese le misure relative ai rifiuti, e a conseguire un livello elevato di protezione dell'ambiente nel suo complesso. Tale decreto disciplina il rilascio, il rinnovo e il riesame dell'autorizzazione integrata ambientale per gli impianti esistenti, nonché le modalità di esercizio degli impianti medesimi. Ai fini del suddetto decreto "impianto esistente" si intende un impianto in esercizio, ovvero un impianto che, ai sensi della legislazione vigente anteriormente alla data di entrata in vigore del decreto stesso, abbia ottenuto tutte le autorizzazioni ambientali necessarie per il suo esercizio o il provvedimento positivo di compatibilità ambientale. È considerato altresì "esistente" l'impianto per il quale, alla data di entrata in vigore del presente decreto, siano state presentate richieste complete delle predette autorizzazioni, a condizione che esso entri in funzione entro un anno dalla data di entrata in vigore del decreto stesso.

I principali fattori di impatto e di rischio ambientale del comparto produttivo in esame sono evidenziati nella Tabella 2.4.1.

Tab. 2.4.1 *Principali fattori di impatto e di rischio ambientale nelle varie fasi del ciclo produttivo*

FASI DEL CICLO	FATTORI DI IMPATTO					FATTORI DI RISCHIO	
	Emissioni in atmosfera	Diffusione di rumore	Produzione di rifiuti	Consumo di risorse (energia / materie prime)	Elevazione in altezza ed aspetti paesaggistici	incendio - Esplosione	Rilascio accidentale di inquinanti (liquidi / solidi / aeriformi).
Produzione, riparazione, stoccaggio <i>modelli</i>	•	•	•	•	•	•	
Stoccaggio, recupero, preparazione e trasporto terre	•	•	•	•	•	•	•
Formatura meccanica <i>a verde</i>	•	•	•	•	•	•	
Formatura manuale in sabbia-resina	•		•	•	•	•	
Formatura manuale in anidride carbonica	•		•	•	•	•	
Produzione di <i>anime cold box</i>	•		•	•	•	•	•
Produzione di <i>anime hot box</i>	•		•	•	•	•	•
Produzione <i>anime</i> in ceramica	•		•	•	•	•	•
Verniciatura, flambatura, cottura	•		•	•	•	•	•
Ramolaggio	•		•	•	•	•	
Fusione	•	•	•	•	•	•	•
Colata	•	•	•	•	•	•	
Manutenzione forni e siviere	•		•	•	•	•	
Distaffatura, disterratura, smaterozzatura	•	•	•	•	•	•	•
Granigliatura – sabbatura	•	•	•	•	•	•	•
Sbavatura	•	•	•	•	•	•	
Trattamenti termici sui <i>getti</i>	•		•	•	•	•	•
Abbattimento delle emissioni in atmosfera		•		•	•	•	•
Movimentazione meccanica dei carichi	•		•	•		•	•
Manutenzione meccanica	•	•	•	•		•	•



## 3 ANALISI DI RISCHI, DANNI E PREVENZIONE PER FASE LAVORATIVA

### Premessa

In questo capitolo si analizzano i principali rischi, danni e soluzioni per le varie fasi lavorative che caratterizzano il ciclo produttivo del comparto in esame.

Ogni fase lavorativa viene descritta secondo lo schema seguente:

- DESCRIZIONE: spiegazione della lavorazione con la descrizione delle macchine, delle attrezzature, delle sostanze e prodotti utilizzati;
- RISCHI LAVORATIVI, DANNI E PREVENZIONE: individuazione dei principali fattori di rischio lavorativo potenzialmente presenti riportando per ognuno il danno atteso (sulla base della letteratura e/o di indagini sul campo) e gli interventi prevenzionistici che nella pratica sono risultati più efficaci, dando indicazioni di massima rispetto ai rischi residui. Sono riportati, dove possibile, valori numerici o valutazioni qualitative per stimare l'esposizione. Una tabella riassuntiva permette poi l'individuazione rapida delle principali problematiche trattate in modo esteso nel testo;
- IMPATTO AMBIENTALE: individuazione dei principali fattori di impatto per l'ambiente e la popolazione circostante, corredati di schemi di flusso delle materie in ingresso e in uscita dalla fase lavorativa; le stime quantitative relative a emissioni in atmosfera, consumi di energia e di risorse, produzione di rifiuti e altri dati di produzione, sono state ottenute da questionari inviati alle aziende del comparto;
- RISCHIO AMBIENTALE: individuazione dei fattori di rischio per l'ambiente e la popolazione circostante.

I fattori di impatto ambientale e i fattori di rischio ambientale sono inoltre riassunti complessivamente per tutte le fasi lavorative nel Capitolo 4. Per le loro definizioni vedere il *Glossario*.

Le indicazioni relative agli impianti elettrici, impianti a gas e apparecchi a pressione vengono fornite nei paragrafi relativi alle singole fasi lavorative e, per gli aspetti più generali, nel Capitolo 5.

Si è cercato di mantenere un livello di approfondimento sufficientemente dettagliato per facilitare la valutazione dei rischi da parte dei soggetti incaricati ogni aspetto può comunque essere ulteriormente approfondito tramite contatti diretti con gli operatori ASL e ARPAT (vedere elenco dei collaboratori al presente quaderno).

Le fotografie riportate nel testo vogliono documentare alcune situazioni reali ed aiutare la comprensione di quanto si è descritto, anche se non rappresentano situazioni generalizzate a tutte le aziende del comparto né necessariamente le migliori tecnologie disponibili.

Le proposte di interventi prevenzionistici riportate nel presente quaderno sono applicazione di norme di Legge ben definite (riportate estesamente al Capitolo 6), tuttavia possono non essere sufficienti se non viene accuratamente considerata l'organizzazione del lavoro, l'informazione e la formazione dei lavoratori, con relativa messa a punto ed applicazione di procedure operative corrette e sicure.

### 3.1 Riparazione e stoccaggio modelli

#### 3.1.1 Descrizione

La produzione dei *modelli in legno* presenta i fattori di rischio tipici di una falegnameria. Molte delle fonderie presenti in Toscana producono conto terzi ed è il cliente stesso che fornisce il modello dell'oggetto che commissiona. Talvolta possono essere realizzati modelli in fibra di vetro o in lega metallica leggera. Generalmente la produzione dei modelli avviene quindi a cura di aziende specializzate esterne, tuttavia in alcune fonderie possono essere effettuate riparazione e modifiche dei modelli in legno. I modelli vengono chiamati anche *placche-modello* e il reparto dove si realizzano o si riparano è chiamato *modelleria*.

Il tipo di legno che di solito è utilizzato per i modelli è il compensato di faggio o il cirmolo, ma talvolta sono utilizzati anche altri legni.

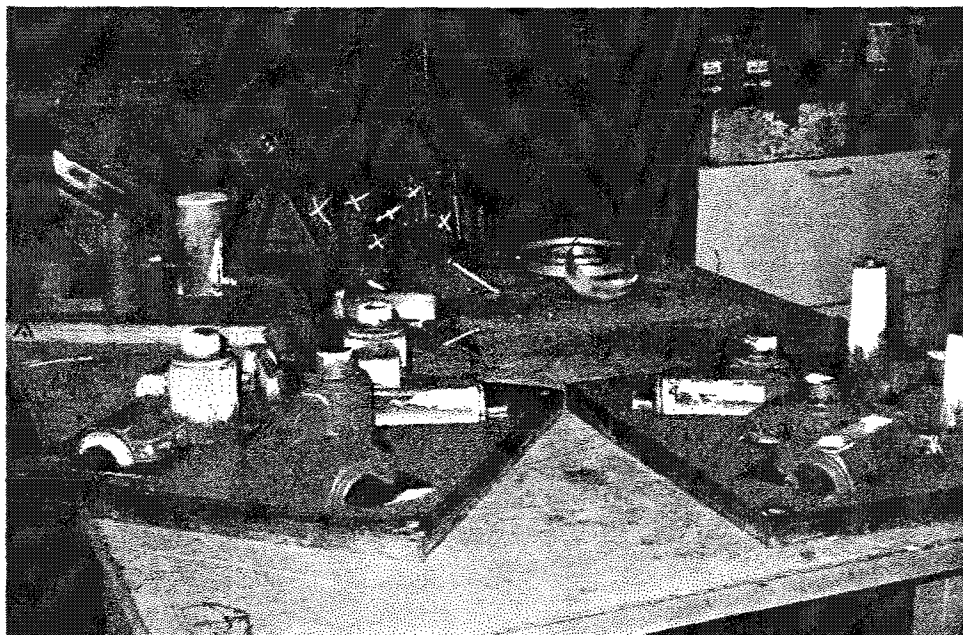


Fig. 3.1.1 Modelli in riparazione sul banco di lavoro

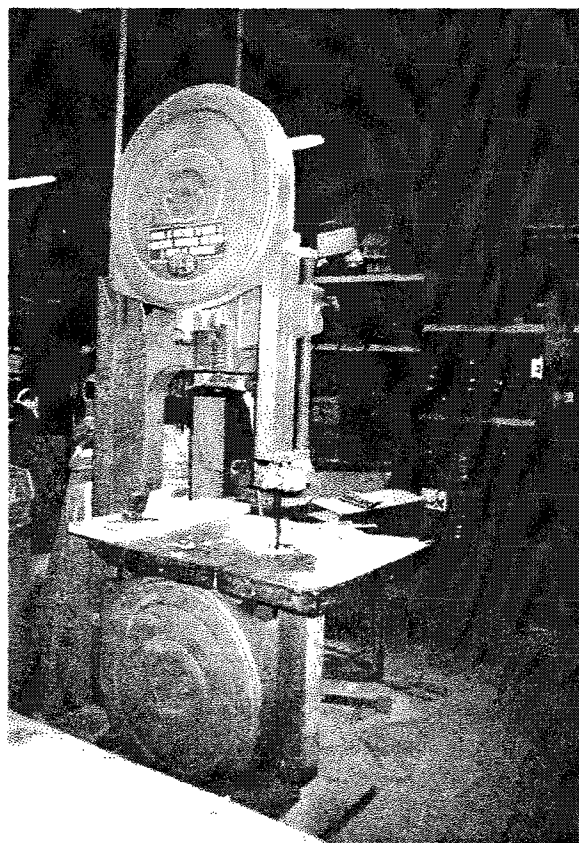


Fig. 3.1.2 Sega a nastro per la riparazione dei modelli

La riparazione dei modelli viene effettuata su un banco di lavoro (Fig. 3.1.1) con utensili manuali, ma possono anche essere utilizzate macchine di falegnameria quali: sega a nastro (Fig. 3.1.2), sega circolare, troncatrici, piallatrici manuali o automatiche, fresatrici, tornio a legno, trapani a colonna o a bandiera o manuali, toupie, scartatrici a nastro o circolari (Fig. 3.1.5).

Parti del modello danneggiato possono essere ricostruite tramite calchi con l'utilizzo di resine termoindurenti.

Alcune aziende del comparto per la pulizia dei modelli in legno dispongono di una macchina sabbiatrice.

Vengono anche effettuate operazioni di incollaggio (in genere con colla a base acquosa per legno) e stuccature con stucco per legno applicato manualmente. Una volta che lo stucco si è essiccato viene effettuata la scartatura del pezzo. Effettuata la riparazione, per ritoccare le parti del modello che sono state interessate dalla lavorazione viene eseguita la verniciatura a pennello.

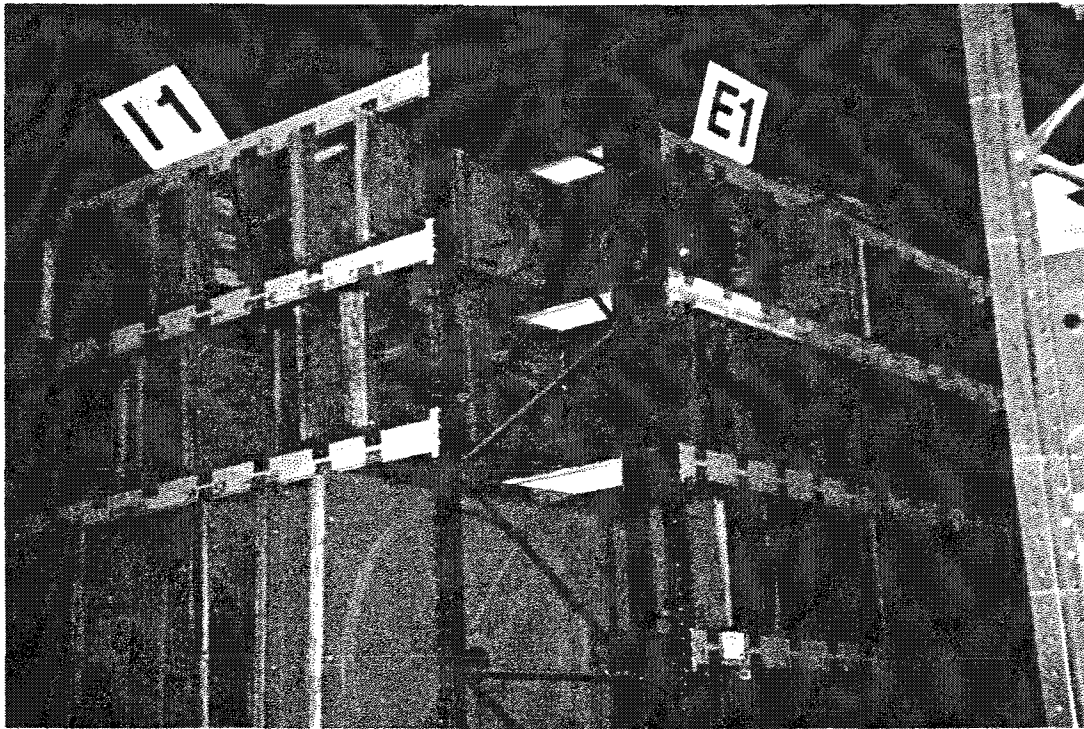


Fig. 3.1.3 Modelli stoccati su scaffalature

I modelli vengono stoccati su scaffalature (Fig. 3.1.3) e movimentati tramite *transpalletts* (Fig. 3.1.4 A) o con carrelli elevatori (*muletti*) a trazione elettrica oppure tramite carroponete (Fig. 3.1.4 B).

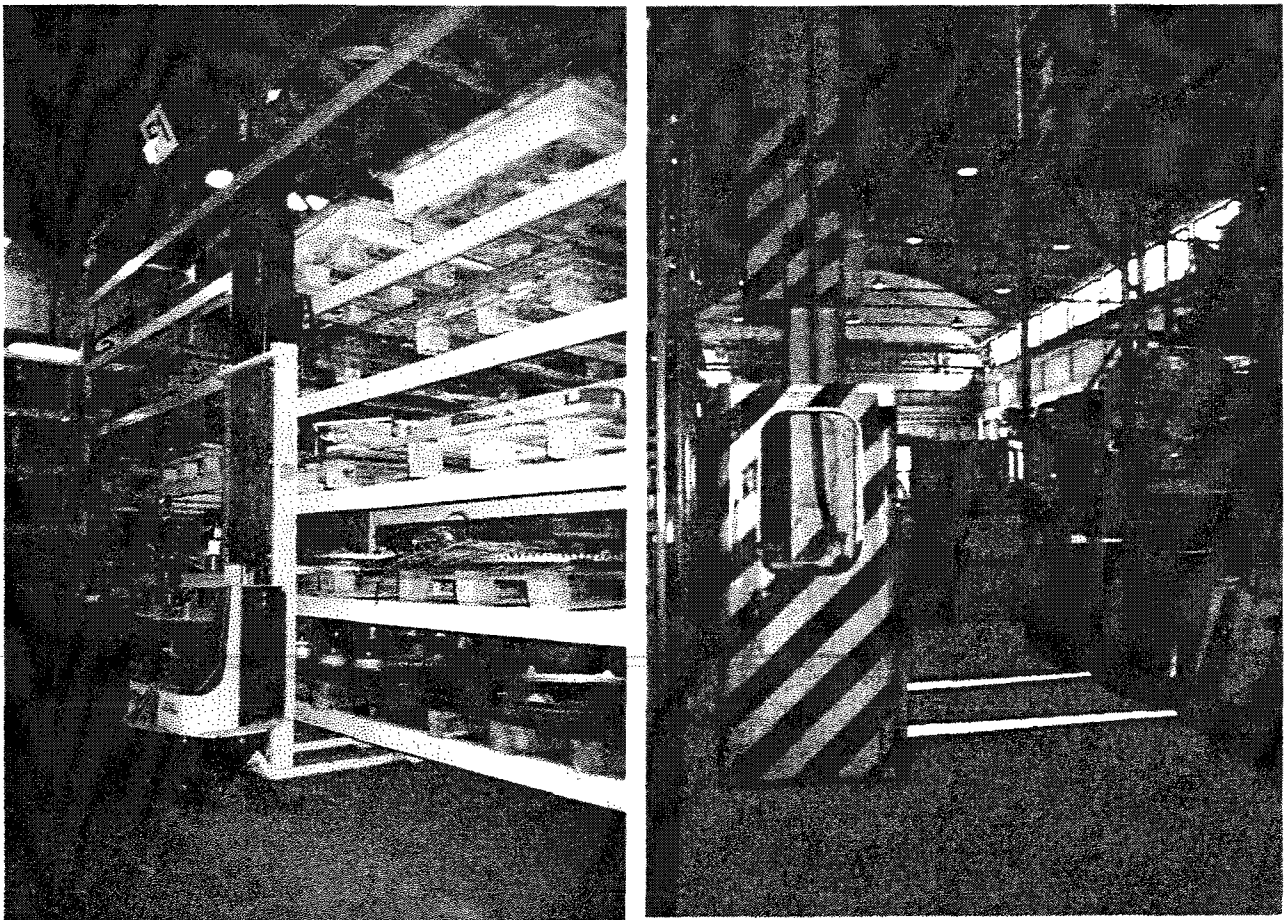


Fig. 3.1.4 A/B Scaffalature per stoccaggio modelli e movimentazione con *transpalletts*. A: con carrello; B: con carroponete

### 3.1.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Nel 1999, in Toscana, gli addetti a questa fase erano circa 24 su 319 addetti del comparto. Sempre in Toscana, solo alcune fonderie hanno un reparto completo di tutte le macchine per la riparazione dei modelli in legno, pertanto si riportano indicazioni di massima di prevenzione per le macchine che sono risultate presenti in alcune aziende del comparto. Documentazione più dettagliata e completa al riguardo è disponibile presso ARPAT-CEDIF o altri soggetti che hanno collaborato alla realizzazione del presente quaderno.

#### Lavoro in prossimità di macchine con asportazione di trucioli di legno

La lavorazione alle macchine con asportazione di trucioli di legno può comportare la proiezione degli stessi e la possibilità di colpire gli addetti con particolare rischio per gli occhi. Pertanto è necessario utilizzare schermi trasparenti di protezione alle macchine, dotati di dispositivo di blocco; adottare dispositivi che favoriscano lo scarico dei trucioli verso l'esterno senza danno per i lavoratori; utilizzare D.P.I. (occhiali o visiere, grembiuli, guanti) ed evitare che polveri e trucioli di legno possano venire a contatto con superfici calde della macchina con conseguente rischio di incendio.

È necessario evitare l'accumulo di trucioli e polveri di legno intorno alle macchine, sia per ridurre la diffusione e quindi la possibilità di inalazione da parte dei lavoratori, sia per ridurre il rischio di incendio; pertanto deve essere effettuata frequentemente la pulizia dell'ambiente di lavoro tramite aspirapolveri industriali. La pulizia delle macchine va effettuata quando esse sono ferme.

#### Lavoro in prossimità di organi meccanici/taglienti in movimento

In caso di presa – impigliamento – trascinarsi con gli organi meccanici in movimento, o di contatto con gli organi lavoratori delle macchine utensili, gli addetti possono riportare contusioni, ferite da taglio, amputazioni.

La concomitanza con altri fattori di rischio (esposizione a rumore, polveri e schegge) rende maggiore il rischio di infortuni.

Gli infortuni che possono avvenire lavorando a queste macchine, nella maggior parte dei casi, danno luogo a postumi permanenti a carico della mano, pertanto si può comprendere come questo possa rappresentare un pesante risvolto per la vita lavorativa e sociale delle persone infortunate.

La prevenzione consiste in primo luogo nell'utilizzare macchine rispondenti alle norme di sicurezza (nella fattispecie il D.P.R. n. 547/1955 e il D.P.R. n. 459/1996 *Direttiva macchine*), pertanto è da valutare la sostituzione progressiva con nuove macchine dotate di marchio CE.

Deve essere presente il dispositivo di arresto di emergenza e il dispositivo che, in caso di ripristino dell'alimentazione elettrica dopo un'interruzione avvenuta per un qualsiasi motivo, impedisca il riavviamento intempestivo della macchina. In tal caso, il riavviamento deve richiedere una nuova pressione del pulsante di marcia.

È importante che i lavoratori siano istruiti riguardo al contenuto del manuale d'uso delle macchine e alle relative istruzioni; alla corretta regolazione delle protezioni mobili, in rapporto alle dimensioni dei pezzi da lavorare; ai lavori consentiti e vietati; al divieto di effettuare operazioni di manutenzione e pulizia con organi in movimento, di lavorare con macchine sprovviste di dispositivi di sicurezza o di ripari nonché al divieto di rimuovere o manomettere gli stessi.

Per ogni macchina esistono delle specifiche indicazioni di sicurezza. È importante che i lavoratori siano informati e formati riguardo agli eventuali rischi residui. Riportiamo qui i principali accorgimenti di sicurezza messi in atto, in accordo alle normative vigenti, per le macchine di lavorazione del legno risultate presenti in alcune aziende del comparto.

La *calibratrice* o *levigatrice automatica* deve essere protetta dai rischi di infortuni per contatti accidentali.

Le principali misure generalmente adottate sono le seguenti:

- per evitare il rischio di contatti accidentali con il nastro abrasivo nella zona di imbocco del pezzo adottare una protezione costituita da una costola mobile collegata a un dispositivo di blocco elettrico che, se sollevata, abbassa il tappeto di avanzamento del pezzo e arresta il funzionamento della macchina;
- per evitare il rischio di contatti accidentali con il nastro abrasivo e con i rulli tendi-nastro durante la loro regolazione, adottare una protezione costituita da due portelli laterali mobili provvisti di microinterruttori di sicurezza;
- per evitare il rischio di schiacciamento tra tappeto mobile e strutture fisse della macchina, ridurre lo spazio tra tappeto e strutture in modo da non consentire l'introduzione delle mani.

La *pialla a filo* deve essere protetta dai rischi di infortuni per contatti accidentali. La prevenzione può essere così attuata:

- per evitare il contatto accidentale con l'albero portacoltelli davanti al dispositivo di guida del pezzo adottare una copertura mobile oscillante con molle di richiamo, oppure copertura regolabile in altezza e in larghezza che copra tutto l'albero a esclusione del tratto indispensabile alla lavorazione, oppure copertura a segmento. È opportuno adottare attrezzature atte a rendere più sicuro il lavoro quali portapezzi, spingitori e simili, specie in caso di lavorazione di pezzi corti e sottili. È importante che durante la lavorazione il pezzo sia appoggiato al dispositivo di guida;
- per evitare il contatto accidentale con l'albero portacoltelli dietro al dispositivo di guida del pezzo, adottare una copertura fissa alla guida che ne segua lo spostamento;
- per evitare la possibilità di proiezione dei coltelli durante la rotazione dell'albero, adottare idonei sistemi di fissaggio dei coltelli;

- per ridurre il rischio di rifiuto del pezzo con proiezione dello stesso, effettuare la regolazione dei bordi di apertura del banco di lavoro in modo da ottenere una distanza dai coltelli non superiore a 5 mm; durante la lavorazione appoggiare il pezzo al dispositivo di guida e adottare le altre indicazioni di sicurezza sopra riportate;
- per la protezione dalla proiezione di trucioli dotare la macchina di idonei dispositivi, aspirazione localizzata, e usare di D.P.I. (occhiali, visiere).

È importante che i lavoratori siano istruiti in particolare in merito al fatto che il rischio di rifiuto del pezzo è maggiore nel caso i coltelli siano spuntati; pertanto è necessario effettuare verifiche periodiche ed eseguire la necessaria manutenzione. È importante che i lavoratori siano consapevoli che il rischio di rifiuto del pezzo persiste anche in fase di ritorno facendo scorrere il pezzo sopra il portacoltelli. Inoltre è indispensabile che gli operatori siano formati sulla posizione del corpo da tenere durante la lavorazione, posizionandosi di fianco e non dietro al pezzo che viene spinto, e sulla modalità di utilizzo di portapezzi, spingitori, sistemi di pressione, dispositivi di guida sussidiari e altre attrezzature atte a rendere più sicuro il lavoro.

La *sega a nastro* deve essere protetta dal rischio di infortuni per contatti accidentali. La prevenzione può essere attuata nel seguente modo:

- proteggere completamente volani di rinvio con ripari di adeguata resistenza; è importante che la protezione si estenda anche alle corone dei volani in modo da trattenere il nastro in caso di rottura;
- proteggere il nastro contro il contatto accidentale anche in tutto il percorso che non risulta compreso nelle protezioni sopra citate, a eccezione del tratto strettamente necessario alla lavorazione, utilizzando una protezione regolabile a seconda della dimensione del pezzo da tagliare e avente le seguenti caratteristiche: che impedisca il contatto con l'utensile su quattro lati; montata in modo tale da seguire lo spostamento del guidalama superiore; fissata in modo da non dovere essere asportata per la sostituzione della lama; regolata per permettere il solo passaggio del pezzo in lavorazione;
- dotare di carter mobili (di adeguata resistenza e provvisti di dispositivi di blocco), il tratto opposto alla zona di taglio che scorre tra il volano superiore e inferiore;
- durante la lavorazione è importante che il pezzo sia appoggiato al dispositivo di guida; per effettuare l'avanzamento del pezzo utilizzare un trascinatore amovibile realizzato in modo che l'arresto della macchina provochi automaticamente l'arresto del trascinatore, o, in alternativa al trascinatore suddetto, utilizzare attrezzature idonee quali spingitori e simili in particolare per pezzi corti e sottili;
- installare un dispositivo di frenatura automatica comandato dall'operatore che permetta l'arresto della lama in tempi brevi; regolare correttamente la tensione del nastro e dei guidalama utilizzando un dispositivo automatico con indicatore di tensione;

È importante che i lavoratori siano formati in particolare sul divieto di utilizzare lame deformate o incurvate e sulla modalità di uso della macchina ad esempio, in caso di tagli a tavola inclinata, è necessario posizionare il pezzo in modo che il taglio venga effettuato sul lato più alto mentre il lato più basso poggia sulla guida.

La *sega circolare* deve essere protetta dal contatto accidentale con l'utensile, dal rifiuto del pezzo con proiezione dello stesso, dalla proiezione del disco o di parte di esso, dal rischio di presa e trascinamento da parte degli organi lavoratori. La prevenzione può essere attuata nel seguente modo:

- proteggere il disco sopra il piano di lavoro tramite una cuffia registrabile avente le seguenti caratteristiche: regolabile e bloccabile all'altezza del pezzo da segare; realizzata in materiale resistente e in grado di evitare la proiezione di materiali; di dimensioni tali da giungere, con il suo spigolo anteriore, fin sopra il punto di entrata della tavola tenendo anche conto dell'eventuale disco incisore;
- proteggere il disco sotto il piano di lavoro tramite schermi fissi ai due lati dell'utensile nella parte sporgente. Sono importanti portapezzi, spingitori e simili, in particolare per lavorazione di pezzi corti e sottili che rendono più sicuro il lavoro;
- utilizzare un coltello divisore avente spessore uguale o inferiore a 0,5 mm al massimo rispetto alla larghezza di taglio, posizionato posteriormente alla lama a non più di 3 mm dalla dentatura e in modo che il punto più alto sia inferiore di 5 mm alla sporgenza della lama, con profilo non tagliente ed estremità superiore terminante con un forte arrotondamento sporgente;
- fissare efficacemente il disco all'albero;
- proteggere gli organi di trasmissione del moto (cinghie e pulegge) con carter fissi o dotati di dispositivo di blocco.

È importante che i lavoratori siano formati in particolare su: corretta regolazione del coltello divisore; diametro minimo e massimo del disco, spessore di taglio minimo e massimo; necessità di installare una controguida bassa per lavori particolari in cui la guida non può essere avvicinata sufficientemente a causa della cuffia di protezione (ad esempio in caso di taglio di pezzi sottili); corretta posizione durante il lavoro, stando con il corpo spostato lateralmente rispetto al pezzo per evitare di essere colpiti in caso di rifiuto dello stesso.

La macchina *toupie* deve essere protetta dai rischi connessi con la lavorazione.

Per evitare il contatto accidentale con l'utensile durante i lavori di *profilatura con guida rettilinea*:

- installare una cuffia di protezione dietro il dispositivo di guida che racchiuda la parte di utensile non utilizzata per la lavorazione. Le aperture per lo scarico o l'aspirazione dei trucioli non devono permettere alle mani del lavoratore il raggiungimento di parti pericolose della macchina;



- utilizzare un trascinatore amovibile per l'avanzamento del pezzo oppure, in caso di impossibilità di utilizzo del trascinatore, adottare una protezione (ad esempio un archetto respingente) posizionata a una distanza minima dell'utensile di 15 mm, regolabile in altezza in modo da permettere solo il passaggio del pezzo in lavorazione; se si utilizza l'archetto, questo deve essere fissato su parti stabili della macchina o su fori praticati nel dispositivo di guida aventi diametro maggiore nella parte inferiore per evitare che si possa otturare con i trucioli, inoltre deve essere di lamiera di acciaio con molle di almeno 50 mm di larghezza e 250 mm di lunghezza; sempre nell'impossibilità di utilizzo del trascinatore, possono essere utilizzati dispositivi pressori per mantenere aderenti i pezzi alla tavola e alla guida insieme ad attrezzature idonee quali portapezzi, spingitori e simili da utilizzare specialmente quando i pezzi sono corti o sottili;
- adottare un dispositivo di frenatura che consenta di arrestare l'utensile in tempi brevi.

Per realizzare la protezione in caso di inceppamento del pezzo e violento ritorno all'indietro durante i lavori di profilatura con guida rettilinea:

- realizzare l'avanzamento del pezzo tramite un trascinatore amovibile o dei mezzi alternativi sopra descritti;
- posizionare correttamente le due parti della guida in modo tale che siano di altezza e lunghezza sufficienti, realizzate in materiale resistente ma facilmente truciolabile (ad esempio in legno o in plastica leggera), con fissaggio rigido e regolabile, situate sullo stesso piano e il più vicino possibile all'utensile;
- assicurarsi che l'apertura di uscita del mandrino portautensile o dell'utensile nel banco sia la più piccola possibile.

Per realizzare la protezione contro i contatti accidentali alla macchina toupie durante i lavori di profilatura con guida curva alla macchina toupie:

- utilizzare una protezione sull'utensile (ad esempio un anello), sostenuta da supporti sul tavolo di lavoro e indipendente dall'albero, regolabile in altezza;
- munire di idonee impugnature le sagome su cui vengono fissati i pezzi, assicurandosi che siano mantenute in buone condizioni.

Per realizzare la protezione in caso di inceppamento del pezzo e violento ritorno all'indietro durante i lavori di profilatura con guida curva alla macchina toupie:

- munire di idonee impugnature le sagome su cui vengono fissati i pezzi, assicurandosi che siano mantenute in buone condizioni.

Per eliminare il rischio di proiezione dell'utensile:

- assicurarsi che l'utensile sia fissato in modo che non si possa allentare per frenature o inversioni di rotazione.

Per evitare contatti accidentali con gli organi di trascinamento del pezzo:

- installare una cuffia metallica che racchiuda i rulli lateralmente e nella parte superiore.

Per evitare il rischio di contatto accidentale con l'utensile:

- le eventuali aperture nei dispositivi atti a intercettare i trucioli e per l'aspirazione delle polveri devono essere realizzate in modo da non permettere che le mani del lavoratore possano raggiungere parti pericolose della macchina.

Inoltre, altre importanti misure di sicurezza sono le seguenti:

- i dispositivi di comando devono essere posizionati al di fuori di possibili zone di rifiuto del pezzo;
- in prossimità della macchina ci devono essere apposti schemi e/o tabelle che consentano di conoscere la velocità di rotazione in funzione della posizione delle cinghie di trasmissione o del cambio di velocità;
- il pedale del freno e quello del blocco del mandrino devono essere opportunamente separati;
- i lavoratori devono essere istruiti in particolare sulla regolazione dello spessore di taglio a macchina ferma e sull'utilizzo e regolazione delle protezioni in base ai diversi tipi di lavorazione di volta in volta effettuate sulla stessa macchina;
- per effettuare lavori di tenonatura accertarsi che la macchina sia equipaggiata anche di un carrello avente un efficace dispositivo di blocco dei pezzi.

Il tornio a legno deve essere protetto dal rischio di infortuni. Le misure di sicurezza comunemente adottate sono le seguenti:

- protezione sulle cinghie di trasmissione del moto per evitare il rischio di presa e trascinamento;
- manicotti di protezione sulle viti del mandrino per evitare che possano determinare l'impigliamento agli indumenti dell'addetto durante la rotazione;
- schermo a protezione del mandrino provvisto di dispositivo di blocco.

Il trapano a colonna deve essere protetto dal contatto con gli utensili, proiezione di materiali, rotazione del pezzo, contatto con gli organi di trasmissione del moto. La prevenzione può essere attuata nel seguente modo:

- proteggere il mandrino e la punta che ruotano durante la lavorazione dai contatti accidentali e dalla proiezione di trucioli tramite uno schermo mobile trasparente dotato di dispositivo di blocco;
- per evitare che il pezzo possa entrare in rotazione insieme alla punta lavoratrice, fissare il pezzo tramite morse o griffe, trattenuate a loro volta con squadre o bulloni alle tavole portapezzi anch'esse fissate;
- proteggere il variatore di giri, costituito da pulegge e cinghia, tramite coperchio mobile munito di dispositivo di blocco;
- istruire gli addetti e in particolare sulla scelta del tipo di punta, numero di giri e velocità di avanzamento durante la foratura in relazione al pezzo da forare e all'utilizzo obbligatorio del fermapezzo.

La scartatrice deve essere protetta dal rischio di infortuni. Le misure generalmente adottate sono:

- protezione fissa (o se mobile munita di dispositivo di blocco) degli organi di trasmissione del moto;
- protezione sull'organo lavoratore in modo che resti scoperta solo la parte di esso interessata dalla lavorazione;
- formazione e informazione degli addetti sulle corrette procedure di lavoro e sull'utilizzo dei dispositivi di protezione individuale (guanti, grembiule, occhiali, maschere filtranti ecc.).

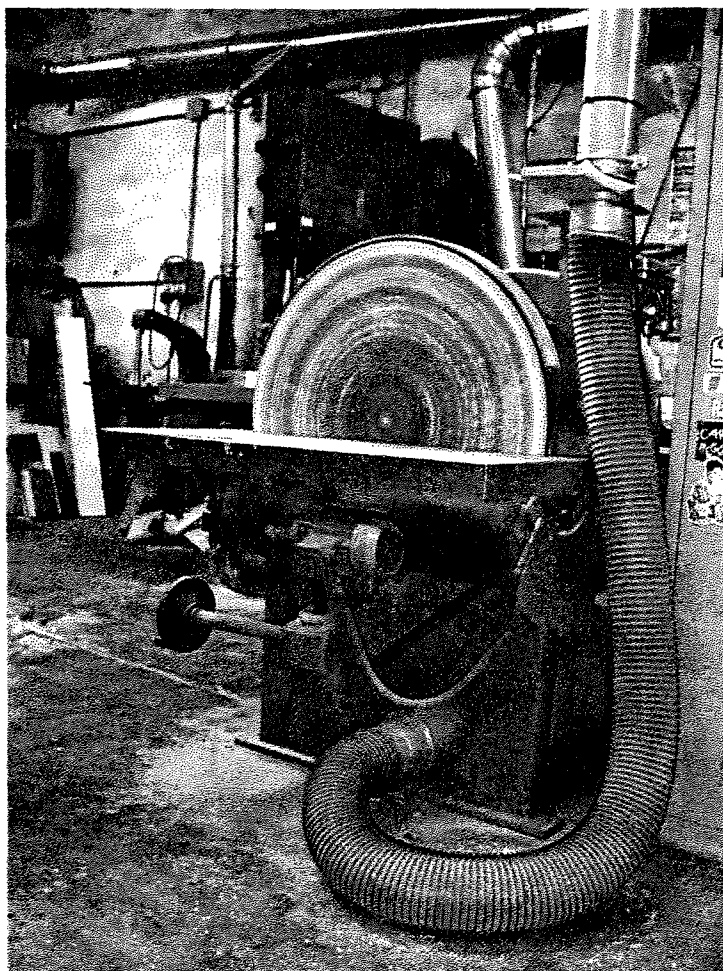


Fig. 3.1.5 Scartatrice dotata di aspirazione localizzata

#### Esposizione a polveri

Le macchine utensili presenti in questo reparto possono generare notevoli quantità di polveri durante la lavorazione del legno.

Per i danni alla salute derivanti dalla esposizione a polveri di legno vedere il *Glossario*.

Il D.Lgs. n. 66/2000 ha modificato il Titolo VII del D.Lgs. n. 626/94 sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti dall'esposizione ad agenti cancerogeni, introducendo fra i processi e le attività produttive che comportano rischio cancerogeno il lavoro comportante l'esposizione a polveri di legno duro insieme a un valore limite per l'esposizione di  $5 \text{ mg/m}^3$ , valore misurato o calcolato per un periodo di riferimento di 8 ore, per la frazione inalabile. Se le polveri di legno duro sono miste ad altre polveri di legno, il valore si applica a tutte quelle presenti nella miscela in questione. Il datore di lavoro deve quindi effettuare un'accurata valutazione del rischio ai sensi del titolo VII, individuando, tra l'altro, i lavoratori esposti al cancerogeno, attuando la misura e il monitoraggio dell'esposizione, nonché la sorveglianza sanitaria. Gli obblighi del datore di lavoro riguardano altresì la sostituzione del materiale pericoloso o la sua utilizzazione in ciclo chiuso e, solo dove ciò non sia tecnicamente possibile, la riduzione dell'esposizione dei lavoratori.

Per ridurre l'emissione di polveri nell'ambiente di lavoro sono necessari impianti di aspirazione localizzata presso tutte le macchine utensili, posizionati il più vicino possibile alla fonte di emissione (vedi ad esempio la Figura 3.1.5 relativa a una delle aziende del comparto), garantendo altresì un adeguato ricambio d'aria generale dell'ambiente di lavoro.

L'accumulo di polveri intorno alle macchine deve essere evitato, sia per ridurre la diffusione, sia per ridurre il rischio di incendio; pertanto deve essere effettuata frequentemente la pulizia dell'ambiente di lavoro tramite aspirapolveri industriali. È opportuno che la pulizia dei modelli sia effettuata con sistemi aspiranti, limitando l'uso di sistemi a soffio nei soli punti dove il primo sistema risulti inefficace. In relazione al livello di esposizione gli addetti devono indossare D.P.I. (tuta, maschere filtranti di protezione delle vie respiratorie) ed essere adeguatamente informati e formati; inoltre se la valutazione del datore di lavoro ha evidenziato un rischio per la salute, devono essere sottoposti a sorveglianza sanitaria.

Si ricorda comunque che i lavoratori, soci compresi, quando effettuano lavorazioni insudicianti o con esposizione a polveri o altri agenti nocivi, devono disporre di armadietti a doppio scomparto per l'alloggiamento distinto degli abiti civili e da lavoro, docce e servizi igienici idonei.

#### Lavoro in prossimità di apparecchiature elettriche

Sono possibili contatti indiretti dei lavoratori con parti metalliche normalmente non in tensione elettrica (costituite dall'involucro esterno delle macchine), che in caso di guasto possono portarsi in tensione.

Sono anche possibili contatti diretti del corpo con parti normalmente in tensione in caso vengano tentati interventi di riparazione senza adottare i necessari accorgimenti di sicurezza. Si può quindi verificare un danno da folgorazione (ustione, contrazione muscolare, arresto della respirazione, arresto del cuore).

L'impianto elettrico deve essere conforme alle norme vigenti, e in particolare dotato di: dispositivi di protezione contro cortocircuiti e sovraccarichi (interruttore automatico magnetotermico o equivalente); dispositivi di interruzione automatica coordinati con l'impianto di terra, oppure mediante separazione elettrica dei circuiti o mediante attrezzature munite di isolamento supplementare; quadri elettrici delle macchine protetti in contenitori muniti di interruttore con interblocco o chiudibili a chiave, ai quali l'accesso per le riparazioni sia consentito solo a personale specializzato che si assicuri di aver staccato l'alimentazione elettrica prima di intervenire; grado di protezione degli involucri contenenti apparecchiature elettriche adeguato all'ambiente in cui sono installati.

#### Utilizzo di attrezzature manuali taglienti

L'utilizzo di trincetti e attrezzi simili può essere causa di ferite da taglio. È pertanto necessario: informare e formare adeguatamente gli addetti, utilizzare utensili in sicurezza (ad esempio trincetti con protezione mobile che lasci scoperta solo la parte necessaria alla lavorazione) e indossare guanti antitaglio.

#### Movimentazione meccanica dei carichi e stoccaggio su scaffalature

La movimentazione delle *placche-modello* tramite carrelli elevatori e transpalletts espone i lavoratori a vari rischi. Si è ritenuto utile descrivere una volta per tutte le problematiche relative alla *movimentazione meccanica dei carichi* al Paragrafo 3.17, a cui rimandiamo.

Si ricorda in questa fase del ciclo l'importanza di progettare adeguatamente i percorsi di mezzi e pedoni garantendo spazi adeguati e segnalazioni. Le scaffalature devono essere di portata idonea, dotate di cartelli che ne indichino la portata (in caso di ripiani con portata diversa, ogni ripiano deve riportare l'indicazione della portata); le scaffalature devono inoltre essere stabilmente fissate al soffitto o alle pareti o comunque realizzate con una struttura tale che sia impossibile la caduta per ribaltamento della scaffalatura stessa; periodicamente è opportuno controllarne il buono stato. In un'azienda di un altro comparto in Toscana è recentemente accaduto un infortunio mortale per cedimento strutturale e caduta di una scaffalatura.

#### Movimentazione manuale dei carichi

In caso di movimentazione manuale delle *placche-modello*, gli addetti possono riportare dolori e lesioni al sistema muscoloscheletrico, oltre a ferite e contusioni agli arti inferiori in caso di caduta dei pezzi.

Se il legno è scheggiato o tende a scheggiarsi, gli addetti possono riportare ferite alle mani durante la sua movimentazione, pertanto è necessario l'uso di guanti.

È necessaria un'adeguata informazione e formazione alle posture corrette durante la movimentazione e l'utilizzo di D.P.I. (scarpe di sicurezza con punta rinforzata).

La movimentazione manuale dei carichi è consentita fino a 30 Kg per gli uomini e 25 Kg per le donne. Per pesi maggiori è necessario utilizzare ausili per la movimentazione e/o effettuare la movimentazione tramite due addetti.

#### Esposizione a rumore

Le sorgenti sonore in questa fase lavorativa sono le macchine utensili per la lavorazione del legno e gli impianti di aspirazione localizzata per la captazione delle polveri di legno.

I livelli di rumore derivante da questo tipo di macchine sono elevati - in genere fino a 100 dB(A) - tanto che un'esposizione prolungata può determinare danni uditivi (ipoacusia da rumore).

Per quanto riguarda l'esposizione personale degli addetti nelle aziende del comparto, e da notare che:

- i tempi di esposizione al rumore derivante dalle macchine per la lavorazione del legno sono in genere molto più bassi rispetto ad una normale falegnameria, perché nelle aziende del comparto non viene effettuata la produzione dei modelli, ma solo la loro riparazione; pertanto gli addetti alla *modellieria* dedicano buona parte del tempo lavorativo per operazioni di incollaggio, verniciatura e altre operazioni manuali che non richiedono l'utilizzo delle macchine utensili rumorose;
- per contro, rispetto al punto precedente, gli addetti alla *modellieria* si occupano talvolta anche della movimentazione dei modelli con carrelli elevatori tra il magazzino e la zona di *formatura* e/o dell'introduzione dei modelli nelle *staffe* alle linee di formatura, esponendosi così al rumore del carrello elevatore e delle linee di formatura (vedere i Paragrafi 3.3, 3.4, 3.5, 3.17).

Complessivamente, i tempi di esposizione al rumore degli addetti alla *modellieria*, in mancanza di adeguate misure preventive, sono tali da rendere probabili danni uditivi (ipoacusia da rumore).

- Elenchiamo di seguito alcuni dei possibili interventi di prevenzione su macchine e impianti per ridurre il rumore alla fonte.
- *Pialla a filo*: utilizzare utensili a taglio elicoidale; per diminuire la rumorosità della macchina durante il funzionamento a vuoto dotare il piano di appoggio dei pezzi di appositi "tagli a pettine" e riempire con gomma o materiale analogo lo spazio vuoto tra la lama e il rullo.
  - *Sega a nastro*: chiudere la zona dei volani con carter fonoisolanti, predisporre spazzole fermapolvere sul ritorno della lama che ne riducano anche le vibrazioni e quindi l'emissione sonora.
  - *Toupie*: dotare la macchina di carter fonoisolante nella parte superiore e chiudere la parte di accesso con gomma antistriscio.
  - *Organi meccanici e cuscinetti delle macchine*: revisionare periodicamente, con eventuale sostituzione di pezzi.
  - *Utensili*: mantenere l'affilatura, valutare la possibilità di ridurre il rumore aerodinamico variando la forma dell'utensile, accoppiare la lama a un elemento che ne smorzi la risonanza.
  - *Motori e convertitori*: chiudere in *box* insonorizzato, eventualmente dotato di ventilazione forzata.
  - *Condotte di aspirazione dell'aria*: silenziare le condotte con trattamento antirombo al fine di diminuire il rumore aerodinamico e quello di sfregamento dei trucioli.

È opportuno separare le macchine più rumorose (pialle, toupie ecc.) dalle altre, allo scopo di ridurre l'esposizione indiretta degli addetti alle lavorazioni alle macchine meno rumorose.

È necessario attuare le misure di prevenzione in relazione ai livelli di esposizione, con particolare attenzione all'utilizzo dei D.P.I. (cuffie, tappi) e all'informazione, formazione e sorveglianza sanitaria, come stabilito dal D.Lgs. n. 277/1991 (vedere quanto riportato nel *Glossario* alla voce *Valori limite di esposizione al rumore*).

### Stoccaggio di materiali combustibili

La quantità di legno stoccato può essere notevole, infatti molte aziende fondono pezzi diversi, talvolta unici, e in tal caso per ogni pezzo è necessario un *modello*. Inoltre sono presenti, anche se in genere in scarsa quantità, stucco, vernici, resine e solventi, utilizzati per la riparazione dei modelli. In caso di innesco si possono verificare incendi-esplosioni.

La quantità dei modelli in legno stoccati cambia da azienda ad azienda a seconda del tipo e della quantità di produzione. Ad esempio un'azienda del comparto dispone di circa 1.000 modelli per la *formatura manuale* e 3.000 per la *formatura automatica*: i primi sono di grandi dimensioni e il 90% in legno, mentre i secondi sono di dimensione più piccola e il 50% in legno; pertanto il carico di incendio complessivo del magazzino dei modelli è notevole. In un'altra azienda che ha una produzione prevalente con ciclo di formatura automatica, i quantitativi stoccati per questa fase lavorativa sono: 2.800 Kg. di modelli in legno; 1 Kg. di solventi; 3 Kg. di vernici; 16 Kg. di stucco.

La prevenzione contro il rischio di incendio consiste in primo luogo nell'adottare idonee modalità di stoccaggio, ridurre al minimo necessario i quantitativi e attuare misure adeguate al carico di incendio, ad esempio: compartimentazione dei locali con porte tagliafuoco, anello antincendio esterno con cisterna per la riserva idrica e centrale dedicata allo spegnimento in caso di incendio, estintori interni ecc.

Stucco, vernici, resine e solventi dovrebbero essere stoccati in contenitori ben chiusi, in locali separati ben aerati e al riparo da fonti di calore. In tale ambiente è necessario vietare il fumo e l'utilizzo di fiamme libere, apponendo la relativa segnaletica.

L'impianto elettrico deve essere idoneo alla classificazione di pericolosità del luogo ove è installato.

È necessaria l'informazione e la formazione dei lavoratori e la predisposizione di squadre di emergenza.

### Manipolazione e applicazione di prodotti pericolosi per la salute, esposizione a inquinanti aerodispersi

Durante la manipolazione, stoccaggio e applicazione dei prodotti chimici (vernice, stucco, solventi, resine termoindurenti e colla per legno), gli addetti possono essere esposti a rischi in relazione al tipo di sostanze, alle quantità presenti e alla possibilità che inquinanti aeriformi possano disperdersi nell'ambiente di lavoro. Pertanto è necessario mantenere ben chiusi i contenitori, applicare sotto aspirazione localizzata i prodotti che possono produrre vapori nocivi, esaminare accuratamente le schede di sicurezza dei prodotti utilizzati, valutare la possibilità di sostituire i prodotti più pericolosi con altri meno pericolosi e attenersi alle norme di sicurezza e di emergenza indicate nelle schede stesse. In caso di produzione più consistente sono necessarie cabine di verniciatura a velo d'acqua. È necessaria l'informazione, formazione e sorveglianza sanitaria dei lavoratori.

### Aspirazione di prodotti infiammabili in grado di determinare miscele esplosive con l'aria

Polveri di legno e/o vapori di solventi in elevata concentrazione possono determinare miscele esplosive con l'aria, quindi si possono verificare esplosioni/incendi negli impianti di aspirazione, che poi possono propagarsi in tutta l'azienda. È opportuno che gli impianti di aspirazione siano realizzati in modo che i parametri geometrici dell'impianto risultino correttamente dimensionati in relazione alla velocità di aspirazione e soprattutto alla portata, al fine di avere una concentrazione della miscela aria-combustibile sempre sufficientemente al di sotto del limite inferiore di infiammabilità. In particolare, per ridurre la possibilità di formazione di cariche elettrostatiche che possono provocare scintille e quindi determinare l'innesco, è opportuno che le condutture dell'impianto siano prive di spigoli, con sezione non troppo piccola, velocità non troppo elevata, e che ci sia una buona messa a terra del sistema, verificando poi la continuità elettrica tra le parti metalliche che compongono l'impianto di aspirazione. È opportuno predisporre presidi antincendio (estintori ecc.), informare gli addetti e formare le squadre di emergenza.

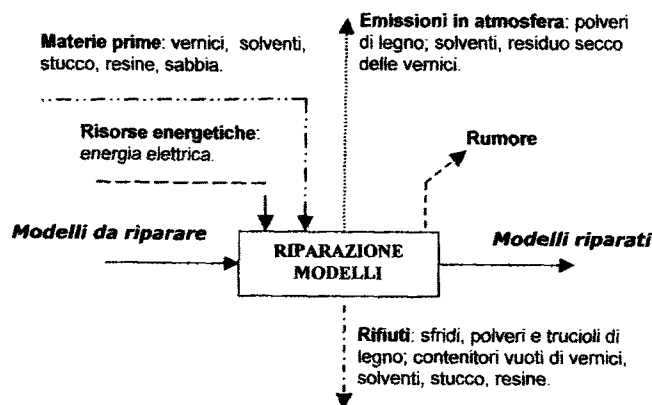
Tab. 3.1.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Preparazione, riparazione e stoccaggio modelli

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
Lavoro in prossimità di macchine ad asportazione di trucioli di legno.	Proiezione di trucioli di legno durante le lavorazioni alle macchine.	Lesioni da corpi estranei agli occhi.	Schermi trasparenti di protezione alle macchine dotati di dispositivo di blocco. Dispositivi che favoriscano lo scarico dei trucioli verso l'esterno senza danno per i lavoratori. Utilizzare di D.P.I. (occhiali o visiere, grembiuli, guanti).
	Accumulo di trucioli e polveri di legno intorno alle macchine con rischio di incendio per contatto con superfici calde.	Ustioni e intossicazioni da prodotti della combustione in caso di incendio.	Evitare accumuli di trucioli e polvere. Impianti di aspirazione localizzata. Frequente pulizia dell'ambiente di lavoro tramite aspirapolveri industriali (la pulizia delle macchine va effettuata quando esse sono ferme).
Lavoro in prossimità di organi meccanici / taglienti in movimento.	Lavoro alle macchine utensili: - <i>levigatrice automatica</i> ; - <i>piatta a filo</i> ; - <i>sega a nastro</i> ; - <i>sega circolare</i> ; - <i>toupie</i> ; - <i>tornio a legno</i> ; - <i>trapano a colonna</i> ; - <i>scartatrice</i> .	Lesioni traumatiche (contusioni, ferite, amputazioni, fratture ecc.). Lesioni da taglio, presa, impigliamento, schiacciamento e trascinarsi.	Utilizzare macchine rispondenti alle norme di sicurezza. Valutare la sostituzione delle macchine più vecchie con nuove macchine dotate di marchio CE. Dispositivo di arresto di emergenza. Dispositivo contro l'avviamento inatteso. Adottare le indicazioni di sicurezza specifiche per ogni macchina, spingitori e attrezzi per tenere fermi i pezzi in lavorazione, protezioni per tenere lontani gli arti dagli organi lavoratori (vedere esempi riportati nel testo). Informare e formare gli addetti.
Lavoro in prossimità di apparecchiature elettriche.	Contatti del corpo con parti in tensione.	Ustione, folgorazione (contrazione muscolare, arresto respiratorio, arresto cardiaco).	Impianto elettrico conforme alle norme. Accesso alle riparazioni consentito solo a personale specializzato che si assicuri di aver staccato l'alimentazione elettrica prima di intervenire. Quadri elettrici delle macchine chiusi a chiave con interblocco. Grado di protezione degli involucri contenenti apparecchiature elettriche adeguato all'ambiente in cui sono installati.
Utilizzo di attrezzature manuali taglienti.	Utilizzo di trincetti e attrezzi simili.	Ferite da taglio.	Utilizzare utensili di sicurezza (ad esempio trincetti con protezione mobile che lasci scoperta solo la parte necessaria alla lavorazione). Indossare guanti antitaglio. Informazione e formazione degli addetti.
Movimentazione meccanica dei carichi e stoccaggio su scaffalature.	Movimentazione delle <i>placche-modello</i> tramite carrelli elevatori e transpalletts, con rischio di urti, investimenti, caduta materiali, ribaltamento scaffalature.	Lesioni traumatiche per ferite e contusioni.	Vedere Paragrafo 3.17 relativo alla fase <i>movimentazione meccanica dei carichi</i> . Progettare i percorsi di mezzi e pedoni garantendo spazi adeguati e segnalati. Utilizzare scaffalature di portata adeguata e stabilmente fissate.
Movimentazione manuale dei carichi.	Movimentazione manuale delle <i>placche-modello</i> , talvolta di peso considerevole.	Disturbi muscoloscheletrici (vedere il <i>Glossario</i> ). Ferite e contusioni agli arti inferiori da caduta di materiali. Ferite alle mani da schegge di legno.	Informazione e formazione alle posture corrette durante la movimentazione, utilizzo di D.P.I. (scarpe di sicurezza con punta rinforzata, guanti). Movimentazione manuale dei carichi massima consentita: 30 Kg per gli uomini e 25 Kg per le donne. Per pesi maggiori è necessario utilizzare ausili per la movimentazione e/o effettuare la movimentazione in due addetti.

... segue tabella precedente.

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a polveri.</b>	Polveri respirabili generate dalle macchine utensili durante la lavorazione del legno.	Disturbi respiratori. La polvere di legno duro può provocare tumori delle cavità nasali e dei seni paranasali.	Valutazione del rischio cancerogeno. Impianti di aspirazione localizzata per la captazione delle polveri di legno a tutte le macchine utensili, il più vicino possibile alla fonte di emissione. Impianto adeguato di ricambio d'aria generale dell'ambiente di lavoro. Sistemi aspiranti per la pulizia dei <i>modelli</i> evitando l'uso di sistemi a soffio. Frequente pulizia dell'ambiente di lavoro tramite aspirapolveri industriali. Utilizzo di D.P.I. (tuta, maschere). Armadietti a doppio scomparto per l'alloggiamento distinto degli abiti civili e da lavoro; idonei spogliatoi, bagni, docce. Sorveglianza sanitaria a cura del medico competente. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Esposizione a rumore.</b>	Rumore elevato generato dalle macchine utensili per lavorazione del legno e dagli impianti di aspirazione localizzata delle polveri di legno, con tempi di esposizione in genere limitati per la saltuarietà della lavorazione alle macchine utensili nelle aziende del <i>comparto</i> . Trasporto dei <i>modelli</i> e/o loro inserimento nelle linee di formatura, con conseguente esposizione rumore di carrelli elevatori e macchine formatrici.	Danni uditivi (ipoacusia da rumore) per esposizione prolungata a livelli elevati di rumore; a livelli inferiori possono comparire disturbi extra uditivi (disturbi psichici, alterazione circolatorie e a carico dell'apparato digerente).	Valutazione del rumore. Ridurre il rumore alla fonte, adottando interventi specifici per macchina o impianto (vedere esempi nel testo). Privilegiare la separazione delle macchine più rumorose (pialle, toupie ecc.) da quelle meno rumorose. Utilizzare D.P.I. (cuffie, tappi) a seconda del livello di esposizione. Segnalare e delimitare le zone di lavoro con un livello di esposizione personale maggiore di 90 dB(A). Sorveglianza sanitaria per esposizione personale maggiore di 80 o 85 dB(A) a discrezione del medico competente (vedere tabella sui limiti di esposizione riportata nel <i>Glossario</i> ). Informare e formare gli addetti.
<b>Stoccaggio di materiali combustibili.</b>	Notevole quantità di legno stoccato. Presenti, anche se in scarsa quantità vernici, stucco, solventi e resine. In caso di innesco si possono verificare incendi-esplosioni.	Ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche (in caso di incendio/esplosione).	Attuare idonee modalità di stoccaggio. Ridurre al minimo i quantitativi stoccati. Tenere ben chiusi i contenitori in locali separati ben aerati e al riparo da fonti di calore. Vietare di fumare e utilizzare fiamme libere, apponendo la relativa segnaletica. Impianto elettrico idoneo. Informazione e formazione dei lavoratori. Predisposizione di squadre di emergenza.
<b>Manipolazione ed applicazione di prodotti pericolosi, esposizione a inquinanti aerodispersi.</b>	Manipolazione, stoccaggio e applicazione di vernice, stucco, solventi, resine termoindurenti e colla per legno.	Rischi per la salute in relazione al tipo di sostanze, alle quantità presenti, alla modalità di utilizzo e alla possibilità di dispersione nell'ambiente di lavoro.	Valutazione del rischio per la salute. Individuazione del rischio tramite l'esame delle schede di sicurezza dei prodotti utilizzati. Sostituire i prodotti più pericolosi con altri meno pericolosi ed attenersi alle norme di sicurezza e di emergenza indicate nelle schede stesse. Mantenere ben chiusi i contenitori stoccati. Applicare i prodotti che possono produrre vapori nocivi sotto aspirazione localizzata, cabine di verniciatura a velo d'acqua. Informazione, formazione, sorveglianza sanitaria dei lavoratori.
<b>Aspirazione di prodotti infiammabili.</b>	Miscela esplosive con l'aria dovute a polveri di legno e/o vapori di solventi in elevata concentrazione, negli impianti di aspirazione, con rischio di esplosioni / incendi.	Ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche (in caso di incendio/esplosione).	Dimensionare correttamente i parametri geometrici dell'impianto di aspirazione in relazione alla velocità di aspirazione richiesta. Evitare la formazione di cariche elettrostatiche. Messa a terra del sistema. Predisporre presidi antincendio. Informare gli addetti. Formare le squadre di emergenza.

### 3.1.3 Impatto ambientale



I principali fattori di impatto ambientale in questa fase del ciclo lavorativo sono sotto elencati.

#### Emissioni in atmosfera

I solventi sono captati dall'impianto di aspirazione localizzata sui banchi dove vengono applicati stucco e vernice; dato che per le aziende del comparto i quantitativi sono minimi, in genere non è richiesto impianto di abbattimento (i limiti che determinano la necessità dell'impianto di abbattimento sono stabili dall'Allegato I del D.P.R. n.203/1988 e dipendono dalla tipologia dei prodotti utilizzati).

Anche se tali limiti non vengono superati, l'abbattimento può essere comunque richiesto qualora l'attività possa creare disturbo a eventuali abitazioni vicine (a seconda della destinazione dell'area dov'è insediato lo stabilimento produttivo e degli aspetti diffusionali delle emissioni).

Le polveri di legno sono captate dall'impianto di aspirazione localizzata sulle macchine di falegnameria e sono recuperate tramite un impianto a maniche filtranti. Altra emissione di polveri riguarda il residuo secco delle vernici utilizzate per ritoccare i modelli dopo le riparazioni. Se l'aria filtrata viene reintrodotta nell'ambiente di lavoro non si hanno emissioni esterne, altrimenti è necessario richiedere l'autorizzazione alle emissioni in atmosfera. In genere, data anche la discontinuità di questa lavorazione nelle aziende del comparto, i quantitativi emessi non sono tali da costituire un impatto rilevante sull'ambiente circostante.

Riportiamo nella tabella seguente un esempio dei valori relativi agli autocontrolli di una azienda del comparto.

Tab. 3.1.3.1 Emissioni in atmosfera dalla fase Modellieria - Autocontrolli di una azienda del comparto con reparto modellieria di medie dimensioni, anno 1999

Origine	Q [Nm <sup>3</sup> /h]	S [m <sup>2</sup> ]	v [m/s]	T [°C]	H [m]	Durata emissione		Impianto di abbattimento	Inquinanti emessi			Valori limite (*)	
						h/g	g/a		Natura	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/h	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/h
Modellieria	3.700	0,096	10,7	amb.	3	2	200	Filtro a maniche	Polveri totali	< 50	< 0,6	20	0,074

Legenda: Q: portata; S: sezione di sbocco; v: velocità allo sbocco; T: temperatura di emissione; H: altezza camino;

h/g: ore al giorno; g/a: giorni all'anno; amb.: ambientale; (\*) limiti imposti dalla autorizzazione provinciale alle emissioni in atmosfera rilasciata all'azienda.

#### Produzione di rifiuti

I principali rifiuti prodotti in questa fase sono:

- sfridi di legno e trucioli (da lavorazioni meccaniche);
- polveri di legno (recuperate dagli impianti di aspirazione alle macchine);
- contenitori vuoti sporchi di stucco, vernice, solventi, resine termoindurenti.

In genere si tratta di modiche quantità, perché come si è detto si tratta di una fase lavorativa accessoria.

#### Consumo di energia e di risorse

In questo reparto si ha consumo di energia elettrica per l'alimentazione delle macchine (che è minimo rispetto al consumo totale della fonderia) e consumo di materie prime, principalmente: stucco per legno, vernice, solventi, resine termoindurenti, sabbia per macchina sabbiatrice utilizzata per la pulizia dei modelli (ove presente).

In genere si tratta di consumi modesti; riportiamo comunque alcuni dati a titolo di esempio nella tabella seguente.

Tab. 3.1.3.2 Alcune stime del consumo di materie prime per la fase Modellieria in una azienda del comparto (anno 1999)

Vernice per modelli in legno Kg.	Stucco per legno Kg.	Solventi per vernice e stucco Kg.	Resine termoindurenti Kg.	Sabbia per sabbatura modelli Kg.
43	34	10	-	-

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT

### Diffusione di rumore all'esterno

Il rumore delle macchine utilizzate per la lavorazione del legno può diffondere nell'ambiente esterno. In caso questo reparto sia vicino ad insediamenti civili, è possibile che il rumore disturbi la popolazione circostante. Alcune soluzioni possono essere: ridurre il rumore alla fonte, realizzare pannellature fonoisolanti - fonoassorbenti, posizionare il reparto modellieria in un'area dello stabilimento più lontana dagli insediamenti civili, lavorare con porte e finestre chiuse (climatizzando i locali ove necessario per il benessere dei lavoratori).

### Altezza e struttura degli impianti

Gli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera possono causare un impatto paesaggistico negativo (vedere il Paragrafo 3.16).

## 3.1.4 Rischio ambientale

### Incendio-esplosione

In caso di incendio del magazzino di deposito dei modelli in legno, in considerazione dell'elevato flusso termico generato, si può determinare una significativa immissione nell'aria di fumi e gas inquinanti (ossidi di carbonio ecc.). È possibile la propagazione dell'incendio anche a edifici vicini. La combustione di prodotti infiammabili, come vernici e solventi, può provocare l'immissione in atmosfera di fumi e gas tossici, in relazione alle sostanze in essi contenute. Altra causa di inquinamento può essere lo spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento dell'incendio. Per le indicazioni di prevenzione più generali vedere il Paragrafo 4.2.2.

## 3.2 Stoccaggio, recupero e preparazione terre

### 3.2.1 Descrizione

La terra di fonderia è costituita da una miscela di sabbia silicea e di agglomeranti (detti anche leganti), che possono essere inorganici oppure organici. Il componente di base della terra di fonderia è la sabbia silicea. Quando vengono prodotti getti in acciaio viene anche utilizzata sabbia di cromite.

Alla terra di fonderia si richiedono le seguenti proprietà:

- plasmabilità, per adattarsi alla forma del modello.
- coesione, per mantenere la forma del modello.
- refrattarietà, per resistere alla temperatura del metallo fuso.
- permeabilità, per consentire l'uscita dei gas durante la colata.

Mentre la refrattarietà e la plasmabilità possono essere attribuite essenzialmente alla silice e all'argilla, le altre proprietà dipendono soprattutto dalle caratteristiche fisiche della terra (granulometria, omogeneità, livello di compressione ecc.).

I componenti della terra di fonderia e le modalità della sua preparazione e movimentazione dipendono dal tipo di processo di formatura utilizzato; nelle aziende del comparto i processi sono tre: la *formatura a verde*, la *formatura a resina* e la *formatura in anidride carbonica*.

Il primo è idoneo per le forme utilizzate negli impianti di *formatura automatica*, i quali vengono impiegati per la produzione di serie di getti di piccole dimensioni; infatti in tal caso è possibile l'automazione del processo utilizzando staffe delle stesse dimensioni indipendentemente dalla dimensione dei getti. Gli altri due processi sono invece utilizzati per la formatura manuale la quale viene adottata specie in caso di produzione di getti di grandi dimensioni e/o di pezzi unici.

Quando in una stessa azienda sono presenti più processi di formatura, gli impianti di stoccaggio, recupero e preparazione terre sono necessariamente separati, perché nella preparazione della terra di fonderia l'unico componente comune ai tre processi è la sabbia silicea.

La sabbia silicea è in genere costituita da  $\text{SiO}_2$  (quarzo) al 90 - 99%. Per la produzione di getti in ghisa è sufficiente una purezza al 90 - 92 %, mentre per la produzione di getti in acciaio viene utilizzata sabbia con una purezza maggiore. La parte rimanente è costituita da  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , FeO, CaO+MgO e alcali. La sabbia silicea ha l'aspetto di granuli di varie dimensioni e forme. Esistono vari tipi che si diversificano tra loro esclusivamente per tagli granulometrici: dalla più fine alla più grossa sono tutte comprese tra 0,1 e 0,8 mm per il 90%. In genere si utilizzano sabbie lavate e quindi a ridotta polverosità.

Un'analisi di laboratorio effettuata su un campione di sabbia silicea lavata, prelevato in una azienda del comparto che utilizza



solo sabbia nuova per ogni ciclo di formatura, ha evidenziato la presenza di quarzo in concentrazioni superiori al 99%; all'esame granulometrico delle particelle, il 99,7% era costituito da particelle con diametro maggiore di 125 micron, lo 0,3% con diametro compreso tra 125 e 63 micron e tracce non dosabili con diametro inferiore a 63 micron; pertanto in questo campione la frazione respirabile risultava assente.

La sabbia silicea vergine viene fornita essiccata; un tempo era fornita in sacchi di carta, ma oggi le aziende del comparto la acquistano sfusa tramite autocisterne che caricano i silos di stoccaggio in modo pneumatico in un impianto chiuso (Fig. 3.2.13).

I componenti della *terra di fonderia per la formatura a verde* sono i seguenti:

- *sabbia silicea* (circa 95,8%);
- *argilla* (circa 0,07%), utilizzata come legante inorganico; si tratta di polvere di colore giallo chiaro, costituita da idrosilicati complessi di alluminio, ferro, manganese, alcali;
- *nero minerale* (circa 0,13%), costituito da carbon fossile in polvere del tipo litantrace a lunga fiamma, idrocarburi vari, acqua, zolfo e ceneri;
- *acqua* (circa 4%).

Talvolta, a secondo del tipo di impianti di formatura utilizzati, vengono aggiunti *amidi pregelatinizzati* come leganti organici. Il preparato viene fornito in sacchi di carta o di plastica. Si tratta di polvere o scaglie finissime di colore variabile dal bianco avorio al giallo chiaro. Questi preparati non sono più ritenuti necessari nelle aziende che dispongono di impianti di formatura automatica più moderni, in quanto questi riescono a garantire un adeguato grado di coesione della terra di fonderia durante la formatura a pressione.

Sia per il fatto che il nero minerale, preso tal quale, può comportare rischio di incendio per autocombustione, sia per maggiore praticità, oggi le aziende del comparto utilizzano *miscele pronte* al posto dei singoli componenti di argilla e nero minerale; le miscele pronte contengono un minimo di 60% di *bentonite* (polvere di argilla costituita da silico-alluminati di calcio e di sodio e acqua) ed il resto di nero minerale; a volte possono anche contenere un'aggiunta di resine sintetiche e/o naturali ad elevato rapporto carbonio / idrogeno.

I vari componenti sopra descritti sono aggiunti alla sabbia silicea impastando il tutto con acqua nella *macchina molazzatrice*.

I componenti della *terra di fonderia per la formatura a resina* sono sotto elencati:

- *sabbia silicea*;
- *resine sintetiche*, in genere furaniche ma talvolta anche fenoliche, fenolfuraniche, ureiche; il tipo di resina utilizzata può cambiare tra le varie aziende, o anche a seconda dei diversi tipi di produzione che possono essere richiesti dal cliente; le resine fenoliche sono prodotti di condensazione tra fenolo e formaldeide, la cui composizione chimica è determinata da policondensati fenolo-formaldeide, fenolo libero, formaldeide libera, additivi di vario tipo secondo gli impieghi; la resina ureico-furanica è una resina di condensazione tra alcool furfurilico, formaldeide e urea; le resine possono essere fornite allo stato solido, sotto forma di scaglie o polvere, in sacchi di carta o plastica o anche in contenitori di cartone o di materiali sintetici, ma più spesso sono fornite allo stato liquido in soluzione alcolica, idroalcolica o emulsione acquosa, in fusti di acciaio o in apposite cisterne attrezzate per il travaso a mezzo di pompe; in ogni caso i contenitori di resine riportano l'etichettatura speciale obbligatoria per le sostanze pericolose;
- *catalizzatori*, costituiti da una soluzione acquosa a bassa viscosità di acidi solfonici e solforici; in genere viene utilizzato acido paratoluensolfonico con la presenza fino ad un massimo di 1,5% di acido solforico. I catalizzatori vengono chiamati anche induritori, perché servono ad accelerare la reazione chimica tra i componenti. La terra destinata alla formatura a resina viene preparata e immediatamente utilizzata, perché con il passare del tempo e quindi con l'avanzare della reazione chimica la miscela perde la sua caratteristica di plasmabilità (la lavorazione può avvenire comunque entro 20 minuti).

In genere le terre di fonderia per la formatura a resina contengono, per 100 Kg di prodotto, approssimativamente le seguenti quantità: 98 Kg di sabbia silicea, da 0,8 a 1,2 Kg di resina e una quantità di induritore pari al 30-50% in peso rispetto alla resina.

La miscelazione dei componenti avviene in appositi impianti chiusi, costituiti essenzialmente da una coclea nella quale la sabbia proveniente dai silos di stoccaggio, viene mescolata con resine e catalizzatori prelevati tramite pompe dalle cisterne di stoccaggio. Il rapporto dei prodotti viene modificato in base alle variazioni di temperatura della terra, la quale può essere controllata tramite l'inserzione automatica di un riscaldatore / raffreddatore. In genere, silos e cisterne sono posti in esterno (Fig. 3.2.14), in prossimità del reparto formatura a resina (Paragrafo 3.4), nel quale la terra miscelata giunge direttamente attraverso la coclea.

La terra di fonderia indurita che resta incrostata sulla superficie e sulle parti meccaniche interne della coclea necessita di essere periodicamente rimossa. Tale operazione viene svolta manualmente, in genere a termine di ogni giornata lavorativa: viene aperta la coclea e, mediante uno scalpello, l'addetto fa leva per rimuovere la terra indurita. Per favorire il distacco, talvolta viene utilizzato un apposito prodotto distaccante chiamato anche *inibitore* in quanto neutralizza l'indurimento della terra di fonderia ottenuto per mezzo di resina e acido catalizzatore. L'inibitore è un prodotto organico basico in veicolo acquoso (soluzione di trietanolamina tecnica), fornito in fusti da 20 Kg, e talvolta viene prelevato attraverso un'elettrovalvola in un impianto pneumatico e spruzzato automaticamente nella coclea (dopo un certo tempo programmabile di inutilizzo della macchina stessa).

I componenti della *terra di fonderia per la formatura in anidride carbonica* sono sotto elencati:

- *sabbia silicea*;

- *legante* (costituito da silicato di sodio ed altri preparati a base di silicato di sodio) con l'aggiunta di eventuali additivi organici (costituiti solitamente da carboidrati); il legante viene in genere fornito come soluzione acquosa fortemente alcalina, in fusti di acciaio i quali riportano la relativa etichettatura speciale obbligatoria, dato che il prodotto è classificato come corrosivo;
- *nero minerale*, viene aggiunto talvolta come additivo, fornito in sacchi.

La miscelazione dei vari componenti della terra di fonderia per la formatura in anidride carbonica avviene in una *coclea*, simile a quella utilizzata per la formatura a resina, che preleva automaticamente il legante tramite una pompa; talvolta viene anche utilizzata una macchina miscelatrice manuale, dove l'aggiunta del legante viene effettuata dall'operatore tramite una brocca.

La terra di fonderia eccedente dai vari impianti di *formatura* e di *distaffatura* (descritti più avanti), viene recuperata tramite tramogge poste sotto gli impianti stessi e inviata, tramite nastri trasportatori o un sistema pneumatico, a un impianto di recupero che può essere composto da varie parti (*deferrizzatore*, *vaglio*, *tritratore*, *rigeneratore* ecc.) meglio descritte più avanti. La terra recuperata ritorna quindi a essere stoccata in silos o tramogge dalle quali sarà prelevata per essere rimescolata. Alcune aziende utilizzano per la formatura sempre terre nuove e vendono le terre di recupero ad altre fonderie. Altre aziende invece aggiungono alla terra recuperata una certa parte di sabbia nuova e la quantità di terra eccedente viene via via tolta dall'impianto e temporaneamente stoccata in attesa della sua destinazione finale (vedere il Paragrafo 3.2.4). Una fonderia del comparto si affida a una azienda del Nord Italia che si occupa di prelevare la terra da rigenerare, e la riporta rigenerata alla stessa fonderia.

Il deposito temporaneo della terra di fonderia esausta avviene spesso in esterno all'aperto; talvolta insieme alle terre esauste vengono stoccate anche le polveri fini di terra, derivanti dai filtri degli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera.

La movimentazione delle terre esauste e delle polveri fini avviene in modi diversi nelle varie aziende del comparto. Ad esempio, in una di queste, la terra esausta viene prelevata dall'impianto mediante una pala meccanica e stoccata temporaneamente sul piazzale esterno in un box scoperto, pavimentato e delimitato su tre lati da muri in cemento. Le polveri di terra provenienti dai filtri di abbattimento vengono raccolte in cassoni metallici con fondo apribile e, una volta pieni, svuotate sul mucchio di terra esausta nello stesso box sopra descritto. La movimentazione dei cassoni metallici avviene tramite carrelli elevatori. Dal box di stoccaggio, il tutto viene quindi prelevato con la pala meccanica per riempire un cassone metallico della capacità di 25 tonnellate, del tipo idoneo per essere trasportato dal camion della ditta esterna incaricata per lo smaltimento. La movimentazione dei cassoni scarrabili, troppo grandi e pesanti per essere movimentati tramite i carrelli elevatori utilizzati dalla fonderia, viene effettuata dalla stessa ditta smaltitrice: il camion preleva il cassone pieno e lascia il cassone vuoto, effettuando per questa azienda circa due viaggi a settimana.

In genere la fase *stoccaggio*, *recupero* e *preparazione terre* non viene appaltata.

Vediamo ora più in dettaglio alcune delle macchine e impianti che sono stati sopra citati.

#### *Macchina per molazzatura*

Serve per macinare e umidificare la terra con acqua. È anche chiamata *molazza rotativa* o *molazzatrice* ed è costituita da una grande vasca in ghisa nella quale si trovano gli organi lavoratori (Fig. 3.2.1 e 3.2.2). Essi possono essere due pesanti molazze di ghisa con la corona fusa in conchiglia, assai larga, che rotolano a velocità regolabile a distanza diversa rispetto all'asse di rotazione in modo da occupare tutta la lunghezza della vasca.

Gli organi lavoratori della molazzatrice possono anche essere delle pale montate radialmente su un cilindro rotante posto nell'asse centrale della tazza, anch'essa rotante e dotata di un *rasatore* di fondo.

Alla macchina molazzatrice il caricamento (dall'alto) e il riporto della terra macinata (dal basso) avviene tramite nastri trasportatori aperti o sistemi pneumatici chiusi.

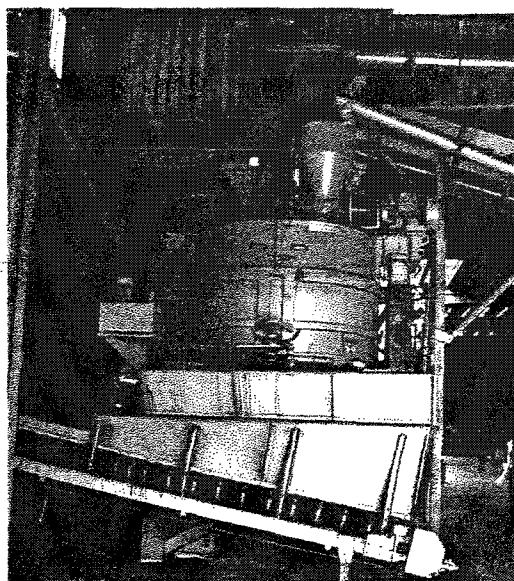


Fig. 3.2.1 *Macchina molazzatrice: vista d'insieme*



Fig. 3.2.2 *Macchina molazzatrice di tipo vecchio con protezioni rimosse: particolare degli organi lavoratori*

#### *Macchina per analisi e controllo automatico della preparazione terre*

È una macchina moderna che può essere abbinata alla molazzatrice al fine di effettuare il controllo automatico nella preparazione della miscela costituiva della terre di formatura. La macchina controlla la temperatura in entrata e in uscita, l'umidità in entrata e in uscita, effettua l'analisi della coesione a verde, valuta la compattabilità e regola la quantità di acqua e di additivi da aggiungere alla miscela.

#### *Impianti di trasporto e recupero terra*

Consistono generalmente di nastri trasportatori di gomma, a cielo libero o carenati, che possono correre per alcuni tratti in posizione sopraelevata (Fig. 3.2.3) e in altri tratti in cunicoli sotto il piano del pavimento, come ad esempio al recupero terre dalla *distaffatrice*.

Un nastro di trasporto terra è composto da un certo numero di rulli e da un tamburo, mosso a sua volta da un motore con interposto un riduttore. Dopo un certo numero di ore sarà sicuramente necessario effettuare interventi di manutenzione dell'impianto, quali ad esempio: cambiare l'olio al riduttore, sostituire i cuscinetti dei supporti del tamburo, i rulli di trascinamento nastro e in seguito il nastro stesso.

Se la terra trasportata cade dal nastro e si accumula sul pavimento, specie nei tratti sotterranei, si può determinare l'ingolfamento e il blocco del nastro trasportatore, perciò si rende necessario l'intervento degli addetti.

Il recupero delle terre utilizzate per la formatura a resina, più secche di quelle della formatura a verde, può prevedere impianti pneumatici al posto dei nastri trasportatori.



Fig. 3.2.3 *Impianto a nastro sopraelevato per il trasporto della terra dalla miscelazione alla formatura*

### Impianto di deferrizzazione

Questo impianto serve per separare eventuali parti ferrose contenute nella terra recuperata dalla *distaffatura*, e può trovarsi talvolta sotto il piano del pavimento. È costituito da un tamburo dotato di elettrocalamite, sul quale scorre un nastro posto ortogonalmente al di sopra del nastro di trasporto della terra e dal quale estrae i materiali ferrosi in essa contenuti. Essi vengono attirati magneticamente verso l'alto sul nastro del *deferrizzatore* e al termine di esso cadono in un cassone di raccolta attraverso uno scivolo (Fig. 3.2.4).

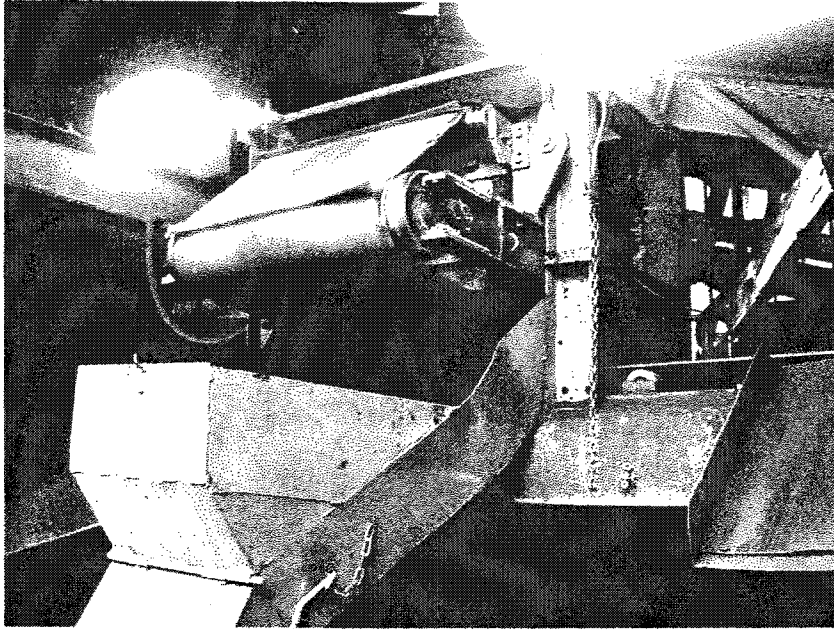


Fig. 3.2.4 Deferrizzatore ortogonale al nastro trasportatore; in primo piano lo scivolo di raccolta del metallo

### Vagli vibranti

Hanno lo scopo di classificare per grossezza la terra recuperata dalla distaffatura, dopo la deferrizzazione. I vagli vibranti sono costituiti da due crivelli inclinati sovrapposti ai quali è applicato un movimento a scossa alternativo, in modo che le zolle dure (ad esempio parti di *anime* non frantumate) rimangono nel vaglio, mentre la terra più fine prosegue nell'impianto di recupero fino ai silos di stoccaggio.

Le zolle dure recuperate dal vaglio vengono smaltite oppure inviate alla macchina trituratrice.

### Macchina trituratrice

Ha lo scopo di sminuzzare le zolle dure della terra di fonderia recuperata dalla distaffatura, dopo la deferrizzazione. Essa è costituita da due cilindri dentati contrapposti e da una doccia oscillante che consente l'avanzamento della terra.

### Impianti di rigenerazione delle terre recuperate

Per la rigenerazione delle terre utilizzate per la formatura a resina, è necessario spogliare i granuli di sabbia dalla resina che si è depositata su di essi. Per farlo vengono impiegate sostanzialmente due tipologie di impianti: meccanico o termico. Il primo tipo funziona per attrito, sbattendo la terra entro impianti pneumatici dove la resina viene aspirata e inviata a un filtro a maniche e quindi smaltita; questa tecnologia è ritenuta idonea per le terre a resina da utilizzare per la produzione di getti di ghisa. Nell'impianto di tipo termico, invece, la resina viene bruciata raggiungendo così una maggiore efficienza di rigenerazione, come è necessario per la produzione di getti in acciaio.

Vediamo più in dettaglio com'è fatto l'impianto di una azienda del comparto per il recupero e la rigenerazione meccanica delle terre utilizzate per la formatura a resina per la produzione di getti di ghisa: la terra proveniente dalla griglia distaffatrice cade in una tramoggia che alimenta una macchina chiamata *frantoio*, la quale trita le zolle facendole diventare più piccole; segue un sistema pneumatico di trasporto fino a un ciclone, nel quale avviene uno sbattimento della terra che determina la spogliatura dei grani della terra stessa dal composto che si è formato per la reazione di resina e induritore; a questo punto la terra cade in un vaglio il quale la separa in tre parti: una parte è ottenuta per aspirazione ed è costituita dalle polveri fini, mentre le altre due parti sono ottenute per vagliatura e sono zolle dure e terra rigenerata. Quest'ultima viene quindi inviata a un raffreddatore e infine, sempre con sistema pneumatico, ai silos di stoccaggio.

La terra recuperata varie volte a ciclo chiuso presenta granuli che diventano via via più piccoli, pertanto si ottengono forme (vedere le fasi *formatura* ai Paragrafi 3.3, 3.4, 3.5) che hanno perso parte della loro permeabilità ai gas, una delle caratteristiche fondamentali che si richiedono alle forme realizzate con la terra di fonderia. Pertanto di volta in volta nella preparazione della terra di fon-

deria è necessario aggiungere alle terre recuperate una certa parte di sabbia nuova. Ne consegue che la quantità di terra eccedente dall'impianto chiuso e automatico di recupero, rigenerazione e stoccaggio della terra, deve essere tolta dall'impianto. Si ha così la produzione di terre di fonderia esauste che necessitano di un deposito temporaneo prima di essere avviate alla loro destinazione finale.

### 3.2.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Questa fase lavorativa è in genere automatizzata e quindi, durante il normale funzionamento degli impianti, i lavoratori addetti effettuano solo la sorveglianza del buon funzionamento degli impianti stessi. Possono però essere necessari frequenti interventi di manutenzione (vedere anche il Paragrafo 3.18). I principali fattori di rischio in questa fase del ciclo lavorativo sono sotto elencati.

#### Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento, accesso e lavoro in ambiente pericoloso

Sono possibili infortuni alle varie macchine ed impianti presenti in questo reparto. Particolare attenzione deve essere prestata per l'accesso e il lavoro nei cunicoli sotterranei dove corrono i nastri trasportatori.

In particolare, alla *macchina molazzatrice*, la parte rotante, la cinghia di trasmissione del moto e l'organo lavoratore, se non adeguatamente protetti, possono determinare il rischio di presa, impigliamento, schiacciamento e trascinamento. In tal caso gli addetti possono subire infortuni, consistenti in contusioni e ferite. L'organo lavoratore della *molazzatrice* deve essere protetto da un coperchio munito di dispositivo di interblocco e l'apertura di scarico deve essere tale da impedire il raggiungimento dell'organo stesso. La protezione della parte rotante può essere realizzata, ad esempio, attraverso una recinzione (Fig. 3.2.5) la cui porta di accesso è dotata di dispositivo di interblocco; la cinghia di trasmissione del moto deve essere segregata e chiusa con un coperchio anch'esso dotato di dispositivo di interblocco.

Inoltre la macchina deve essere dotata di dispositivo di arresto di emergenza, per fare fronte a situazioni di pericolo imminente o in caso di incidente, e di dispositivo di sicurezza che impedisca l'avviamento intempestivo in caso di ritorno dell'alimentazione elettrica, dopo la sua interruzione avvenuta per un qualsiasi motivo.

Quando viene effettuata la pulizia interna della molazza o la sostituzione degli organi lavoratori, è opportuno attuare una procedura di tipo *Blocca e Segnala*, come già avviene in aziende del comparto (vedere la voce specifica nel *Glossario*).

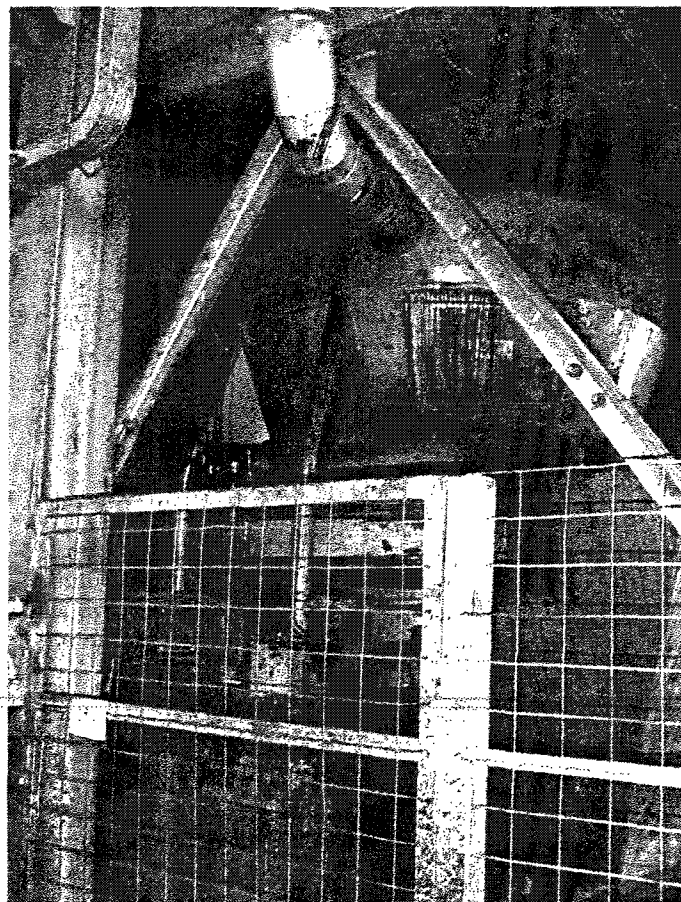


Fig. 3.2.5 Recinzione di protezione alla molazzatrice

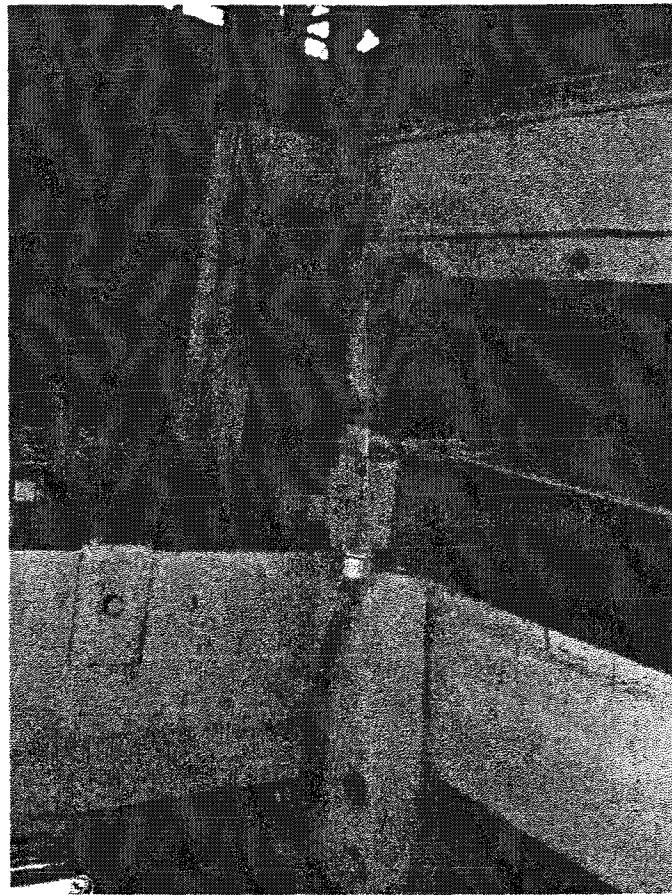


Fig. 3.2.6 Filo di sicurezza lungo il nastro trasportatore collegato al dispositivo di arresto di emergenza

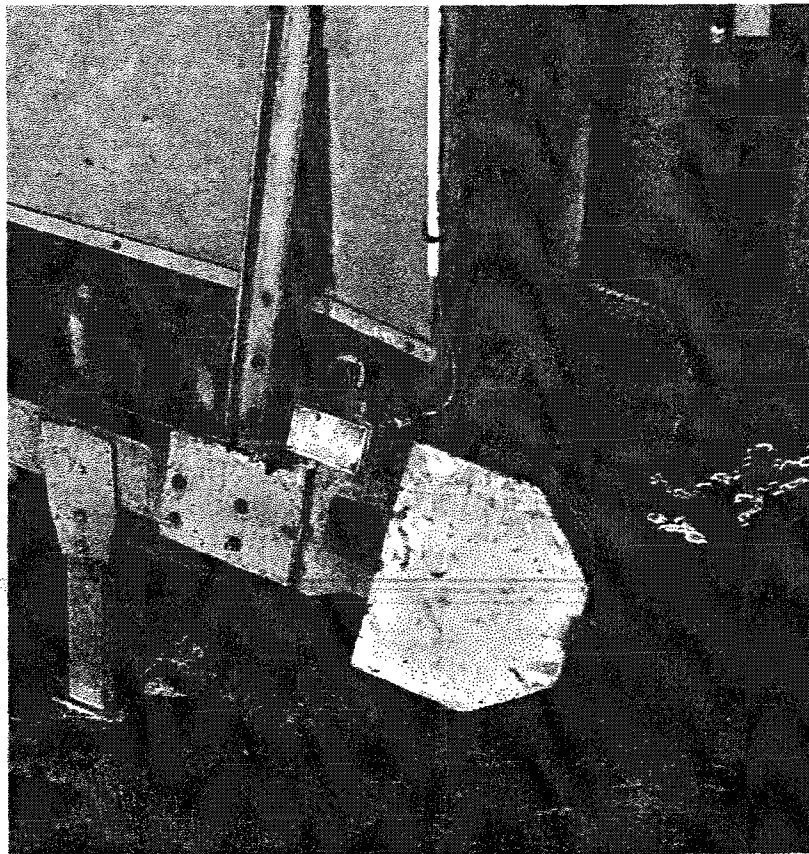


Fig. 3.2.7 Esempio di protezione grigliata sulla testata del nastro trasportatore che parte da sotto la molazzatrice

I nastri trasportatori della terra possono determinare rischi di infortuni, specie quando vengono effettuati interventi di manutenzione e pulitura. In caso di intervento degli addetti finalizzato a eliminare ingolfamenti ai nastri nei cunicoli, il rischio di infortuni è incrementato dalla concomitanza con altri fattori che possono rendere il lavoro molto disagiata: elevata polverosità, alta temperatura ambientale, eventuale scarsa illuminazione, spazi di lavoro ristretti e scomodi, presenza di insetti o rettili (in una azienda ubicata in una zona di campagna, per esempio, nei cunicoli sotterranei avevano nidificato le vipere, attratte dal calore della terra di fonderia).

In fonderie di altre Regioni sono avvenuti infortuni mortali per presa e trascinarsi da parte dei nastri trasportatori, pertanto è necessaria una particolare attenzione alla loro messa in sicurezza.

È necessario proteggere le testate e i rulli dei nastri trasportatori con protezioni fisse o munite di interblocco; per i nastri trasportatori che si trovano nei cunicoli, è opportuno installare un cancello (o botola) di accesso ai cunicoli dotato di interblocco sul funzionamento dei nastri, con la possibilità di avviarli solo tramite una pulsantiera impulsiva a uomo-presente e avanzamento passo-passo che, una volta inserita, escluda il quadro comando del nastro trasportatore.

Gli addetti non devono tentare di effettuare interventi di qualsiasi tipo con impianto in movimento. Per compiere regolazioni e manutenzioni, oltre alla suddetta pulsantiera a impulsi, talvolta viene utilizzato un filo teso, lungo il percorso del nastro, collegato a un dispositivo di blocco di emergenza (Fig. 3.2.6). La sola presenza del filo teso per l'arresto di emergenza non può essere considerata una misura di prevenzione sufficiente quando gli organi meccanici in movimento restano scoperti. In ogni caso, prima di effettuare pulizie o manutenzioni, l'impianto deve essere posto in sicurezza secondo una procedura standardizzata del tipo *Blocca e Segnala*.

Date le condizioni di lavoro disagiate, in caso di interventi ai nastri trasportatori nei cunicoli, è opportuno programmare una manutenzione preventiva, da eseguire in sicurezza secondo procedure standardizzate, possibilmente nei giorni di fermo dell'impianto. Una soluzione in uso consiste nell'installare un impianto di controllo (Fig. 3.2.8 e 3.2.9) che fornisca in tempo reale i valori di assorbimento di corrente dei motori dei nastri trasportatori e che possa dare l'allarme in caso di superamento dei valori normali di assorbimento. In tal modo si può intervenire per la manutenzione preventiva, ad esempio sostituendo un cuscinetto prima che esso provochi il blocco del nastro.

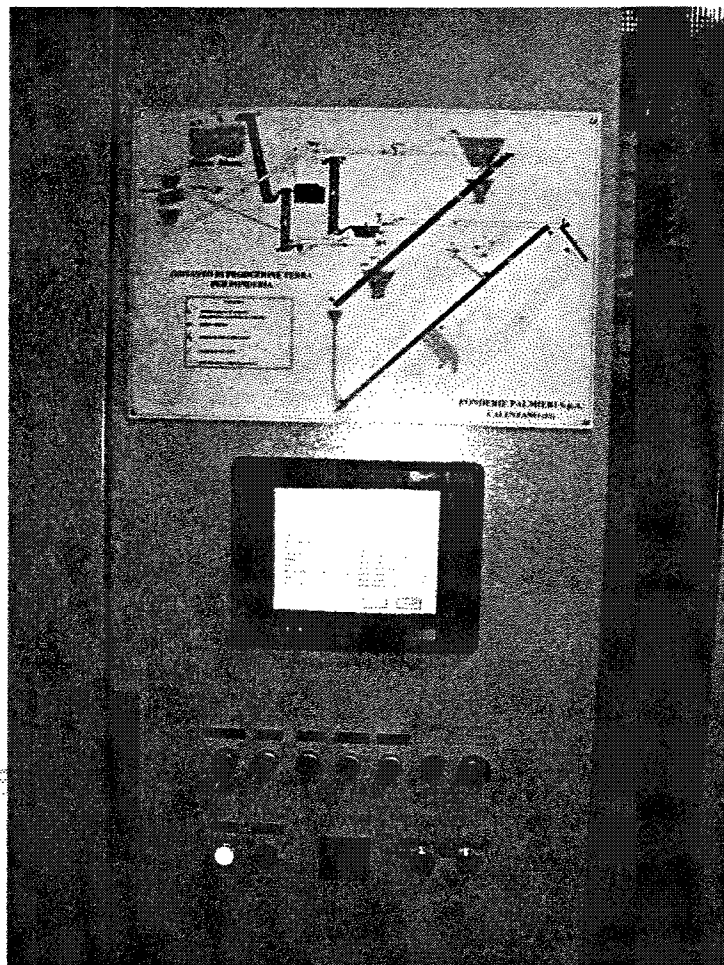


Fig. 3.2.8 Quadro di controllo nastri trasportatori

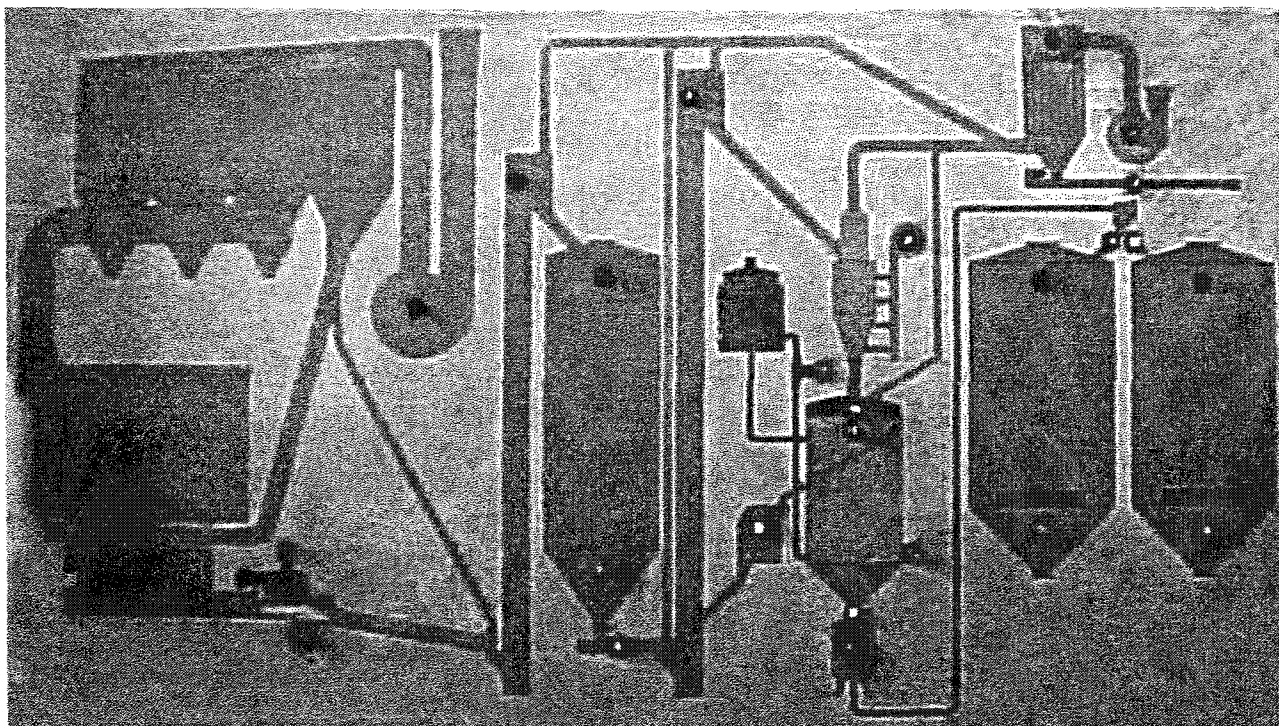


Fig. 3.2.9 Pannello sinottico per il controllo dell'impianto chiuso ed automatico per le terre a resina (stoccaggio, recupero dalla staffatura, deferrizzazione, trasporto pneumatico, aspirazione, filtri di abbattimento)

È opportuno che i cunicoli dove corrono i nastri trasportatori siano di dimensioni tali da consentire un agevole accesso e lavorazione, ben illuminati, dotati di impianti di aspirazione e di sistemi di pulizia pneumatica industriale (impianti centralizzati per aspirare grandi quantità di materiale polveroso o granulare); inoltre nelle aziende ubicate in zone rurali è necessario che la struttura muraria dei cunicoli sotterranei sia tale da impedire che vi si possano introdurre rettili.

Data la pericolosità dei nastri trasportatori, in caso di rinnovamento degli impianti e nei tratti dove ciò è possibile, può essere valutata l'opportunità della loro sostituzione con impianti pneumatici; in tal modo si riduce notevolmente anche il problema dell'esposizione alle polveri.

Anche i *vagli vibranti* e la *macchina trituratrice* presentano rischi di infortuni specie in caso di manutenzione e pulizia, per la difficoltà di intervento in caso di blocco accidentale. L'elevata polverosità aumenta il rischio di infortuni. Sono necessarie protezioni inamovibili o dotate di interblocco delle parti pericolose.

Per tutto quanto sopra esposto, oltre all'adeguamento degli impianti alle norme di sicurezza, è fondamentale anche l'informazione e formazione dei lavoratori.

#### Accesso in locali sotterranei

Durante l'accesso ai cunicoli dove scorrono i nastri trasportatori, sono possibili cadute per scivolamento e per perdita dell'appiglio, con conseguenti lesioni traumatiche. Inoltre sono possibili investimenti da parte di mezzi meccanici (pala meccanica, carrelli elevatori) nel caso la zona di accesso al sottoterraneo sia in prossimità dei loro percorsi. È opportuno che l'accesso ai cunicoli sia reso il più possibile agevole, ben illuminato, ma soprattutto sicuro.

Ad esempio, in caso di accesso ai cunicoli da botole aperte nel pavimento, l'apertura verso il vuoto della botola può essere protetta tramite parapetto e fascia fermapièdi per evitare il rischio di caduta degli addetti e di materiale (Fig. 3.2.10). Se si accede tramite una scala verticale (ad esempio a pioli), è bene che essa sia stabilmente fissata alla parete e dotata di gabbia di protezione anticaduta. Se viene utilizzata una scala retrattile, è opportuno che sia robusta, provvista di corrimano, con gradini di adeguata dimensione e realizzati in materiale grigliato per evitare che vi si accumuli terra di fonderia, la quale potrebbe essere causa di scivolamenti. La botola lasciata aperta dalla scala retrattile deve essere protetta, ad esempio tramite parapetto e fascia fermapièdi mobili. È opportuno evitare l'utilizzo di scale portatili che possono dare luogo a problemi di stabilità e di movimentazione delle stesse.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso che la botola si trovi in prossimità di percorsi ove transitano mezzi meccanici, predisponendo le necessarie misure di sicurezza per la delimitazione e segnalazione della zona vicina alla botola.





Fig. 3.2.10 Accesso ai cunicoli sotterranei tramite scala verticale fissa dotata di gabbia di protezione, la cui botola è protetta da parapetto e fascia fermapièdi

### Esposizione a polveri

In questa fase lavorativa, la dispersione di polveri nell'ambiente può avvenire principalmente durante:

- il trasporto delle terre tramite nastri trasportatori aperti, per fuoriuscite accidentali dagli impianti chiusi, oltre che per eventuale inefficienza degli impianti di aspirazione; nell'operazione di miscelazione la dispersione di polveri è contenuta dal fatto che la terra è umidificata e l'impianto è chiuso, mentre una maggiore polverosità è imputabile alla terra recuperata, la quale è ormai completamente essiccata e maggiormente suddivisa;
- le operazioni di manutenzione e pulizia degli impianti; notevole è l'esposizione in caso di interventi di manutenzione ai nastri trasportatori nei cunicoli, specie se gli addetti intervengono per rimettere la terra sopra il nastro utilizzando un badile;
- le operazioni di movimentazione e stoccaggio temporaneo delle terre esauste e delle polveri fini, recuperate dai filtri a maniche degli impianti di abbattimento delle emissioni dagli impianti di *recupero e trasporto terre*.

La concentrazione di silice libera nell'aria risente del tipo di manipolazione a cui è sottoposta la sabbia, dell'efficienza del controllo della dispersione delle polveri, della composizione chimica della sabbia e del suo stato fisico (vaghiata o no, secca o umida). La presenza di polveri più fini, respirabili, aumenta con il riuso delle terre.

L'esposizione prolungata a polvere di silice libera cristallina può essere causa di silicosi polmonare (vedere il *Glossario*).

In ambienti di fonderia, specialmente nei tempi più recenti, raramente sono stati descritti quadri di silicosi conclamata, perché la sabbia silicea utilizzata è del tipo lavato a ridotta polverosità; l'approvvigionamento della sabbia silicea avviene tramite autocisterne in impianti chiusi e non più tramite sacchi; la preparazione della terra è meccanizzata ed avviene ad umido, la distaffatura avviene in impianti chiusi sotto aspirazione. Più frequentemente si sviluppano quadri di pneumopatie caratterizzati, sia dal punto di vista funzionale che clinico, da una prevalente componente ostruttiva, con maggior frequenza nei fumatori.

All'esposizione a polveri con contenuto siliceo si associa l'azione di altri agenti patogeni per l'apparato respiratorio presenti in fonderia, quali fumi, polveri non silicotigene, agenti chimici, fino a configurare il quadro di pneumoconiosi da polveri miste, caratterizzato da lentezza di evoluzione e relativa benignità clinica, almeno nei soggetti in cui non si associ una sindrome bronco-ostruttiva cronica (sulla quale hanno effetto negativo anche fattori extra professionali quali il fumo da sigaretta).

Il nero minerale e la bentonite non comportano rischi per contatto cutaneo, ma l'inalazione prolungata di polveri del prodotto può provocare irritazione delle mucose. Inoltre, le polveri di nero minerale, bentonite, amidi pregelatinizzati possono contribuire allo sviluppo della pneumoconiosi da polveri miste.

Per ridurre l'esposizione alle polveri è opportuno che l'impiego di sostanze e preparati in polvere avvenga in impianti chiusi e automatici sotto aspirazione, e che il conferimento della sabbia silicea avvenga tramite autocisterne (Fig. 3.2.12) e scaricata nei silos (Fig. 3.2.14) tramite sistemi pneumatici.

In particolare, per gli impianti di recupero della terra di fonderia proveniente dalla *distaffatura delle forme a resina* è opportuno utilizzare impianti pneumatici anziché nastri trasportatori. Ciò è possibile per il fatto che la *terra a resina* è più secca rispetto a quella utilizzata per la *formatura a verde*.

Per gli impianti di recupero della terra di fonderia proveniente dalla distaffatura delle forme a verde, dove gli impianti pneumatici risultano non essere idonei per il fatto che la terra di fonderia resta maggiormente umida (dopo la distaffatura l'umidità della terra rimane al 1,4,2% da circa il 3% che era al momento della formatura), è opportuno che tutto l'impianto (in particolare le tramogge, la macchina molazzatrice, le congiunture dei punti di carico e scarico dei nastri trasportatori) sia chiuso e dotato di un sistema di aspirazione localizzata collegato a un filtro depolveratore (in genere si tratta di un depolveratore a umido come descritto al Paragrafo 3.16.1).

È opportuno limitare gli accessi agli ambienti polverosi, garantire un adeguato ricambio d'aria dell'ambiente di lavoro, naturale o forzato grazie a un impianto di aspirazione/ventilazione, effettuare una buona manutenzione delle apparecchiature.

Quando tali sostanze e preparati in polvere vengono manipolati, o in caso di interventi di manutenzione all'impianto, è richiesto l'utilizzo di D.P.I. (maschera facciale antipolvere grado di protezione P2, guanti, grembiule). Le maschere filtranti, dopo il loro utilizzo al termine del turno di lavoro, devono essere riposte in luogo non contaminato da polveri. In caso di abbondante fuoriuscita accidentale della polvere dall'impianto, oltre ai suddetti D.P.I., è necessario indossare occhiali a tenuta e rimuovere immediatamente la polvere. Se il lavoratore porta gli occhiali da vista, le lenti degli occhiali antipolvere devono essere graduate.

Particolare attenzione deve essere prestata durante gli interventi di pulitura e manutenzione dei nastri trasportatori della terra, dove l'ambiente polveroso può aumentare il rischio di infortuni. Specie nei cunicoli è opportuno recuperare la terra mediante un impianto di aspirazione canalizzato con bocchette fisse e tubi flessibili. In tal modo si riduce sia l'esposizione alle polveri, sia il rischio di danni muscoloscheletrici durante l'utilizzo del badile. È utile prevedere un dispositivo di controllo di rotazione sui rulli folli dei nastri trasportatori, collegato a un dispositivo automatico che, se si blocca un nastro per qualsiasi motivo, comandi il fermo degli altri nastri a esso collegati, onde evitare che si formino accumuli di terra.

Le operazioni di movimentazione relative allo stoccaggio temporaneo e avvio allo smaltimento di terre esauste e polveri da filtri di abbattimento deve essere progettato ed eseguito in modo tale da evitare il più possibile la dispersione delle polveri. Al fine della riduzione della esposizione alle polveri, è preferibile che il prelievo della terra esausta venga effettuato dai silos di stoccaggio al termine del processo di rigenerazione, (anziché subito dopo la distaffatura, anche se questo comporta un maggior dispendio di energia elettrica per la conduzione dell'impianto di recupero), ottenendo diversi vantaggi:

- la terra che ha subito il trattamento di rigenerazione presenta una minore polverosità (le polveri fini sono già state separate);
- la terra rigenerata può essere meglio riutilizzata: volendo utilizzarla per la produzione di calcestruzzi e fondi stradali è necessario che essa presenti un maggior grado di purezza, rispetto al caso in cui si voglia utilizzarla per la copertura di discariche di rifiuti;
- l'operazione di movimentazione viene svolta in esterno (anziché all'interno dello stabilimento produttivo); le conseguenze sono: riduzione dell'esposizione alle polveri sia degli addetti a tale operazione, sia degli addetti ad altre lavorazioni; riduzione del rischio di infortuni per investimento da parte di mezzi meccanici che transitano all'interno dello stabilimento; riduzione dell'esposizione a fumi di combustione in caso vengano utilizzate pale meccaniche a trazione diesel.

Per quanto riguarda la modalità di raccolta delle polveri fini di terra derivanti dai filtri di abbattimento, potrebbe essere opportuno utilizzare sacchi di tela chiusi e conferirli tal quali alla ditta smaltitrice, anziché utilizzare cassoni metallici con fondo apribile (tramogge), da svuotare poi nel mucchio di terra esausta. Tuttavia per alcune aziende del comparto questa soluzione si è resa impraticabile per il fatto che la ditta smaltitrice alla quale si rivolgono non accetta le polveri in sacchi. Una soluzione migliorativa rispetto alle precedenti, che sta per essere attuata da un'azienda del comparto, consiste nell'installare un impianto di umidificazione delle polveri fini all'uscita dei filtri di abbattimento. In tal modo, anziché movimentare polveri fini e secche, si movimentano zollette umide.

È opportuno che i lavoratori, soci compresi, quando effettuano lavorazioni insudicanti o con esposizione a polveri o altri agenti nocivi, possano disporre di armadietti a doppio scomparto per l'alloggiamento distinto degli abiti civili e da lavoro e di servizi igienico - assistenziali (docce, lavabi ecc.) adeguati e mantenuti in buono stato.

È importante tenere il più possibile puliti pavimenti e ambiente di lavoro; allo scopo talvolta sono utilizzate spazzatrici industriali (Fig. 3.2.11) e, in fase di ristrutturazione aziendale, è opportuno valutare la possibilità di installare un sistema di aspirazione centralizzata.

È fondamentale l'informazione, formazione e la sorveglianza sanitaria degli addetti.

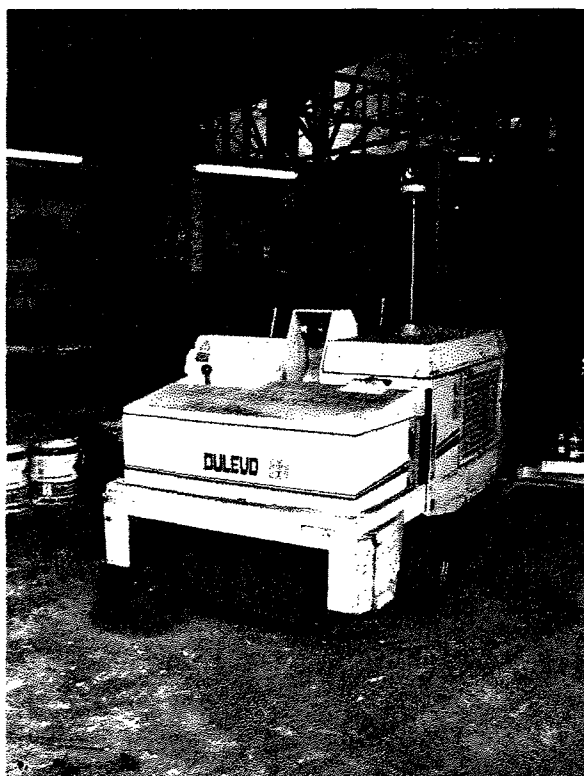


Fig. 3.2.11 Spazzatrice industriale

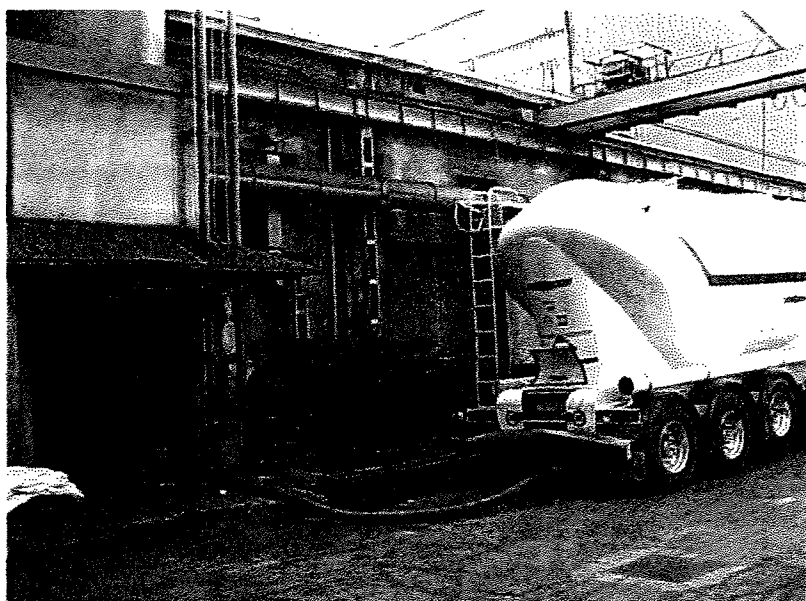


Fig. 3.2.12 A/B Camion autocisterna che carica i silos di sabbia silicea in modo pneumatico senza diffusione di polveri

#### Esposizione a rumore

La macchina molazzatrice in genere produce una rumorosità tra 80 e 85 dB(A). Negli impianti più recenti l'esposizione a rumore è limitata dal fatto che l'operazione è automatizzata e non richiede la continua presenza dell'addetto. Livelli di rumore più elevati possono essere presenti al posto di guida della spazzatrice industriale (Fig. 3.2.11), dove, in una azienda del comparto ad esempio, è stato misurato un Leq di 89 dB(A). Per evitare l'esposizione indiretta di altri lavoratori è opportuno che la pulizia con la spazzatrice sia eseguita in orari diversi da quelli in cui sono presenti i lavoratori. È opportuno valutare la possibilità di sostituzione della spazzatrice con impianti di aspirazione centralizzata posizionando l'unità centrale aspirante in un locale separato dove non sono presenti lavoratori, oppure utilizzare spazzatrici del tipo meno rumoroso e attuare le misure previste dal D.Lgs. 277/91 in base ai livelli di esposizione personale (vedere il *Glossario*), con particolare attenzione ai D.P.I. per la protezione dell'udito (cuffie, tappi) e alla sorveglianza sanitaria.

È opportuno effettuare una regolare manutenzione della molazzatrice, la separazione della stessa dagli altri ambienti di lavoro e l'informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.

#### Stoccaggio, manipolazione e utilizzo di prodotti pericolosi per la salute - esposizione a vapori organici

Si tratta di resine, induritori e distaccanti per coclea utilizzati nella fase di preparazione della *terra di fonderia per formatura a resina*, prodotti con i quali gli addetti possono venire a contatto sia durante la taratura del mescolatore, sia nel caso in cui venga effettuata la movimentazione o il travaso manuale dei prodotti, o accadano sversamenti accidentali.

In genere, durante la fase di miscelazione con la sabbia, gli addetti non sono esposti al contatto cutaneo con resine ed induritori, perché la fase è automatizzata: i prodotti vengono prelevati dai serbatoi di stoccaggio automaticamente tramite pompe dalla macchina mescolatrice che prepara la terra per formatura a resina.

Anche durante il rifornimento, a meno di eventi accidentali, non si verificano contatti cutanei perché resine e induritore vengono forniti tramite autocisterne che scaricano i prodotti stessi direttamente nei serbatoi di stoccaggio dell'azienda.

Il danno derivante da eventuale contatto con le resine varia a seconda della percentuale delle diverse sostanze contenute nelle resine stesse e può andare dalle dermatiti irritative e allergiche a patologie più gravi.

Durante la taratura del mescolatore delle terre per la formatura a resina e durante il rifornimento, lo stoccaggio ed eventuale travaso e movimentazione manuale di resine e catalizzatori (oltre che durante la formatura vera e propria, descritta al Paragrafo 3.4), si possono sviluppare vapori di fenolo libero, formaldeide libera e alcool furfurilico, dovuti sia ai prodotti della reazione chimica che avviene durante la reticolazione della resina sintetica, sia ai monomeri costituenti la resina stessa.

I primi sintomi a seguito di una significativa esposizione a vapori organici di fenolo libero, formaldeide libera e alcool furfurilico, possono essere bruciori agli occhi e irritazioni della gola. La pericolosità e la relativa classificazione di formaldeide, fenolo e alcool furfurilico - singolarmente considerati - è riportata nel *Glossario*.

Il D.M. del 28.01.1992 stabilisce la classificazione di pericolosità dei preparati; nel caso delle resine, se il fenolo libero contenuto è inferiore all'1% il prodotto non è segnalato; se è compreso tra l'1% e il 5% il prodotto è classificato come nocivo (Xn); se è superiore al 5% il prodotto è classificato come tossico (T). Pertanto è importante valutare la possibilità di utilizzare resine a basso contenuto di fenolo libero e informare e formare gli addetti in relazione alle indicazioni riportate nelle schede di sicurezza dei prodotti utilizzati.

Per quanto riguarda la stima dell'esposizione alla formaldeide, si citano a titolo di esempio i risultati dei campionamenti effettuati dalla ASL di Firenze in una azienda del comparto:

- nel giugno 1996 per gli addetti al mescolatore di preparazione della terra per la formatura a resina (formatura manuale per *staffe* grandi), l'esposizione alla formaldeide è risultata abbastanza elevata, ad esempio in un caso è stata misurata l'esposizione di un addetto su 8 ore pari a 0,77 mg/m<sup>3</sup>, mentre il valore TLV-STEL (che è un limite previsto per esposizioni di breve durata che non superano i quindici minuti), vale 0,37 mg/m<sup>3</sup>; l'esposizione alle altre sostanze è risultata molto più bassa dei limiti di riferimento;
- nel dicembre 1996, a seguito della sostituzione del mescolatore con uno tecnologicamente più avanzato dotato di aspirazione localizzata, nuovi campionamenti nella stessa azienda hanno evidenziato una notevole riduzione dell'esposizione al mescolatore; per la formaldeide, ad esempio, si è misurata l'esposizione dello stesso addetto pari a 0,16 mg/m<sup>3</sup> e valori sempre inferiori a 1 mg/m<sup>3</sup> per le altre sostanze (valori analoghi o inferiori di reparto sono stati misurati anche in altre aziende del comparto).

Per quanto riguarda i *catalizzatori* (o *induritori*), costituiti da una soluzione acquosa a bassa viscosità di acidi solfonici e solforici, nelle aziende del comparto è utilizzata in genere una soluzione acquosa a base di acido paratoluensolfonico (minimo 64%) con la presenza di acido solforico libero (massimo di 1,5%); l'etichettatura del preparato riporta la classificazione Xi (irritante) e le frasi R36/37/38 (irritante per gli occhi, per le vie respiratorie e per la pelle), S14 (conservare lontano da resine), S26 (in caso di contatto con gli occhi lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare un medico), S37/39 (usare guanti adatti e proteggersi gli occhi e la faccia). Tale classificazione è determinata dalla concentrazione dell'*acido solforico* (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). È quindi importante utilizzare induritori a basso contenuto di acido solforico e informare e formare gli addetti in relazione alle indicazioni riportate nelle schede di sicurezza dei prodotti utilizzati.

Il *silicato di sodio* e di altri leganti a base di silicato di sodio contenenti oltre il 5% di *idrossido di sodio* (NaOH) libero (utilizzati per la *preparazione terre per la formatura in anidride carbonica*) sono classificati come corrosivi (C). Tali prodotti a contatto con la pelle possono provocare gravi ustioni, tuttavia la presenza di acido silicico nel sistema attenua i rischi di ustione nel caso di contatto.

La soluzione acquosa di *trietanolamina tecnica 7,5 - 10%* (*inibitore* utilizzato come distaccante per coclea), è classificata come Xi (irritante), e riporta le frasi di rischio R36 (irritante per gli occhi), R38 (irritante per la pelle). Può provocare, a contatto con la cute: irritazione, dermatite, eczema; a contatto con gli occhi: irritazione, cheratite; per inalazione: irritazione delle vie respiratorie, tosse, edema; per ingestione: irritazione delle mucose, irritazione gastrointestinale, vomito, diarrea.

Ai fini della prevenzione, è opportuno attuare le misure sotto indicate:

- valutare la possibilità di sostituzione dei prodotti più pericolosi con altri meno pericolosi (ad esempio: resine con la minima percentuale di fenolo e induritori con la minima percentuale di acido solforico come sopra descritto);
- dosare correttamente la percentuale di resine e catalizzatori contenuta nella terra di formatura, non superando le dosi strettamente necessarie (generalmente 1% di resina e 0,5 di induritore);

- utilizzare i prodotti pericolosi in impianti chiusi ed automatici, mettendo in atto tutte quelle misure necessarie a evitare imbrattamenti, sgocciolamenti, sversamenti: effettuare verifiche periodiche per controllare che non ci siano perdite sulle tubazioni dell'impianto di miscelazione; predisporre sistemi di contenimento contro eventuali sversamenti accidentali, i cui bacini per resina e induritore siano separati (Fig. 3.2.13) per evitare che si verifichino reazioni chimiche violente dovute al contatto diretto tra i due prodotti; per eventuali piccoli travasi manuali utilizzare contenitori di sicurezza a tenuta dotati di tappo con molla di chiusura;
  - installare impianti di aspirazione localizzata il più vicino possibile alla fonte di emissione; aerazione generale dell'ambiente di lavoro, naturale o forzata, tale da garantire un adeguato ricambio d'aria; a seconda dei livelli di esposizione durante la lavorazione può comunque essere richiesto l'utilizzo di D.P.I. per la protezione delle vie respiratorie (maschere filtranti);
  - stoccare correttamente resina, induritore e inibitore in ambiente ventilato, non esposto al sole;
  - munire della prescritta etichettatura tutti i contenitori, anche quelli utilizzati per eventuali travasi;
  - rispettare la prescritta colorazione delle tubazioni;
  - seguire procedure corrette di lavoro, quali ad esempio: evitare di introdurre l'induritore in recipienti che hanno contenuto la resina (o viceversa); aggiungere alla sabbia l'induritore prima della resina; indossare D.P.I., in particolare, per eventuale manipolazione della resina durante il travaso, rifornimento o taratura del mescolatore, sono raccomandati guanti in elastomero nitrilbutadienico (NBR), occhiali di sicurezza, visiera, grembiuli impermeabili e indumenti protettivi non assorbenti, maschera filtrante;
  - predisporre un piano di gestione dell'emergenza con squadre di intervento appositamente formate e aventi in dotazione idonei D.P.I. (stivali in gomma del tipo resistente agli acidi, occhiali, grembiule impermeabile, maschera antigas), in modo da poter arginare il prodotto sversato con sabbia o altro materiale assorbente, evitando così che il prodotto possa raggiungere le fognature, e garantendo lo smaltimento del rifiuto secondo la normativa vigente;
  - mettere a disposizione dei lavoratori docce con vaschette lavaocchi, tenute sempre pronte all'immediato utilizzo evitando di ingombrarle; infatti ad esempio, in caso di contatto, specie degli occhi, con corrosivi, è necessario lavarsi immediatamente e abbondantemente con acqua, togliersi gli indumenti contaminati e sottoporsi subito a controllo medico.
- Tutto ciò rende evidente che il personale addetto deve essere specializzato e adeguatamente informato, in particolare su:
- indicazioni riportate sulle schede di sicurezza dei prodotti utilizzati;
  - rischi e procedure più idonee da seguire, sia durante la normale lavorazione, sia in caso di interventi di manutenzione e di emergenza (rotture, sversamenti, contaminazione degli addetti), sia per tutelare la salute dei lavoratori, sia per proteggere l'ambiente esterno dall'inquinamento;
  - modalità di utilizzo corretto dei D.P.I. (guanti in gomma, grembiuli impermeabili, occhiali, visiere, maschere filtranti) nelle varie situazioni operative, in conformità a quanto riportato nelle schede di sicurezza dei prodotti;

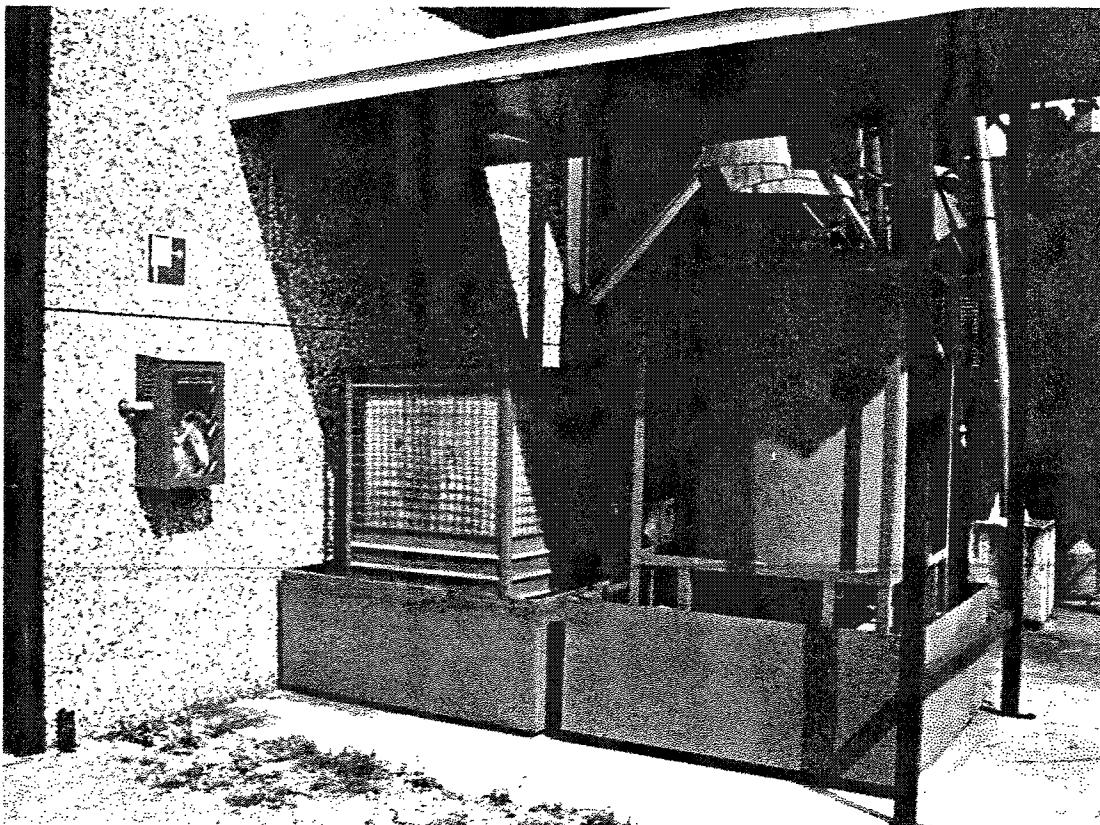


Fig. 3.2.13 Stoccaggio esterno di resina e induritore con bacini di contenimento separati

- norme di igiene personale: ad esempio è necessario che gli addetti prestino attenzione a lavarsi bene le mani prima di consumare i pasti o di toccare una sigaretta per poi fumarla;
- corrette procedure di pronto soccorso in caso di accidentale contatto, ingestione o elevata inalazione di vapori delle sostanze impiegate, in conformità a quanto riportato nelle schede di sicurezza dei prodotti, le quali ad esempio possono riportare indicazioni del tipo:
  - in caso di ingestione accidentale sciacquarsi accuratamente la bocca, bere poca acqua fredda per alleviare il dolore, non provocare il vomito ma consultare immediatamente un medico mostrandogli la scheda di sicurezza del prodotto ingerito;
  - in caso di contatto cutaneo con resine o induritori togliersi immediatamente gli indumenti contaminati, lavarsi accuratamente con acqua e sapone e risciacquare abbondantemente;
  - in caso di contatto con gli occhi lavarli con acqua corrente per diversi minuti mantenendo le palpebre ben aperte e consultare il medico (è necessario che siano state predisposte docce e lavaocchi di emergenza);
  - in caso di disturbi da inalazione, portare la persona in zona ben aerata e chiamare il medico.

#### **Utilizzo e stoccaggio di prodotti infiammabili e combustibili**

La resina è un prodotto infiammabile dalla cui combustione si sviluppano gas nocivi.

L'inibitore è un preparato non combustibile di per sé, ma ad alta temperatura e in concentrazioni di utilizzo non valutabili a priori, si possono formare: ossido di carbonio; anidride carbonica; idrocarburi alifatici ed aromatici, anche policiclici; ossidi di azoto, acido cianidrico, ammoniaca, vapori di ammina.

Preparati per *terra di fonderia* contenenti sostanze a base di carbonio, quali il nero minerale, in caso di incendio possono bruciare ed alimentare la combustione.

In caso di incendio gli addetti possono riportare ustioni, intossicazioni e lesioni traumatiche, e si possono verificare ingenti danni alle strutture aziendali.

Per ridurre il rischio di incendio è necessario in primo luogo ridurre al minimo i quantitativi stoccati. Alcune aziende del comparto richiedono il rifornimento delle resine tutti i mesi (ad esempio il quantitativo di resina furanica rilevato in una azienda di media potenzialità è stato di 7 tonnellate); inoltre le aziende del comparto utilizzano, per quanto possibile, premiscelati (miscele pronte) di bentonite e nero minerale, piuttosto che il nero minerale tal quale.

È fondamentale effettuare uno stoccaggio corretto in luoghi idonei, evitare la possibilità di innesco (non fumare o usare fiamme libere, impianto elettrico idoneo alla classificazione di pericolosità del luogo ove è installato).

Gli addetti devono essere informati sui rischi legati all'uso dei prodotti, conoscere le indicazioni riportate nelle schede di sicurezza e le corrette procedure di gestione dell'emergenza; devono essere organizzate squadre di intervento appositamente formate e predisposti adeguati mezzi estinguenti (estintori a polvere, acqua nebulizzata o altri mezzi estinguenti) e D.P.I. (maschere antigas con filtro di tipo A per vapori organici ecc.).

#### **Aspirazione di prodotti infiammabili in grado di determinare miscele esplosive con l'aria**

Si possono formare ricondense di prodotti infiammabili nelle tubazioni dell'impianto di aspirazione, che in caso di innesco possono dare luogo a incendio-esplosione. In tal caso gli addetti possono riportare ustioni, intossicazioni e lesioni traumatiche, e si possono verificare ingenti danni alle strutture aziendali.

Pertanto l'impianto di aspirazione deve essere progettato in modo che i parametri geometrici siano correttamente dimensionati in relazione alla velocità di aspirazione, la sua conformazione sia tale da evitare la formazione di cariche elettrostatiche, le quali possono provocare scintille, e sia assicurata una buona messa a terra. È opportuno predisporre presidi antincendio (estintori ecc.), informare gli addetti e formare le squadre di emergenza.

#### **Movimentazione meccanica dei carichi**

Per i rischi connessi all'utilizzo di pala meccanica e carrelli elevatori si rimanda al Paragrafo 3.17.

Tab. 3.2.2.1 Sintesi rischi lavorativi, danni e prevenzione - Stoccaggio, recupero e preparazione terre

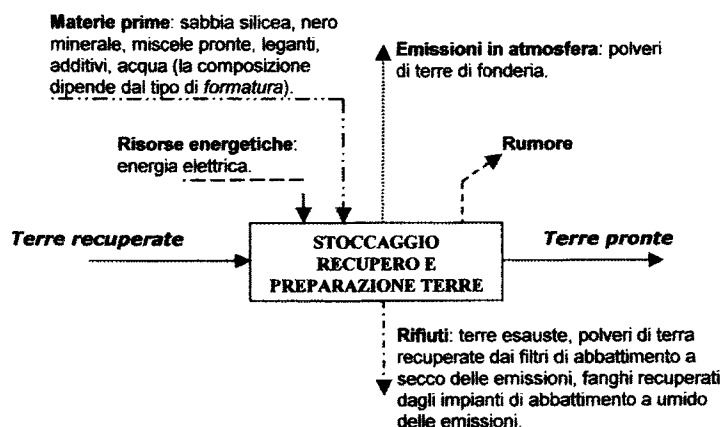
FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento.	Organo lavoratore della macchina molazzatrice.	Lesioni traumatiche (contusioni e ferite) per presa, impigliamento, trascinarsi e schiacciamento. Possibili infortuni mortali.	Protezione sull'apertura di scarico della molazza per rendere inaccessibile l'organo lavoratore. Coperchi dotati di interblocco su organo lavoratore e cinghia di trasmissione del moto della molazza. Recinzione dotata di interblocco alla parte rotante della molazza. Valutare la sostituzione dei nastri trasportatori con impianti pneumatici. Segregare o impedire l'accesso agli organi pericolosi dei nastri in movimento. Dimensionare i cunicoli dei nastri per un agevole accesso e lavorazione; cunicoli ben illuminati, dotati di impianti di aspirazione e pulizia. Programmare una manutenzione preventiva, da eseguire in sicurezza, possibilmente nei giorni di fermo dell'impianto. Installare un impianto di controllo dei valori di assorbimento e che possa dare l'allarme in caso di malfunzionamento. Dispositivi di arresto di emergenza e contro l'avviamento inatteso per ritorno intempestivo della alimentazione elettrica. Procedure <i>Blocca e Segnala</i> per manutenzione e pulizia (vedere <i>Glossario</i> ). Informazione e formazione degli addetti.
	Cinghia di trasmissione del moto della macchina molazzatrice.		
	Parte rotante della macchina molazzatrice.		
	Nastri trasportatori della <i>terra</i> .		
Accesso in locali sotterranei.	Botola di accesso ai cunicoli sotterranei dove scorrono i nastri trasportatori.	Lesioni traumatiche per caduta dall'alto, scivolamento, investimento da mezzi meccanici (nei pressi della botola).	Parapetto e fascia fermapièdi alla apertura della botole. Scale di sicurezza in materiale grigliato. Delimitare e segnalare la zona vicina alla botola specie se in prossimità di percorsi per i mezzi meccanici. Adeguata illuminazione. Informazione e formazione degli addetti.
Esposizione a polveri.	Polveri di <i>terra di fonderia</i> e dei suoi componenti che si possono disperdere nell'ambiente durante il riempimento delle <i>staffe</i> .	Bronchite cronica, enfisema, pneumoconiosi da polveri miste, irritazione vie respiratorie e degli occhi.	Privilegiare l'installazione di impianti chiusi. Impiego delle sostanze e preparati in polvere sotto forma di poltiglia acquosa. Impianti di aspirazione localizzata. Ricambio d'aria naturale o forzata nell'ambiente di lavoro. Controllo automatico dei nastri trasportatori, manutenzione programmata. Frequente pulizia con aspirapolveri o spazzatrici industriali. Sistemi di umidificazione delle polveri fini recuperate dai filtri a maniche. Utilizzo di D.P.I. durante la movimentazione o manipolazione di prodotti in polvere. Attuare norme igieniche. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
Esposizione a rumore.	Molazzatrice che produce un rumore tra 80 e 85 dB(A); i tempi di esposizione personale sono limitati perché in genere l'operazione è automatica.	Danni extra uditivi (disturbi psichici, alterazione circolatorie e a carico dell'apparato digerente).	Regolare manutenzione dell'impianto di preparazione terre e sua separazione dagli altri locali di lavoro. Pulizia in orari di assenza degli altri lavoratori. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti. (vedere la tabella nel <i>Glossario</i> su <i>valori limite di esposizione al rumore</i> e prevenzione).
	Spazzatrice industriale che può produrre al posto di guida un Leq di 89 dB(A).	Danni uditivi (ipoacusia da rumore).	

...segue tabella precedente

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Stoccaggio, manipolazione e utilizzo di prodotti pericolosi per la salute; esposizione a vapori organici.</b>	Miscelazione in coclea di sabbia silicea con resina e induritore, con conseguente sviluppo di vapori di formaldeide, fenolo, alcool furfurilico.	La <i>formaldeide</i> se inalata può provocare irritazione polmonare, edema polmonare, vomito, coliche addominali, diarrea. Inoltre è un probabile cancerogeno. L' <i>alcool furfurilico</i> se inalato può provocare irritazione polmonare, vomito, diarrea, narcosi, depressione. Il <i>fenolo</i> se inalato può provocare bruciori agli occhi ed irritazioni della gola.	Esame delle schede di sicurezza e valutare la sostituzione dei prodotti più pericolosi con altri meno pericolosi. Installare impianti chiusi e automatici dotati di aspirazione. Sistemi di ventilazione naturale. Stoccaggio corretto utilizzando contenitori di sicurezza muniti della prescritta etichettatura. Rispettare la colorazione delle tubazioni. Utilizzare D.P.I. (guanti, grembiule, maschere filtranti ecc.) Procedure di lavoro e dosaggio corretto.
	Stoccaggio, movimentazione e travaso di resine e induritori per la preparazione delle terre per formatura a resina; manutenzione e taratura manuale del mescolatore per terre a resina.	A contatto con la cute: irritazione; a contatto con gli occhi: irritazione e cheratite; per inalazione: irritazione a livello polmonare, edema; inoltre può provocare irritazione delle mucose, vomito, coliche addominali.	Predisporre docce e lavacchi di emergenza, procedure di pronto soccorso. Predisporre procedure di intervento in caso di emergenza (intossicazione, sversamento ecc.) Informare e formare gli addetti.
	Stoccaggio movimentazione e utilizzo di soluzione acquosa di trietanolamina tecnica come distaccante per coclea (inibitore).	A contatto con la cute: irritazione, dermatite, eczema; a contatto con gli occhi: irritazione, cheratite; per inalazione: irritazione delle vie respiratorie, tosse, edema; per ingestione: irritazione delle mucose, irritazione gastrointestinale, vomito, diarrea.	
	Miscelazione di silicato di sodio e di altri leganti a base di silicato di sodio contenenti oltre il 5% di idrossido di sodio libero, (corrosivi) utilizzati per la preparazione terre per formatura in CO <sub>2</sub> .	A contatto con la pelle e con gli occhi: ustioni, irritazioni.	
<b>Utilizzo e stoccaggio di materiali infiammabili e combustibili.</b>	Preparati per terra di fonderia contenenti sostanze a base di carbonio, in caso di incendio possono bruciare ed alimentare la combustione.	Intossicazioni, ustioni e lesioni traumatiche.	Eventuale compartimentazione dei locali - separazione dai reparti dove è maggiore il rischio di incendio. Informazione e formazione degli addetti. Predisporre presidi antincendio e formare le squadre di emergenza.
<b>Aspirazione di prodotti infiammabili.</b>	Si possono formare atmosfere esplosive nelle tubazioni dell'impianto di aspirazione.	Ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche ai lavoratori e danni alle strutture aziendali per incendio-esplosione.	Dimensionare correttamente i parametri geometrici dell'impianto di aspirazione in relazione alla velocità di aspirazione. Evitare la formazione di cariche elettrostatiche. Messa a terra del sistema. Predisporre piani di evacuazione. Informare i lavoratori. Predisporre presidi antincendio. Formare le squadre di emergenza.



### 3.2.3 Impatto ambientale



In questa fase, l'impatto sull'ambiente circostante è determinato principalmente dai fattori sotto elencati.

#### Emissioni in atmosfera

Si tratta della polvere che proviene dagli impianti di stoccaggio, trasporto, recupero e preparazione delle *terre di fonderia*, posti sotto aspirazione. Qualora siano presenti impianti di rigenerazione termica delle *terre a resina* posti sotto aspirazione, si hanno anche emissioni di fumi di combustione.

Al fine di rispettare i limiti di Legge per le emissioni in atmosfera, gli inquinanti vengono abbattuti con recupero della polvere in impianti adeguati.

L'abbattimento a secco con filtri a maniche è idoneo per temperature non troppo elevate (massimo 180,200°C) e per inquinanti non umidi. L'efficienza varia a seconda della quantità di polvere che via via si accumula sulle maniche, pertanto è necessario il loro periodico scuotimento tramite un flusso di aria compressa in controcorrente. Negli impianti più moderni, per massimizzare l'efficienza, lo scuotimento delle maniche avviene in modalità automatica a seconda del valore misurato di pressione dell'aria che attraversa la manica.

Si ricorda qui che le terre di fonderia utilizzare per la *formatura a verde* sono più umide di quelle utilizzate per la *formatura a resina*, pertanto è necessario tenere conto di questo aspetto nella scelta dell'impianto di abbattimento. È fondamentale il corretto dimensionamento e progettazione dell'impianto per evitare che, in prossimità di curve o dove si possono verificare turbolenze, si formino depositi di terra nelle tubazioni di aspirazione con conseguente intasamento o restringimento delle sezione utile. Per questo motivo alcune aziende hanno pertanto effettuato la coibentazione della tubazione e introdotto un combustore a metano che ha la funzione di innalzare il punto di rugiada. Per l'abbattimento delle emissioni provenienti da impianti per la formatura a verde, alcune aziende utilizzano impianti ad umido; altre aziende utilizzano comunque l'impianto a secco con filtri a maniche, avendo risolto il problema della umidità della terra antepoendo ad essi un combustore a metano. Il combustore a metano dà luogo alla produzione dei fumi di prodotti di combustione, le cui emissioni in atmosfera vengono abbattuti dall'impianto stesso.

Riportiamo nella tabella seguente un esempio dei valori degli autocontrolli di una azienda del comparto. Vedere anche la tabella relativa a un'altra azienda riportata al Paragrafo 3.16 relativo alla fase *Gestione e controllo degli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera*.

Tab. 3.2.3.1 Emissioni in atmosfera dalla fase Recupero e preparazione terre - Autocontrolli di una azienda del comparto, anno 1999

Origine	Q [Nm <sup>3</sup> /h]	S [m <sup>2</sup> ]	v [m/s]	T [°C]	H [m]	Durata emissione		Tipo impianto abbatti- mento	Inquinanti emessi			Valori limite (*)	
						h/g	g/a		Natura	mg/N m <sup>3</sup>	Kg/h	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/h
Trattamento terre "A"	31.000	0,785	12,4	40	16	8	200	Filtro a maniche	Polveri totali	< 20	0,600	20	0,600
Trattamento terre "B"	13.000	0,503	7,7	amb.	15	8	200	Filtro a maniche	Polveri totali	< 20	0,280	-	0,280
Recupero terre	4.900	0,126	11,7	amb.	10	8	200	Filtro a maniche	Polveri totali	< 20	0,100	-	0,100

Legenda: Q: portata; S: sezione di sbocco; v: velocità allo sbocco; T: temperatura di emissione; H: altezza camino.

h/g: ore al giorno; g/a: giorni all'anno; amb.: ambientale; (\*) limiti imposti dalla autorizzazione provinciale alle emissioni in atmosfera rilasciata alla azienda A10.

Nota: Data l'estensione dell'impianto in questa azienda, esso è stato suddiviso in due parti: "A" e "B"; entrambe sono relative ad impianti per terre a verde, ma all'impianto "B" afferiscono anche le polveri derivanti dalla *distaffatura* dei getti dalla linea di produzione a resina.

### Diffusione di rumore all'esterno

Gli impianti presenti in questa fase lavorativa sopra descritti (in particolare la molazza, il vaglio rotante, la tritratrice, i nastri trasportatori, i motori degli impianti di aspirazione) possono determinare la diffusione di rumore all'esterno dello stabilimento produttivo con possibilità di disturbo agli insediamenti civili eventualmente confinanti con l'azienda. È necessario ridurre il rumore alla fonte e, qualora ciò non sia sufficiente, vanno adottate misure atte a ridurre la diffusione del rumore entro i limiti stabiliti dalla Legge per la classificazione della zona ove è insediata l'azienda, ad esempio tramite l'installazione di pannellature in materiale fonoassorbente, il posizionamento del reparto più rumoroso il più lontano possibile dalle abitazioni vicine e la riduzione del rumore degli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera come descritto al Paragrafo 3.16.

### Consumo di energia e di risorse

In questa fase si ha consumo di energia elettrica per l'alimentazione dell'impianto. Per i consumi di materie prime vedere la tabella sotto riportata.

Tab. 3.2.3.2 Alcune stime dei consumi di materie prime - Fase preparazione terre (anno 1999)

<i>Preparazione terre per formatura a verde</i>						
AZIENDA	Sabbia silicea t.	Argilla	Amidi pregelatinizzati	Miscela pronte t.	Nero minerale Kg.	Acqua m <sup>3</sup>
A5	190	-	-	65	-	n.d.
A4	361	-	-	294	100	3.029
A8	190	-	-	79	-	n.d.

<i>Preparazione terre per formatura a resina</i>					
AZIENDA	Sabbia silicea t.	Resina fenolica t.	Resina furanica t.	Induritore t.	Distaccante per coclea Kg.
A3 (#)	n.d.	-	15	6	n.d.
A6	n.d.	8,9	-	2,9	-
A8	190	-	78,9	30,4	1.000
A11	-	6,6	6,6	2,2	n.d.

<i>Preparazione terre per formatura in anidride carbonica</i>			
AZIENDA	Sabbia silicea t.	Legante a base di silicato di sodio t.	Nero minerale t.
A9	90	4,31	0,49

Note: dove è riportato il simbolo “#” i dati sono riferiti all'anno 1998.

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT

### Produzione di rifiuti

Si tratta principalmente dei seguenti rifiuti: fanghi recuperati dall'impianto di abbattimento a umido o polveri captate dall'impianto di abbattimento a secco delle emissioni provenienti dagli impianti di aspirazione del reparto *preparazione terre*; zolle dure di terra rimaste nel vaglio della terra recuperata dalla *distaffatura*, quando non avviate alla *rigenerazione*. Questi rifiuti sono raccolti insieme alle terre esauste, pertanto, per quanto riguarda una stima quantitativa complessiva, vedere il Paragrafo 3.12 relativo alla fase *distaffatura*.

### Altezza e struttura degli impianti

I silos di stoccaggio terre (Fig. 3.2.14), così come gli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera, possono alterare il profilo paesaggistico. In aree particolarmente sensibili, regolamenti del Comune nel quale insiste l'unità produttiva, possono richiedere una limitazione in altezza e/o una copertura.

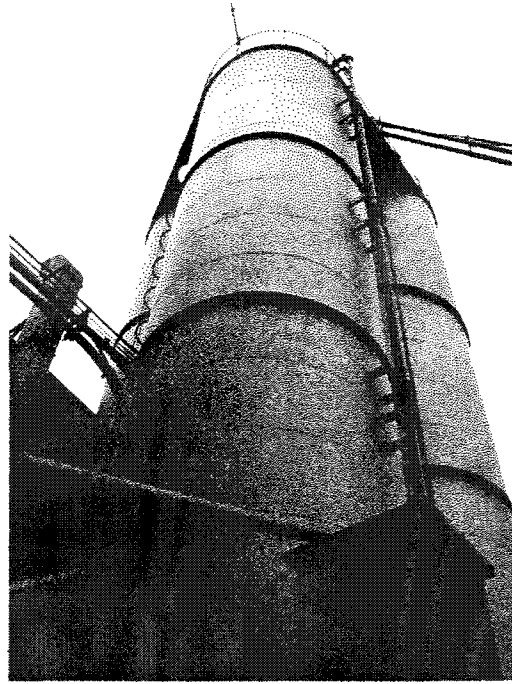


Fig. 3.2.14 Silos di stoccaggio terre

### 3.2.4 Rischio ambientale

#### Sversamenti di prodotti chimici sul suolo

Possono avvenire sversamenti sul suolo dei prodotti utilizzati (resine, catalizzatori) in caso di:

- perdite dalle tubazioni dell'impianto di miscelazione;
- rottura di condotte, cisterne, serbatoi;
- stoccaggio scorretto di contenitori vuoti in attesa dello smaltimento.

In tali casi si può verificare l'inquinamento del suolo e dei corpi idrici superficiali e/o sotterranei.

Per evitare il rischio di sversamenti è necessario seguire procedure di lavoro corrette, effettuare verifiche periodiche per controllare che non ci siano perdite sulle tubazioni dell'impianto di miscelazione, attuare uno stoccaggio corretto di resine e induritori, in ambiente ventilato, non esposto al sole, con bacini di contenimento separati. Infatti, in caso di miscelazione diretta tra resina e induritore si provoca una reazione violenta con sviluppo di vapori dannosi.

Lo stoccaggio temporaneo di rifiuti in attesa dello smaltimento, in particolare contenitori vuoti che hanno contenuto resine e catalizzatori, deve essere effettuato in modo da evitare che tali prodotti inquinanti si possano disperdere sul suolo, direttamente o per l'azione dell'acqua piovana. Pertanto, nel caso lo stoccaggio dei rifiuti avvenga in piazzali esterni, è opportuno che i rifiuti non vengano lasciati direttamente sul terreno, ma che invece sia previsto un luogo pavimentato, coperto; inoltre deve essere affissa una segnaletica appropriata.

#### Dispersione di polvere in atmosfera

Nel caso vengano effettuate in modo scorretto le operazioni di movimentazione e deposito temporaneo esterno delle terre esauste e delle relative polveri fini recuperate dai filtri di abbattimento, si può verificare, specie in caso di vento forte, la dispersione di polveri di *terra di fonderia* nell'ambiente circostante.

La sensibilità per il relativo danno ambientale è maggiore quando l'azienda confina con abitazioni o campi coltivati.

È opportuno attuare le seguenti misure:

- prevedere un impianto di umidificazione delle polveri fini recuperate dai filtri di abbattimento (ciò può essere ottimizzato con un impianto di abbattimento centralizzato che serva anche altre fasi lavorative dalle quali si recupera lo stesso tipo di polvere, come la *distaffatura* e la *granigliatura*);
- limitare la quantità di terre stoccate;
- effettuare lo stoccaggio provvisorio in modo da evitare la dispersione delle polveri, ad esempio realizzando sistemi di contenimento che tengano conto degli agenti atmosferici;
- formare gli addetti utilizzando procedure di movimentazione standardizzate e scritte, progettate in modo da evitare la dispersione di polveri, specie quando si debbano movimentare terre esauste tramite la pala meccanica.

#### Incendio-esplosione

In caso di incendio, l'impatto sull'ambiente è determinato dai fumi prodotti dalla combustione e dal rischio di spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento dell'incendio. Per le indicazioni generali di prevenzione vedere il Paragrafo 4.2.2.

### 3.3 Formatura meccanica "a verde"

#### 3.3.1 Descrizione

La *forma* viene ottenuta costipando la terra nella *staffa*. Le staffe sono appositi telai in ferro, ghisa o acciaio, che servono per ottenere la forma, introducendo in esse il *modello* e costipando la *terra di fonderia* tutto intorno ad esso.

La *formatura a verde* è detta anche *formatura meccanica*, in quanto viene eseguita tramite apposite *macchine formatrici* che scuotono e comprimono la terra intorno al modello.

In alcune aziende, tra le più piccole del comparto, la formatura meccanica avviene tramite l'*azionamento manuale* della macchina formatrice per ogni singola forma da produrre. La staffa viene riempita in parte per caduta dalla tramoggia di carico, in parte per deposizione manuale. Gli addetti alla formatura meccanica con macchine ad azionamento manuale prendono le staffe vuote e le pongono sul piano della macchina, sorvegliano la caduta della terra dai silos nella staffa e dopo l'azione della macchina formatrice controllano la costipazione della terra intorno al modello. L'addetto comanda quindi il capovolgimento della staffa eseguito dalla macchina formatrice stessa, la quale inizia a vibrare per favorire l'estrazione del modello. Per ogni *getto* che si vuole produrre è necessario realizzare due *metà forme* che, una volta chiuse manualmente dagli addetti tramite *grappe*, costituiscono il guscio nel quale sarà colata la lega metallica fusa.

Invece, caso più generale, l'operazione di formatura meccanica è eseguita con un impianto automatico nel quale il riempimento della staffa con la terra è completamente automatico e la macchina formatrice è collegata a un sistema di scorrimento automatico delle staffe che hanno sempre le stesse dimensioni, indipendentemente dalla dimensione dei getti. Per questo motivo la *formatura automatica a verde* è utilizzata per la produzione in serie di getti di piccole o medie dimensioni. In questo tipo di impianti, la macchina formatrice è dotata di sistemi automatici di ribaltamento e chiusura delle staffe; le staffe pronte (contenenti ognuna la forma di *terra a verde*) avanzano in modo automatico fino alla zona dove avverrà la *colata* (Paragrafo 3.10) e, dopo il raffreddamento, fino alla *distaffatura* (Paragrafo 3.12). Gli addetti alla *formatura automatica* sovrintendono al funzionamento dell'impianto; sostituiscono i modelli quando viene avviata la formatura per un nuovo tipo di getto; programmano le *frese robotizzate* che eseguono nelle forme i fori di colata e di sfogo dei gas; a impianto fermo svolgono le operazioni di *ramolaggio* (Paragrafo 3.8).

Per entrambi i tipi di formatura meccanica sopra descritti, sui modelli è in genere preventivamente applicato un preparato, chiamato *distaccante per modelli*, che ha la funzione di favorire il distacco del modello dalla forma. Gli addetti applicano il distaccante manualmente a spruzzo o a pennello e l'operazione è ripetuta dopo un certo numero di cicli di formatura (vedere il Paragrafo 3.7 relativo alla fase *verniciatura*).

La composizione della terra utilizzata per la formatura a verde è stata descritta nella fase lavorativa *stoccaggio, recupero e preparazione terre* al Paragrafo 3.2.

In genere la fase *formatura* non viene appaltata a ditte esterne.

Vediamo più in dettaglio alcune macchine ed attrezzature utilizzate in questa fase lavorativa.

La *macchina formatrice* ha lo scopo di costipare la terra attorno al modello posto nelle staffe. La macchina può essere del tipo a *presso-scossa* o a *sola pressione*. La separazione del modello dalla staffa avviene successivamente.

La macchina di formatura del tipo a *presso-scossa* esegue il rapido susseguirsi di colpi provocati da un sistema ad azionamento pneumatico e, quasi contemporaneamente, comprime a forte pressione l'insieme della terra che sovrasta il modello.

La macchina di formatura del tipo a *pressione* (Fig. 3.3.1) permette di ottenere lo stesso risultato ma è meno rumorosa e più sicura dal punto di vista del rischio di infortuni.

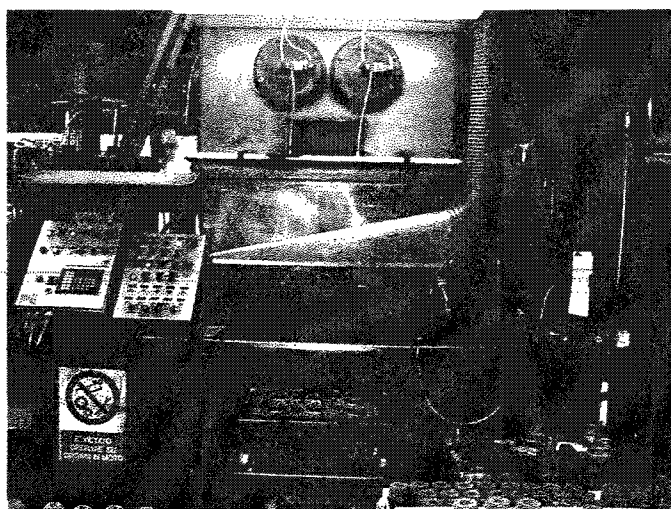


Fig. 3.3.1 *Macchina formatrice a pressione con aspirazione localizzata in impianto automatico; si noti il modello all'interno della macchina*

Alla macchina formatrice può essere abbinata una *fresa automatica* che, con un braccio robotizzato, effettua nelle forme i fori attraverso i quali dovrà essere versata la lega metallica fusa e i fori di sfato dei gas che si produrranno nella forma al momento del contatto di quest'ultima con la lega fusa. Questa macchina permette di calibrare i fori in funzione della quantità di metallo fuso che deve essere introdotto nelle forme e quindi di ridurre la dimensione delle *materozze*. Le materozze verranno poi separate dal getto durante la fase *smaterozzata* e poi nuovamente fuse in forno (questo materiale da fondere viene anche chiamato *boccame*). L'ottenimento di materozze più piccole permette di ottimizzare il processo e risparmiare energia nella fase *fusione*, dovendo fondere meno materiale per produrre lo stesso pezzo.

### 3.3.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Nel 1999, in Toscana, gli addetti a questa fase erano circa 23 su 319 lavoratori del comparto. I principali fattori di rischio in questa fase del ciclo lavorativo sono sotto elencati.

#### Esposizione a rumore

Il rumore in questa fase lavorativa è dovuto alle *macchine di formatura*, al sistema di avanzamento e ribaltamento delle staffe negli impianti automatici, alla *fresa robotizzata*, alla eventuale operazione manuale di pulizia delle forme con aria compressa.

Specie negli impianti più vecchi con macchine di formatura a *presso-scossa* meccaniche ad azionamento manuale l'esposizione degli addetti che sovrintendono al funzionamento della macchina è tale da comportare un'alta probabilità di contrarre un grave danno uditivo, sia per l'intensità del rumore prodotto, in genere superiore ai 90 dB(A), sia per sue le componenti discontinue, in genere inferiori a 140 dB(A).

Per ridurre l'esposizione a rumore nelle aziende del comparto sono state attuate varie misure, talvolta integrabili tra loro:

- procedere alla sostituzione del vecchio tipo di macchine per formatura a presso-scossa meccaniche, con impianti automatici a funzionamento idraulico o pneumatico, i quali consentono una significativa riduzione dell'esposizione al rumore da parte dell'addetto; per tali impianti è necessario che vengano insonorizzati gli sfiati d'aria compressa utilizzata per i vari sistemi di movimentazione pneumatica; è inoltre fondamentale effettuare una costante manutenzione degli impianti; molte aziende hanno già effettuato la sostituzione, ma non tutte; in genere, tali misure consentono di ridurre il Leq delle macchine e delle relative postazioni di lavoro tra gli 85 e i 90 dB(A), mentre, in considerazione dei tempi di esposizione personale al rumore, il Lep<sub>a</sub> si attesta in genere a livelli di poco superiori agli 85 dB(A).
- attuare un intervento di tipo passivo volto a isolare ogni macchina formatrice da quelle circostanti e dalle aree adibite ad altre lavorazioni, onde ridurre la sovrapposizione della rumorosità di linee di lavorazione gemelle affiancate, nonché ridurre l'esposizione indiretta di altri addetti a lavorazioni diverse adiacenti a quelle di formatura; questo è realizzabile tramite schermature e trattamenti fonoassorbenti per ridurre le riflessioni della macchina stessa, tenendo pur conto delle esigenze di garantire all'addetto una buona ventilazione, specie durante la stagione estiva, e di non creare una postazione di lavoro che gli induca senso di isolamento; la soluzione non necessita di essere rimossa durante il carico e scarico della macchina; dove è stata applicata, ha riscontrato parere favorevole da parte dell'imprenditore; ad esempio, riportiamo i risultati ottenuti in una azienda del comparto: il Leq è stato ridotto da 96,6 dB(A) a 93,8 dB(A) per gli addetti alla formatura e da 94,0 dB(A) a 88,1 dB(A) per addetti ad altre lavorazioni adiacenti, esposti indirettamente (soluzione RISOL N° 92, vedere il *Glossario*). Per gli esposti al rumore diretto permane l'obbligo di utilizzo dei D.P.I.; sono necessarie opportune misure organizzative per evitare l'esposizione indiretta di altri lavoratori e, quando ciò non sia possibile, è comunque consigliabile anche per questi ultimi l'utilizzo dei D.P.I.

In generale, le misure di prevenzione da attuare sono in relazione ai livelli di esposizione che devono essere valutati dal datore di lavoro ai sensi del D.Lgs. 277/91 (vedere il *Glossario*).

#### Esposizione a polveri

Questa fase lavorativa espone gli addetti a polveri respirabili con presenza di silice libera cristallina, dovuta alla parte fine e secca della *terra di fonderia*, che si può disperdere nell'ambiente durante il riempimento delle *staffe*.

Per ridurre l'esposizione a polveri è opportuno evitare di pulire le forme con aria compressa che soffia via la polvere, e utilizzare invece sistemi di aspirazione; installare un impianto di aspirazione e di un sistema chiuso di trasporto per la terra di fonderia, nonché utilizzare di D.P.I. (maschere facciali filtranti), nel caso di manipolazione manuale delle terre di fonderia. È opportuno utilizzare un sistema di umidificazione delle polveri fini recuperate dai filtri a maniche dell'impianto di abbattimento delle emissioni. Devono essere rispettate le norme igieniche, come riportato precedentemente (pulizia dei locali, docce, spogliatoi, armadietti ecc.).

#### Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento

I lavoratori possono riportare lesioni traumatiche (contusioni e ferite) per presa, impigliamento, schiacciamento e trascinarsi causate dalla macchina di formatura e dai sistemi movimentazione delle staffe.

L'impianto deve essere dotato di dispositivo di arresto di emergenza e di dispositivo contro l'avviamento intempestivo, in caso ritorni l'alimentazione elettrica dopo che era mancata per un qualsiasi motivo.

Per ridurre il rischio di infortuni sono risultati utili i seguenti accorgimenti:

- segnalazione dell'avviamento dell'impianto automatico tramite segnali ottico-acustici prima della messa in marcia dei vari orga-

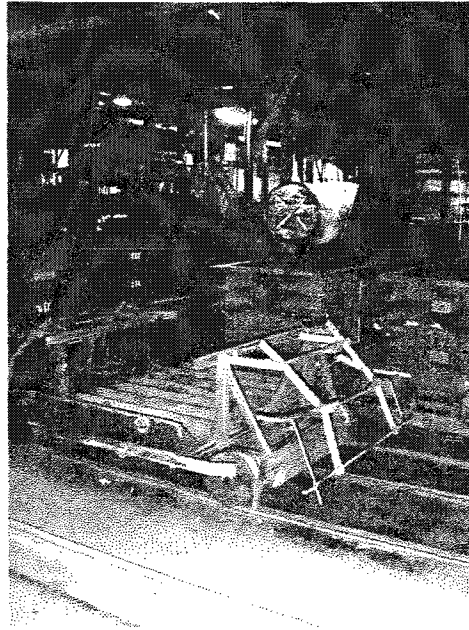


Fig. 3.3.2 Carrellino su rotaia per la movimentazione automatica delle staffe

- nismi, e affissione della segnaletica di pericolo, divieto e obbligo;
- protezione della zona operativa tramite barriere munite di dispositivi di sicurezza (ad esempio fotocellule) che, se vengono oltrepassate, bloccano l'impianto;
- protezione sui sistemi di ribaltamento delle staffe (Fig. 3.3.3), in modo che tale movimento non sia causa di presa, impigliamento o schiacciamento;
- protezione scansa piede alle ruote di avanzamento del sistema di movimentazione automatica delle staffe su rotaia;
- se viene utilizzato un carrellino su rotaia per la movimentazione automatica delle staffe da una linea ad un'altra (Fig. 3.3.2), predisposizione di sistemi di blocco nel caso che un addetto si trovi in una posizione tale da poter essere urtato dal carrellino in movimento, come ad esempio fotocellule o barre sensibili sul carrellino;
- se l'avvio della pressa di formatura è automatico, predisposizione di protezioni per evitare possibili schiacciamenti delle mani (ad esempio tramite barriere a griglia fisse o dotate di dispositivo di blocco), altrimenti utilizzare, per il comando della pressa di formatura, una pulsantiera a doppio pulsante in modo che entrambe le mani siano impegnate per il comando e non ci sia la possibilità che una mano resti sotto la pressa;
- disporre e segnalare con cartelli il divieto di oliare parti meccaniche durante il loro movimento;
- informare e formare i lavoratori, in particolare prima di effettuare pulizie o manutenzioni, riguardo la procedura *Blocca e Segnala*, come riportato nel *Glossario*.

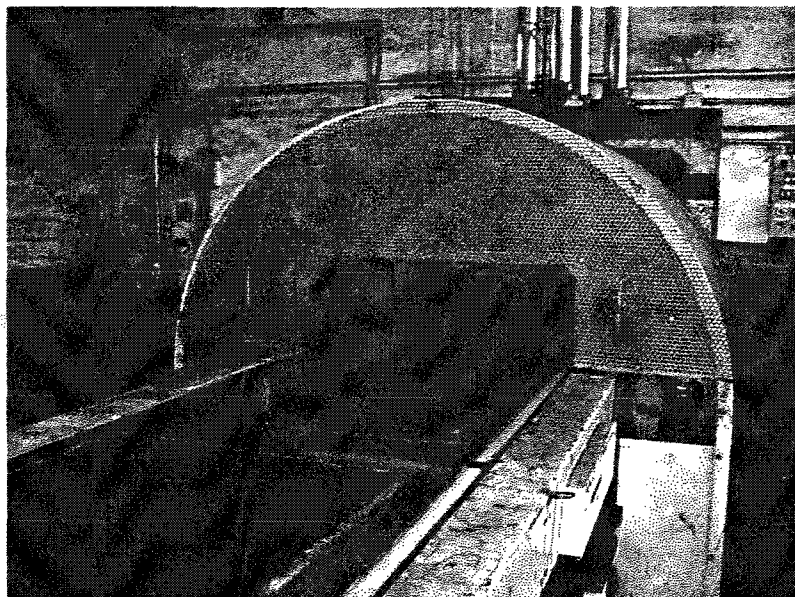


Fig. 3.3.3 Protezione sul sistema di ribaltamento automatico delle staffe sulla linea di formatura automatica

**Stoccaggio e manipolazione di prodotti pericolosi, esposizione a vapori di solventi organici, incendio.**

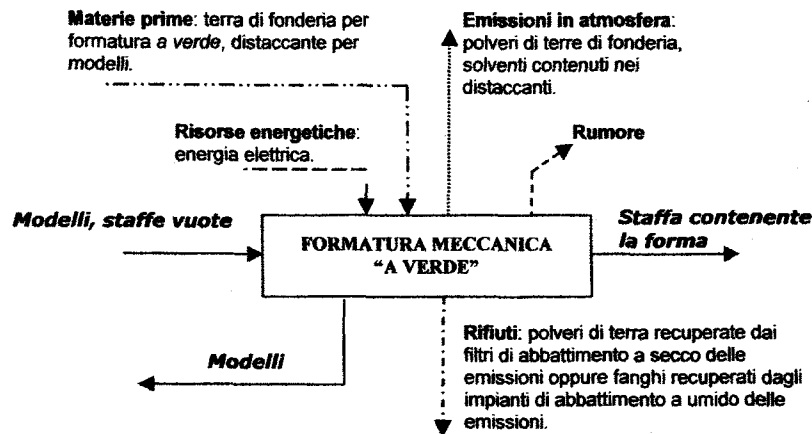
Questi fattori di rischio per la salute degli addetti sono dovuti alla applicazione manuale a spruzzo di *distaccante per modelli*. Si tratta di un preparato infiammabile costituito da siliconi sciolti in una miscela di solventi (vedere il Paragrafo 3.7 relativo alla fase *verniciatura*).

Inoltre il rischio di incendio è sempre da tenere in considerazione quando sono presenti materiali combustibili ed esiste la possibilità di innesco (ad esempio per scintille che si possono determinare per attriti o cariche elettrostatiche, oppure in caso di corti circuiti che si possono verificare negli impianti elettrici), pertanto è necessario prevedere idonee misure di prevenzione.

Tab. 3.3.2.1 *Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Formatura meccanica a verde*

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a rumore.</b>	Il rumore delle macchine di formatura è notevole sia per l'intensità di Leq, sia per le componenti discontinue. Leq tra 85 e 90 dB(A) negli impianti automatici. Leq superiore a 90 dB (A) alle formatrici di vecchio tipo (presso-scossa).	Danni uditivi (ipoacusia da rumore).	Sostituire le vecchie macchine con impianti automatici a funzionamento idraulico o pneumatico con sfiami d'aria compressa insonorizzati. Isolare ogni macchina formatrice da quelle circostanti e dalle aree adibite ad altre lavorazioni, tramite schermature e trattamenti fonoassorbenti. Costante manutenzione degli impianti. Utilizzare D.P.I. quali cuffie, inserti auricolari (tappi). Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
<b>Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento.</b>	Macchina di formatura e sistemi di movimentazione delle <i>staffe</i> .	Lesioni traumatiche (contusioni e ferite) per presa, impigliamento, schiacciamento e trascinarsi.	Dispositivo di arresto di emergenza. Dispositivo contro avviamento intempestivo per ritorno di alimentazione. Proteggere i sistemi di ribaltamento e i sistemi di movimentazione delle <i>staffe</i> . Pulsantiera a doppio comando per la pressa di formatura. Disporre e segnalare il divieto di oliare organi meccanici in movimento. Procedure corrette di manutenzione utilizzando metodi <i>Blocca e Segnala</i> (vedere il <i>Glossario</i> ). Informare e formare gli addetti.
<b>Esposizione a polveri.</b>	Polveri di terra di fonderia che si possono disperdere nell'ambiente durante il riempimento delle <i>staffe</i> .	Bronchite cronica, enfisema, pneumoconiosi da polveri miste, irritazione vie respiratorie e degli occhi.	Privilegiare l'installazione di impianti chiusi. Impiego delle sostanze e preparati in polvere sotto forma di poltiglia acquosa. Impianti di aspirazione localizzata. Ricambio d'aria naturale o forzata nell'ambiente di lavoro. Controllo automatico dei nastri trasportatori, manutenzione programmata. Frequenti pulizie con aspirapolveri o spazzatrici industriali. Sistemi di umidificazione delle polveri fini recuperate dai filtri a maniche. Utilizzo di D.P.I. durante la movimentazione o manipolazione di prodotti in polvere. Norme igieniche. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
<b>Manipolazione e stoccaggio di prodotti pericolosi.</b>	Applicazione manuale a spruzzo sui modelli di distaccante (a base di siliconi) sciolto in solventi infiammabili.	In caso di contatto con gli occhi: irritazione.	Vedere il Paragrafo 3.7 relativo alla fase <i>verniciatura</i> .
<b>Esposizione a vapori di solventi organici.</b>		Irritazione delle vie respiratorie.	
<b>Incendio.</b>		Ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche.	

### 3.3.3 Impatto ambientale



#### Emissioni in atmosfera

Si tratta della polvere delle *terre di fonderia* proveniente dall'impianto di aspirazione localizzata sulla macchina formatrice. Per ridurre l'impatto vengono utilizzati impianti di abbattimento a umido o a secco, in genere centralizzati per tutto l'impianto di preparazione, formatura, distaffatura, recupero, stoccaggio delle *terre per formatura a verde* (vedere il Paragrafo 3.2).

Inoltre si hanno le emissioni di solventi dei *distaccanti per modelli* derivanti dall'impianto di aspirazione localizzata sulla zona dove vengono applicati (vedere il Paragrafo 3.7 relativo alla fase *verniciatura*).

#### Diffusione di rumore all'esterno

Gli impianti presenti in questa fase lavorativa sopra descritti (in particolare la formatrice automatica e i motori degli impianti di aspirazione) possono determinare la diffusione di rumore all'esterno dello stabilimento produttivo con possibilità di disturbo agli insediamenti civili eventualmente confinanti con l'azienda. È necessario ridurre il rumore alla fonte e, qualora ciò non sia sufficiente, vanno adottate misure atte a ridurre la diffusione del rumore entro i limiti stabiliti dalla Legge per la classificazione della zona ove è insediata l'azienda, ad esempio tramite l'installazione di pannellature in materiale fonoassorbente, il posizionamento del reparto più rumoroso il più lontano possibile dalle abitazioni vicine e la riduzione della rumorosità degli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera come descritto al Paragrafo 3.16.

#### Produzione di rifiuti

Si tratta delle polveri recuperate dagli impianti di abbattimento a secco e dei fanghi prodotti dagli impianti di abbattimento a umido, dove rispettivamente presenti (vedere il Paragrafo 3.2).

#### Consumo delle risorse

Si ha consumo di energia elettrica per l'alimentazione dell'impianto (per i consumi di materie prime vedere il Paragrafo 3.2).

#### Altezza e struttura degli impianti

Gli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera possono causare un impatto paesaggistico negativo (vedere il Paragrafo 3.16).

### 3.3.4 Rischio ambientale

#### Incendio - esplosione

Il rischio in questa fase lavorativa è determinato principalmente dai *distaccanti per modelli* che sono preparati facilmente infiammabili. Per la prevenzione vedere il Paragrafo 3.7, relativo alla fase *verniciatura*.

In caso di incendio, l'impatto sull'ambiente è determinato dai fumi prodotti dalla combustione e dal rischio di spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento dell'incendio.

Per le indicazioni generali di prevenzione vedere il Paragrafo 4.2.2.



## 3.4 Formatura manuale in sabbia-resina

### 3.4.1 Descrizione

La *formatura a resina* è detta anche *formatura manuale* perché viene effettuata manualmente (a differenza della *formatura a verde* dove invece si utilizzano le *macchine formatrici*).

La formatura a resina è prevalentemente utilizzata per la produzione di *getti* di medie/grandi dimensioni e/o la cui produzione non è in serie.

Gli addetti posano il *modello* dentro la *staffa* e lo riempiono con la *terra di fonderia* che è stata preventivamente mescolata con prodotti leganti, quali resina e acido catalizzatore, tramite un apposito *miscelatore*, dotato di un quadro di gestione e controllo dell'impianto da cui si possono rilevare i parametri di funzionamento. La formatura a resina differisce dalla formatura a verde, oltre che per i componenti della terra (vedere il Paragrafo 3.2.1), anche per il fatto che i leganti vengono aggiunti alla sabbia immediatamente prima della formatura in appositi impianti di miscelazione.

Anche nel caso della formatura manuale così come per la formatura meccanica, prima che il modello sia posato dentro la staffa, gli addetti applicano su quest'ultimo dei prodotti specifici chiamati *distaccanti* che hanno lo scopo di favorire il distacco del modello dalla forma a indurimento avvenuto. L'applicazione dei distaccanti per modelli è effettuata dagli addetti a spruzzo o a pennello (vedere il Paragrafo 3.7 relativo alla fase *verniciatura*).

Il riempimento delle staffe avviene per caduta dall'alto della terra di fonderia dall'impianto di mescolamento. Nelle aziende del comparto è presente uno dei due sistemi di riempimento sotto descritti.

- *Impianto fisso dotato di braccio mobile*

In questo caso le staffe vengono portate in prossimità dell'impianto fisso di riempimento, entro il raggio di azione del braccio mobile; questo sistema è il più diffuso tra le aziende del comparto (Fig. 3.4.1).

- *Carro mobile su rotaia (chiamato *cammello*)*

In questo caso le staffe da riempire sono posizionate ai lati di un percorso lungo in quale viene spostato un carro mobile che, una volta riempito di terra prelevata dai silos tramite una tramoggia, riempie a sua volta le staffe tramite un braccio mobile; questo sistema è utilizzato da una sola azienda del comparto per staffe di grandi dimensioni (Fig. 3.4.2).

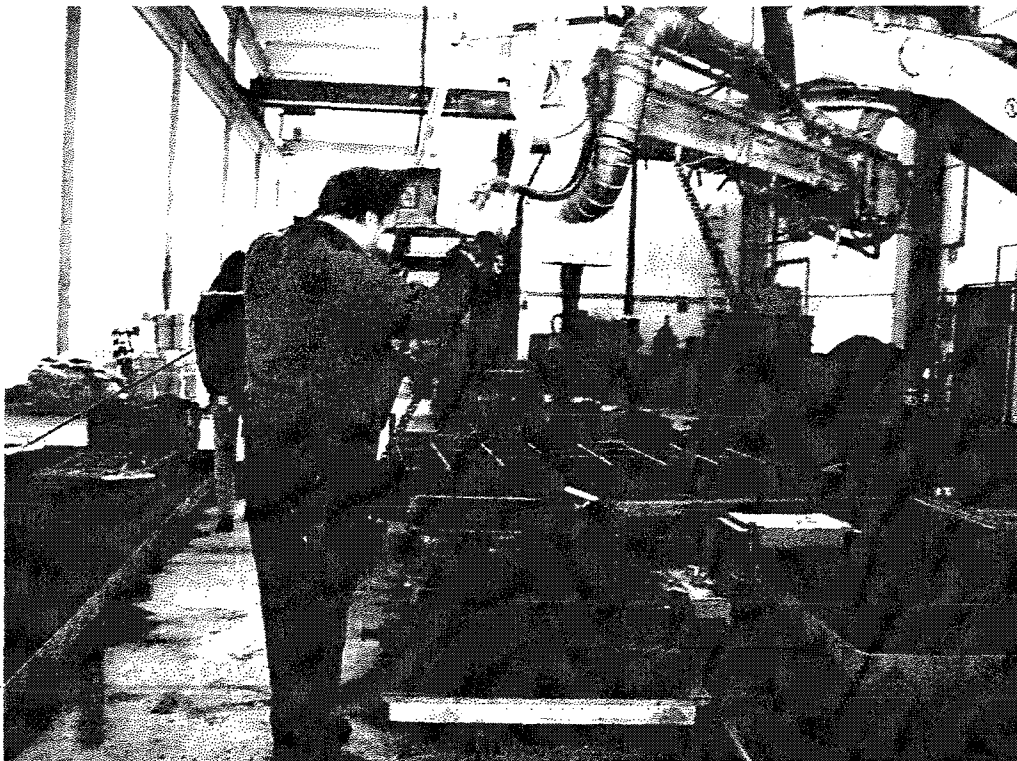


Fig. 3.4.1 Riempimento staffe con terra di fonderia nel reparto di formatura manuale con impianto fisso. Si noti il tubo per l'aspirazione localizzata sulla bocca di uscita della terra dal mescolatore a coclea

Una volta riempita la staffa, gli addetti spianano la terra a mano e, per rendere più uniforme e consistente la terra costipata intorno al modello, talvolta la staffa è posta su piani vibranti; per lo stesso scopo gli addetti utilizzano anche *pestelli pneumatici*: si tratta di lunghi martelli pneumatici il cui utensile è costituito da un pestello in acciaio che viene posto in rapido movimento alternato (Fig. 3.4.3). Per la movimentazione delle staffe sono in genere utilizzati carroponete (vedere il Paragrafo 3.17).

La composizione e la preparazione della terra di fonderia per la formatura a resina sono state descritte al Paragrafo 3.2.1. Lo stesso processo può essere utilizzato per produrre forme o *anime*, come descritto al Paragrafo 3.6.1.

In genere la fase *formatura* non viene appaltata a ditte esterne.

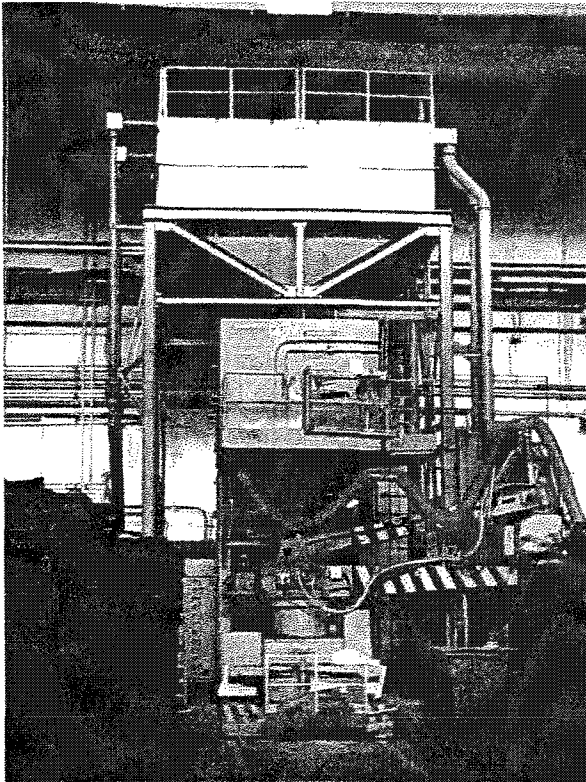


Fig. 3.4.2 A/B Carro su rotaia (chiamato in gergo *cammele*) con braccio mobile per riempimento delle staffe grandi con terra di fonderia nel reparto di formatura manuale (Fig. A: in posizione di carico dalla tramoggia; Fig. B: in posizione di scarico nelle staffe, con operatore a bordo)

### 3.4.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Nel 1999, in Toscana, gli addetti a questa fase erano circa 19 su 319 lavoratori del comparto. I principali fattori di rischio in questa fase del ciclo lavorativo sono sotto elencati.

#### Esposizione a vapori organici

Si tratta dei vapori di fenolo libero, formaldeide libera e alcool furfurilico dovuti sia ai prodotti della reazione chimica di reticolazione della resina sintetica, sia ai monomeri costituenti la resina stessa, come descritto al Paragrafo 3.2.2 relativo alla fase *preparazione terre*, a cui si rimanda.

Si ricorda qui l'importanza di installare: impianti di aspirazione localizzata il più vicino possibile alla fonte di emissione (sui bracci mobili per il riempimento delle staffe); aerazione generale naturale o forzata dell'ambiente di lavoro, tale da garantire un adeguato ricambio d'aria. A seconda dei livelli di esposizione possono comunque essere richiesti: utilizzo di D.P.I. per la protezione delle vie respiratorie (maschere filtranti); informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.

#### Aspirazione di prodotti infiammabili in grado di determinare miscele esplosive con l'aria

Si possono formare ricondense di prodotti infiammabili nelle tubazioni dell'impianto di aspirazione che, in caso di innesco, possono dare luogo ad incendio-esplosione. Si rimanda a quanto descritto al Paragrafo 3.2.3.

#### Esposizione a vibrazioni mano - braccio

L'esposizione a vibrazioni localizzate al sistema mano - braccio, dovuta all'utilizzo manuale del pestello pneumatico (Fig. 3.4.3), può determinare un insieme di disturbi neurologici e circolatori delle dita e lesioni osteoarticolari a carico degli arti superiori (sindrome da vibrazioni mano-braccio - vedere il *Glossario*). Il freddo aggrava il danno da vibrazioni.

Per ridurre l'esposizione è necessario utilizzare pestelli caratterizzati da bassi livelli di vibrazione o minore impatto vibratorio, utilizzare impugnature smorzanti le vibrazioni, riscaldare l'ambiente di lavoro nei mesi freddi, ridurre i tempi di esposizione alterando le lavorazioni tra più addetti. È importante l'informazione, la formazione e la sorveglianza sanitaria degli esposti.

### Esposizione a rumore

I livelli di rumore generati dal pestello pneumatico, dal piano vibrante e dall'eventuale pulizia delle forme con aria compressa sono tali che, per esposizioni prolungate, gli addetti possono subire danni uditivi (ipoacusia da rumore). È necessario attuare misure di prevenzione in base ai livelli di esposizione personale e ai valori limite (vedere il *Glossario*).



Fig. 3.4.3 Pestello pneumatico

### Ritmi di lavoro elevati

Dato che resine e catalizzatori provocano il rapido indurimento di *forme* ed *anime* (entro circa 20 minuti), è necessario operare con una certa velocità. In caso di una non corretta organizzazione del lavoro, è possibile che la fretta possa provocare un maggiore sforzo fisico e ritmi di lavoro elevati. In tal caso gli addetti possono essere esposti a stress con conseguente maggiore probabilità di accadimento di infortuni. Il problema può essere facilmente risolto con una corretta organizzazione del lavoro e una accurata informazione e formazione.

### Posture incongrue

La formatura manuale può talvolta dare luogo all'assunzione di posizioni scomode e scorrette da parte degli operatori, in particolare posizioni accovacciate e/o a schiena flessa per lavorare all'altezza del pavimento, con conseguente aumento dello sforzo fisico, possibili disturbi muscoloscheletrici a carico della schiena e disturbi articolari a carico degli arti inferiori.

È pertanto necessario progettare adeguatamente il posto di lavoro, organizzare correttamente il lavoro; è importante un'accurata informazione e formazione degli addetti, nonché la sorveglianza sanitaria.

Specie in caso di *staffe* di piccole dimensioni, è possibile utilizzare piattaforme sollevabili (Fig. 3.4.4) sulle quali posizionare la staffa in modo da consentire all'operatore di mantenere la postura eretta durante la costipazione della terra nella staffa stessa.

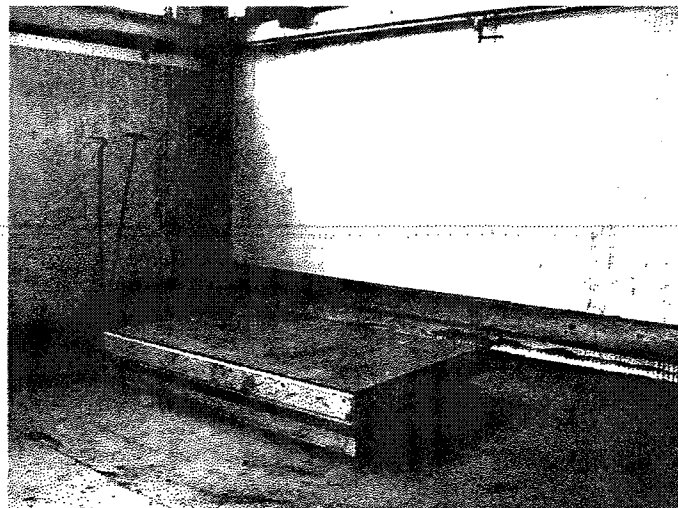


Fig. 3.4.4 Piattaforma per sollevare piccole staffe durante la formatura manuale

### Esposizione a polveri

Questa fase lavorativa espone gli addetti a polveri respirabili con presenza di silice libera cristallina, dovute alla parte fine e secca della terra di fonderia che si può disperdere nell'ambiente di lavoro, specie durante il riempimento delle staffe e la costipazione manuale.

Il rischio da esposizione a polveri nella formatura a resina è in genere inferiore rispetto a quello della formatura a verde.

Per ridurre la diffusione delle polveri nell'ambiente di lavoro durante le operazioni di formatura manuale, è opportuno adottare idonee misure preventive quali: l'installazione di impianti di aspirazione e sistemi di ventilazione naturale; indossare D.P.I. (maschere filtranti); evitare di soffiare aria compressa sulle forme per pulirle, utilizzando invece l'aspirazione; mantenere il più possibile puliti i pavimenti e l'ambiente di lavoro tramite l'utilizzo di aspirapolveri industriali su carrelli mobili (Fig. 3.4.5) oppure tramite sistemi centralizzati di aspirazione, evitando di utilizzare scope le quali sollevano la polvere; rispettare le norme igieniche come riportato precedentemente (docce, spogliatoi, armadietti ecc.); informare e formare gli addetti.



Fig. 3.4.5 Aspirapolvere industriale per la pulizia dell'ambiente di lavoro

### Lavoro in locali a rischio di incendio

Il rischio di incendio è sempre da tenere in considerazione quando sono presenti materiali combustibili ed esiste la possibilità di innesco (ad esempio per scintille che si possono determinare a causa di attriti o cariche elettrostatiche oppure per eventuali corto circuiti che si possono verificare negli impianti elettrici); pertanto è necessario prevedere idonee misure di prevenzione.

### Movimentazione meccanica e manuale dei carichi

Si tratta della movimentazione di staffe e modelli, i quali in questa fase sono in genere di grandi dimensioni, pertanto di solito viene effettuata con l'ausilio di carroponete (vedere il Paragrafo 3.17 relativo alla fase *movimentazione meccanica dei carichi*).

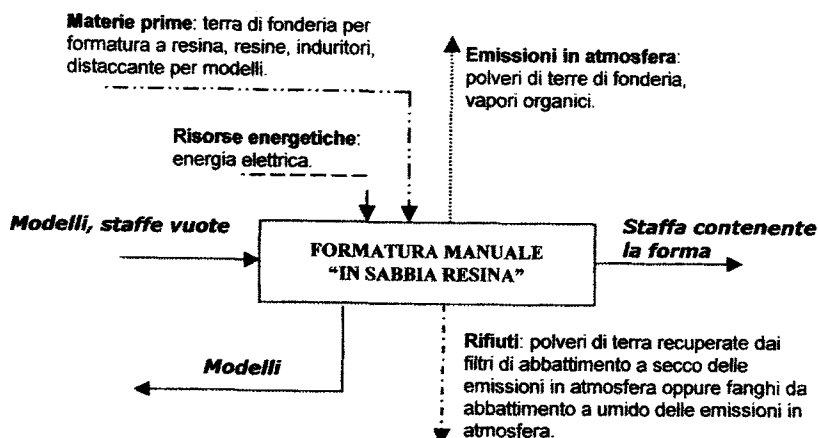
Tab. 3.4.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a vapori organici.</b>	Formaldeide libera, fenolo libero e alcool furfurilico dovuti sia ai prodotti della reazione di reticolazione della resina sintetica, sia ai monomeri costituenti la resina stessa.	La <i>formaldeide</i> se inalata può provocare irritazione polmonare, edema polmonare, vomito, coliche addominali, diarrea. Inoltre è un probabile cancerogeno. L' <i>alcool furfurilico</i> se inalato può provocare irritazione polmonare, vomito, diarrea, narcosi, depressione. Il <i>fenolo</i> se inalato può provocare bruciori agli occhi e irritazioni della gola.	Esaminare le schede di sicurezza dei prodotti e valutare la sostituzione di quelli più pericolosi. Installare impianti di aspirazione localizzata, sistemi di ventilazione naturale. Utilizzare D.P.I. (maschere filtranti). Procedure di lavoro corrette. Stoccaggio corretto. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
<b>Aspirazione di prodotti infiammabili.</b>	Si possono formare atmosfere esplosive nelle tubazioni dell'impianto di aspirazione.	Ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche ai lavoratori e danni alle strutture aziendali per incendio-esplosione.	Dimensionare correttamente i parametri geometrici dell'impianto di aspirazione in relazione alla velocità di aspirazione. Evitare la formazione di cariche elettrostatiche. Messa a terra dell'impianto. Predisporre presidi antincendio. Informare gli addetti. Formare le squadre di emergenza.
<b>Esposizione a polveri.</b>	Polveri di silice libera cristallina, dovuta alla parte fine e secca della <i>terra di fonderia</i> , e di grafite che si disperdono nell'ambiente durante il riempimento delle <i>staffe</i> .	Bronchite cronica, enfisema, pneumoconiosi da polveri miste, irritazione vie respiratorie.	Limitare gli accessi agli ambienti polverosi Installare un impianto di aspirazione localizzata sui punti di carico e un impianto di aspirazione/ventilazione generale dell'ambiente di lavoro. Utilizzare D.P.I. (maschera facciale antipolvere grado di protezione P2, guanti, grembiule). Procedure di lavoro corrette. Stoccaggio corretto. Informazione e formazione.
<b>Esposizione a vibrazioni mano – braccio.</b>	Vibrazioni generate dal pestello pneumatico.	Danni alla circolazione, ai nervi e alle articolazioni degli arti superiori. Sindrome di Raynaud. Il fumo da sigaretta e il freddo aggravano i danni circolatori dovuti alle vibrazioni.	Utilizzare pestelli a bassi livelli di vibrazione o minore impatto vibratorio, utilizzare impugnature smorzanti le vibrazioni, riscaldare l'ambiente di lavoro nei mesi freddi, ridurre i tempi di esposizione alternando le lavorazioni tra più addetti. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli esposti.
<b>Esposizione a rumore.</b>	Rumore generato dal pestello pneumatico.	Danni uditivi (ipoacusia da rumore) ed extra uditivi (disturbi psichici, alterazione circolatorie e a carico dell'apparato digerente).	Attuare misure di prevenzione in base al livello di esposizione personale. Utilizzare pestelli a bassa emissione rumorosa. Utilizzare D.P.I. (cuffie, tappi). Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli esposti.

...segue tabella precedente

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Ritmi di lavoro elevati.</b>	Dovuti al fatto che resine e catalizzatori provocano il rapido indurimento di <i>forme</i> ed <i>anime</i> , pertanto è necessario operare velocemente con conseguente aumento dello sforzo fisico necessario in questa lavorazione.	Stress, aumento del rischio di infortuni.	Organizzare correttamente il lavoro. Informazione e formazione.
<b>Posture incongrue.</b>	Dovuto alle posizioni incongrue assunte dagli operatori durante la formatura manuale.	Disturbi muscoloscheletrici a carico della schiena e degli arti inferiori.	Progettazione adeguata del posto di lavoro. Corretta organizzazione del lavoro. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
<b>Lavoro in locali a rischio di incendio.</b>	In un impianto industriale il rischio di incendio è sempre da tenere in considerazione quando sono presenti materiali combustibili ed esiste la possibilità di innesco.	Ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche.	Valutazione del rischio di incendio. Impianto elettrico idoneo alla classificazione di pericolosità del luogo ove è installato. Predisporre piani di evacuazione. Informare i lavoratori. Predisporre presidi antincendio. Formare le squadre di emergenza.
<b>Movimentazione manuale o meccanica dei carichi.</b>	Movimentazione di staffe e modelli.	Lesioni traumatiche, disturbi muscoloscheletrici (vedere il <i>Glossario</i> ).	Vedere il Paragrafo 3.17 relativo alla fase <i>movimentazione meccanica dei carichi</i> .

### 3.4.3 Impatto ambientale



In questa fase, l'impatto sull'ambiente esterno è determinato principalmente dai fattori sotto elencati.

#### Emissione in atmosfera di vapori organici e polvere

Le emissioni degli inquinanti provenienti dall'impianto di aspirazione localizzata del reparto di formatura manuale in sabbia-resina, vengono abbattute in appositi impianti (vedere i Paragrafi 3.2 e 3.16).

#### Produzione di rifiuti

Si tratta delle polveri recuperate dagli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera.

#### Consumo delle risorse

Per i consumi dei componenti della *terra di fonderia per formatura a resina* vedere il Paragrafo 3.2.3 relativo alla fase *preparazione terre*; per i consumi di *distaccante per modelli* utilizzati per la *formatura a resina* vedere il Paragrafo 3.7.3 relativo alla fase *verniciatura*.

### Altezza e struttura degli impianti

Gli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera possono causare un impatto paesaggistico negativo (vedere il Paragrafo 3.16).

## 3.4.4 Rischio ambientale

Il rischio ambientale in questa fase è essenzialmente costituito da:

### Incendio-esplosione

In caso di incendio, l'impatto sull'ambiente è determinato dai fumi prodotti dalla combustione e dal rischio di spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento dell'incendio.

Per le indicazioni generali di prevenzione vedere il Paragrafo 4.2.2.

## 3.5 Formatura manuale in anidride carbonica

### 3.5.1 Descrizione

Il processo di formatura manuale in CO<sub>2</sub> viene utilizzato da un'azienda del comparto per la realizzazione di pezzi di grandi dimensioni. Questa azienda preferisce utilizzare tale tecnica anziché il processo di formatura manuale a resina, come invece avviene nelle altre aziende del comparto che producono pezzi di grandi dimensioni.

Il processo di formatura manuale in CO<sub>2</sub> è analogo, per quanto riguarda le operazioni manuali, a quello della formatura manuale a resina, come si è descritto al Paragrafo 3.4. La differenza consiste nella diversa composizione della terra di fonderia (vedere il Paragrafo 3.2) e per il fatto che, in questo caso, l'indurimento avviene per insufflazione di anidride carbonica nella staffa piena di terra di fonderia.

Secondo l'azienda che l'ha scelta, questa tecnica consente di poter gestire meglio una produzione discontinua, rispetto alla formatura a resina la cui terra è autoindurente.

L'anidride carbonica viene fornita in bombole di acciaio contrassegnate con etichette speciali e contenenti da 10 a 30 Kg di CO<sub>2</sub> allo stato liquido. Talvolta sono utilizzati serbatoi di dimensioni più grandi posti all'esterno dello stabilimento e l'anidride carbonica viene condotta nel reparto produttivo tramite tubazioni (Fig. 3.5.1). Si tratta di un gas liquefatto incolore e inodore.

Anche per questo tipo di formatura sui modelli vengono applicati prodotti distaccanti per favorire il distacco del modello dalla forma. Allo scopo viene utilizzata grafite argentea in polvere o lycopodio in polvere applicati tal quali. Talvolta la grafite argentea viene diluita con nafta e applicata a pennello.

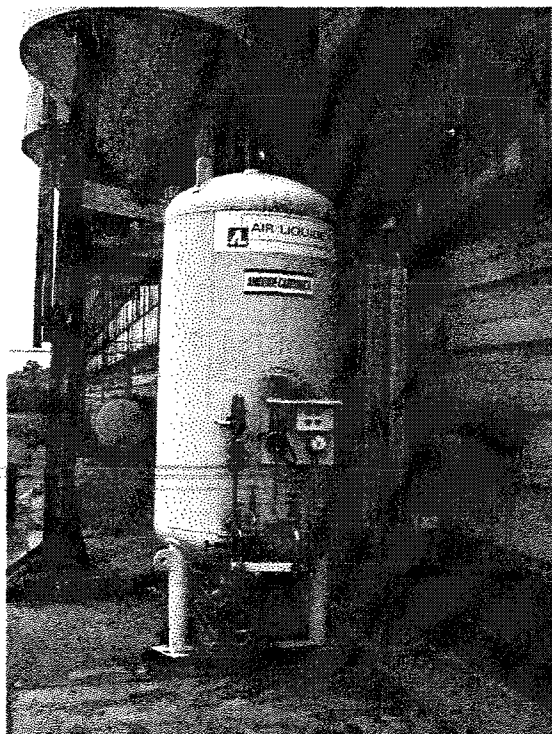


Fig. 3.5.1 Serbatoio esterno dell'anidride carbonica

### 3.5.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Nel 1999, in Toscana, a questa fase era addetto un solo lavoratore su 319 del comparto. I principali fattori di rischio in questa fase del ciclo lavorativo sono sotto elencati.

#### **Esposizione a gas di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)**

Durante l'insufflazione nelle *forme* per ottenerne l'indurimento, gli addetti possono essere esposti ad anidride carbonica.

L'inalazione di anidride carbonica a una concentrazione del 5% per mezz'ora provoca dispnea, vomito, vertigini. Una concentrazione del 10% produce gli stessi sintomi in pochi minuti. Un'inalazione continuata dopo i primi sintomi provoca sudori, convulsioni, difficoltà respiratorie, coma, fino ad arrivare alla morte.

Tali valori di concentrazione sono difficilmente raggiungibili in ambienti dove esiste un normale ricambio d'aria.

Ai primi sintomi da inalazione di anidride carbonica è necessario portare immediatamente l'intossicato fuori dall'ambiente di lavoro e chiamare il soccorso medico; è necessario che il personale addetto sia adeguatamente formato sui rischi e sulle procedure più idonee da seguire in caso di intossicazione.

È richiesta l'installazione di sistemi di aspirazione localizzata e generale dell'ambiente di lavoro.

#### **Utilizzo e stoccaggio di bombole contenenti anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)**

Lo stoccaggio di CO<sub>2</sub> in bombole a pressione può costituire un pericolo di scoppio per effetto della pressione del gas stesso in esse contenuto. Pertanto le bombole devono essere stoccate correttamente, in ambiente separato, aerato, non soleggiato, al riparo dagli agenti atmosferici e tenute lontano da fonti di calore. I serbatoi di CO<sub>2</sub> liquida devono essere dotati di doppia valvola di sicurezza. Sono necessari idonei sistemi di ancoraggio (ad esempio catene), per evitare la caduta accidentale delle bombole, sia durante lo stoccaggio che nell'utilizzo; qualora le bombole siano poste su carrelli, questi ultimi devono essere stabili e conformati in modo da evitare rischi di ribaltamento. È importante l'informazione e formazione degli addetti.

#### **Esposizione a polveri, manipolazione di prodotti e sostanze pericolose per la salute.**

Oltre all'esposizione alle polveri della terra di fonderia come descritto alle fasi precedenti, si può avere quella dovuta ai prodotti distaccanti in polvere nel caso che essi vengano applicati sui modelli tal quali. In caso l'applicazione dei distaccanti avvenga previa diluizione con nafta, si può avere il rischio di contatto cutaneo e imbrattamento con la nafta stessa. Per la pericolosità della nafta si veda il *Glossario*.

È necessario utilizzare sistemi di aspirazione localizzata durante la manipolazione dei prodotti in polvere e indossare dispositivi di protezione individuale (maschere filtranti, guanti, grembiule, tuta) idonei al tipo di inquinante; esaminare le schede di sicurezza dei prodotti utilizzati e valutare la sostituzione dei prodotti più pericolosi con altri meno pericolosi.

Per quanto riguarda il rischio di esposizione alle polveri vedere anche il Paragrafo 3.4, relativo alla fase *formatura a resina*, e per quanto riguarda l'applicazione dei distaccanti il Paragrafo 3.7, relativo alla fase *verniciatura*.

#### **Lavoro in locali a rischio di incendio**

Il rischio di incendio è sempre da tenere in considerazione quando sono presenti materiali combustibili ed esiste la possibilità di innesco (ad esempio per scintille che si possono determinare per attriti o cariche elettrostatiche oppure, per eventuali corto circuiti che si possono verificare negli impianti elettrici), pertanto è necessario prevedere idonee misure di prevenzione.

#### **Movimentazione meccanica e manuale dei carichi**

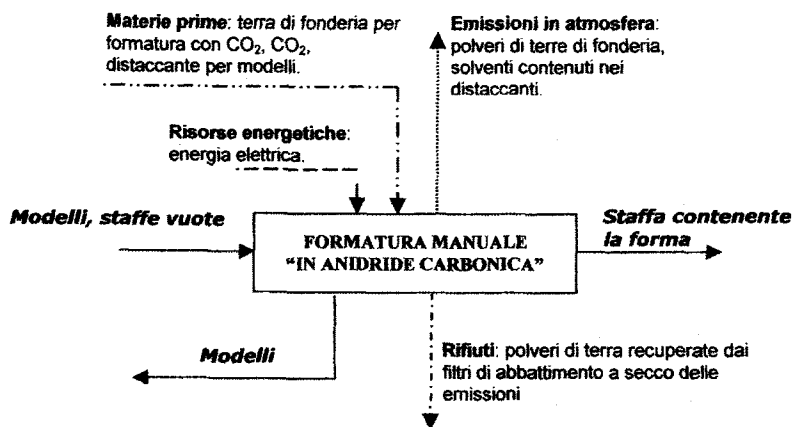
Si tratta della movimentazione di staffe e modelli, che in questa fase sono in genere di grandi dimensioni; pertanto di solito viene effettuata con l'ausilio di carroponete (vedere il Paragrafo 3.17 relativo alla fase *movimentazione dei carichi*).



Tab. 3.5.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a gas di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>).</b>	Insufflazione di CO <sub>2</sub> nelle forme per ottenerne l'indurimento.	L'inalazione di anidride carbonica ad una concentrazione del 5% per mezz'ora provoca dispnea, vomito, vertigini. Una concentrazione del 10% produce gli stessi sintomi in pochi minuti. Una inalazione continuata dopo i primi sintomi provoca sudori, convulsioni, difficoltà respiratorie, coma, fino ad arrivare alla morte. Tali valori di concentrazioni sono difficilmente raggiungibili in ambienti dotati di normale ricambio di aria.	Installazione di sistemi di aspirazione localizzata e generale dell'ambiente di lavoro. Informazione e formazione degli addetti riguardo rischi e procedure di pronto soccorso. Sorveglianza sanitaria degli addetti.
<b>Utilizzo e stoccaggio di bombole contenenti anidride carbonica (CO<sub>2</sub>).</b>	Pericolo di esplosione per effetto della pressione del gas contenuto nelle bombole.	Lesioni traumatiche in caso di esplosione.	Stoccaggio corretto, in ambiente separato, aerato, non soleggiato, al riparo dagli agenti atmosferici, tenute lontano da fonti di calore. Sistemi di ancoraggio anti caduta delle bombole. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Esposizione a polveri, manipolazione di prodotti e sostanze pericolose per la salute.</b>	Polveri di <i>terra di fonderia</i> , polveri di prodotti distaccanti per modelli; nafta utilizzata come diluente dei prodotti distaccanti.	Per le polveri: bronchite cronica, enfisema, pneumoconiosi da polveri miste, irritazione vie respiratorie. La nafta è un prodotto classificato dalla Comunità Europea nella categoria 2 dei cancerogeni (vedere il <i>Glossario</i> ).	Sistemi di aspirazione localizzata. Indossare D.P.I. (maschere filtranti, guanti, grembiule, tuta) Esaminare le schede di sicurezza dei prodotti utilizzati e valutare la sostituzione dei prodotti più pericolosi con altri meno pericolosi. Vedere anche i Paragrafi 3.4 e 3.7 relativi alla fase <i>formatura a resina</i> ed alla fase <i>verniciatura</i> .
<b>Movimentazione meccanica e manuale dei carichi.</b>	Movimentazione di staffe e modelli.	Lesioni traumatiche, disturbi muscoloscheletrici.	Vedere il Paragrafo 3.17 relativo alla fase <i>movimentazione dei carichi</i> .
<b>Lavoro in locali a rischio di incendio</b>	In un impianto industriale il rischio di incendio è sempre da tenere in considerazione quando sono presenti materiali combustibili ed esiste la possibilità di innesco.	Ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche.	Valutazione del rischio di incendio. Impianto elettrico idoneo alla classificazione di pericolosità del luogo ove è installato. Predisporre piani di evacuazione. Informare i lavoratori. Predisporre presidi antincendio. Formare le squadre di emergenza.

### 3.5.3 Impatto ambientale



In questa fase, l'impatto sull'ambiente esterno è determinato principalmente dai fattori sotto elencati.

#### Emissioni in atmosfera

Si tratta principalmente delle polveri di terra di fonderia provenienti dagli impianti di aspirazione localizzata, le quali necessitano di essere abbattute con idonei impianti (vedere il Paragrafo 3.16).

#### Produzione di rifiuti

Si tratta principalmente delle polveri fini recuperate dagli impianti di abbattimento a secco.

#### Altezza e struttura degli impianti

Gli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera possono causare un impatto paesaggistico negativo (vedere il Paragrafo 3.16).

### 3.5.4 Rischio ambientale

#### Incendio-esplosione

In caso di incendio, l'impatto sull'ambiente è determinato dai fumi prodotti dalla combustione e dal rischio di spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento dell'incendio. Per le indicazioni generali di prevenzione vedere il Paragrafo 4.2.2.

## 3.6 Produzione di anime

### 3.6.1 Descrizione

Quando il *getto* che si intende produrre presenta delle cavità interne oppure dei profili non realizzabili con la formatura semplice, vengono utilizzate delle apposite *anime*. L'anima è una *forma* che riproduce esattamente le parti cave dell'oggetto che si intende produrre. Essa verrà quindi introdotta nella *staffa* all'interno della forma durante la fase di *ramolaggio* successivamente descritta al Paragrafo 3.8.

L'anima si ottiene costipando la *terra* in un contenitore di metallo o di legno detto *cassa d'anima*, nel quale sono previsti spazi vuoti in corrispondenza delle suddette parti cave; la cassa d'anima è tenuta chiusa da pistoni pneumatici ed è dotata di estrattori.

Ogni cassa d'anima ha al suo interno una sagoma diversa da tutte le altre, a seconda della forma dell'anima che si vuole realizzare, pertanto le casse d'anima sono soggette ad essere inserite e tolte dalle *macchine spara anime* secondo le esigenze di produzione. Dopo essere state utilizzate le casse d'anima vengono riposte dagli addetti su apposite scaffalature. La movimentazione di casse d'anima e anime è svolta manualmente e/o con l'utilizzo di ausili meccanici, ad esempio paranchi o transpalletts.

Prima di essere utilizzate, spesso le anime vengono verniciate con la stessa vernice refrattaria utilizzata per le forme (vedere il Paragrafo 3.7 relativo alla fase *verniciatura*).

Le anime possono anche essere composte da più parti da assemblare e in tal caso gli addetti incollano le varie parti utilizzando pistole per colla a caldo. Il caricamento della pistola avviene inserendo una cartuccia piena di colla solida che viene resa liquida solo e durante la pressione dell'apposito pulsante (grilletto).

L'addetto alla formatura delle anime è chiamato *animista* ed il reparto è chiamato *animisteria*. Questa produzione può avvenire con diversi procedimenti alternativi. Come risulta in Tabella 2.2.1, più processi di formatura delle anime possono essere presenti con-

temporaneamente nella stessa azienda, ma ancora più spesso per la produzione di anime le aziende del comparto ricorrono a ditte esterne specializzate.

*Produzione anime a resina:* è quella più diffusa tra le aziende del comparto; le tecniche di produzione sono manuali ed eseguite a banco con procedure analoghe a quelle impiegate per le forme in resina, la differenza è che, invece di riempire la staffa, si riempie la cassa d'anima. Sono quindi analoghi anche i rischi e gli interventi di prevenzione (vedere il Paragrafo 3.4 relativo alla fase *formatura a resina*).

*Produzione anime con metodo Ashland:* si producono con un processo a freddo, chiamato *cold box*, con macchine automatiche chiamate spara anime, dove la *terra* viene costipata nella cassa d'anima per mezzo di aria compressa. In questo procedimento si utilizza sabbia di fonderia mescolata a resina tramite un mescolatore automatico analogo a quello visto per la *formatura a resina*, posto in ambiente chiuso e senza la necessità della presenza dei lavoratori. La resina impiegata è a due componenti: uno è generalmente una resina fenolica disciolta in un apposito solvente (in genere esteri altobollenti) e l'altro componente è costituito da poliisocianati anch'essi disciolti in un solvente (in genere miscele di idrocarburi aromatici altobollenti). Il punto di infiammabilità di questi agglomeranti è intorno a 45 - 50 °C. Il mescolatore alimenta direttamente la cassa d'anima tramite un comando posto sulla macchina spara anime. Una volta riempita la cassa d'anima con la miscela sabbia-resina, essa viene fatta reagire tramite l'insufflazione di un opportuno catalizzatore gassoso, che ne produce l'indurimento. I catalizzatori usati sono ammine alifatiche. Si tratta di sostanze infiammabili e tali da poter formare miscele esplosive. Le ammine vengono diluite mediante anidride carbonica. Una volta indurita, l'anima pronta viene quindi estratta dallo stampo tramite appositi estrattori. L'addetto sovrintende al funzionamento della macchina la quale è posta sotto aspirazione.

La potenzialità produttiva delle macchine *cold box* in una azienda del comparto è di 100 t di sabbia al mese.

*Produzione anime con metodo Shell-moulding:* si producono con un processo a caldo, chiamato *hot box*, nelle macchine spara anime, usando una miscela pronta costituita da granuli di sabbia prerivestita di resine termoindurenti. Più in dettaglio, i granuli sono di varie dimensioni, forniti asciutti in sacchi di carta o di plastica o in contenitori metallici e non; essi sono costituiti da vari tipi di sabbia (di silice, cromite, zircone, olivina, fosfatite, allumina ecc.), prerivestita di leganti organici (resina fenolica secca 2,4 % in peso; resina termoindurente tipo novolacca ottenuta facendo reagire fenolo e formaldeide; esametilentetrammina come catalizzatore; lubrificanti quali stearato di zinco o di calcio).

Il prodotto viene soffiato (sparato) all'interno di una cassa d'anima riscaldata a una temperatura dell'ordine dei 250 °C, tramite una resistenza elettrica oppure tramite bruciatori a gas combustibile. Con l'alta temperatura il prerivestimento dei granuli scioglie, facendo in modo che gli stessi si incollino tra loro, determinando così l'indurimento. Una volta indurita, l'anima pronta viene quindi estratta dallo stampo tramite appositi estrattori. L'addetto sovrintende al funzionamento della macchina la quale è posta sotto aspirazione.

La potenzialità produttiva delle macchine *hot box* in una azienda del comparto è di 30 t di sabbia al mese.

*Produzione anime in ceramica:* questo tipo di formatura delle anime è utilizzato in una sola azienda del comparto in Toscana; l'attività consiste nel miscelare, mediante un mescolatore fisso (Fig. 3.6.1), le materie prime per la produzione della ceramica, versare la miscela allo stato liquido nelle *casseforme* precedentemente preparate (per favorire il distacco della forma dalla cassaforma sulla superficie interna di quest'ultima si applica un distaccante), sottoporre a centrifugazione le casseforme allo scopo di fare occupare dal liquido tutti gli spazi interni; ad indurimento avvenuto, le *forme* così prodotte vengono scassettate, eventualmente ritoccate, ed infine introdotte in un apposito forno di cottura alimentato a gas metano (Fig. 3.6.13).

Come materie prime per la preparazione della miscela, un tempo erano utilizzati prodotti sfusi che venivano dosati dagli addetti: il 75% della miscela era costituita da silice elettrofusa (grado di purezza del 99,7%, fornita in tre differenti granulometrie: quella con granulometria più piccola aveva un grado di finezza di circa 300 *mesh*) e il restante 25% era costituito da silicato di zirconio (in tracce erano presenti anche ossidi metallici).

Negli ultimi anni, i suddetti componenti da miscelare (75% silice elettrofusa + 25% di polvere di zirconio) sono stati sostituiti con una miscela pronta costituita da 75% di allumina ( $Al_2O_3$ ) e il restante 25% da silice (anche in questo caso con la presenza in tracce di ossidi metallici).

*Produzione anime con anidride carbonica (CO<sub>2</sub>):* una azienda del comparto che realizza con questa tecnica le forme nella linea di formatura manuale (anziché utilizzare la più diffusa tecnica della formatura a resina), utilizza la stessa tecnica anche per le anime (Paragrafo 3.5), con l'unica differenza che per la forma viene riempita una staffa, mentre per l'anima viene riempita una cassa d'anima.

Come sopra descritto, sia per *cold box* che per *hot box* vengono utilizzate le macchine spara anime.

Per facilitare il successivo distacco delle anime dalle relative casse d'anima, si utilizzano appositi distaccanti che, in genere, vengono applicati manualmente a pennello; si tratta di siliconi forniti in forma di emulsione o pasta entro contenitori di metallo o plastici oppure forniti allo stato liquido in fusti.

Il riempimento della cassa d'anima con la terra, costipata tramite aria compressa, avviene dall'alto tramite una tramoggia.

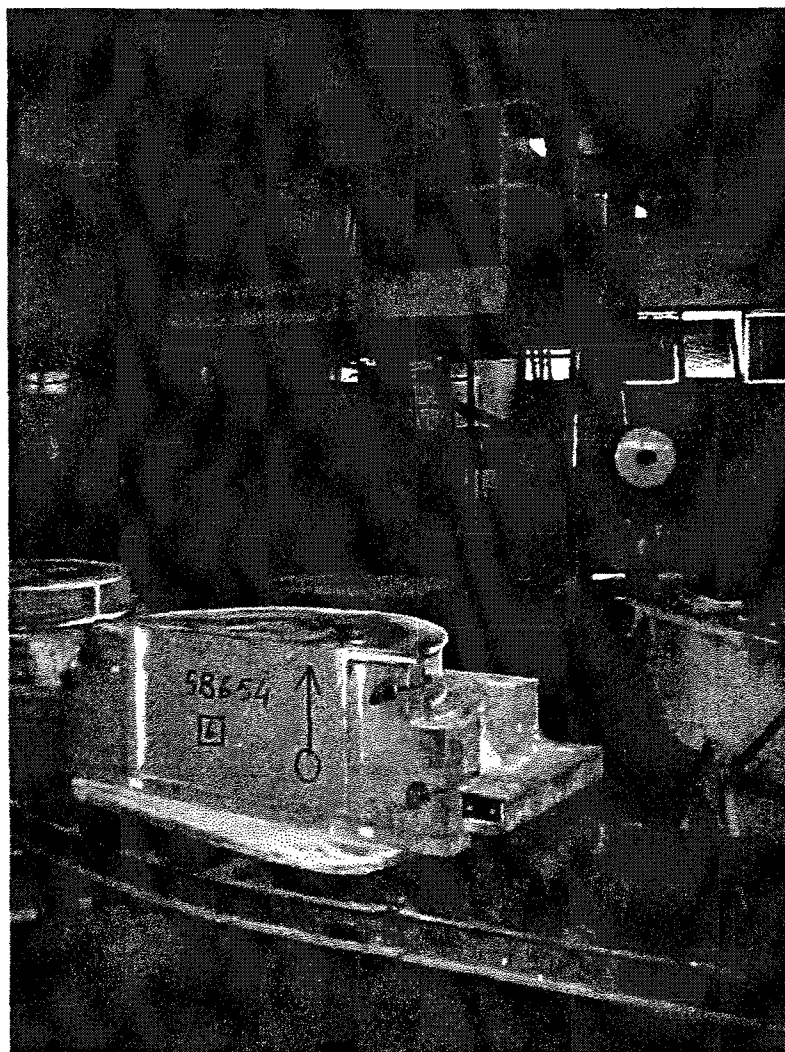


Fig. 3.6.1 Reparto formatura anime in ceramica. In primo piano una cassaforma sulla rulliera di movimentazione. Sullo sfondo il mescolatore (in alto) e la macchina per il riempimento delle casse d'anima (sotto)

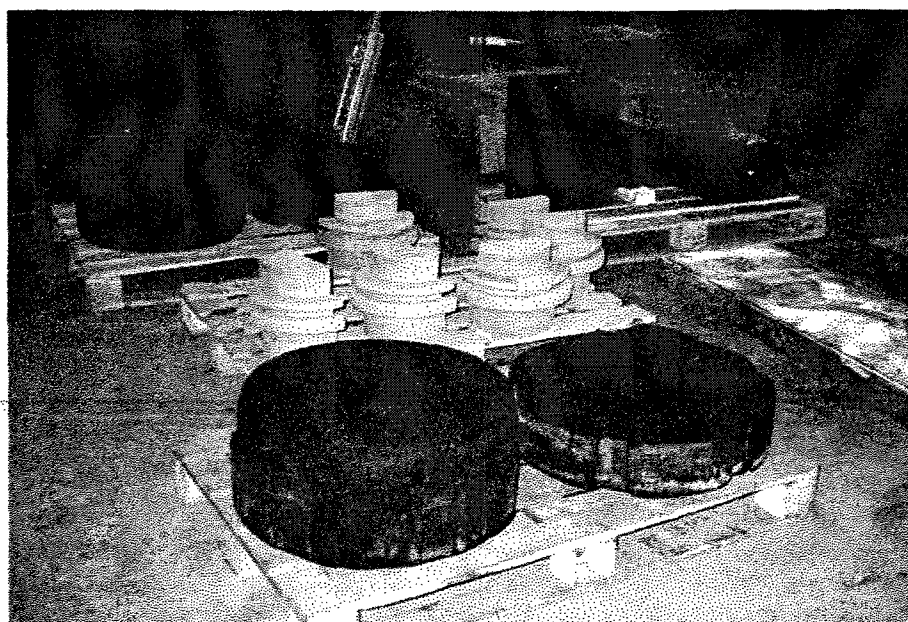


Fig. 3.6.2 Anime di varie dimensioni appoggiate su pancali di legno per la loro movimentazione con il carrello elevatore

### 3.6.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Nel 1999, in Toscana, gli addetti a questa fase erano circa 21 su 319 lavoratori del comparto. I principali fattori di rischio in questa fase possono essere suddivisi come sotto riportato, in base al metodo di produzione delle anime. Per la valutazione dei singoli fattori di rischio occorre anche considerare l'eventualità che la produzione di anime avvenga in prossimità di altre lavorazioni come la formatura; ad esempio, l'esposizione al rumore degli addetti può dipendere anche dalle emissioni sonore delle macchine formatrici oltre che dalle macchine spara anime.

#### Produzione di anime in resina

Per la produzione delle anime in resina i fattori di rischio sono gli stessi della produzione delle forme con la stessa tecnica (vedere pertanto il Paragrafo 3.4 relativo alla fase *formatura manuale in sabbia-resina*).

#### Produzione di anime in anidride carbonica

Per la produzione delle anime in anidride carbonica i fattori di rischio sono gli stessi della produzione delle forme con la stessa tecnica; vedere pertanto il Paragrafo 3.5 relativo alla fase *formatura manuale in anidride carbonica*.

#### Produzione di anime in Ashland (cold box) e in Shell-moulding (hot box)

I due processi sono simili e presentano una bassa esposizione a polveri; qui di seguito analizzeremo i fattori di rischio comuni a entrambi i processi e poi vedremo i fattori di rischio specifici per singolo processo.

#### Esposizione a rumore

La fonte di rumore principale nel reparto *animisteria* sono gli sfiati dovuti al soffiaggio della terra ad aria compressa nelle macchine spara anime; si tratta di rumore di tipo intermittente in genere non molto elevato, specie se viene effettuata una regolare manutenzione delle macchine stesse. Altra fonte di rumore sono gli impianti di aspirazione localizzata. Complessivamente i livelli di rumore sono tali che un'esposizione personale prolungata può causare agli addetti danni di tipo extrauditivo (vedere *Glossario*).

Tuttavia, gli addetti alle macchine spara anime sono talvolta esposti indirettamente al rumore derivante da reparti di lavorazione adiacenti, in particolare dalla *formatura meccanica* (Paragrafo 3.3.2). In tal caso i livelli di esposizione degli operatori possono salire fino a rendere probabili anche danni di tipo uditivo (ipoacusia da rumore).

La prevenzione consiste nella valutazione della esposizione personale e nella attuazione delle misure previste dal D.Lgs. 277/91 in base ai *valori limite* (vedere il *Glossario*); in primo luogo è necessario ridurre il rumore alla fonte valutando la possibilità di sostituzione delle macchine spara anime con modelli più recenti cabinati e insonorizzati, in parte già presenti in un'azienda del comparto (Fig. 3.6.4) e, nell'attesa della sostituzione, insonorizzare gli sfiati dell'aria compressa e assicurare una regolare manutenzione delle macchine stesse. È in ogni caso indispensabile separare le lavorazioni più rumorose da quelle meno rumorose per evitare l'esposizione indiretta dei lavoratori.

#### Movimentazione manuale dei carichi e stoccaggio su scaffalature

La movimentazione dei carichi in questa fase lavorativa è dovuta prevalentemente alle seguenti operazioni:

- inserimento ed estrazione della cassa d'anima dalla macchina spara anime;
- prelevamento e riporto delle casse d'anima dalle scaffalature sulle quali sono immagazzinate;
- conferimento delle anime prodotte dalla macchina spara anime ad altre lavorazioni (*verniciatura, cottura ecc.*) o al magazzino.

Quando la cassa d'anima da sostituire viene distaffata dalle "spalle" della macchina, è necessario che l'addetto verifichi che la cassa abbia un appoggio adeguato che ne garantisca la stabilità in modo che non cada. Il rischio è maggiore nel processo *hot box* perché la cassa d'anima viene estratta dalla macchina dopo essere stata riscaldata a elevata temperatura.

A seconda del peso da movimentare può essere richiesta la movimentazione in due addetti e/o l'utilizzo di ausili per la movimentazione, ad esempio gru o carroponte.

Tali mezzi di sollevamento comportano il rischio di caduta di carichi dall'alto. Inoltre, specie quando alla manovra partecipa più di un addetto, esiste il rischio di presa delle mani a contrasto tra le catene, di investimento da parte del carico dovuto a oscillazioni che esso può compiere durante la movimentazione. Per la prevenzione valgono le considerazioni generali riportate al Paragrafo 3.17 relativo alla fase *movimentazione meccanica dei carichi*.

In caso di movimentazione manuale, dato che si possono raggiungere pesi considerevoli e che la movimentazione sopra descritta è effettuata molto frequentemente, gli addetti possono riportare danni all'apparato muscolo scheletrico, in particolare traumi dorso lombari e dolori muscolari. Sia durante la movimentazione manuale, sia nel caso siano utilizzati ausili meccanici, sono possibili infortuni per urti e schiacciamenti da parte del carico.

Se la cassa d'anima cade durante la movimentazione, gli addetti possono riportare lesioni traumatiche.

È necessario che gli addetti indossino D.P.I.: scarpe di sicurezza con punta metallica; guanti di tipo anticalore se movimentano casse d'anima calde; elmetto se utilizzano paranchi o carroponte.

Lo stoccaggio delle casse d'anima deve essere effettuato in modo da garantire l'impossibilità che queste cadano dalle scaffalature. Le scaffalature devono essere di portata idonea e dotate di cartelli che indicano la portata dei vari ripiani; essere saldamente fissa-

te alle pareti o al soffitto (o comunque con una struttura tale che sia impossibile la caduta della scaffalatura per ribaltamento); sottoposte a controlli periodici. In una azienda di un altro comparto in Toscana è recentemente accaduto un infortunio mortale per cedimento strutturale e caduta di una scaffalatura. Per l'operazione di movimentazione di materiali dalle scaffalature vengono in genere utilizzati transpallets o carrelli elevatori, per l'utilizzo dei quali valgono le stesse considerazioni di sicurezza riportate al Paragrafo 3.17 relativo alla fase *movimentazione meccanica dei carichi*.

#### *Aspirazione di prodotti infiammabili in grado di determinare miscele esplosive con l'aria*

Nell'impianto di aspirazione localizzata necessario per ridurre l'esposizione degli addetti a fumi, gas e vapori, si possono creare atmosfere esplosive e capaci di determinare un incendio.

È opportuno che gli impianti di aspirazione siano realizzati in modo che i parametri geometrici dell'impianto risultino correttamente dimensionati in relazione alla velocità di aspirazione e soprattutto alla portata, al fine di avere una concentrazione della miscela aria-combustibile sempre sufficientemente al di sotto del limite inferiore di infiammabilità. In particolare, per ridurre la possibilità di formazione di cariche elettrostatiche che possono dare scintille e quindi determinare l'innescò è opportuno che le condutture dell'impianto siano prive di spigoli, la sezione non troppo piccola, la velocità non troppo elevata, e che ci sia una buona messa a terra del sistema verificando la continuità elettrica tra le parti metalliche che compongono l'impianto di aspirazione. È opportuno predisporre presidi antincendio (estintori ecc.), informare gli addetti e formare le squadre di emergenza.

#### *Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento*

Nell'operazione di montaggio e smontaggio delle casse d'anima nella macchina possono essere frequenti manovre di parti della macchina comandate manualmente. Il funzionamento della macchina prevede la ciclica apertura e chiusura dello stampo per sfornare l'anima prodotta. Inoltre per motivi tecnici di manutenzione talvolta vengono rimosse alcune protezioni (ad esempio le griglie metalliche visibili in Fig. 3.6.3) normalmente attive durante la produzione. In caso di contatti accidentali con gli organi meccanici in movimento, gli addetti possono riportare lesioni traumatiche.

È pertanto necessario che le macchine siano conformi alle norme di sicurezza e, in caso di rimozione delle protezioni per manutenzione, sia garantito un livello di sicurezza equivalente. È risultato vantaggioso consentire interventi sulla macchina solo a personale qualificato appositamente formato, che metta in atto una procedura di sicurezza predefinita e standardizzata del tipo *Blocca e Segnala* come descritto nel *Glossario*.

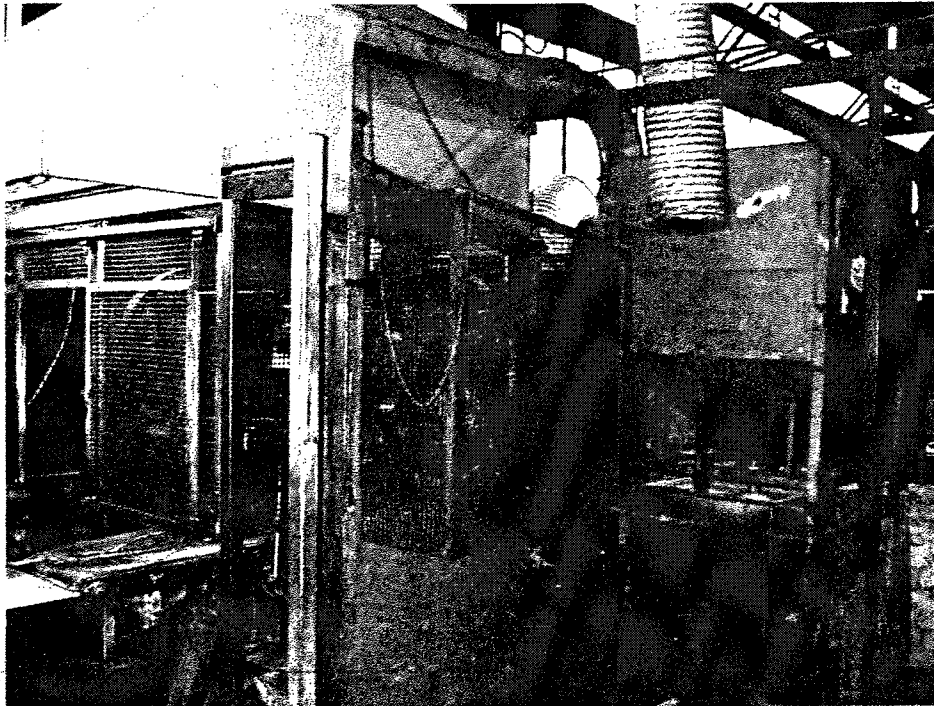


Fig. 3.6.3 Protezioni a griglia metallica degli organi in movimento su macchina spara anime di tipo vecchio

#### **Produzione di anime in Ashland (cold box)**

Tenendo presente i fattori di rischio sopra descritti, che sono gli stessi presenti anche nel processo *hot box*, analizziamo ora i principali fattori di rischio specifici del processo *cold box*.

#### *Esposizione a inquinanti aerodispersi*

Durante il processo *cold box* i principali inquinanti che si possono sviluppare e diffondere nell'ambiente di lavoro sono: vapori

organici (fenolo, formaldeide, tracce di idrocarburi aromatici), dovuti sia ai prodotti della reazione di reticolazione della resina sintetica, sia ai monomeri costituenti la resina stessa, sia al diluente delle resine quando viene utilizzato quello di origine petrolifera; vapori di ammoniaca sviluppati dalla decomposizione del catalizzatore.

L'esposizione a vapori di ammoniaca può provocare irritazione delle mucose oculari e respiratorie. Per la pericolosità e la relativa classificazione di fenolo e formaldeide – singolarmente considerati – vedere il *Glossario*.

I vapori sopra elencati si possono sviluppare sia durante la formatura vera e propria che durante lo stoccaggio, il prelievo e il dosaggio delle resine.

Per il processo *cold box* possono essere utilizzati nuovi leganti che, secondo il produttore di questo nuovo metodo, oltre a una riduzione delle emissioni dopo la colata, offre anche vantaggi tecnologici: al posto dei solventi di origine petrolifera (idrocarburi aromatici altobollenti) fino a ora preferiti, possono essere utilizzati per resine e attivatori, solventi a base vegetale (metilestere di oli vegetali), con l'effetto di una riduzione di emissioni di benzolo, toluolo e xilolo tra il 25 e il 50 % al momento della colata, cioè quando le anime vengono a contatto con la lega metallica allo stato fuso; inoltre l'utilizzo di questi solventi di origine vegetale permette l'ottenimento di anime praticamente prive di odore dopo la fuoriuscita dell'ammina residua e la riduzione del consumo di ammina durante l'operazione di *gassaggio*.

Per la presenza di inquinanti aerodispersi è necessario installare sistemi di aspirazione localizzata e generale dell'ambiente di lavoro. A seconda dell'esposizione personale, può essere richiesto anche l'utilizzo di D.P.I. per la protezione delle vie respiratorie (maschere filtranti). È comunque consigliabile la sostituzione della *macchina spara anime* con un tipo automatico chiuso e aspirato (Fig. 3.6.4).



Fig. 3.6.4 *Macchina spara anime cold box di tipo nuovo, automatica chiusa e aspirata*

#### *Manipolazione di prodotti pericolosi per la salute*

Le resine isocianiche e fenoliche disciolte nei solventi (utilizzate nel processo *cold box*) sono nocive per inalazione, irritanti per la pelle e le vie respiratorie. Possono provocare sensibilizzazione per inalazione.

Il catalizzatore (induritore) utilizzato nel processo *cold box* è una ammina alifatica terziaria, dal caratteristico odore di ammoniaca. Si tratta di un prodotto liquido corrosivo che in caso di contatto può provocare ustioni alla pelle e lesioni agli occhi, e in caso di inalazione di vapori può provocare irritazione delle vie respiratorie.

Se dovesse venire a contatto con la pelle, gli occhi o inalato, devono essere subito intraprese le misure di pronto soccorso alle quali gli addetti devono essere stati preventivamente formati, in relazione a quanto riportato nelle schede di sicurezza dei prodotti.

In nessun caso si devono mescolare tra loro i due tipi di resina (senza la sabbia) perché si darebbe luogo a una reazione con forte produzione di calore e vapori e alla generazione di un prodotto solido di difficile smaltimento.

Per una corretta manipolazione dei prodotti pericolosi per la salute, è opportuno prevedere tutte quelle misure necessarie a evitare imbrattamenti, sgocciolamenti, sversamenti, quali ad esempio: utilizzo di contenitori di sicurezza a tenuta dotati di tappo con molla di chiusura (Fig. 3.6.5, 3.6.6), muniti della prescritta etichettatura; bacini di contenimento per eventuali sversamenti (Fig. 3.6.7). I bacini di contenimento dei due tipi di resina devono essere separati.

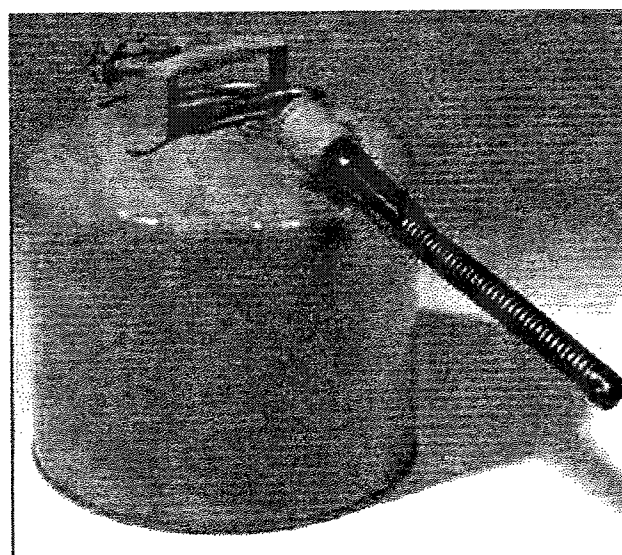
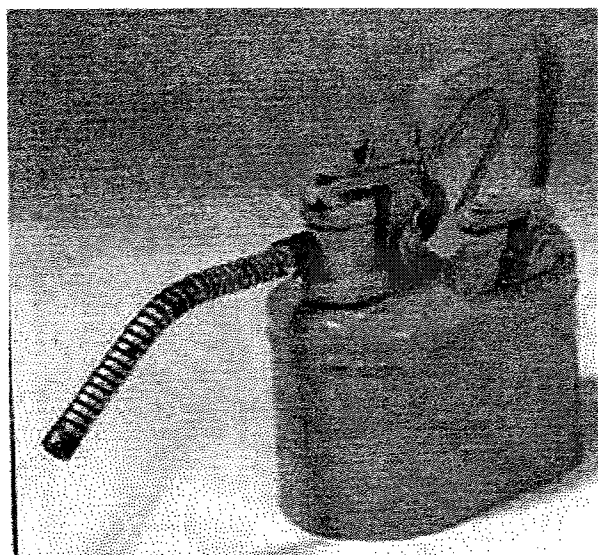


Fig. 3.6.5 e 3.6.6 *Contenitori di sicurezza.*

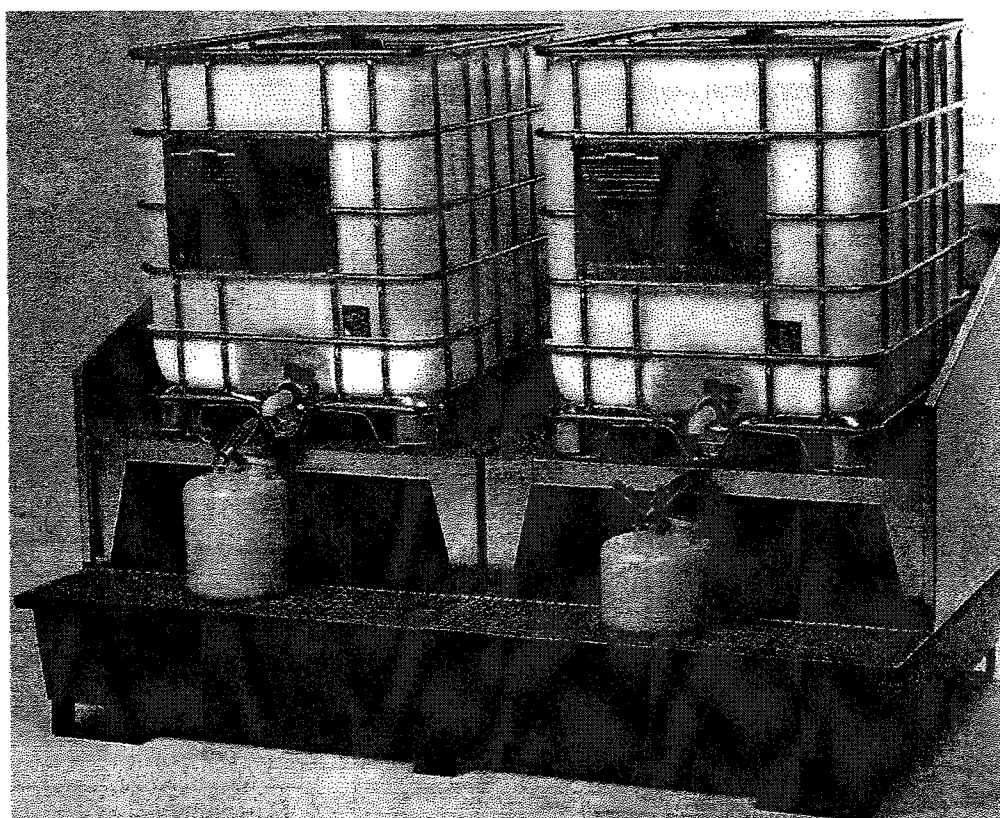


Fig. 3.6.7 *Esempio di sistema di contenimento sgocciolamenti e sversamenti*

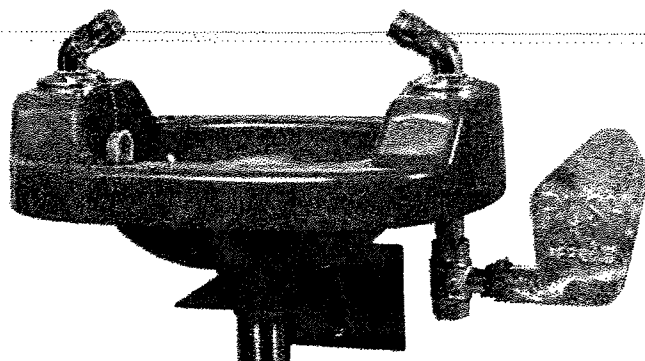


Fig. 3.6.8 *Lavaocchi di emergenza*



Durante l'impiego di questi prodotti è richiesta l'installazione di sistemi di aspirazione localizzata e generale dell'ambiente di lavoro; gli addetti devono indossare D.P.I. (guanti NBR, occhiali di sicurezza con visiera per la protezione del volto, grembiuli non assorbenti, maschera con filtro per vapori organici) e devono essere seguite norme di igiene personale (non mangiare, bere o fumare durante la lavorazione, lavarsi le mani prima di consumare i pasti ecc.). Devono inoltre essere presenti in azienda docce e lavaocchi di emergenza.

È fondamentale che gli addetti siano informati sulla pericolosità dei prodotti, formati alle corrette procedure di lavorazione in sicurezza e alla gestione delle emergenze.

#### *Utilizzo e stoccaggio di prodotti infiammabili*

Le resine isocianiche e fenoliche, utilizzate nel processo *cold box*, presentano un punto di infiammabilità intorno a 45 - 50 °C.

Le ammine alifatiche, anch'esse utilizzate nel processo *cold box*, sono sostanze infiammabili e tali da poter formare miscele esplosive con l'aria.

In caso di incendio delle resine si possono sviluppare prodotti tossici (ossidi di carbonio, anidride carbonica, idrocarburi alifatici, aromatici e policiclici, ossidi di azoto, acido cianidrico ecc.), pertanto gli addetti possono subire gravi intossicazioni, ustioni, lesioni traumatiche e altri danni in relazione alla distanza di ricaduta al suolo.

Deve essere vietato di fumare e utilizzare fiamme libere durante il prelievo, lo stoccaggio e la manipolazione di tali prodotti, e il divieto deve essere segnalato con appositi cartelli.

Lo stoccaggio di questi prodotti deve essere effettuato correttamente e in particolare i contenitori devono essere mantenuti ben chiusi, in ambiente ben aerato e non soleggiato; devono essere adottati accorgimenti atti a contenere eventuali sgocciolamenti e sversamenti. Per eventuali travasi devono essere utilizzati contenitori di sicurezza a tenuta dotati di tappo con molla di chiusura e muniti di etichettatura.

L'impianto e le apparecchiature elettriche devono essere idonee alla classificazione di pericolosità del luogo in conformità alle norme CEI e tali da non costituire possibilità di innesco. È sconsigliabile lo stoccaggio dei prodotti per lunghi periodi (massimo 5 o 6 mesi) perché possono degradarsi.

Deve essere rispettata la normativa generale antincendio e gli addetti devono essere informati sui rischi e formati alle corrette procedure di emergenza. La squadra addetta al primo intervento di spegnimento in caso di incendio (in attesa dell'arrivo dei Vigili del Fuoco) deve essere adeguatamente formata e poter disporre di idonei mezzi estinguenti e D.P.I. (in particolare maschere antigas con filtro per sostanze organiche). Come mezzi estinguenti possono essere utilizzati estintori a polvere o ad anidride carbonica; può essere utilizzata anche acqua nebulizzata, mentre è sconsigliato l'utilizzo di acqua a getto diretto.

#### *Utilizzo di colla a caldo*

L'utilizzo di colla a caldo per l'assemblaggio di anime può comportare per gli addetti il rischio di riportare danni alla pelle e agli occhi in caso di schizzi di colla, oltre alla possibile esposizione a vapori.

È pertanto necessario seguire le indicazioni riportate nella scheda di sicurezza del prodotto, informando i lavoratori sui rischi e formandoli alla corretta modalità di lavoro, di utilizzo dei D.P.I. (guanti, occhiali, maschere filtranti) e procedure di pronto soccorso.

#### *Utilizzo e stoccaggio di bombole contenenti anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)*

L'inalazione di CO<sub>2</sub>, utilizzata per la diluizione delle ammine nel processo *cold box*, può provocare gravi danni, come sopra descritto per quanto riguarda l'esposizione a fumi, gas e vapori.

Lo stoccaggio di CO<sub>2</sub> in bombole a pressione costituisce un pericolo di esplosione per effetto della pressione del gas stesso in esse contenuto, pertanto devono essere stoccate correttamente, in ambiente separato, aerato, non soleggiato, al riparo dagli agenti atmosferici, tenute lontano da fonti di calore. Sono necessari idonei sistemi di ancoraggio (ad esempio catene), per evitare la caduta accidentale delle bombole, sia durante lo stoccaggio che nell'utilizzo; qualora le bombole siano poste su carrelli, questi ultimi devono essere stabili e conformati in modo da evitare rischi di ribaltamento. È importante l'informazione e formazione degli addetti.

#### **Produzione anime in Shell-moulding (hot box)**

Tenendo presente i fattori di rischio in comune con il processo *cold box* precedentemente descritti, analizziamo ora principali fattori di rischio specifici del processo *hot box*.

#### *Esposizione a gas, fumi e vapori*

Durante il processo *hot box* i principali inquinanti che si possono sviluppare e diffondere nell'ambiente di lavoro sono: vapori organici (fenolo, formaldeide, alcool furfurilico), vapori di ammoniaca. Quando il riscaldamento della cassa d'anima avviene tramite bruciatori a gas, se la combustione è incompleta, si possono diffondere nell'ambiente di lavoro i prodotti di combustione, in particolare ossido di carbonio (CO) e anidride carbonica (CO<sub>2</sub>).

L'esposizione a vapori di ammoniaca può provocare irritazione delle mucose oculari e respiratorie. Gli effetti acuti in caso di esposizione a dosi elevate di ossido di carbonio sono: perdita di coscienza, convulsioni, morte; la tossicità cronica a basse dosi determina cefalea, vertigini, debolezza e può aggravare malattie cardiovascolari di natura ischemica, cioè sensibili alla carenza di ossigeno, soprattutto in concomitanza con lavori faticosi. Per la pericolosità dell'anidride carbonica vedere quanto riportato al Paragrafo 3.5 *formatura manuale in anidride carbonica*. Per una classificazione di fenolo, formaldeide, alcool furfurilico - singolarmente conside-

rati - vedere il *Glossario*.

Per la presenza di inquinanti aerodispersi, è richiesta l'installazione di sistemi di aspirazione localizzata e generale dell'ambiente di lavoro, nonché l'utilizzo di D.P.I. (maschere filtranti) ove necessario.

È opportuno che venga effettuata la verifica periodica e relativa manutenzione dei bruciatori del sistema di riscaldamento a gas combustibile della cassa d'anima e che l'addetto verifichi che la temperatura alla quale viene portata sia corretta; infatti se la temperatura sale troppo aumentano le emissioni di fumi, gas e vapori (oltre a ottenere un prodotto di qualità scadente).

Qualora la macchina preveda il caricamento dall'alto della cassa d'anima (in genere con l'ausilio di un paranco) l'aspirazione localizzata può essere realizzata tramite due semi-cappe mobili scorrevoli (Fig. 3.6.9). In tal caso deve essere vietato l'avvio della macchina senza prima aver richiuso le cappe, pertanto è consigliabile l'installazione di un sistema di chiusura automatica e/o un dispositivo che impedisca l'avvio della macchina se le semi-cappe non sono chiuse. È fondamentale l'informazione, la formazione e la sorveglianza sanitaria degli addetti.

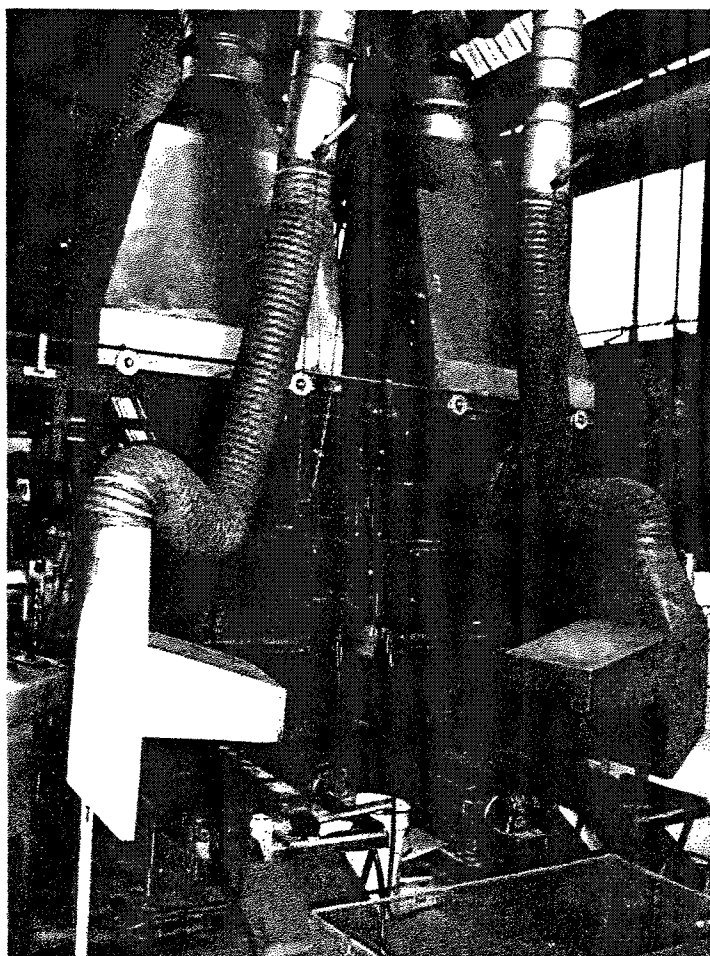


Fig. 3.6.9 Macchina spara anime hot box con due semi-cappe superiori mobili per inserire/togliere la cassa d'anima dall'alto e cappe di aspirazione sui nastri di uscita delle anime prodotte

#### *Esposizione a microclima sfavorevole, calore radiante, manipolazione di materiali caldi*

Durante l'estrazione delle casse d'anima dalla macchina spara anime hot box, gli addetti possono essere esposti a calore radiante. È anche maggiore il rischio di infortuni per lesioni traumatiche da contatto con organi meccanici in movimento o caduta di oggetti pesanti. I danni da esposizione a calore sono meglio descritti nel *Glossario*. Inoltre gli addetti si spostano in ambienti a diversa temperatura e ciò può favorire malattie da raffreddamento e osteoartropatie.

Per ridurre l'esposizione è opportuno prevedere un'organizzazione del lavoro tale da minimizzare la permanenza in prossimità della sorgente di calore: programmare modalità di acclimatamento e turnazione degli addetti, pause di riposo in ambienti non sovrariscaldati con la possibilità di reintegrare i liquidi bevendo spesso bevande fresche arricchite di sali minerali.

Durante la stagione fredda i locali di lavoro adiacenti al reparto devono essere riscaldati. Sono necessari indumenti adeguati per i lavoratori.

Durante l'estrazione della cassa d'anima sono possibili ustioni per contatto, sia con parti calde della macchina, sia con la cassa d'anima stessa. Anche le anime appena prodotte presentano una temperatura che può provocare ustioni. È pertanto necessario l'utilizzo di guanti anticalore, l'informazione e formazione degli addetti.

### *Conduzione di macchine alimentate a gas combustibile*

Si è visto che nella macchina spara anime *hot box* il riscaldamento può avvenire tramite bruciatori a gas combustibile. Questo comporta, oltre alla possibile esposizione ai prodotti di combustione come sopra descritto, anche il rischio di fuoriuscite di gas combustibile ed esplosione - incendio.

Sono pertanto possibili intossicazioni per inalazione di gas; ustioni, lesioni traumatiche e intossicazioni in caso di incendio - esplosione, con danni alla salute dei lavoratori per causa diretta (sovrappressione) o indiretta (cedimento strutturale).

Per ridurre il rischio è necessario che vengano effettuate verifiche periodiche su tutto l'impianto a gas. A fine turno di lavoro è bene chiudere il rubinetto generale di erogazione del gas; è importante che il sistema automatico di accensione sia controllato, onde evitare l'innesco ritardato che potrebbe determinare un'esplosione; può essere opportuna l'installazione di rivelatori automatici di gas (tarati a una opportuna concentrazione frazione del limite inferiore di infiammabilità), collegati al sistema di allarme e a elettrovalvole del tipo normalmente chiuse (in mancanza dell'alimentazione elettrica) installate sulle tubazioni del gas.

È anche opportuno valutare la possibilità di sostituire la macchina con una nella quale il riscaldamento avvenga tramite resistenza elettrica.

### **Produzione di anime in ceramica**

Descriviamo ora i principali fattori di rischio nella produzione di anime in ceramica.

#### *Esposizione a polveri*

Le polveri delle materie prime utilizzate per la produzione di anime in ceramica si possono diffondere nell'ambiente di lavoro durante la movimentazione, manipolazione e apertura dei sacchi, prelievo e caricamento della macchina mescolatrice.

Il silicato di zirconio può contenere isotopi radioattivi i quali sono sorgenti di radiazioni ionizzanti, che possono provocare malattie tumorali.

Per ridurre tali rischi sono possibili le seguenti misure di prevenzione, già adottate dall'azienda del comparto che effettua questa lavorazione:

- sostituzione dei prodotti più pericolosi da miscelare (75% silice in diverse granulometrie + 25% silicato di zirconio), con prodotti meno pericolosi già miscelati (75% allumina + 25% di silice); ciò consente di eliminare il silicato di zirconio, ridurre la quantità di silice ed evitare la necessità di dosare i componenti;
- utilizzo di *box* chiusi (Fig. 3.6.10) dotati di aspirazione per l'apertura dei sacchi, collegato a un sistema pneumatico per il trasporto del prodotto verso il mescolatore;
- impianti di aspirazione localizzata e loro accurata manutenzione;
- pulizia giornaliera dell'ambiente di lavoro tramite aspirapolveri industriali;
- adeguato ricambio d'aria dell'ambiente di lavoro;
- procedure corrette (standardizzate e scritte) per la manutenzione degli impianti;
- addetti muniti di D.P.I. (tuta, guanti, occhiali, maschere per la protezione delle vie respiratorie);
- rispetto di norme igienico-comportamentali (non bere o mangiare o fumare durante il lavoro, farsi la doccia al termine del turno, tenere separati gli indumenti civili da quelli di lavoro ecc.);
- disponibilità sul luogo di lavoro di adeguati servizi igienico-assistenziali (armadietti a doppio scomparto, lavabi, docce ecc.);
- informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.

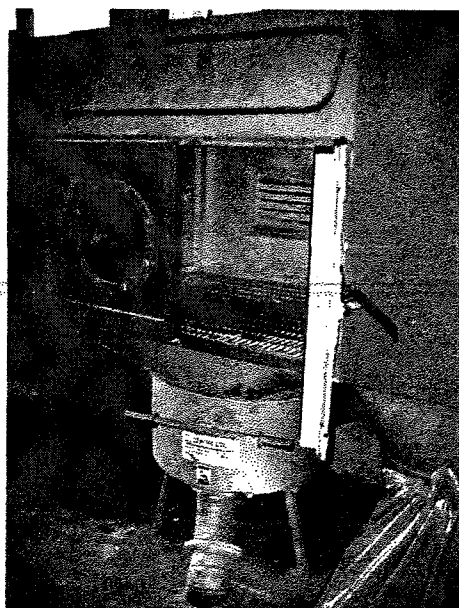


Fig. 3.6.10 Sistema chiuso per l'apertura manuale dei sacchi di materiale in polvere dotato di aspirazione e trasporto pneumatico. Si notino le guarnizioni in gomma sugli sportelli per l'introduzione delle braccia per aprire il sacco, la griglia di aspirazione sul fondo, il sacco di plastica per la raccolta sacchi polverosi vuoti, il tubo che entra sotto il pavimento per il trasporto pneumatico del prodotto in polvere verso il mescolatore

*Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento*

Il sistema di ribaltamento delle casse d'anima può comportare per gli addetti il rischio di presa e trascinarsi con conseguente possibilità di lesioni traumatiche.

Una soluzione adottata consiste nell'installare nella zona operativa una protezione costituita da un grigliato metallico dotato di dispositivo di interblocco (Fig. 3.6.11).

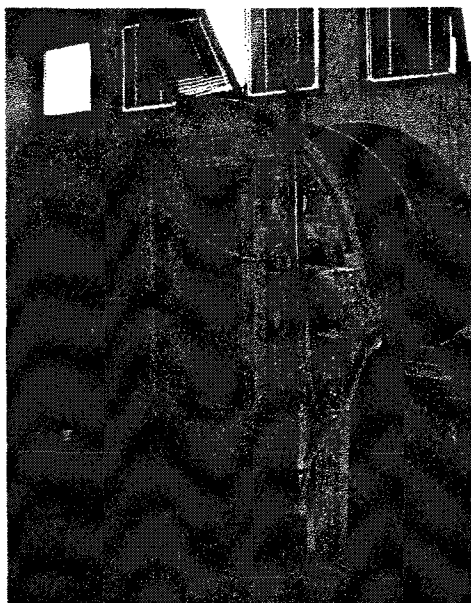


Fig. 3.6.11 Protezione sul sistema di ribaltamento delle casse d'anima per la produzione di anime in ceramica

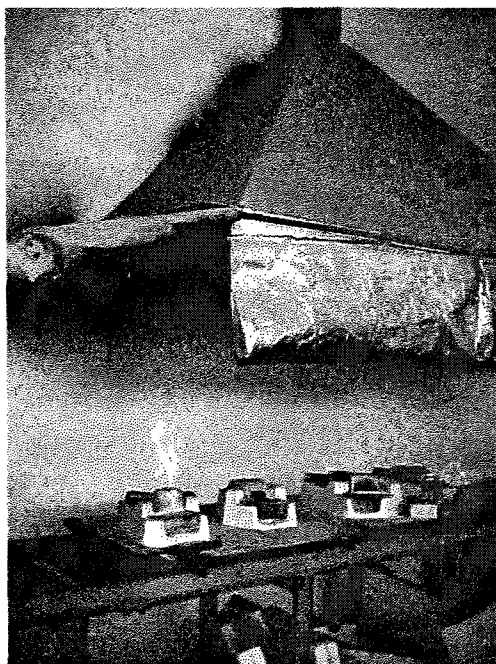


Fig. 3.6.12 Flambatura anime in ceramica sotto aspirazione

Fig. 3.6.13 Introduzione in forno delle anime in ceramica

*Lavoro in prossimità di fiamme libere, superfici calde, fumi di combustione*

Durante la flambatura delle anime in ceramica (Fig. 3.6.12) gli addetti possono riportare ustioni per contatto con fiamme libere o parti calde. Inoltre è possibile il rischio di incendio.

La prevenzione consiste nel verificare che non vi siano in prossimità altri materiali infiammabili o combustibili, indossare indumenti ignifughi non svolazzanti, coibentare le superfici esterne del forno, informare e formare gli addetti.

I fumi di combustione della flambatura e dei bruciatori dei forni di trattamento termico delle anime (Fig. 3.6.13) possono essere causa di irritazione delle vie respiratorie. La prevenzione consiste nell'utilizzare impianti di aspirazione localizzata. Per la fase flambatura vedere anche il Paragrafo 3.7.

Tab. 3.6.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Produzione di anime

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
Esposizione a polveri.	Si tratta delle polveri delle sostanze impiegate per la produzione di anime a seconda della tecnologia utilizzata (vedere anche i paragrafi 3.4 e 3.5).	Pneumoconiosi da polveri miste.	Valutare possibilità di sostituzione della <i>macchine spara anime</i> più vecchie con nuovi tipi automatici chiusi ed aspirati. Per il processo <i>cold box</i> possono essere utilizzati leganti che, al posto degli idrocarburi aromatici altobollenti, utilizzano solventi a base vegetale.
Esposizione a inquinanti aerodispersi.	<i>Ossido di carbonio</i> (CO).	Tossicità cronica a basse dosi: cefalea, vertigini, disturbi digestivi.	Per la produzione di anime in ceramica sostituire prodotti da dosare con prodotti già miscelati senza silicato di zirconio (sostituibile con allumina). Utilizzare sistemi di aspirazione localizzata e generale dell'ambiente di lavoro, sistemi di ventilazione naturale. Indossare D.P.I. (maschere filtranti, occhiali, grembiule, guanti). Frequente pulizia dell'ambiente di lavoro tramite aspirapolveri industriali. Procedure corrette standardizzate e scritte per la manutenzione degli impianti. Attuare norme di igiene personale. Predisporre idonei servizi igienico - assistenziali. Informazione e formazione degli addetti su rischi, prevenzione e procedure da seguire in caso di contaminazione. Sorveglianza sanitaria degli addetti.
	<i>Anidride carbonica</i> (CO <sub>2</sub> ).	Tossicità cronica a basse dosi: dispnea, vomito, vertigini.	
	<i>Vapori di ammoniaca</i>	Irritazione delle mucose oculari e respiratorie.	
	<i>Vapori organici (formaldeide libera, fenolo libero e alcool furfurilico).</i>	<i>Formaldeide:</i> per contatto con la cute: irritazione, eczema; per contatto con gli occhi: irritazione e cheratite; per inalazione: irritazione polmonare, edema polmonare, vomito, coliche addominali, diarrea; probabile cancerogeno per l'uomo. <i>Fenolo:</i> per inalazione: bruciori agli occhi ed irritazioni della gola. <i>Alcool furfurilico:</i> per contatto con la cute: irritazione, eczema, delipidizzazione; per contatto con gli occhi: irritazione; per inalazione: irritazione polmonare, vomito, diarrea, narcosi, depressione.	
Esposizione a rumore.	Sfiati dovuti al soffiaggio della terra ad aria compressa e impianti di aspirazione localizzata nelle <i>macchine spara anime</i> .	Danni extrauditivi.	Valutazione della esposizione personale e attuazione delle misure previste dal D.Lgs. 277/91 in base ai valori limite (vedere il <i>Glossario</i> ). Ridurre il rumore alla fonte sostituendo le macchine spara anime con modelli più recenti cabinati e insonorizzati, o insonorizzare gli sfiati dell'aria compressa ed assicurare una regolare manutenzione delle macchine esistenti. Separare le lavorazioni più rumorose da quelle meno rumorose per evitare l'esposizione indiretta dei lavoratori.
	Rumore proveniente da lavorazioni adiacenti ( <i>formatura meccanica</i> ) con conseguente esposizione indiretta dei lavoratori addetti alla <i>animisteria</i> .	Danni uditivi.	

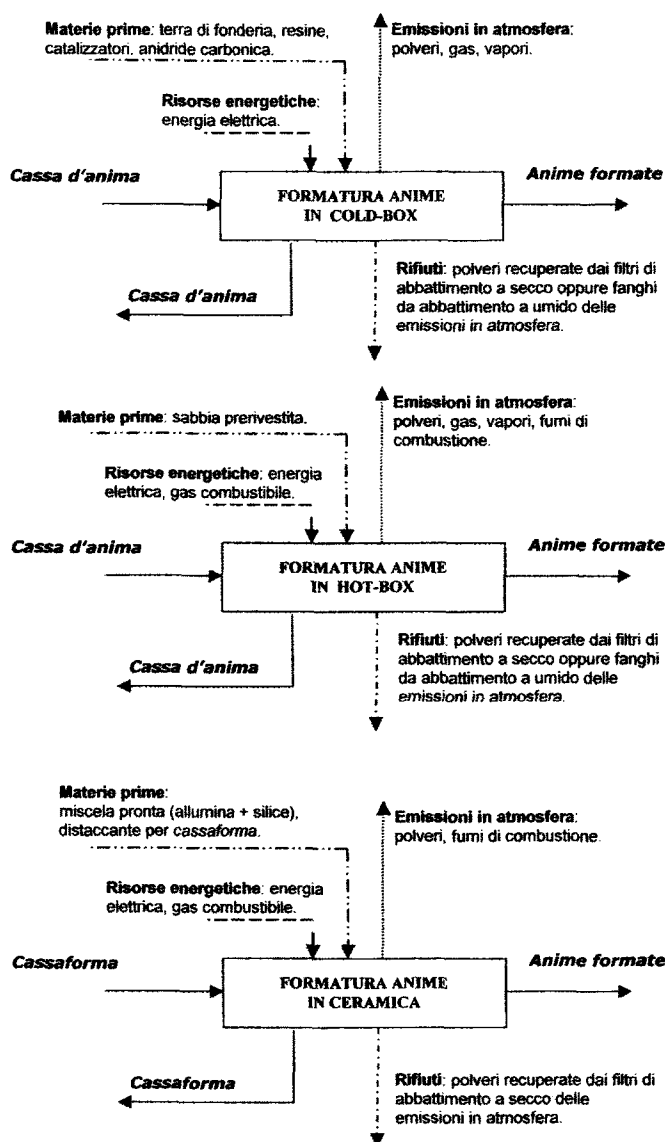
...segue tabella precedente.

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Manipolazione di prodotti pericolosi per la salute.</b>	Utilizzo di resine isocianiche e fenoliche disciolte nei solventi (per <i>cold box</i> ).	Irritazione della pelle e delle vie respiratorie, sensibilizzazione per inalazione.	Utilizzare sistemi di aspirazione localizzata e generale dell'ambiente di lavoro, sistemi di ventilazione naturale. In nessun caso mescolare tra loro i due tipi di resina senza la sabbia. Esaminare e seguire le indicazioni riportate nella scheda di sicurezza dei prodotti. Evitare imbrattamenti, sgocciolamenti, sversamenti: utilizzo di contenitori di sicurezza con etichettatura; bacini di contenimento separati per i due tipi di resina. Indossare D.P.I (guanti, tuta, grembiule, occhiali, maschere filtranti). Attuare norme di igiene personale. Predisporre docce e lavaocchi di emergenza, procedure di pronto soccorso. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
	Utilizzo di catalizzatore (per <i>cold box</i> ) il quale è una ammina alifatica terziaria, dal caratteristico odore di ammoniacca.	Ustioni a contatto con la pelle, lesioni agli occhi, irritazione delle vie respiratorie.	
	Sostanze corrosive a base di silicato di sodio utilizzate come leganti per il processo di formatura con anidride carbonica.		
	Utilizzo di colla a caldo per l'assemblaggio di <i>anime</i> .	Ustioni, danni agli occhi, irritazione delle vie respiratorie per inalazione dei vapori di colla.	
<b>Aspirazione di prodotti infiammabili.</b>	Si possono formare atmosfere esplosive nelle tubazioni dell'impianto di aspirazione.	Ustioni, intossicazioni e lesioni traumatiche in caso di incendio - esplosione.	Dimensionare correttamente i parametri geometrici dell'impianto di aspirazione in relazione alla velocità di aspirazione. Evitare la formazione di cariche elettrostatiche. Messa a terra del sistema. Distanza di sicurezza da eventuali camini di post-combustione. Predisporre presidi antincendio. Informare gli addetti. Formare le squadre di emergenza.
<b>Utilizzo e stoccaggio di prodotti infiammabili.</b>	Le resine isocianiche e fenoliche, ammine alifatiche, utilizzate nel processo <i>cold box</i> , sono sostanze infiammabili e tali da poter formare miscele esplosive con l'aria. In caso di incendio delle resine si possono sviluppare prodotti tossici (ossidi di carbonio, anidride carbonica, idrocarburi alifatici, aromatici e policiclici, ossidi di azoto, acido cianidrico, ecc.)		Non fumare, non utilizzare fiamme libere. Segnaletica appropriata. Stoccaggio corretto, con contenitori ben chiusi, in ambiente ben aerato e non soleggiato. Evitare sgocciolamenti e sversamenti. Utilizzare contenitori di sicurezza con etichettatura. L'impianto e le apparecchiature elettriche devono essere idonee alla classificazione di pericolosità del luogo in conformità alle norme CEI e tali da non costituire possibilità di innesco. Evitare stoccaggi per periodi prolungati. Attuare la normativa generale antincendio. Predisporre presidi antincendio, squadre di emergenza e pronto soccorso. Informazione e formazione degli addetti.

... segue tabella precedente.

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Movimentazione manuale dei carichi e stoccaggio su scaffalature.</b>	Movimentazione manuale di <i>casce d'anima</i> e <i>anime</i> , durante le operazioni di inserimento ed estrazione dalla <i>macchina spara anime</i> e dalle scaffalature.	Disturbi muscoloscheletrici. Lesioni traumatiche agli arti inferiori per urti e schiacciamenti. Ustioni in caso di movimentazione di pezzi caldi (processo <i>hot box</i> ).	Movimentazione in due addetti oppure utilizzo di ausili per la movimentazione. Indossare DPI: guanti anticalore, scarpe di sicurezza con punta metallica (anche l'elmetto se si utilizzano carroponete). Stoccaggio corretto su scaffali di adeguata portata e saldamente fissati. Informazione e formazione degli addetti. Vedere anche il Paragrafo 3.17 sulla fase <i>movimentazione meccanica dei carichi</i> .
<b>Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento.</b>	Montaggio e smontaggio delle <i>casce d'anima</i> nelle macchine. Sistema di apertura e chiusura stampi della <i>macchina</i> durante il suo funzionamento. Operazioni di manutenzione. Sistemi di ribaltamento delle <i>casce d'anima</i> .	Lesioni traumatiche.	Macchine conformi alle norme di sicurezza. Protezioni fisse o dotate di interblocco. Informazione e formazione degli addetti. Manutenzione in sicurezza attuando una procedura di predefinita e standardizzata del tipo <i>Blocca e Segnala</i> .
<b>Esposizione a microclima sfavorevole, calore radiante, manipolazione di materiali caldi.</b>	Estrazione delle <i>casce d'anima</i> e manipolazione della <i>anime</i> appena prodotte con la <i>macchina hot box</i> . Inoltre i lavoratori si spostano in ambienti a diversa temperatura.	Danni da calore (vedere il <i>Glossario</i> ). Osteoartropatie e malattie da raffreddamento per esposizione a sbalzi termici. Maggiore rischio di infortuni.	Organizzazione del lavoro per: minimizzare la permanenza in prossimità della sorgente di calore radiante; acclimatamento; turnazione; pause di riposo in ambienti non sovrariscaldati. Possibilità bere spesso bevande fresche arricchite di sali minerali. Riscaldare i locali di lavoro adiacenti al reparto durante la stagione fredda. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Esposizione a fiamme libere e superfici calde.</b>	Flambatura delle <i>anime</i> .	Ustioni	Indossare guanti anticalore e indumenti adeguati.
	Transito in prossimità delle superfici calde del forno di trattamento termico delle <i>anime</i> in ceramica.		Vedere fase <i>flambatura</i> (Paragrafo 3.7). Coibentazione delle superfici calde. Indossare guanti anticalore e indumenti adeguati. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Conduzione di macchine alimentate a gas combustibile.</b>	Riscaldamento tramite bruciatori a gas combustibile nel processo <i>hot box</i> . Questo comporta, oltre alla possibile esposizione ai prodotti di combustione, anche il rischio di fuoriuscite di gas combustibile ed esplosione - incendio.	Intossicazioni per inalazione in caso di fuoriuscite di gas combustibile.  Ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche ai lavoratori e danni alle strutture aziendali in caso di incendio - esplosione.	Verifiche periodiche dell'impianto del gas di alimentazione e dell'impianto di aspirazione localizzata. Chiudere il rubinetto generale di erogazione del gas a fine turno di lavoro. Valutare la possibilità di sostituire la macchina con una nella quale il riscaldamento avvenga tramite resistenza elettrica. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Utilizzo e stoccaggio di bombole contenenti anidride carbonica.</b>	Stoccaggio di gas in pressione.	Lesioni traumatiche per esplosione.	Stoccaggio corretto in ambiente aerato, protetto dagli agenti atmosferici, lontano da fonti di calore. Sistemi di ancoraggio anti caduta delle bombole. Informazione e formazione degli addetti.

### 3.6.3 Impatto ambientale



Per quanto riguarda l'impatto ambientale della produzione di anime in sabbia-resina o in anidride carbonica, vedere i paragrafi 3.4.3 e 3.5.3 relativi alla produzione di forme con tali tecnologie. Per quanto riguarda la formatura di anime *cold-box*, *hot-box* e in ceramica, l'impatto sull'ambiente esterno è determinato principalmente dai fattori sotto elencati.

#### Emissione in atmosfera di vapori e polveri

Si tratta di inquinanti che provengono dall'impianto di aspirazione localizzata e generale del reparto di formatura anime. La natura degli inquinanti può variare a seconda del tipo di tecnologia utilizzata per la produzione di anime. La soluzione consiste nell'adottare idonei impianti di abbattimento. Riportiamo ad esempio i valori misurati dagli autocontrolli di un'azienda del comparto, che produce una limitata quantità di anime e utilizza, come impianto di abbattimento, il solo camino.

Tab. 3.6.3.1 Emissioni in atmosfera dalla fase "produzione anime". Autocontrolli di una azienda del comparto, anno 1999

Origine	Q [Nm <sup>3</sup> /h]	S [m <sup>2</sup> ]	V [m/s]	T [°C]	H [m]	Durata emissione		Impianto di abbatti- mento	Inquinanti emessi			Valori limite (*)	
						h/g	g/a		Natura	mg/Nm <sub>3</sub>	Kg/h	mg/Nm <sub>3</sub>	Kg/h
Animisteria	500	0,018	3	amb.	3	1	20	Solo camino	S.O.V. Classe III	< 40	< 0,02	-	0,02

**Legenda:** Q: portata; S: sezione di sbocco; v: velocità allo sbocco; T: temperatura di emissione; H: altezza camino; h/g: ore al giorno; g/a: giorni all'anno; amb.: ambientale; S.O.V.: sostanze organiche volatili; (\*) limiti imposti dalla autorizzazione provinciale alle emissioni in atmosfera rilasciata al questa azienda del comparto.



Un'altra azienda del comparto che produce anime in *cold-box*, utilizza invece un impianto di abbattimento a umido, costituito da una torre di lavaggio dell'aria inquinata, proveniente dall'impianto di aspirazione sulla macchina spara anime, che entra dalla parte inferiore della torre mentre riceve controcorrente una soluzione di acido fosforico ( $H_3PO_4$ ). Questo tipo di impianto (*abbattitore a umido per solventi organici volatili*) è meglio descritto al Paragrafo 3.16 e, nella suddetta azienda, ha consentito l'abbattimento delle ammine da un valore di entrata di  $100 \text{ mg/Nm}^3$  ad un valore di uscita inferiore a  $5 \text{ mg/Nm}^3$ .

Da controlli recentemente effettuati da ARPAT in un'altra azienda che produce esclusivamente anime (che fornisce alle fonderie), a valle di un impianto di abbattimento analogo a quello sopra descritto, e relativo all'aspirazione su un impianto di produzione anime con processo *cold-box*, sono stati rilevati i valori riportati nella tabella seguente.

Tab. 3.6.3.2 Emissioni in atmosfera per una azienda produttrice di anime (controllo ARPAT, anno 2000)

Origine	Q [Nm <sup>3</sup> /h]	S [m <sup>2</sup> ]	v [m/s]	T [°C]	H [m]	Durata emissione		Impianto di abbatti- mento	Inquinanti emessi			Valori limite (*)	
						h/g	g/a		Natura	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/h	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/h
Animisteria <i>cold-box</i>	12.345	0,24	15	amb.	13	8	220	Torre di lavaggio ad acido fosforico	DMEA	$1 \pm 1$ < 0,5	0,024	20	0,6
									S.O.V. Classe II	44,5 + 90,7	0,55 + 1,12		

Legenda: Q: portata; S: sezione di sbocco; v: velocità allo sbocco; T: temperatura di emissione; H: altezza camino; h/g: ore al giorno; g/a: giorni all'anno; amb.: ambientale; S.O.V.: sostanze organiche volatili; DMEA: dimetiletilammina; (\*) limiti imposti dalla autorizzazione provinciale alle emissioni in atmosfera rilasciata alla azienda "Animisteria".

#### Diffusione di cattivi odori in atmosfera

Nelle aziende di produzione di sole anime con utilizzo di nn dimetiletilammina si sono verificati casi di esposti da parte dei cittadini dovuti alle maleodoranze emesse (odore di pesce marcio), cosa che non si è verificata per le aziende in cui viene utilizzata la dimetilisopropilammina.

Qualora vengano utilizzate dimetiletilammine i cattivi odori si possono diffondere nell'ambiente anche per il fatto che l'impianto di abbattimento a umido come sopra descritto, pur consentendo di rispettare il limite di Legge per l'emissione in atmosfera delle ammine, può non essere sufficiente ad abbattere l'inquinamento olfattivo, il quale viene avvertito anche per minime concentrazioni, specie nel caso in cui lo stabilimento produttivo sia adiacente a insediamenti civili.

La soluzione al problema dell'inquinamento olfattivo può essere ricercata sia con impianti di abbattimento più efficienti da mettere in relazione con modelli diffusionali, sia con la sostituzione dei prodotti che determinano gli odori molesti.

#### Produzione di rifiuti

Si tratta delle polveri recuperate dagli impianti di abbattimento a secco e dei fanghi prodotti dagli impianti di abbattimento a umido, dove rispettivamente presenti.

#### Consumo delle risorse

In questa fase si utilizzano energia elettrica e combustibili per l'alimentazione dei sistemi di riscaldamento delle macchine di formatura anime in *hot box*. Si ha inoltre il consumo delle materie prime, citate nella precedente descrizione, diverse a seconda del tipo di tecnologia utilizzata per la produzione delle anime.

#### Altezza e struttura degli impianti

Gli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera possono causare un impatto paesaggistico negativo (vedere il Paragrafo 3.16).

### 3.6.4 Rischio ambientale

#### Sversamenti sul suolo di prodotti chimici

I prodotti chimici liquidi utilizzati per la formatura delle anime (resine, induritori, distaccanti), se accidentalmente sversati, possono inquinare il suolo e le acque. È necessario prevedere misure atte ad evitare sgocciolamenti e bacini di contenimento. Questi ultimi devono essere separati per i vari prodotti liquidi, per evitare che, in caso di miscelazione diretta di prodotti incompatibili tra loro, si possano verificare reazioni chimiche, con sviluppo di calore e vapori dannosi, che generano un prodotto solido di difficile smaltimento.

#### Esplosione - incendio

L'utilizzo di impianti a gas e o di fiamme libere (bruciatori *hot box*, forni di trattamento termico, flambatori) può comportare il rischio di incendio e di esplosioni in caso di fughe di gas. Altro possibile pericolo di incendio è costituito dai materiali infiammabili stoccati. Se il quantitativo di materiale infiammabile e combustibile è considerevole, in caso di incendio in questo reparto, si può avere una rapida propagazione anche ai reparti adiacenti. In caso di incendio il danno per l'ambiente è determinato dai fumi di combustione e dal rischio di spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento. Per le indicazioni generali di prevenzione vedere il Paragrafo 4.2.2.

## 3.7 Verniciatura - Flambatura - Cottura

### 3.7.1 Descrizione

La verniciatura può inserirsi in più punti del ciclo produttivo:

- verniciatura dei modelli, a seguito di riparazioni;
- applicazione di distaccanti sui modelli per favorirne il distacco dalla forma;
- verniciatura sui getti finiti, quando richiesta dal cliente; viene generalmente appaltata a ditte esterne, ma talvolta viene effettuata in azienda;
- verniciatura su forme ed anime, viene effettuata all'interno dell'azienda, a meno che non venga appaltata all'esterno anche la produzione delle anime (in tal caso arrivano in azienda già verniciate).

Il punto a) è stato trattato al Paragrafo 3.1; il presente paragrafo approfondisce le problematiche relative agli altri tre punti.

L'applicazione dei distaccanti sui modelli può avvenire in ogni tipologia di *formatura*. La natura del distaccante, ed anche la sua modalità di applicazione, può cambiare a seconda del tipo di formatura nella quale viene utilizzato il modello; ad esempio un'azienda del comparto applica il distaccante a spruzzo sui modelli utilizzati per la formatura a verde e a pennello su quelli per la formatura a resina.

I *distaccanti per modelli* sono in genere siliconi (polisiloxano meno del 5%) sciolti in una miscela di solvente (principalmente eptani 80 - 85%), dall'aspetto di liquido incolore; una volta applicati, i distaccanti formano sui modelli una pellicola trasparente che rende possibile più cicli di formatura senza che restino aderenze della terra di fonderia. In genere i modelli in legno necessitano di un'applicazione più frequente; la frequenza di applicazione può dipendere anche dalla geometria del modello stesso.

L'occasionale verniciatura dei getti di ghisa riguarda in genere l'applicazione di vernici antiruggine sintetiche fornite allo stato liquido in recipienti metallici. Ad esempio, un'azienda del comparto utilizza tre tipi di vernici antiruggine sintetiche in solvente organico, la cui composizione è diversa, ma in ogni caso il formulato è esente da cromo e piombo:

- il tipo grigio chiaro contiene: xilene e miscela di isomeri (18%), nafta (9,5%);
- il tipo giallo contiene: xilene e miscela di isomeri (18%), nafta pesante idrodesolforata (10%);
- il tipo rosso contiene: 1,2,4 - trimetilbenzene (5%), toluene (7%), xilene e miscela di isomeri (7%), nafta pesante idrodesolforata (8%), nafta aromatica leggera (9%).

La verniciatura di forme e anime è un'operazione funzionale al ciclo produttivo per quelle realizzate con la formatura a resina, in quanto, a differenza delle forme realizzate a verde con impianti automatici, queste necessitano di essere sottoposte a finitura mediante l'applicazione di vernici refrattarie, allo scopo di impedire l'adesione del getto alla forma. In questo caso la vernice impiegata è detta anche *intonaco refrattario*; può essere di vario tipo e fornita in polvere, pasta o liquido, pronta o da preparare, a base di solventi organici o la cui diluizione avviene con solvente acquoso.

In caso di *intonaco refrattario a base alcolica*, la composizione chimica è determinata da:

- una carica minerale (esempio: grafite, olivina, cromite, mica, silicato di zirconio e di sodio ecc.);
- sospensivi (spesso si tratta di carbosimetilcellulosa, alginati sodici e resine di vario tipo);
- diluenti (alcol metilico o isopropilico o isobutilico, acetone, trielina ecc.);
- eventuali antifermantativi (benzoato di sodio ecc.).

La preparazione dell'intonaco refrattario a base alcolica talvolta avveniva in fonderia utilizzando, ad esempio, mica macinata e alcool; la mica è un prodotto non combustibile costituito da silicati di alluminio e potassio di forma cristallina, dall'aspetto di polvere fine di colore giallognolo, fornita generalmente in sacchi di carta.

Oggi, invece, viene più spesso utilizzato intonaco refrattario in alcool, e in azienda viene effettuata semplicemente una diluizione del prodotto con aggiunta di alcool. L'alcool viene fornito in fusti di acciaio o plastica o sfuso in cisterne. Ad esempio, un'azienda del comparto utilizza un intonaco in forma di pasta di consistenza cremosa, composto da: grafite argentea a medio tenore di carbonio, resine fenoliche modificate, alcool metilico, bentoni attivati. La pasta viene diluita con un diluente alcolico composto da una miscela di: alcool metilico (50%), alcool isopropilico, alcoli superiori aromatici 3% massimo. L'applicazione della vernice viene eseguita a spruzzo con pistole ad aria compressa oppure a pennello.

Dopo la verniciatura viene effettuata la *flambatura* che consiste nel passare una fiamma libera su forme e anime appena verniciate. In tal modo la componente alcolica della vernice si incendia e la combustione dà luogo a un indurimento della forma o (dell'anima) aumentandone la resistenza. Una piccola azienda che effettua fusione e colata una volta alla settimana, anziché effettuare la flambatura subito dopo l'applicazione della vernice, la lascia essiccare per evaporazione e al più, poco prima della colata, effettua una breve flambatura.

Il *flambatore* è una attrezzatura atta a produrre una fiamma alimentata a GPL da una bombola posta su un carrellino, oppure a gas metano tramite una rete di tubazioni che corrono lungo lo stabilimento. La parte di collegamento tra la fiaccola in metallo e la bombola (o la tubazione aziendale) è costituita da un tubo di gomma con caratteristiche idonee al trasporto del gas.

In caso di *intonaco refrattario diluito in solvente acquoso*, nella composizione sono sempre presenti pigmenti di grafite; comunque, data la varietà dei prodotti, per le caratteristiche e le etichettature delle vernici si rimanda alle schede di sicurezza del fornitore. In questo caso la verniciatura delle forme viene effettuata a pennello o a spruzzo, mentre la verniciatura delle anime avviene generalmente per immersione in un'apposita vasca, dotata di un mescolatore-agitatore della vernice (Fig. 3.7.1). Per l'immersione delle

anime nella vasca viene utilizzato un apparecchio di sollevamento (paranco). Dopo la verniciatura per immersione, le anime vengono sottoposte a essiccazione tramite *cottura* in appositi forni. L'eliminazione di ogni residuo di umidità è necessario per non compromettere la qualità del getto. I forni di cottura (chiamati anche *stufe*), sono in genere alimentati a combustibile (metano o GPL) e dotati di un pannello di controllo con indicatori, regolatori di tempo e temperatura del trattamento.



Fig. 3.7.1 Vasca di verniciatura delle anime con vernici refrattarie all'acqua, dotata di mescolatore

### 3.7.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Nel 1999, in Toscana, gli addetti a questa fase erano circa 21 su 319 lavoratori del comparto.

Dato che le vernici comprendono prodotti di vastissima formulazione, i fattori di rischio sono di diverso tipo e pertanto è opportuno verificare nello specifico quali sono i componenti delle vernici utilizzate in ogni singola azienda, esaminando le relative schede di sicurezza. Ciò premesso, si riportano di seguito i principali fattori di rischio in questa fase del ciclo lavorativo.

#### Manipolazione di vernici e diluenti organici, esposizione a vapori organici

Si tratta di preparati a base di alcool, idrocarburi aromatici e alifatici, acetati ecc. L'esposizione ai solventi organici può avvenire durante l'utilizzo della vernice, l'apertura dei contenitori, la preparazione in loco (travasamento, diluizione, filtratura), il rifornimento della pistola per verniciare e per evaporazione dalle vernici pronte.

Il *distaccante per modelli* a base di siliconi in solvente (principalmente eptano) è facilmente infiammabile; i vapori del preparato possono provocare irritazione delle vie respiratorie e degli occhi in caso di contatto.

Le *vernici sintetiche antiruggine* per i getti di ghisa sopra descritte sono prodotti facilmente infiammabili e nocivi per inalazione, ingestione e contatto con la pelle, irritanti della pelle e delle vie respiratorie.

La verniciatura con intonaci refrattari a base alcolica espone gli addetti a vapori organici (prevalentemente alcolici).

I diluenti degli *intonaci refrattari a base alcolica* possono contenere alcool metilico, alcool isopropilico, alcool isobutilico, acetone. Una descrizione della loro pericolosità – singolarmente considerata – si trova nel *Glossario*.

Per ridurre l'esposizione ai solventi organici è necessario, prima di tutto, valutare la possibilità di sostituzione con vernici diluite in solvente acquoso, altrimenti predisporre impianti di aspirazione localizzata o cabine di verniciatura dotate di impianto di aspirazione correttamente dimensionato e progettato in modo che il flusso d'aria aspirata non investa l'operatore. Sono inoltre richiesti D.P.I. quali grembiule impermeabile, maschera oronasale, occhiali, guanti in gomma; le maschere oronasali devono essere del tipo che evita l'appannaggio degli occhiali (ad esempio maschere con filtro centrale). È necessario che i contenitori di vernice vengano aperti con cautela perché potrebbero essere sotto pressione e in tal caso, al momento della loro apertura, gli addetti potrebbero venire investiti da schizzi di vernice con particolare rischio per gli occhi.

Per verniciare eventuali pezzi grandi che non sia possibile porre sotto cabine di verniciatura possono essere utilizzati aspiratori mobili con proboscide per captare i vapori il più possibile vicino alla fonte di emissione; gli addetti devono indossare i D.P.I. sopra citati.

L'eventuale preparazione della vernice deve essere effettuata sotto cappa, indossando i D.P.I. (maschera oronasale, guanti in gomma, grembiule impermeabile), e utilizzando contenitori di sicurezza a tenuta, stoccati correttamente come sotto descritto.

Qualora dopo l'applicazione dell'intonaco refrattario a base alcolica forme ed anime vengano lasciate essiccare naturalmente per evaporazione del solvente (anziché essere sottoposte a flambatura), devono essere poste sotto un impianto di aspirazione localizzata che va lasciato acceso fino alla completa essiccazione.

È necessario un attento esame delle schede di sicurezza dei prodotti e la sostituzione di quelli più pericolosi; deve essere disposto e segnalato il divieto di bere, mangiare o fumare durante il lavoro e nei locali di stoccaggio. Il personale addetto deve essere specializzato per il tipo di lavorazione svolta, e formato per quanto riguarda le misure di pronto soccorso in relazione ai prodotti utilizzati.

#### **Esposizione a fumi di combustione**

Durante la flambatura di forme e anime verniciate con intonaco refrattario a base alcolica si possono diffondere nell'ambiente di lavoro i fumi di combustione, sia derivanti dalla combustione del prodotto, sia derivanti dalla fiamma libera.

L'utilizzo di forni di essiccazione (stufe) alimentati a combustibile per l'essiccazione delle anime può determinare la diffusione dei fumi di combustione del combustibile stesso (metano, GPL, gasolio).

L'esposizione ai fumi di combustione può causare per gli addetti irritazione delle vie respiratorie.

È pertanto necessario assumere provvedimenti atti a evitare o ridurre lo sviluppo dei fumi, quali ad esempio: utilizzare apparecchiature mobili per l'aspirazione localizzata durante la flambatura, installare impianti fissi di aspirazione localizzata ai forni, effettuare un'accurata manutenzione dei bruciatori dei forni. Inoltre è bene utilizzare carburanti puliti (metano e GPL sono da preferire al gasolio) e valutare possibilità di sostituzione dei forni a combustibile con forni elettrici.

#### **Utilizzo di fiamme libere**

L'operazione di flambatura comporta per gli addetti il rischio di ustioni. Inoltre è pratica comune degli operatori lasciare la fiaccola accesa (Fig. 3.7.2) piuttosto che spegnerla e riaccenderla ogni volta, utilizzando l'accendino. Questo riduce il rischio di ustioni al momento dell'accensione, ma aumenta il rischio di incendio e di ustioni per il personale, oltre a provocare un'inutile produzione di fumi di combustione derivanti dalla fiamma libera, in particolare ossidi di azoto, irritanti delle vie respiratorie, come descritto al precedente fattore di rischio.

È opportuno evitare la pratica comune di tenere accesa la fiaccola per scaldare l'ambiente di lavoro nei mesi invernali (il riscaldamento deve essere garantito tramite adeguati sistemi quali termoconvettori, ecc.).

Alcune aziende del comparto hanno dotato le fiaccole di sistemi di accensione semiautomatica (accensione piezoelettrica) in modo da poterle spegnere ogni qualvolta si finisce di utilizzarle per poi riaccenderle in sicurezza. A questo sistema può essere abbinato un dispositivo di sicurezza che, grazie ad una termocoppia, impedisca la fuoriuscita accidentale del gas se la fiaccola si spegne, evitando così il rischio della formazione di miscele esplosive. Allo scopo è anche necessario che i tubi flessibili che collegano il rubinetto della tubazione fissa del gas alla fiaccola siano controllati prima di ogni utilizzo, in quanto possibili deterioramenti possono essere causa di fughe di gas. È opportuno chiudere il rubinetto della tubazione fissa ogni qual volta si finisce di utilizzare la fiaccola.

È necessario indossare indumenti ignifughi non svolazzanti, progettare adeguatamente il posto di lavoro, delimitare e segnalare la zona pericolosa, predisporre e segnalare i percorsi sicuri per il transito del personale, attuare un'accurata informazione e formazione degli addetti.

Per evitare il rischio di incendio, è opportuno che l'addetto, prima di dare fuoco alle forme verniciate con vernici all'alcool, si accerti che la zona circostante sia sgombra da materiali infiammabili. Per la verniciatura di anime è anche possibile valutare la possibilità di utilizzare vernici diluite in solvente acquoso (anziché in solvente alcolico) ed essiccare le anime verniciate in appositi forni oppure con getti di aria calda ottenuti tramite appositi generatori (anziché effettuare la flambatura).

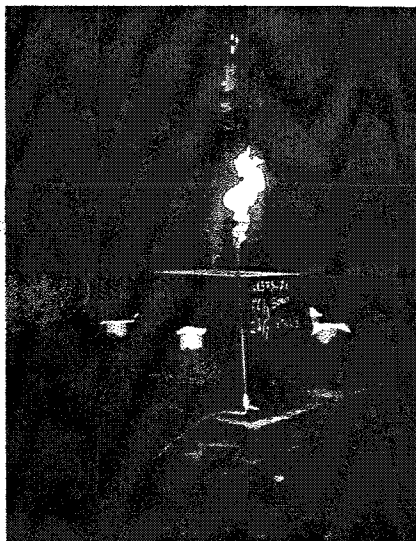


Fig. 3.7.2 Flambatore acceso appoggiato su una staffa

### Aspirazione di prodotti infiammabili in grado di determinare miscele esplosive con l'aria

Nell'impianto di aspirazione localizzata necessario per ridurre l'esposizione degli addetti a fumi, gas e vapori, si possono creare atmosfere esplosive e capaci di determinare un incendio.

Pertanto l'impianto di aspirazione deve essere progettato in modo che i parametri geometrici siano correttamente dimensionati in relazione alla velocità di aspirazione, che la sua conformazione sia tale da evitare la formazione di cariche elettrostatiche (le quali possono provocare scintille) e che sia assicurata una buona messa a terra. È opportuno predisporre presidi antincendio (estintori ecc.), informare gli addetti e formare le squadre di emergenza.

### Utilizzo e stoccaggio di prodotti facilmente infiammabili e pericolosi, stoccaggio di bombole di GPL

Lo stoccaggio e la manipolazione di prodotti facilmente infiammabili (e nocivi), costituiti principalmente dalle vernici e dai diluenti organici sopra descritti, possono dare luogo a incendio-esplosione.

In caso di incendio dei prodotti utilizzati sopra descritti, si possono sviluppare vari inquinanti (ossidi di carbonio, anidride carbonica, idrocarburi alifatici, aromatici e policiclici, ossidi di azoto, acido cianidrico ecc.); gli addetti possono pertanto riportare gravi intossicazioni, oltre a ustioni e lesioni traumatiche.

Lo stoccaggio dei suddetti prodotti deve essere corretto: lontano da fonti di calore, in contenitori di sicurezza a tenuta dotati della prescritta etichettatura, mantenuti chiusi, in ambiente separato ben aerato e non soleggiato; devono essere adottati accorgimenti atti a contenere eventuali sgocciolamenti e sversamenti.

Deve essere vietato fumare e utilizzare fiamme libere durante il prelievo, lo stoccaggio e la manipolazione di tali prodotti; il divieto deve essere segnalato con appositi cartelli.

È pericoloso effettuare ritocchi a pennello mentre è in atto la flambatura (cioè mentre le vernice sta ancora bruciando); tale operazione va pertanto evitata.

L'impianto e le apparecchiature elettriche (ad esempio i motori e i cavi elettrici dei mescolatori) devono essere idonei alla classificazione di pericolosità del luogo in conformità alle norme CEI, tali da non costituire possibilità di innesco, e periodicamente controllati.

Le bombole di GPL utilizzate per i flambatori comportano il rischio di esplosione. Lo stoccaggio deve essere effettuato correttamente in locale separato ben aerato, prevalentemente nella sua parte bassa, non soleggiato e lontano da fonti di calore. Nel locale di stoccaggio deve essere vietato fumare e usare fiamme libere, con affissa relativa segnaletica. Sono necessari idonei sistemi di ancoraggio (ad esempio catene), per evitare la caduta accidentale delle bombole, sia durante lo stoccaggio che nell'utilizzo; qualora le bombole siano poste su carrelli, questi ultimi devono essere stabili e conformati in modo da evitare rischi di ribaltamento. L'impianto elettrico deve essere idoneo al luogo; va rispettata la normativa generale antincendio e gli addetti devono essere informati sui rischi e formati alle procedure di stoccaggio corretto e di emergenza in caso di incendio-esplosione.

Per quantitativi maggiori o uguali a 75 Kg di GPL stoccato in bombole, è previsto il controllo obbligatorio di prevenzione incendi (D.M. del Ministero dell'Interno del 16.02.1982 e successive modificazioni). Le relative norme di sicurezza sono contenute nella Circolare del Ministero dell'Interno n. 74 del 20.09.1956 (parte II). Anche stoccaggi di liquidi infiammabili e/o combustibili in quantitativi maggiori o uguali a 0,5 m<sup>3</sup> sono soggetti a controllo obbligatorio di prevenzione incendi.

Nella tabella seguente riportiamo i dati quantitativi di alcune aziende del comparto, ricordando che è bene ridurre al minimo necessario il quantitativo stoccato dei prodotti infiammabili e pericolosi.

Tab. 3.7.2.1 Alcune stime dei quantitativi stoccati di prodotti infiammabili e pericolosi

AZIENDA	Vernice refrattaria all'alcool Kg.	Alcool Litri	GPL in bombole kg.	Vernice sintetica antiruggine in diluente organico kg.
A4	-	-	50	-
A6	n.d.	n.d.	50	n.d.
A8	840	400	n.d.	-

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT. n.d.: non disponibile.

Deve essere rispettata la normativa generale antincendio e gli addetti devono essere informati sui rischi, formati alle procedure di stoccaggio corretto e a quelle di emergenza in caso di incendio-esplosione o di sversamento di vernici o diluenti.

### Esposizione a polveri

In questa fase le polveri che possono essere presenti nell'ambiente di lavoro sono essenzialmente:

- prodotti in polvere che possono essere utilizzati nella preparazione delle vernici, qualora essa avvenga ancora in azienda: in tal caso le polveri si possono diffondere durante lo stoccaggio, prelievo, dosaggio e miscelazione dei componenti in polvere delle vernici;
- residuo secco delle vernici.

Il danno atteso per l'esposizione alle polveri dipende sia dall'entità dell'esposizione sia dal tipo di prodotti utilizzati, pertanto è necessario valutare la sostituzione dei prodotti più pericolosi con altri meno pericolosi, grazie a un attento esame delle schede di sicurezza dei prodotti.

Per ridurre l'esposizione è necessario l'utilizzo di D.P.I (mascherina oronasale, guanti, grembiule) durante l'eventuale manipo-

lazione dei prodotti in polvere utilizzati per la preparazione delle vernici. È necessario anche prestare particolare attenzione alla pulizia, che va eseguita frequentemente mediante l'utilizzo di aspirapolveri e/o spazzatrici industriali e indossando i D.P.I. Devono essere rispettate le norme igieniche, come riportato precedentemente (pulizia dei locali, docce, spogliatoi, armadietti ecc.).

#### Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento

Il mescolatore delle vasche di verniciatura ad immersione delle *anime* con vernici a base acquosa può costituire per l'addetto un rischio di presa e trascinarsi, con possibili ferite e contusioni. Per eliminare il rischio è necessario che la parte rotante del mescolatore tra il motore elettrico e la superficie del bagno sia priva di parti sporgenti (ad esempio viti di fissaggio ecc.), e che l'elica mescolatrice sia protetta da contatti accidentali. L'addetto deve indossare indumenti non svolazzanti, con maniche dotate di elastici di chiusura al polso, ed evitare di mescolare la vernice con le mani o altri attrezzi in prossimità dell'elica mescolatrice.

Particolare attenzione deve essere posta in caso di manutenzione o pulitura della vasca del mescolatore.

Prima di effettuare l'intervento è necessario togliere l'alimentazione elettrica alla macchina ed assicurarsi che essa non possa in alcun modo ripartire prima che l'addetto abbia concluso l'intervento. Deve essere previsto un dispositivo che impedisca il riavvio intempestivo della macchina in caso ripristino dell'alimentazione elettrica dopo una sospensione dovuta a un qualsiasi motivo.

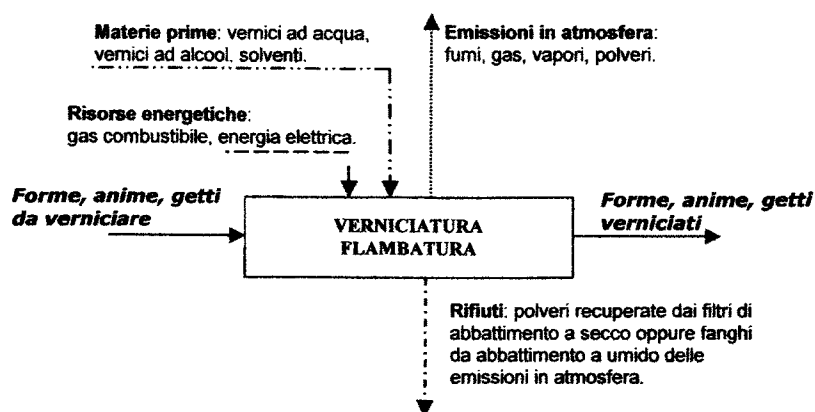
Tab. 3.7.2.2 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Verniciatura

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Manipolazione di vernici e solventi, esposizione a vapori di solventi organici.</b>	Stoccaggio e applicazione a pennello di <i>distaccante per modelli</i> a base di siliconi disciolto in solventi (principalmente eptani).	<i>Distaccante per modelli:</i> per contatto con gli occhi: leggera irritazione passeggera.	Esame delle schede di sicurezza e sostituzione dei prodotti più pericolosi. Impianti di aspirazione localizzata o cabine di verniciatura dotate di un adeguato impianto di aspirazione. Utilizzare contenitori di sicurezza. Cautela nella apertura dei contenitori. Etichettatura e segnaletica. Utilizzare D.P.I. quali maschera oronasale, guanti, grembiule. L'eventuale preparazione della vernice, deve essere effettuata sotto cappa. Informazione, formazione degli addetti.
	Stoccaggio e applicazione di <i>vernici sintetiche antiruggine</i> , contenenti nafta.	Si tratta di prodotti nocivi per inalazione, ingestione e contatto con la pelle; irritanti delle pelle e delle vie respiratorie. Inoltre tali vernici contengono nafta che è classificata R45 (può provocare il cancro).	
	Stoccaggio, preparazione e applicazione di intonaci refrattari in solventi alcolici.	<i>A contatto con la cute:</i> irritazione, sensibilizzazione, eczema, delipidizzazione. <i>A contatto con gli occhi:</i> irritazione, cheratite. <i>Per inalazione:</i> irritazione a livello polmonare. <i>Altro:</i> ipotensione, narcosi, depressione, modificazioni comportamentali, diarrea.	
<b>Esposizione a fumi di combustione.</b>	Combustione con flambatore delle vernici ad alcool. Combustione del carburante di alimentazione dei forni di essiccazione.	Irritazione delle vie respiratorie.	Limitare il tempo di accensione dei flambatori al minimo necessario. Impianti di aspirazione localizzata durante la flambatura e sui forni di cottura. Controllare i bruciatori dei forni. Utilizzare carburanti puliti (metano e GPL sono da preferire al gasolio). Valutare possibilità di sostituzione dei forni a combustibile con forni elettrici.

... segue tabella precedente

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Utilizzo di fiamme libere.</b>	Accensione, utilizzo e del flambatore. Appoggio del flambatore acceso.	Ustioni per contatto diretto con la fiamma o per incendio degli abiti. Ustioni, intossicazioni e lesioni traumatiche in caso di incendio del reparto.	Limitare il tempo di accensione dei flambatori al minimo necessario. Utilizzare sistemi di accensione piezoelettrica e dispositivi anti fuga di gas (termocoppia). Indossare indumenti ignifughi non svolazzanti. Progettare adeguatamente il posto di lavoro, delimitare e segnalare la zona pericolosa, predisporre e segnalare i percorsi sicuri. Tenere sgombra da materiali infiammabili la zona circostante. Informazione e formazione degli addetti. Valutare la possibilità di utilizzare vernici a base acquosa (anziché a base di alcool) ed essiccare le anime verniciate in appositi forni (anziché effettuare la flambatura).
<b>Aspirazione di prodotti infiammabili.</b>	Si possono formare atmosfere esplosive nelle tubazioni dell'impianto di aspirazione.	Ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche ai lavoratori e danni alle strutture aziendali per incendio-esplosione.	Dimensionare correttamente i parametri geometrici dell'impianto di aspirazione in relazione alla velocità di aspirazione. Evitare la formazione di cariche elettrostatiche. Messa a terra del sistema. Predisporre presidi antincendio. Informare i lavoratori. Formare le squadre per le emergenze.
<b>Utilizzo e stoccaggio e di prodotti facilmente infiammabili.</b>	Stoccaggio e manipolazione di prodotti nocivi e facilmente infiammabili (vernici e solventi organici).	Ustioni, intossicazioni e lesioni traumatiche per incendio - esplosione.	Valutazione del rischio di incendio. Stoccaggio corretto lontano da fonti di calore, in locale aerato. Utilizzare contenitori di sicurezza. Non fumare o usare fiamme libere. Etichettatura e segnaletica. Utilizzare personale specializzato e formato. Sistemi di ancoraggio anti caduta delle bombole. Impianto elettrico idoneo al luogo ove è installato. Predisporre piani di evacuazione. Informare i lavoratori. Predisporre presidi antincendio. Formare le squadre per le emergenze.
<b>Stoccaggio di bombole di GPL.</b>	Stoccaggio di bombole per flambatori portatili.		
<b>Esposizione a polveri.</b>	Prodotti in polvere utilizzati nella preparazione delle vernici; residuo secco delle vernici.	Vedere le schede di sicurezza del fornitore dei prodotti.	Utilizzare D.P.I (maschera oronasale, guanti, grembiule) durante la manipolazione dei prodotti in polvere. Pulire frequentemente con spazzatrici industriali e utilizzando D.P.I. Informare e formare gli addetti.
<b>Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento.</b>	Il mescolatore delle vasche di verniciatura ad immersione delle anime con vernici a base acquosa può costituire per l'addetto un rischio di presa e trascinamento.	Lesioni traumatiche (ferite e contusioni agli arti superiori).	Parte rotante del mescolatore tra il motore elettrico e la superficie del bagno priva di parti sporgenti. Elica mescolatrice protetta da contatti accidentali. Indossare indumenti non svolazzanti con maniche dotate di elastici di chiusura al polso. Evitare di mescolare la vernice con le mani o altri attrezzi in prossimità dell'elica mescolatrice. Prima di manutenzione o pulizia togliere l'alimentazione elettrica alla macchina. Dispositivo contro il riavvio intempestivo della macchina per ritorno di alimentazione elettrica.

### 3.7.3 Impatto ambientale



In questa fase, l'impatto sull'ambiente circostante è determinato principalmente dai fattori sotto elencati.

#### Emissione in atmosfera di vapori e polveri

Si tratta di inquinanti che possono provenire dall'impianto di aspirazione localizzata alla verniciatura e alla flambatura, a meno che non vengano captati tramite cappe filtranti (fisse o mobili) che immettono nuovamente l'aria filtrata nell'ambiente di lavoro. Qualora invece le emissioni siano convogliate all'esterno dello stabilimento tramite camini, è necessario che vengano rispettati i limiti di Legge per le emissioni in atmosfera; a tale scopo può rendersi necessario abbattere gli inquinanti tramite specifici impianti.

Per un'azienda che effettua occasionalmente la verniciatura dei getti di ghisa con le vernici sintetiche antiruggine sopra descritte, le emissioni degli inquinanti provenienti dall'impianto di aspirazione localizzata rientrano nelle "Attività a ridotto inquinamento atmosferico ai sensi del D.P.R. del 25.07.1991 All. II punto 8", dato che i quantitativi utilizzati dall'azienda sono nettamente inferiori al limite di 50 Kg/giorno.

#### Produzione di rifiuti

Si tratta delle polveri recuperate dagli impianti di abbattimento a secco e dei fanghi prodotti dagli impianti di abbattimento a umido, dove rispettivamente presenti. Altri rifiuti sono i contenitori vuoti, sporchi di vernici e solventi che contenevano.

#### Consumo delle risorse

In questa fase si hanno i seguenti consumi energetici:

- energia elettrica per la produzione di aria compressa e/o per l'alimentazione dei mescolatori della vernice;
- metano o GPL per l'alimentazione di:
  - flambatori;
  - stufe di essiccazione; ad esempio, un'azienda del comparto (A3) utilizza una stufa a metano con potenzialità termica di 200.000 Kcal/h con un consumo massimo di 28 Nm<sup>3</sup>/h e un consumo medio di 15 Nm<sup>3</sup>/h; il trattamento avviene a 250 °C, dura 4 ore e il regime viene raggiunto in un'ora.

I principali consumi di materie prime riguardano le vernici (o i loro componenti nel caso non vengano acquistate già pronte). Alcuni valori di esempio sono riportati nella successiva tabella:

Tab. 3.7.3.1 Alcune stime dei consumi delle risorse per la fase - Verniciatura anime e forme - Flambatura (anno 1999)

AZIENDA	Metano Nm <sup>3</sup>	GPL Kg.	Vernice sintetica antiruggine Kg.	Vernice refrattaria all'alcool Kg.	Vernice refrattaria all'acqua Kg.	Alcool	Distaccante per modelli per formatura a resina Kg.
A1	n.r.	n.r.	3.000 (*)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
A3 (#)	11.900	-	-	n.r.	n.r.	2.400 Kg.	n.r.
A4	n.r.	-	-	-	2.865	-	n.r.
A6	-	150	-	n.r.	-	n.r.	n.r.
A8	-	n.r.	4.000	8.400	-	4.000 litri	600

Note: (\*) valore stimato: l'azienda utilizza meno di 15 Kg./giorno e non tutti i giorni lavorativi.

(#) dati riferiti all'anno 1998 anziché 1999. n.r.: non rilevato o non disponibile.

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT.



### Altezza e struttura degli impianti

Gli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera possono causare un impatto paesaggistico negativo (vedere il Paragrafo 3.16).

## 3.7.4 Rischio ambientale

### Sversamenti sul suolo di vernici e solventi

In caso di sversamento dei prodotti utilizzati per la verniciatura durante il loro stoccaggio, prelievo, movimentazione, dosaggio, miscelazione, si può determinare inquinamento del suolo. È pertanto necessario utilizzare misure volte a evitare sgocciolamenti mediante contenitori di sicurezza, e prevenire sversamenti mediante bacini di contenimento.

### Incendio-esplosione

Come si è visto sopra, la presenza di vernici e solventi infiammabili, bombole di GPL, fiamme libere, può determinare rischi di incendio-esplosione. In caso di incendio dei prodotti utilizzati sopra descritti, si possono sviluppare vari inquinanti costituiti dai fumi di combustione (ossidi di carbonio, anidride carbonica, idrocarburi alifatici, aromatici e policiclici, ossidi di azoto, acido cianidrico ecc.). Altra possibile causa di inquinamento ambientale è determinata dal rischio di spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento dell'incendio. Per le indicazioni generali di prevenzione vedere il Paragrafo 4.2.2.

## 3.8 Ramolaggio

### 3.8.1 Descrizione

Il *ramolaggio* è un'operazione che consiste nel rifinire le *forme*, eventualmente pulirle dalla polvere che può essere rimasta su di esse, introdurre le *anime* quando necessarie, praticare i *fori di colata* e di fuoriuscita dei gas. Questa fase viene eseguita dopo la costipazione della terra nella staffa, in ciascun tipo di formatura.

Talvolta, nella linea di *formatura manuale*, anziché applicare sulle forme vernici refrattarie (Paragrafo 3.7), per isolare la terra costituente la forma dalla lega metallica allo stato fuso da colare in essa venivano utilizzati fogli di fibre minerali artificiali (fibre ceramiche). Una volta che due semi-staffe contenenti le rispettive semi-forme sono state preparate come sopra descritto, si provvede a unire le due parti in modo da costituire il guscio nel quale colare la lega metallica fusa. Per sigillare le due parti talvolta sono impiegati collanti e cordoli bituminosi o argillosi. Ad esempio, un'azienda del comparto utilizza cordoli sigillanti costituiti da un impasto a base di oli minerali paraffinici, silicati refrattari e fibre naturali (senza amianto).

Per le operazioni di movimentazione possono essere utilizzati carroponte o paranchi a bandiera. Specie in caso di staffe grandi, la colata può avvenire nello stesso luogo dove è stato effettuato il ramolaggio. Per questo motivo la staffa viene talvolta appoggiata in una zona del pavimento sul quale è stato predisposto un letto di *terra di fonderia*, in genere delimitato da assi di legno (Fig. 3.8.1).

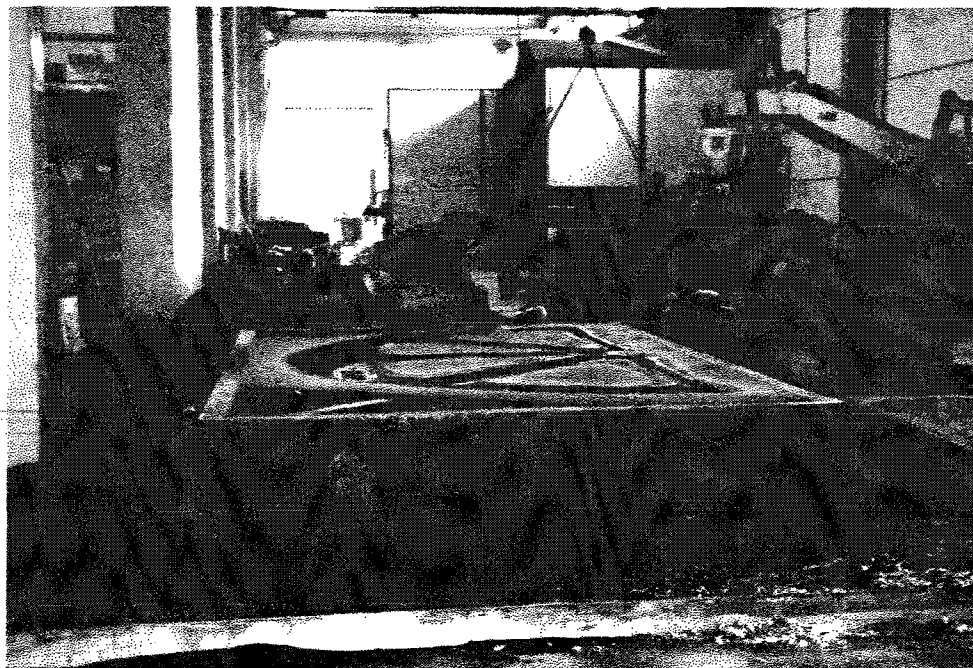


Fig. 3.8.1 Operazioni di ramolaggio (linea di formatura manuale)

Nella linea di formatura automatica (*formatura a verde*) solo l'eventuale immissione dell'anima avviene manualmente (Fig. 3.8.2); non vengono applicate vernici refrattarie sulle forme, ed è l'impianto stesso che pratica i fori di colata ed effettua automaticamente la rotazione di una semi-staffa, la sovrapposizione di una semi-staffa sull'altra e l'avanzamento delle staffe fino alla zona dove avverrà la colata (vedere il Paragrafo 3.3 e le Fig. 3.3.2 e 3.3.4).

Normalmente la fase ramolaggio non viene appaltata.



Fig. 3.8.2 Introduzione manuale delle anime nelle forme (linea di formatura automatica)

### 3.8.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Nel 1999, in Toscana, gli addetti a questa fase erano circa 22 su 319 lavoratori del comparto. I principali fattori di rischio in questa fase del ciclo lavorativo sono sotto elencati.

#### Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento

Durante il ramolaggio alla linea di formatura automatica sono possibili urti e schiacciamenti (vedere il Paragrafo 3.3).

#### Esposizione a polveri

Le polveri alle quali possono essere esposti gli addetti a questa lavorazione sono le terre di fonderia, che contengono *silice libera cristallina*. La dispersione nell'ambiente è maggiore se: viene effettuata la pulizia delle forme soffiando aria compressa; la staffa è posta su un letto di terra di fonderia e gli addetti ci camminano sopra, sollevando la polvere, durante il ramolaggio nella linea di formatura manuale.

La diffusione di polveri nell'ambiente di lavoro è maggiore nella linea di formatura manuale rispetto a quella automatica, come si può comprendere dalle precedenti descrizioni delle due tipologie di lavorazione.

Per i possibili danni derivanti dall'esposizione alle polveri suddette, si rimanda al Paragrafo 3.2.2 relativo alla preparazione terre.

Per ridurre l'esposizione a polveri si devono adottare le misure già descritte precedentemente, vale a dire: esaminare attentamente le schede di sicurezza dei prodotti e sostituire quelli più pericolosi (in particolare i cancerogeni) con altri meno pericolosi; disporre il divieto di soffiare aria compressa per pulire le forme e utilizzare invece aspirapolveri; garantire adeguati ricambi d'aria dell'ambiente di lavoro in modo naturale o forzato; indossare D.P.I. (maschere filtranti, grembiuli, tuta, guanti); adottare procedure di lavoro corrette in modo da evitare qualsiasi occasione in cui si può avere sollevamento di polvere in assenza di adeguata captazione; attuare norme igieniche come riportato precedentemente (pulizia dei locali, docce, spogliatoi, armadietti ecc.). E' necessaria l'informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.

#### Manipolazione di colla e cordoli sigillanti

Gli addetti possono essere esposti al contatto cutaneo con la colla e i cordoli sigillanti, durante la loro applicazione sui punti di unione delle due semi-staffe nella linea di formatura manuale.

Gli addetti devono indossare i necessari D.P.I (guanti).

### Movimentazione manuale dei carichi

Necessaria durante il ramolaggio per il frequente sollevamento e trasporto di vario materiale (contenitori pieni di anime, staffe nella formatura manuale ecc.). La movimentazione manuale dei carichi può produrre disturbi muscoloscheletrici (vedere il *Glossario*). In caso di caduta di oggetti pesanti, gli addetti possono riportare lesioni traumatiche agli arti inferiori. A seconda del peso del pezzo da movimentare, è necessario l'utilizzo di ausili per la movimentazione (paranchi, carroponte, carrelli), oppure la movimentazione tramite due addetti. È di particolare importanza l'informazione e la formazione alle procedure e alle posture corrette da assumere durante la movimentazione dei pezzi. È necessario indossare scarpe di sicurezza con punta metallica.

### Esposizione a rumore

L'esposizione a rumore durante il ramolaggio si può avere essenzialmente per le seguenti cause:

- pulizia manuale delle forme con aria compressa: gli addetti possono essere esposti a livelli di rumore elevati, tali da poter essere causa di danni uditivi (ipoacusia da rumore). Dato che tale operazione causa anche la diffusione di polveri di terra di fonderia nell'ambiente di lavoro, è opportuno utilizzare sistemi di aspirazione, piuttosto che soffiare via la polvere;
- impatto della mazza sulle grappe metalliche che vengono utilizzate per chiudere saldamente le due semi-staffe nella linea di formatura manuale;
- svolgimento del lavoro presso impianti automatici di *formatura a verde*, nel momento in cui gli addetti introducono le anime nelle forme (vedere Fig. 3.8.2 e Paragrafo 3.3).

I livelli di esposizione personale degli addetti al ramolaggio sono in genere compresi tra 85 e 90 dB(A).

È necessario attuare le misure di prevenzione, in relazione ai livelli di esposizione e *valori limite* (vedere il *Glossario*).

### Utilizzo di utensili manuali

La battitura con la mazza sulle grappe metalliche, utilizzate per chiudere saldamente le due semi-staffe nella linea di formatura manuale, può essere causa di infortuni per schiacciamento delle mani o delle dita. È utile indossare guanti, ma più importante è la formazione degli addetti a una corretta procedura di lavorazione.

### Posture incongrue e movimenti ripetitivi

Durante le operazioni manuali di ramolaggio (Fig. 3.8.1 e 3.8.2), gli addetti possono assumere posture incongrue causa di disturbi muscoloscheletrici (vedere il *Glossario*), pertanto è opportuna una corretta organizzazione del lavoro e l'informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.

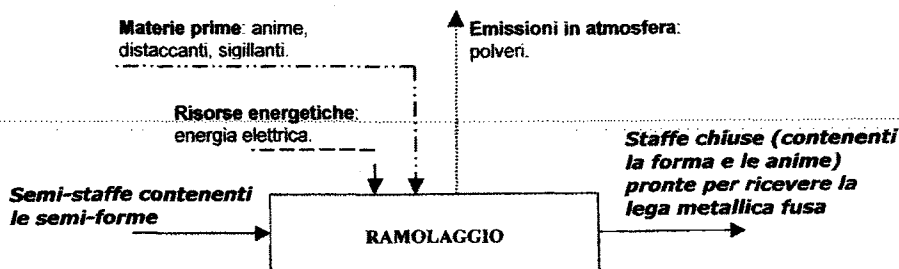
### Lavoro in locali a rischio di incendio

Il rischio di incendio è sempre da tenere in considerazione quando sono presenti materiali combustibili ed esiste la possibilità di innesco (ad esempio per scintille che si possono determinare per attriti o cariche elettrostatiche, a causa di eventuali corto circuiti che si possono verificare negli impianti elettrici), pertanto è necessario prevedere idonee misure di prevenzione.

Tab. 3.8.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Ramolaggio

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a polveri.</b>	Polveri di <i>terra di fonderia</i> che si possono diffondere durante il ramolaggio.	Bronchite cronica, enfisema, pneumoconiosi da polveri miste, irritazione vie respiratorie e degli occhi.	Indossare D.P.I. Seguire procedure di lavoro corrette. Frequente pulizia con aspirapolveri. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria.
<b>Manipolazione di colla e cordoli sigillanti.</b>	Applicazione di colla e cordoli sigillanti sui punti di unione delle due <i>semi-staffe</i> nella linea di <i>formatura manuale</i> .	Possibili danni cutanei. <i>Vedere le schede di sicurezza dei prodotti utilizzati.</i>	Consultare le schede di sicurezza dei prodotti e valutare la sostituzione dei prodotti più pericolosi. Indossare D.P.I (guanti). Informazione e formazione degli addetti.
<b>Movimentazione manuale dei carichi.</b>	Frequente sollevamento e trasporto delle <i>staffe</i> ed altri materiali.	Disturbi muscoloscheletrici (vedere il <i>Glossario</i> ).  Lesioni traumatiche per schiacciamento del piede in caso di caduta dei pezzi.	Utilizzare ausili per la movimentazione (paranchi, carro ponte, carrelli), ovvero la movimentazione in due addetti, a seconda del peso del pezzo da movimentare. Informazione e la formazione alle procedure ed alle posture corrette. Indossare scarpe di sicurezza con punta metallica.
<b>Esposizione a rumore.</b>	Pulizia delle <i>forme</i> con aria compressa. Battitura con la mazza delle <i>grappe</i> per la chiusura delle due <i>semi-staffe</i> nella linea di formatura manuale. Impianti automatici di formatura durante l'introduzione manuale delle <i>anime</i> nelle <i>forme</i> .	Danni uditivi (ipoacusia da rumore) ed extra uditivi (disturbi psichici, alterazione circolatorie e a carico dell'apparato digerente).	Utilizzare sistemi di aspirazione anziché soffiare via la polvere (si riduce così anche l'esposizione alle polveri). Attuare le misure di prevenzione in base ai livelli di esposizione ed ai valori limite (vedere il <i>Glossario</i> ).
<b>Posture incongrue.</b>	Esecuzione di operazioni manuali di ramolaggio.	Disturbi muscoloscheletrici (vedere il <i>Glossario</i> ).	Corretta organizzazione del lavoro. Informazione e formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
<b>Utilizzo di utensili manuali.</b>	Battitura con la mazza sulle <i>grappe</i> metalliche che vengono utilizzate per chiudere saldamente le due <i>semi-staffe</i> nella linea di <i>formatura manuale</i>	Lesioni traumatiche per schiacciamento delle mani o delle dita	Formazione degli addetti a una corretta procedura di lavorazione. Indossare guanti.
<b>Lavoro in locali a rischio di incendio.</b>	In un impianto industriale il rischio di incendio è sempre da tenere in considerazione quando sono presenti materiali combustibili ed esiste la possibilità di innesco.	Ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche.	Valutazione del rischio di incendio. Impianto elettrico idoneo alla classificazione di pericolosità del luogo ove è installato. Predisporre piani di evacuazione. Informare i lavoratori. Predisporre presidi antincendio. Formare le squadre di emergenza.

### 3.8.3 Impatto ambientale



#### Emissioni in atmosfera

Qualora sia presente un impianto di captazione delle polveri, il flusso d'aria viene convogliato a un impianto di abbattimento a secco con recupero delle polveri prima del rilascio in atmosfera.

### Consumo delle risorse

In questa fase i consumi riguardano: energia elettrica per la conduzione degli impianti automatici e dei carroponete; materie prime per la linea di formatura manuale: colla, cordolo sigillante, eventuali fogli di fibre ceramiche. A titolo di esempio riportiamo alcuni dati nella tabella che segue:

Tab. 3.8.3.1 *Consumo di materie prime per la fase ramolaggio*

Colla Kg.	Cordolo sigillante metri
1.800	28.400

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT.

## 3.8.4 Rischio ambientale

### Incendio

Le conseguenze ambientali in caso di incendio sono essenzialmente determinate dai fumi di combustione e dal rischio di spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento. Per le indicazioni generali di prevenzione vedere il Paragrafo 4.2.2.

## 3.9 Fusione

### 3.9.1 Descrizione

La *fusione* consiste nel riscaldare le materie prime per portarle dallo stato solido allo stato liquido e innalzare la temperatura della lega metallica fino a quella richiesta per la *colata*. La temperatura alla quale viene portata la lega fusa è superiore alla sua temperatura di fusione, in modo che essa si mantenga liquida, anche dopo essere stata travasata nelle siviere, fino a che la colata nelle forme non sia stata completata.

La ghisa è una lega ferro-carbonio (Fe-C) con tenore di carbonio in genere non inferiore al 2% più quantità variabili di altri elementi, principalmente silicio (Si), manganese (Mn), zolfo (S), fosforo (P). Il punto di fusione è variabile tra i 1100 °C per le *ghise bianche* (contenenti ledeburite) e i 1200 °C delle *ghise grigie* (contenenti ferrite).

In base al contenuto di carbonio, le ghise si classificano in: *eutettiche* (tenore di carbonio del 4,3%); *ipoeutettiche* e *ipereutettiche* (tenore di carbonio rispettivamente inferiore o superiore al 4,3%).

La ghisa di fonderia deve essere abbastanza tenace e relativamente poco dura come la ghisa grigia, caratterizzata da un contenuto di carbonio in gran parte allo stato libero sotto forma di aghi e di granuli o la *ghisa ematite*, che per il basso tenore di fosforo contenuto è particolarmente adatta alla produzione di getti anche molto complessi ed articolati. Per particolari motivi commerciali (per ottenere getti a resistenza meccanica più elevata, a maggiore resistenza alla corrosione o per avere particolari proprietà elettriche, magnetiche, chimiche ecc.) sono prodotte in fonderia anche *ghise speciali*. Si ottengono aggiungendo alla carica di fusione quantità calcolate di altri metalli quali nichel, cromo, molibdeno, vanadio ecc..

Il tipo di ghisa più frequentemente usata è comunque la *ghisa grigia*, la cui struttura è generalmente costituita da lamelle di grafite immerse in una matrice metallica normalmente perlitica, con presenza eventualmente di cementite secondaria. Forma, distribuzione e dimensioni della grafite dipendono dalla composizione chimica della ghisa, dai trattamenti metallurgici effettuati prima o durante la colata e dalle modalità di raffreddamento.

Nelle ghise grigie il tenore di carbonio è solitamente compreso tra il 2,5% e il 3,5%, il silicio è circa il 2% e il manganese è minore dell'1%.

Nelle ghise grigie a grafite lamellare (Fig. 3.9.1) la continuità della matrice metallica risulta interrotta dalle lamelle di grafite, peraltro interconnesse, con conseguente modesta resistenza meccanica e resilienza (capacità a resistere a urti).

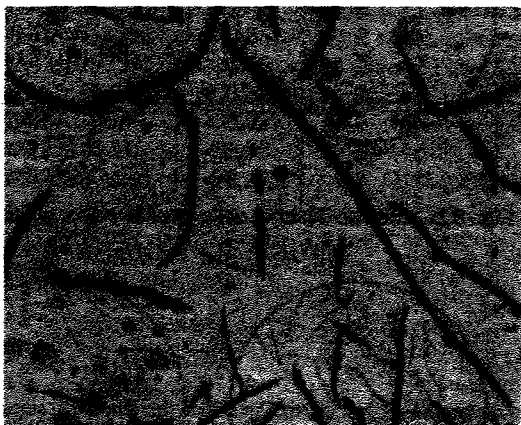


Fig. 3.9.1 *Ghisa grigia a grafite lamellare (ingrandimento: 300 x)*

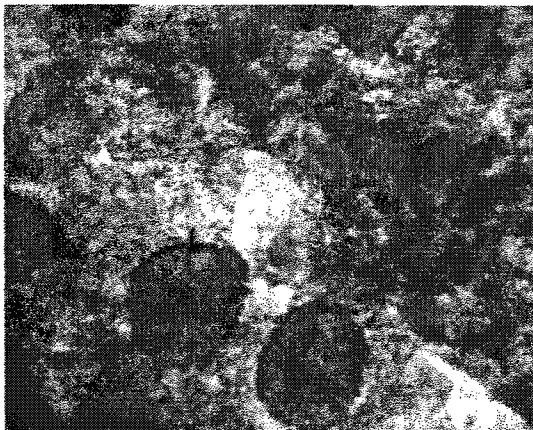


Fig. 3.9.2 Ghisa sferoidale (ingrandimento: 300 x)

Nelle ghise sferoidali (Fig. 3.9.2) la grafite è aggregata, anziché sotto forma di lamelle interconnesse come nella ghisa grigia lamellare, in noduli a forma di sferoidi che essendo tra loro distanziati, provocano una ridotta interruzione della matrice metallica.

Questa può essere ferritica e/o perlitica, in funzione della composizione chimica della ghisa e delle velocità di raffreddamento. Per ottenere getti in ghisa sferoidale si deve eseguire, prima dell'*inoculazione*, un trattamento metallurgico consistente nell'aggiunta di modeste quantità di magnesio, in genere sotto forma di graniglia in lega nichel-magnesio oppure ferro-nichel-magnesio, che provoca una riduzione di zolfo. Tale trattamento è in genere eseguito deponendo sul fondo della siviera il quantitativo di nichel-magnesio necessari (generalmente tali dosi sono già pronte in sacchetti) e spillando successivamente la ghisa dal forno. La ghisa sferoidale è sempre più impiegata per le sue particolari proprietà meccaniche.

La fusione avviene entro *forni fusori*, rivestiti internamente di materiale refrattario, che vengono caricati con le materie prime necessarie quali: ghisa in forma di lingotti o pani (Fig. 3.9.5), tornitura di ghisa, barre o pezzi di rottame meccanico (Fig. 3.9.4), ritorni dal processo produttivo (*materozze*, scarti ecc.), carbonio, silicio, manganese.

Nel bagno di lega metallica fusa vengono aggiunti periodicamente, in forno e/o in siviera:

- *inoculanti e correttivi* (leghe di ferro-silicio con altri metalli quali stagno, nichel, lega al magnesio, alluminio, rame) che servono a conferire al getto le proprietà meccaniche desiderate. Più precisamente, per inoculazione si intende l'aggiunta ai bagni di ghisa (grigia o sferoidale) di determinati prodotti aventi proprietà germinanti allo scopo di favorire la precipitazione della grafite. Tali prodotti, a base di silicio, contengono in genere elementi attivi: alluminio (Al), calcio (Ca), stronzio (Sr), manganese (Mn), zirconio (Zr) ecc., che hanno spiccate capacità disossidanti e formano ossidi stabili. L'effetto dell'inoculazione diminuisce col tempo, per questo è importante colare la ghisa al più presto, dopo aver effettuato l'inoculazione;
- *grafite*, utilizzata come *ricarburante*, cioè per correggere la percentuale di carbonio contenuto nella ghisa; viene fornita generalmente in sacchi da 20 Kg;
- *scorificanti*, quali: silicati minerali, fluoruro di sodio, cloruro di sodio, castina, carbonato di calcio e magnesio, che servono a fare aggregare le impurezze contenute nel metallo per poi eliminarle più facilmente.



Fig. 3.9.3 Impianto di caricamento dei forni con elettromagnete per la presa dei pani di ghisa dal loro deposito. La cabina dell'operatore alla gru è climatizzata

Il caricamento dei *forni fusori* avviene generalmente in modo meccanico dall'alto. L'impianto di caricamento è diverso a seconda del tipo di forno e della capacità produttiva; può essere costituito da trasportatori a nastro, piccoli vagoni, carro mobile con piano vibrante, caricatore ribaltabile (Fig. 3.9.5), gru dotata di elettrocalamita (Fig. 3.9.3). In genere l'elettrocalamita è dotata di *display* gigante che indica il peso sollevato.

L'aggiunta di inoculanti, correttivi, ricarburanti e scorificanti è in genere effettuata manualmente dagli addetti, che gettano in forno e/o in siviera i materiali suddetti con un badile (in caso di materiali sfusi palabili) o a sacchi (in caso di materiali insaccati). In genere i sacchi sono di piccole dimensioni per facilitarne sia la movimentazione manuale che il dosaggio; i sacchi, infatti, non vengono aperti per rovesciarne il contenuto nel bagno di lega metallica fusa, ma, al contrario, il sacco pieno viene gettato in essa (il sacco è in genere di tela e brucia velocemente a contatto con la lega metallica fusa); questa prassi è seguita sia per praticità e velocità, sia per evitare l'esposizione dei lavoratori alle polveri dei materiali contenuti nei sacchi, cosa che si verificherebbe nel caso fosse necessario aprirli e rovesciarne il contenuto.

Durante la produzione della lega, le sue caratteristiche vengono tenute sotto controllo servendosi di attrezzature usa e getta quali crogioli e termocoppie. Campioni di metallo vengono prelevati per essere inviati all'analisi nel laboratorio aziendale.

Nei forni elettrici, una volta che la lega è stata fusa, prima di procedere alla spillata dal forno in siviera, si provvede alla *scorificazione*, cioè alla rimozione delle scorie eventualmente presenti che, grazie all'impiego dei prodotti scorificanti sopra elencati, si portano sulla superficie del bagno fuso. La rimozione delle scorie avviene facendole cadere in un contenitore metallico che poi viene rimosso con il carrello elevatore o con un carroponte dotato di elettromagnete. Per facilitare la scorificazione dal forno, talvolta sono utilizzate strutture su ruote in modo che l'addetto possa operare da una posizione sopraelevata (Fig. 3.9.10). Nei forni rotativi, invece, la scorificazione del forno avviene al termine della spillata (Fig. 3.9.14)

Talvolta, prima di essere introdotto nel forno fusorio, il rottame viene sottoposto ad un trattamento di preriscaldamento attraverso un apposito forno, allo scopo di eliminare l'eventuale umidità residua (Fig. 3.9.6/7/8).

La fase fusione non viene appaltata, in quanto è la fase centrale di tutto il ciclo produttivo.



Fig. 3.9.4 Rottame di ghisa in attesa del caricamento in forno



Fig. 3.9.5 Pani di ghisa in attesa del caricamento in forno. Sullo sfondo il caricatore ribaltabile del forno

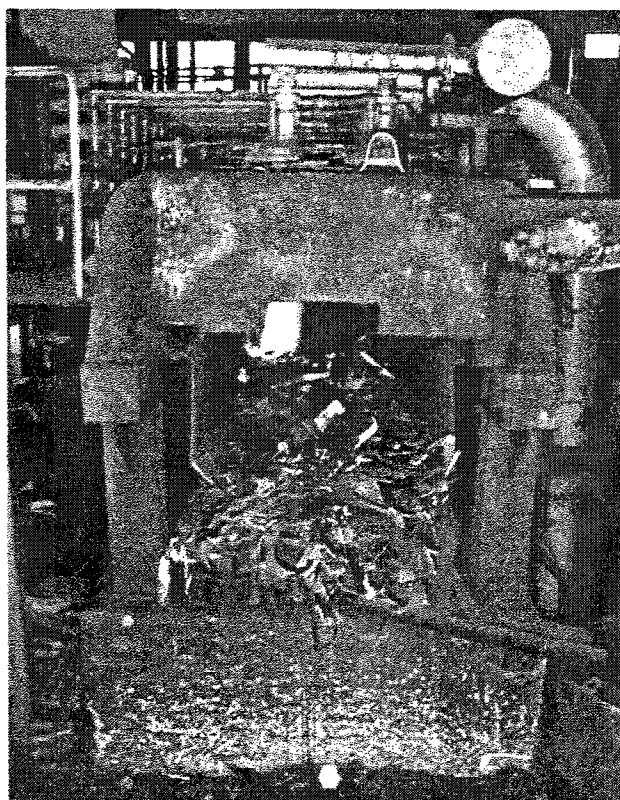


Fig. 3.9.6 Forno a gas per il preriscaldamento del rottame

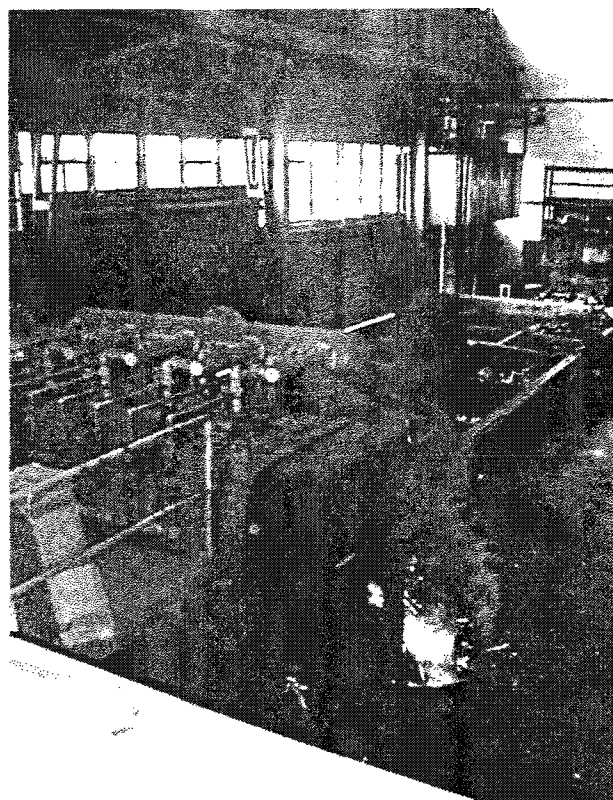


Fig. 3.9.7 Prelevamento del rottame preriscaldato



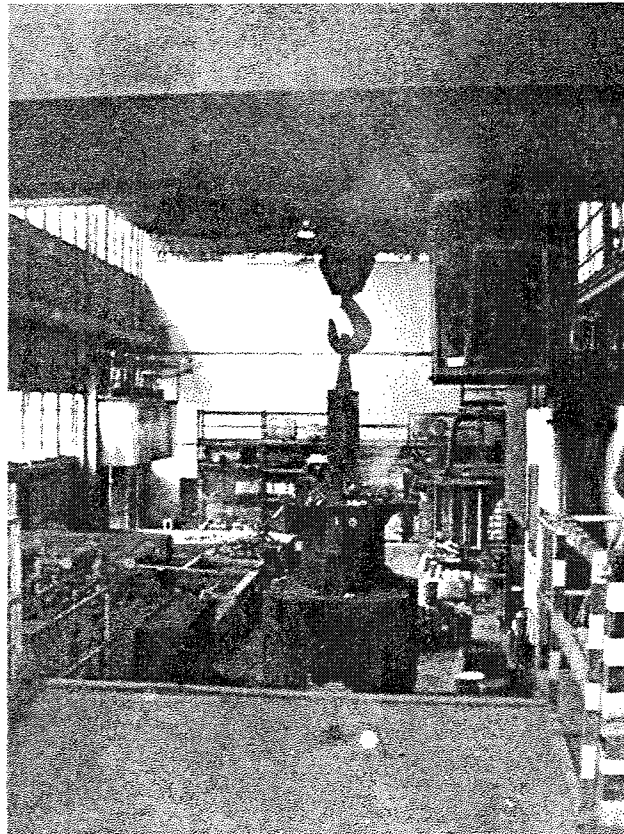


Fig. 3.9.8 Movimentazione tramite carroponte del rottame preriscaldato da caricare nel forno fusorio. Si noti la particolare conformazione della tramoggia, adatta sia per il prelievamento del rottame all'uscita dal forno di preriscaldamento, sia per l'introduzione nel forno fusorio a induzione (Fig. 3.9.9). Infatti, una volta aperto il coperchio del forno fusorio, la tramoggia viene appoggiata al di sopra del forno e il materiale viene caricato senza possibilità che cada all'esterno del forno

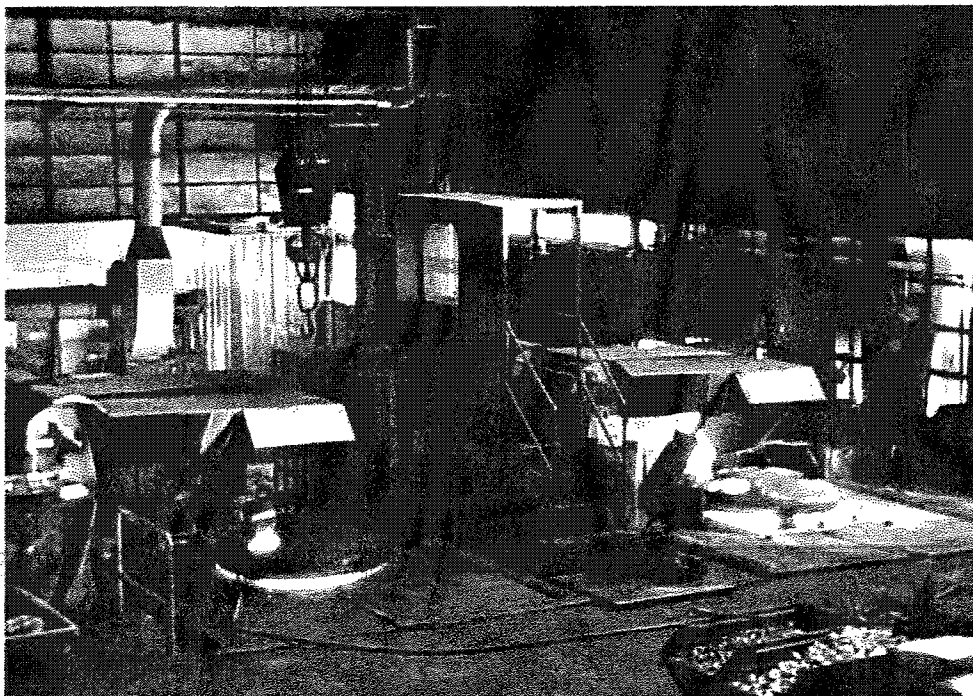


Fig. 3.9.9 Forni elettrici a induzione visti da sopra dotati di cappe mobili di aspirazione e postazione di controllo schermata (i quadri di comando di tutto l'impianto si trovano in una cabina insonorizzata a lato della piattaforma). Il forno di destra è pieno di lega metallica fusa pronta per essere spillata (Fig. 3.9.23 A/B/C), mentre il forno di sinistra è al momento inattivo e si nota che in esso è inserita la fiaccola accesa per mantenere caldo il refrattario (si vede bene la fiaccola appoggiata sotto il coperchio e il tubo flessibile, disteso lungo la piattaforma, di collegamento all'impianto del gas metano)

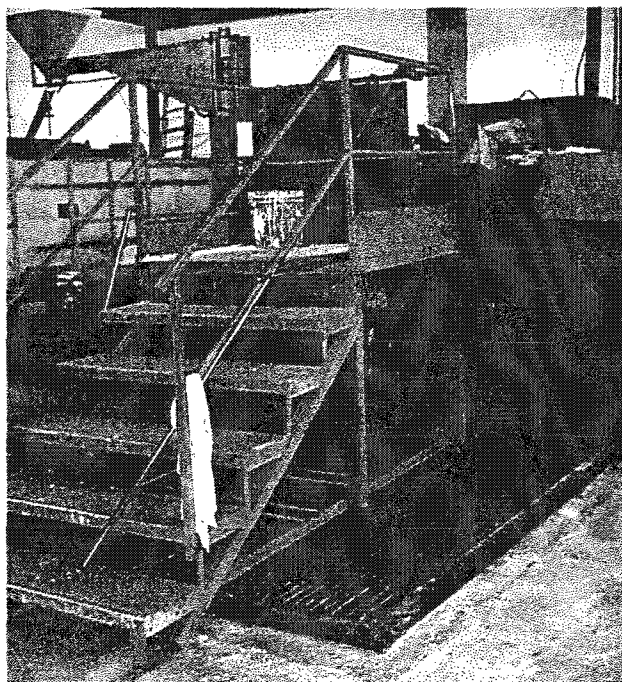


Fig. 3.9.10 Attrezzatura per la scorificazione al forno elettrico a induzione

#### Forni fusori

I forni fusori possono essere classificati in due categorie principali:

- *forni elettrici*, nei quali il calore è fornito dall'energia elettrica che viene trasformata in energia termica secondo sistemi diversi (a resistenza, ad arco, a induzione). Esistono forni che lavorano alla frequenza di rete (50 Hz), altri che lavorano a frequenza variabile (150, 300 Hz) con controllo automatico per adattare la potenza a seconda dello stato della ghisa in fusione, ed altri ancora che lavorano a frequenze relativamente più alte (500 o 1.200 Hz);
- *forni alimentati a combustibile*, che si suddividono in: *forni a cubilotto* (spesso chiamati semplicemente cubilotti) alimentati a carbone (coke metallurgico); *forni rotativi* alimentati in genere a gas metano e ossigeno liquido; *forni a crogiolo* alimentati a gasolio o gas metano o, più raramente, a carbone. I forni a crogiolo non sono presenti nelle aziende del comparto.

Il cubilotto (Fig. 3.9.11) è costituito da un corpo cilindrico o svasato a forma di cono, realizzato con speciali mattoni refrattari e quasi sempre rivestito da un'armatura di lamiera d'acciaio raffreddata con acqua. Inferiormente vi è il crogiolo, in cui si raccoglie il

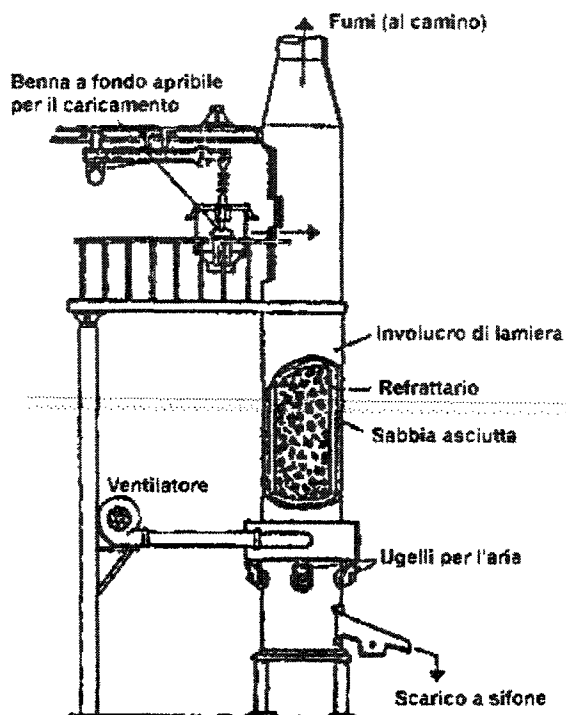


Fig. 3.9.11 Schema di un forno a cubilotto

metallo fuso. Il cubilotto può essere semplice o con avanforno (avancrogiuolo). Le *scorie di fusione* vengono allontanate in continuo mediante apposite uscite sul corpo del forno. Il cubilotto viene caricato dall'alto, in genere tramite una benna a fondo apribile. La carica avviene alternando strati di metallo da fondere con strati di combustibile, consistente in carbone coke metallurgico su un letto già acceso. Mediante un'apposita tubazione e ugelli raffreddati ad acqua, il comburente (aria) viene insufflato sopra il letto acceso per innescare la combustione. La temperatura massima raggiunge 1500 - 1550 gradi centigradi nella zona compresa tra i 50 - 90 centimetri al di sopra degli ugelli. L'accensione dei forni a cubilotto alimentati a carbone può avvenire tramite bruciatore a gasolio. I forni a cubilotto possono essere classificati di tipo *a vento freddo* oppure *a vento caldo*. Per *vento* si intende l'aria comburente che viene immessa che può essere a temperatura ambiente o preriscaldata. Il vento caldo è ottenuto dai gas provenienti dalla marcia del cubilotto stesso che vengono recuperati e, attraverso impianti di depolverizzazione, vengono nuovamente immessi nella zona di fusione del forno tramite gli ugelli della *camera del vento*. Talvolta il preriscaldamento dell'aria può avvenire con apparecchiature sussidiarie indipendenti dal cubilotto. Il cubilotto a vento caldo migliora il rendimento termico e permette notevoli capacità orarie di produzione.

Il forno rotativo è costituito da un corpo cilindrico rivestito di materiale refrattario. A una estremità del cilindro si trova la bocca di caricamento, mentre all'altra estremità si trova la bocca di spillata del metallo fuso. La bocca di spillata viene chiusa con un coperchio sul quale è posto il bruciatore alimentato, in genere, a gas metano (o GPL) e ossigeno liquido. Il coperchio con il bruciatore viene movimentato grazie ad un supporto a bandiera. Durante la fusione il forno viene mantenuto in posizione orizzontale e posto in rotazione; viene sollevato durante le operazioni di caricamento e di scorifica o spillata. Il consumo di energia elettrica per mantenere in rotazione il forno elettrico è poco significativo rispetto al consumo energetico di metano e ossigeno liquido necessario per la fusione.

Il forno fusorio impiegato può dipendere dalle particolari applicazioni in relazione al tipo di lega da fondere, al tipo di produzione (piccola/grande, continua/intermittente, costante/variabile), alla qualità del prodotto fuso, alla disponibilità della fonte calorica, alle scelte aziendali. Per la tipologia di forni presenti nelle aziende del comparto vedere la Tabella 3.9.3.2, da cui emerge altresì l'ampia variabilità di frequenza della fusione tra le diverse aziende.

I forni fusori sono dotati di impianti di raffreddamento ad acqua. L'acqua utilizzata viene preventivamente addolcita e il suo raffreddamento avviene tramite radiatori posti generalmente all'esterno dello stabilimento e collegati ai forni tramite un circuito idrico costituito da tubazioni interrato. Un gruppo elettrogeno garantisce il funzionamento dell'impianto di raffreddamento anche in caso di mancanza di energia elettrica (Fig. 3.9.12).

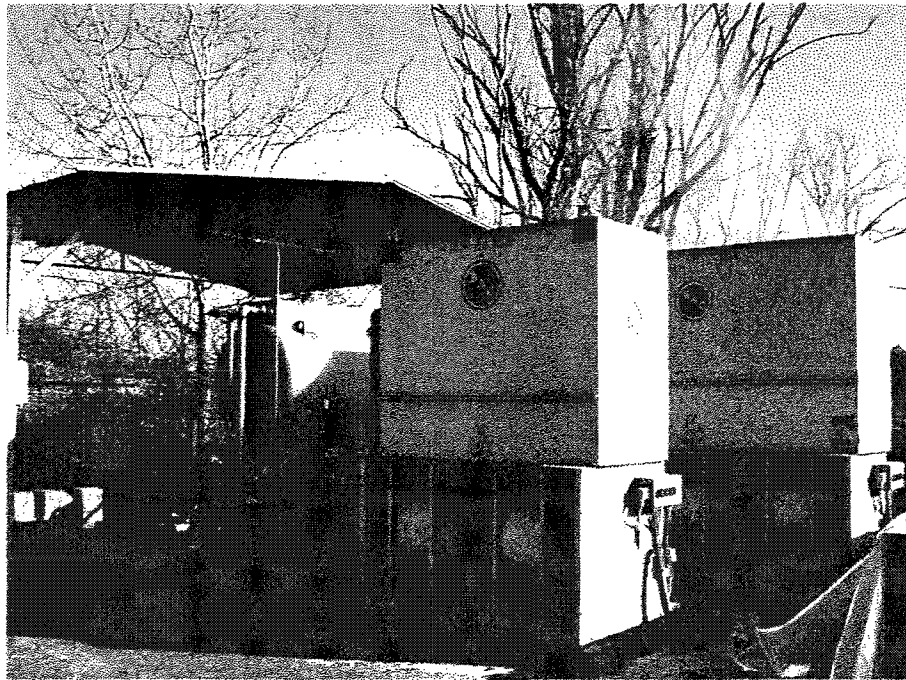


Fig. 3.9.12 - Impianto di addolcimento e raffreddamento dell'acqua utilizzata per il raffreddamento dei forni

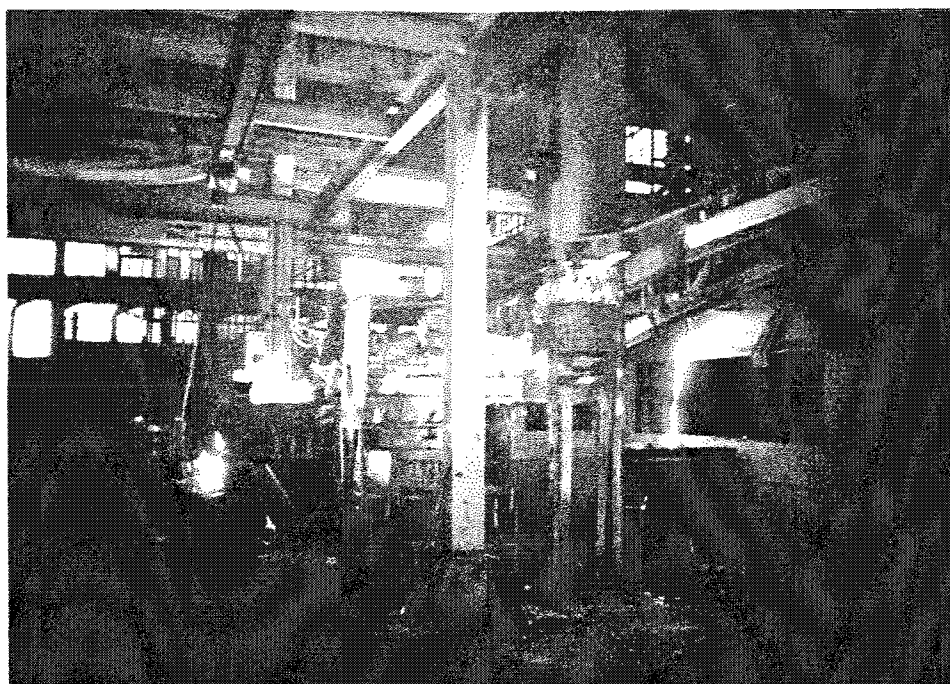


Fig. 3.9.13 *Reparto fusione con forno a cubilotto*

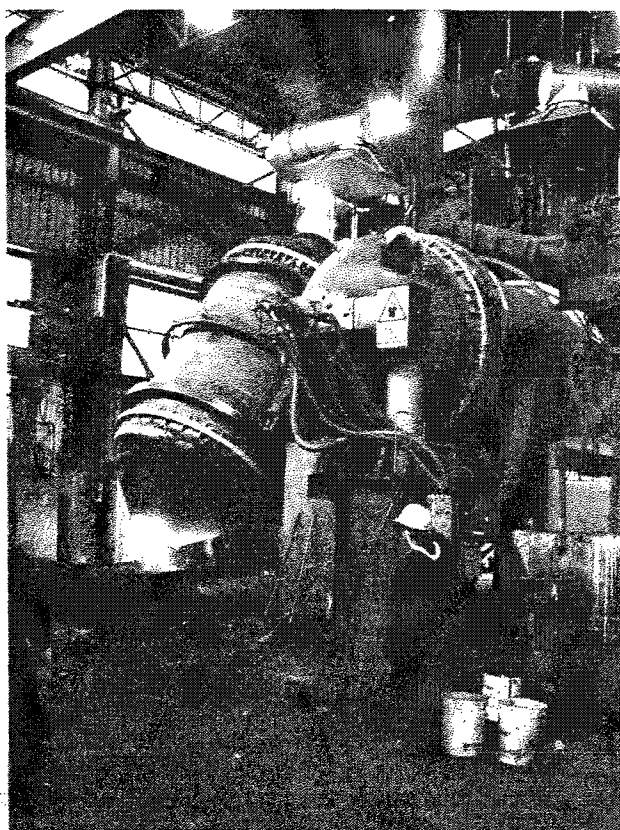


Fig. 3.9.14 *Due forni rotativi di cui uno in fase di scorifica entro un cassone metallico*



Fig. 3.9.15 *Particolare del retro di un forno a cubilotto in pausa*

### 3.9.2. Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Nel 1999, in Toscana, gli addetti a questa fase lavorativa erano circa 21 su 319 lavoratori del comparto. Il processo *fusione* comporta molti fattori di rischio: i principali sono sotto elencati.

#### Esposizione a gas, fumi e vapori

Durante la *fusione* e la *spillata* si possono produrre e diffondere gas, fumi e vapori nell'ambiente di lavoro. In presenza di sistemi di aspirazione localizzata, questo problema è limitato alle operazioni di caricamento, aggiunta di correttivi, prelievo di campioni di metallo fuso, spillata, oltre che, naturalmente, in caso di scarsa efficienza dell'impianto di aspirazione localizzata. In particolare, durante la produzione di ghisa sferoidale si sviluppa una notevole quantità di fumo e un contemporaneo bagliore luminoso, al momento in cui la ghisa viene a contatto con la graniglia di lega al magnesio.

La produzione di ghisa sferoidale talvolta avviene in siviera, dopo la spillata del metallo fuso dal forno fusorio.

Gli inquinanti aeriformi che possono essere presenti sono principalmente:

- *vapori metallici*, provenienti dal bagno fuso e pertanto costituiti dalle materie di partenza (ghisa, carbonio, silicio, manganese) e dagli additivi (ferro, nichel, rame, stagno, manganese, magnesio, piombo, cromo, zinco ecc.), nonché dai rispettivi ossidi;
- *ossidi di carbonio* (CO e CO<sub>2</sub>), dovuti alla fusione e alla combustione del carburante di alimentazione dei forni fusori alimentati a combustibile;
- *ossidi di azoto e di zolfo*, dovuti alla combustione del carbone (nei forni a cubilotto);
- *vapori di acido fluoridrico*, che si sviluppano durante la scorificazione quando viene usato fluoruro di sodio.

L'esposizione a gas, fumi e vapori in questa fase lavorativa può essere causa di irritazione delle vie respiratorie e broncopneumopatie. Per la pericolosità dell'acido fluoridrico – considerato singolarmente – vedere il *Glossario*.

Rischi aggiuntivi sono presenti nel caso che per la fusione vengano utilizzati rifiuti metallici. Potrebbero essere presenti tra il rottame, alla rinfusa, materiali zincati o verniciati, o sporchi di olio minerale, o contenenti parti di plastica. In particolare, ad esempio, se sono presenti plastiche clorurate, policlorobifenili o oli che contengono questi ultimi, durante la fusione si possono sviluppare *idrocarburi clorurati*, *idrocarburi aromatici* e *idrocarburi policiclici*, alcuni tra i quali presentano una elevata tossicità (vedere il *Glossario* alla voce *diossine*).

La prevenzione può consistere nell'adottare i seguenti accorgimenti:

- evitare la presenza nei rottami di materiale che può dare luogo alla formazione di composti pericolosi (le modalità secondo le quali i rottami possono essere avviati a recupero in base a tipologia del rifiuto, provenienza, caratteristiche ecc. sono stabilite nel punto 3.1 del D.M. 05.02.1998);
- dotare i forni fusori di idoneo ed efficace sistema di aspirazione localizzato (nelle Figure 3.9.9, 3.9.15, 3.9.18, 3.9.19 si vedono alcune soluzioni impiantistiche per diversi tipi di forni fusori) e garantire un adeguato ricambio d'aria all'ambiente di lavoro. Una particolare cura della progettazione dell'impianto di aspirazione è necessaria in caso venga effettuata la produzione di ghisa sferoidale, che dà luogo a un maggiore sviluppo di fumi. Un'azienda del comparto ha ottimizzato la capacità di aspirazione dell'impianto centralizzato in base alla necessità momentanea delle diverse operazioni produttive, controllando l'apertura delle serrande di aspirazione tramite un specifico programma del dispositivo elettronico che comanda i forni fusori. Un'altra azienda effettua la produzione di ghisa sferoidale in una siviera di grandi dimensioni che viene inserita in una apposita cabina chiusa e aspirata, fino a quando non si esaurisce la fase di maggior sviluppo di inquinanti aeriformi (Fig. 3.9.16);
- utilizzare D.P.I. (maschere filtranti);
- attuare un'adeguata informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli esposti.

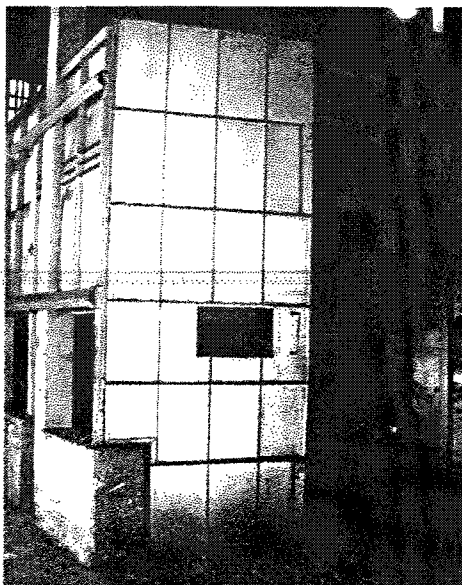


Fig. 3.9.16 Cabina per l'aspirazione dei fumi dalla siviera durante la produzione di ghisa sferoidale

### Esposizione a radiazioni ionizzanti

In caso di presenza tra i rifiuti metallici di parti contaminate da radioattività o presenza di sorgenti radioattive nel rottame alla rinfusa, nel momento in cui la sorgente viene accidentalmente fusa in forno si può avere la conseguente diffusione di polvere radioattiva. Anche durante la movimentazione, manipolazione e stoccaggio dei rottami metallici si può avere esposizione dei lavoratori.

Le vie di esposizione a radioattività nella fase *fusione* sono le seguenti:

- a distanza, per sorgenti di radiazioni g (gamma);
- a contatto, per sorgenti di radiazioni a (alfa) e b (beta);
- per inalazione e ingestione di polveri contaminate, per tutti i tipi di radiazione.

Ai sensi del D.Lgs. 230/95, gli addetti della fonderia sono da considerare *popolazione* e non *lavoratori esposti*, in quanto l'attività di fonderia non comporta l'utilizzo di sorgenti di radiazioni ionizzanti e la messa in atto delle relative procedure di sicurezza. Il limite di dose di esposizione personale da applicare è quindi pari a 1 mSv/anno.

In caso di esposizione a radioattività, sono possibili danni diversi a seconda della dose assorbita dai tessuti, del tipo di radiazione, della durata e dell'intensità dell'esposizione. Alle basse dosi le radiazioni ionizzanti possono indurre tumori di vario genere (effetto cancerogeno) ed anomalie genetiche ereditarie (effetto genotossico). Alle alte dosi gli effetti diventano certi al di sopra di una dose soglia, sono molteplici e variano a seconda del tessuto colpito e della dose (lesioni di varia gravità della pelle, del midollo osseo e tessuto linfatico, del tratto respiratorio e intestinale, delle gonadi e del feto, effetto letale acuto).

L'attuale normativa prevede che chiunque, a scopo industriale o commerciale, compia attività di fusione o raccolta e deposito di rottami metallici deve eseguire una "sorveglianza radiometrica". Pur in mancanza dei decreti applicativi del D.Lgs. 230/95, la sorveglianza radiometrica è da intendersi come controllo, sia visivo che tramite appositi strumenti, della presenza di sostanze radioattive nei rottami metallici.

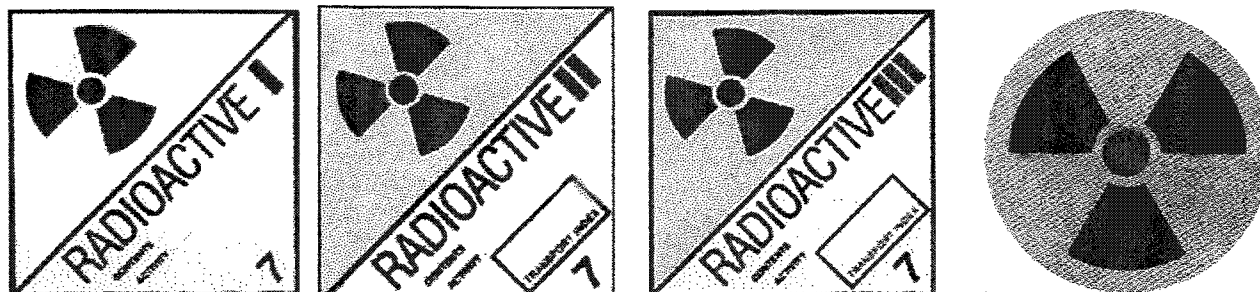
Le *fonderie di seconda fusione* che utilizzano rottami per la fusione devono effettuare un controllo, preliminare in fase di acquisto e al conferimento presso l'azienda, dell'eventuale radioattività di questi materiali mediante esame visivo e con l'utilizzo di apposita strumentazione. È opportuno effettuare controlli anche nei *provini di fusione*, nelle scorie e nelle polveri del processo.

Con il D.Lgs. n. 241 del 26.05.2000 (entrato in vigore il 01.01.2001) sono state introdotte nell'ordinamento italiano le disposizioni della Direttiva n.96/29/EURATOM in materia di protezione della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti; ciò ha comportato alcune modifiche e integrazioni al D.Lgs. n.230/1995.

Le sorgenti radioattive possono essere delle forme più svariate e di dimensioni variabili (generalmente da qualche centimetro a qualche decina di centimetri) ed eventuali etichettature possono riportare parole e simboli diversi, in particolare il trifoglio in campo giallo (Fig. 3.9.17).

Forniamo qui alcune indicazioni utili alla sorveglianza:

Attenzione ai seguenti simboli:



Attenzione alle seguenti parole:

BEQUEREL (Bq)	MILLI (m)	RADIONUCLIDI	URANIO (U)
CURIE (Ci)	MICRO ( $\mu$ )	ATOMO	COBALTO (Co)
REM	NANO (n)	ELETTRONE	CESIO (Cs)
RAD	ALFA ( $\alpha$ )	NEUTRONE	IRIDIO (Ir)
GRAY (Gy)	BETA ( $\beta$ )	PROTONE	RADIO (Ra)
SIEVERT (Sv)	GAMMA ( $\gamma$ )	DANGER - CAUTION	AMERICIO (Am)
ROENTGEN (R)	RADIOACTIVE	POLONIO (Po)	TORIO (Th)

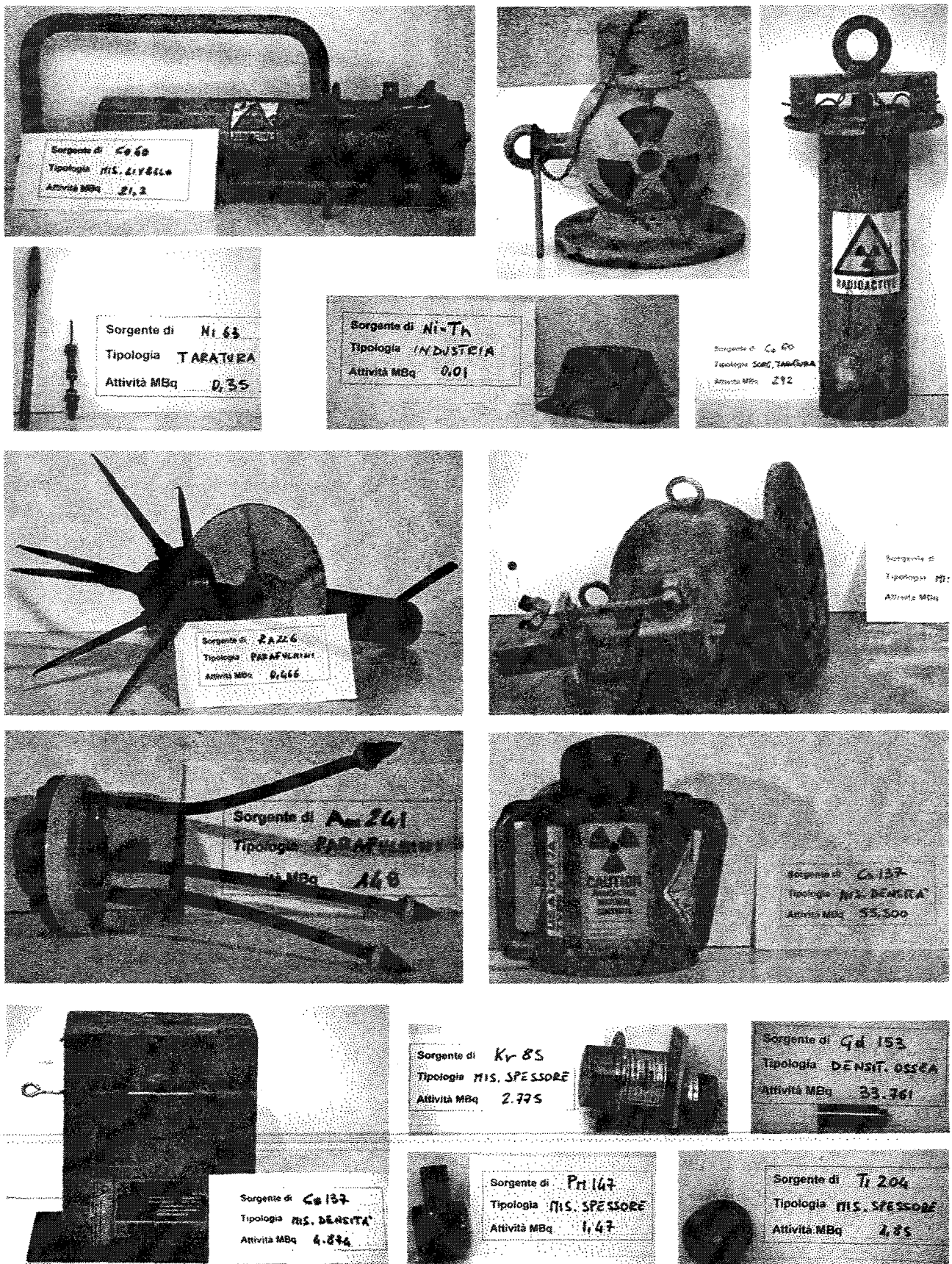


Fig. 3.9.17 Varie sorgenti di radioattività provenienti da demolizioni

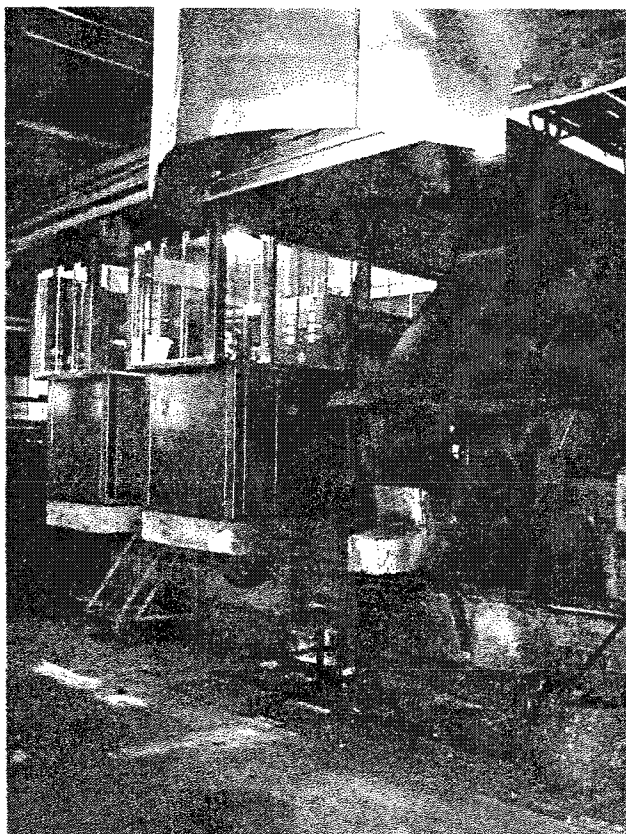


Fig. 3.9.18 Forno elettrico con cappa di aspirazione localizzata e postazione di comando e controllo cabinata



Fig. 3.9.19 Cappe di aspirazione alle bocce di spillata di due forni a cubilotto affiancati

#### Lavoro in prossimità di superfici a elevata temperatura

La temperatura delle pareti esterne dei forni fusori è elevata e, in caso di contatto cutaneo, gli addetti possono riportare ustioni. La prevenzione consiste nello schermare i forni, predisporre percorsi e postazioni di lavoro sicure, indossare indumenti adeguati.

#### Esposizione a schizzi di lega metallica allo stato fuso, lavoro in prossimità di fiamme

Se in forno vengono introdotti ghisa o rottami bagnati da acqua o olio si ha una forte reazione che può provocare schizzi di lega metallica allo stato fuso, che possono colpire gli addetti. Anche le attrezzature ausiliarie, quali crogioli e termocoppie, se bagnati, a contatto con il bagno fuso determinano lo stesso effetto; si possono avere schizzi anche durante la scorificazione.

Durante il caricamento in forno della tornitura di ghisa si sviluppano fiamme che possono essere di notevoli dimensioni.

La prevenzione consiste nell'astenersi dall'introduzione in forno di materiale bagnato, nell'utilizzo di caricatori automatici che consentano all'operatore di mantenersi ad adeguata distanza e dietro schermi protettivi durante il caricamento del forno e durante la rimozione delle scorie, indossando adeguati D.P.I. (vedere il Paragrafo 3.10 relativo alla fase *colata*).

#### Esposizione a microclima sfavorevole: temperatura ambientale elevata

I locali dove avviene la fusione presentano un'elevata temperatura ambientale e i lavoratori che si spostano tra questa zona e gli altri locali di lavoro adiacenti non riscaldati (quali magazzino, reparti di finitura, piazzale esterno) sono soggetti a forti *sbalzi termici*, specie durante la stagione fredda.

La temperatura ambientale elevata è determinata principalmente dal calore radiante emanato dai forni, in particolare in prossimità della bocca. Inoltre la temperatura eccessiva rende meno agevole l'utilizzo dei D.P.I.

Tali condizioni microclimatiche sfavorevoli possono determinare danni da calore come descritto nel *Glossario*, specie se in concomitanza con altri fattori di rischio quali: fatica fisica, posture incongrue, movimentazione manuale di carichi, esposizione a polveri. Inoltre l'esposizione a sbalzi termici può favorire l'insorgenza di malattie da raffreddamento e osteoartropatie.

Per ridurre l'esposizione al calore radiante è opportuno valutare la possibilità di coibentare le superfici calde costituite dalle pareti esterne dei forni fusori, prevedere un'organizzazione del lavoro tale da minimizzare la permanenza in prossimità della sorgente di forte calore radiante, programmare modalità di acclimatamento e turnazione degli addetti, pause di riposo in ambienti non sovrariscaldati e la possibilità di reintegrare i liquidi bevendo spesso bevande fresche arricchite di sali minerali.

Durante la stagione fredda i locali di lavoro adiacenti al reparto devono essere riscaldati. Sono necessari indumenti adeguati.

È necessario porre attenzione alle dimensioni dei pezzi in relazione alla dimensione della bocca e alla modalità di introduzione



in forno tramite sistemi di caricamento automatico, in quanto eventuali pezzi più grandi, specie *materozze* e rottami di forma irregolare, possono incastrarsi mettendosi "a ponte" e bloccando quindi il flusso del materiale in caricamento. Tale eventualità rende necessario l'intervento degli addetti con conseguente esposizione a calore radiante e alte temperature. Pertanto è opportuno che venga effettuato un esame visivo del materiale prima di introdurlo nel sistema di caricamento, eventualmente togliendo i pezzi che potrebbero incastrarsi per poi introdurli nuovamente nell'impianto di caricamento solo dopo averli rotti in parti più piccole.

#### Esposizione a radiazioni infrarosse e visibili

Si tratta delle radiazioni emanate dal metallo fuso. Inoltre, durante la produzione di ghisa sferoidale si sviluppa un notevole bagliore luminoso (e contemporaneamente una notevole quantità di fumo), al momento in cui la ghisa viene a contatto con la granglia di lega al magnesio.

Le radiazioni infrarosse alle quali sono esposti gli addetti alla fusione e alla colata, sono quelle corte, con lunghezza d'onda compresa tra 700 e 2000 nm (nanometri).

L'esposizione può provocare irritazione agli occhi, congiuntiviti, cataratta da calore e stress da affaticamento visivo. La patologia dovuta alle radiazioni infrarosse è meglio descritta nel *Glossario*.

Per la protezione dalle radiazioni luminose infrarosse è necessario l'utilizzo di coperchi, schermi e di D.P.I. (occhiali, visiere) e un'adeguata organizzazione del lavoro. E' importante l'informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.

#### Esposizione a polveri

Nel reparto *fusione* c'è una elevata presenza di polvere di varia natura. Si possono ritrovare infatti: ossidi di ferro derivanti dai pani di ghisa e dal rottame; carbonio proveniente dal carbone coke per l'alimentazione dei forni a cubilotto; altre polveri derivanti da sostanze e/o preparati che vengono aggiunti al metallo durante la fusione nei forni (*inoculanti*, *ricarburanti*, *correttivi* e *scorificanti*).

L'esposizione a tali polveri può essere causa di irritazione delle vie respiratorie e broncopneumopatie.

La prevenzione consiste in primo luogo in un attento esame delle schede di sicurezza dei prodotti e nel valutare la possibilità di sostituzione dei prodotti più pericolosi con altri, meno pericolosi.

Per ridurre l'esposizione è necessario un adeguato ricambio d'aria generale dell'ambiente di lavoro e un impianto di aspirazione localizzata nei punti di prelievo dei materiali sfusi dove si possono diffondere polveri (Fig. 3.9.20); in caso di movimentazione manuale è necessario indossare una maschera antipolvere (oltre agli altri indumenti protettivi quali tute, guanti ecc.). Un accorgimento adottato in alcune aziende del comparto, per ridurre l'esposizione alle polveri di *scorificante*, è quello di gettare nella lega fusa il sacco pieno di *scorificante* "tal quale", cioè senza aprirlo e rovesciarlo, come descritto al Paragrafo 3.9.1.

Devono essere rispettate le norme igieniche come riportato precedentemente (pulizia dei locali, docce, spogliatoi, armadietti ecc.) ed effettuata l'informazione, la formazione e la sorveglianza sanitaria degli addetti.

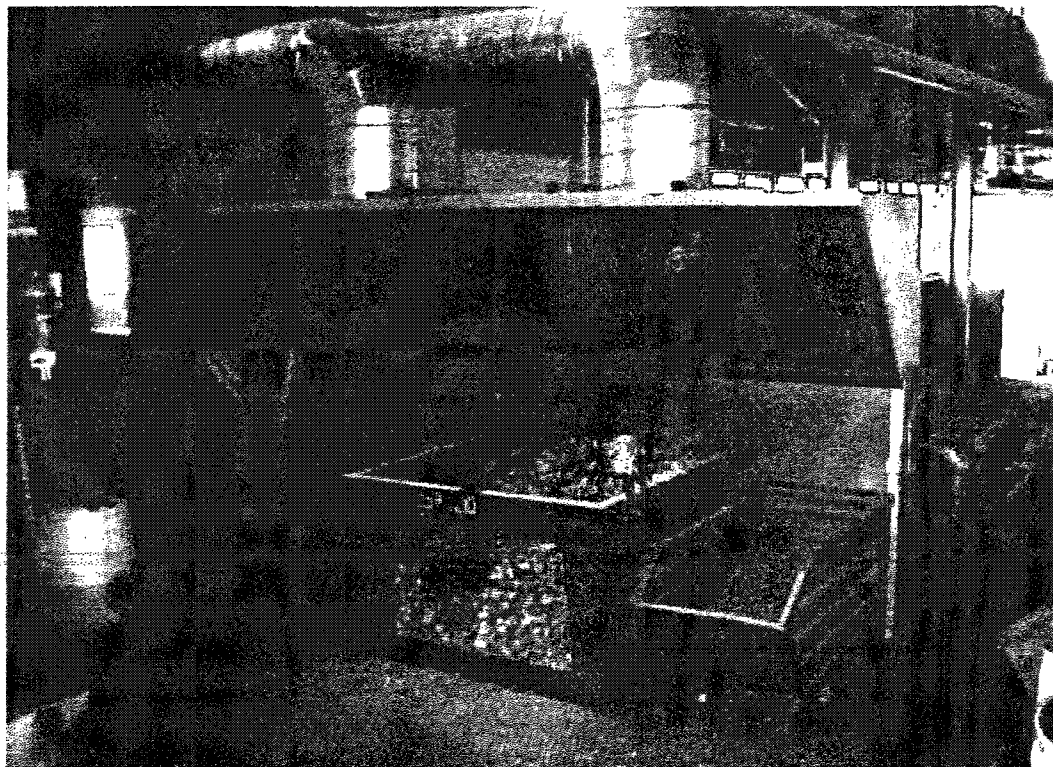


Fig. 3.9.20 Impianto di aspirazione sui materiali utilizzati come correttivi della fusione (posizionati sopra la piattaforma dei forni elettrici a induzione)

### **Aspirazione di prodotti infiammabili in grado di determinare miscele esplosive con l'aria**

I prodotti in polvere o polverosi sopra descritti, utilizzati come correttivi della fusione, in elevata concentrazione possono determinare miscele esplosive con l'aria, quindi si possono verificare esplosioni/incendi negli impianti di aspirazione, che poi possono propagarsi in tutta l'azienda.

L'impianto di aspirazione deve essere pertanto progettato in modo che i parametri geometrici siano correttamente dimensionati in relazione alla velocità di aspirazione, che la sua conformazione sia tale da evitare la formazione di cariche elettrostatiche (le quali possono provocare scintille) e che sia assicurata una buona messa a terra. È opportuno predisporre presidi antincendio (estintori ecc.), informare gli addetti e formare le squadre di emergenza.

### **Stoccaggio di prodotti pericolosi in polvere**

I prodotti in polvere o polverosi sopra descritti, utilizzati come correttivi della fusione, oltre ad avere la capacità di determinare miscele esplosive con l'aria, se in alta concentrazione, quando vengono a contatto con l'acqua sviluppano di gas nocivi ed estremamente infiammabili; in caso di contatto tra nichel e acidi si sviluppa idrogeno che potrebbe dare luogo a miscele esplosive con l'aria. È pertanto necessario lo stoccaggio corretto, l'informazione e la formazione degli addetti. In caso di incendio non deve essere usata acqua come mezzo estinguente; possono invece essere utilizzati sabbia ed estintori a polvere.

### **Movimentazione manuale dei carichi**

I correttivi per la fusione possono venire movimentati manualmente; per alcuni materiali si può utilizzare una pala. Sono pertanto possibili disturbi muscoloscheletrici (vedere il *Glossario*). La prevenzione può consistere in un'adeguata organizzazione del lavoro, nella corretta disposizione spaziale (*layout*) di impianti e materiali, nell'utilizzo di ausili meccanici e nell'informazione e formazione degli addetti alle procedure ed alle posture corrette durante la movimentazione.

La movimentazione manuale dei rottami comporta, oltre all'eventuale rischio di esposizione a radioattività come precedentemente descritto, il rischio di ferite da taglio agli arti superiori e, in caso di caduta dei pezzi, anche ferite da taglio e schiacciamento agli arti inferiori. In caso di ferite da taglio esiste anche il rischio di contaminazione della ferita da spore tetaniche. È pertanto necessario che gli addetti utilizzino D.P.I. (guanti, scarpe di sicurezza con punta rinforzata in metallo), siano sottoposti a vaccinazione anti-tetanica e, in caso di ferite, che queste siano adeguatamente medicate.

### **Movimentazione meccanica dei carichi**

Il braccio meccanico che preleva i pani di ghisa tramite l'elettromagnete, per il successivo caricamento in forno, nel suo movimento può colpire gli addetti che si dovessero trovare nella zona operativa, con possibilità di causare gravi lesioni traumatiche. L'elettromagnete viene talvolta utilizzato anche per la movimentazione dei cassoni metallici di raccolta delle scorie.

La prevenzione consiste nell'effettuare controlli periodici e la relativa manutenzione dell'apparecchio di sollevamento, delimitare e segnalare la zona operativa predisponendo percorsi sicuri per le persone e per i mezzi, segnalare il movimento del braccio meccanico con dispositivi ottico-acustici, formare l'addetto al braccio meccanico.

Per la movimentazione del carbone di alimentazione dei forni a cubilotto tramite pala meccanica e la movimentazione dei cassoni di raccolta delle scorie tramite carrello elevatore, valgono le considerazioni di sicurezza riportate al Paragrafo 3.17, relativo alla fase *movimentazione meccanica dei carichi*.

### **Esposizione a rumore**

Nel reparto *fusione* il rumore è dovuto principalmente agli impianti di caricamento nei forni del metallo da fondere e agli impianti di aspirazione localizzata sulla bocca dei forni; inoltre, nei forni a cubilotto, il rumore proviene anche da soffianti d'aria e, nei forni a gas, dai bruciatori. I livelli di esposizione personale quotidiana dei lavoratori (Lep,d) sono in genere compresi tra 83 e 86 dB(A); tali livelli possono salire in caso vengano fusi rottami metallici che, per le loro dimensioni e forme irregolari, possono incastrarsi durante l'operazione di caricamento e quindi richiedono una stretta sorveglianza, in prossimità del caricatore, per un eventuale intervento da parte degli addetti. A seconda del livello di esposizione personale al rumore possono insorgere danni uditivi e/o extrauditivi. È necessario effettuare la valutazione dei livelli di esposizione personale e attuare le relative misure di prevenzione tenendo conto dei *valori limite* (vedere il *Glossario*). In particolare, è necessario cercare di ridurre il rumore alla fonte e organizzare opportunamente il lavoro, specie in caso di caricamento in forno di rottame, controllando preventivamente la dimensione e la forma dei materiali da introdurre in forno. Opportuna attenzione deve essere posta all'utilizzo di D.P.I. (cuffie, tappi) e all'informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli esposti.

### **Transito e stazionamento in ambiente pericoloso, conduzione di impianti a gas combustibile, conduzione di impianti a rischio di esplosione**

Il forno stesso costituisce un pericolo: surriscaldamenti eccessivi del bagno fuso, oltre a danneggiare la ghisa, possono determinare usura del rivestimento refrattario con il rischio che questo si perfori e il metallo fuso venga a contatto con la bobina e con l'acqua del circuito di raffreddamento, dando luogo a una reazione violenta (esplosione del forno). In caso le scorie sulla superficie del bagno siano in quantità tale da formare una sorta di coperchio indesiderato, i vapori che si sviluppano dal metallo fanno aumentare notevolmente la pressione con conseguente rischio di esplosione; inoltre il formarsi del *coperchio di scorie* può determinare un movi-

mento vorticoso del metallo all'interno del forno, con l'effetto di consumare velocemente il refrattario e con il rischio conseguente di perforarlo e quindi di ricondursi alla condizione pericolosa sopra descritta.

In caso di esplosione del forno il danno per gli addetti presenti nelle vicinanze potrebbe risultare molto grave.

Nei forni elettrici a induzione il surriscaldamento eccessivo dell'acqua di raffreddamento può danneggiare l'isolamento elettrico delle spire che costituiscono l'induttore del forno, dando luogo a una scarica elettrica.

Il funzionamento del forno deve essere pertanto costantemente sorvegliato dagli addetti. In particolare è necessario controllare:

- la temperatura del bagno fuso;
- la formazione delle scorie;
- la temperatura dell'acqua del circuito di raffreddamento;
- l'assorbimento uniforme sulle tre fasi del sistema di alimentazione elettrica trifase, i sistemi automatici di rifasatura e la dispersione a terra a forno pieno;
- l'assenza di intasamenti nelle tubazioni del circuito di raffreddamento: per questo tutti i tubi dell'acqua possono essere fatti arrivare in una bacheca di vetro trasparente (che seziona il circuito idrico), dalla quale è possibile controllare visivamente il getto d'acqua proveniente da ogni tubo che è appositamente numerato (Fig. 3.9.21).

In alcune aziende del comparto, i forni fusori sono dotati di una vasca di contenimento riempita di sabbia, posta sotto ogni forno, per contenere eventuali fuoriuscite accidentali di metallo fuso.

Al *forno rotativo* è necessario controllare il perfetto funzionamento del bruciatore, specialmente nell'operazione iniziale di riscaldamento della carica, facendo attenzione che qualche pezzo non vada ad ostruire il bruciatore spegnendolo. Fughe di gas si possono verificare anche per spegnimento del bruciatore a gas utilizzato per l'accensione del forno a cubilotto, o per perdita dalle tubazioni dell'impianto a gas.

Per evitare che, per elevata concentrazione di gas, si formino miscele esplosive, devono essere previsti sistemi efficienti che interrompano l'erogazione del gas a bruciatore spento (ad esempio tramite sensori di temperatura) e rilevatori di fughe di gas (vedere la trattazione sugli impianti a gas riportata al Capitolo 5).

Gli addetti alla conduzione del forno devono essere adeguatamente formati sia sulla corretta gestione sia sulle procedure di emergenza.

In caso di incendio, non si deve erogare acqua in direzione dei forni elettrici finché non sia stata staccata l'alimentazione elettrica; anche in tal caso è bene evitare di bagnare i collegamenti delle spire, se non in casi limite.

In un'azienda del comparto sono accaduti due eventi accidentali ai forni fusori a induzione:

- nel 1997, all'interno del forno si era formata una calotta solida sul bagno di metallo fuso: ciò ha comportato un'elevata velocità di rotazione del metallo all'interno del forno e il consumo rapido del refrattario, con la conseguenza che il metallo fuso è venuto a contatto con l'acqua del circuito di raffreddamento; questo ha causato una reazione violenta, che ha dato luogo alla proiezione del coperchio del forno e del metallo fuso. Per fortuna in quel momento non c'erano lavoratori intorno al forno e non sono accaduti infortuni né sono stati procurati danni all'ambiente esterno;
- nel 1998 è stato accidentalmente introdotto in forno del materiale umido con residui oleosi: ciò ha comportato la formazione di gas con aumento di pressione all'interno del forno, fino all'esplosione con proiezione del coperchio del forno e del metallo fuso. Per fortuna in quel momento non c'erano lavoratori intorno al forno e non sono accaduti né infortuni né danni all'ambiente esterno.

Altro rischio da considerare è che, durante il caricamento automatico del forno fusorio, a seconda di come è realizzato l'impianto, possano cadere pezzi dall'alto, con il conseguente rischio per i lavoratori di essere colpiti. Pertanto il sistema di caricamento automatico del forno deve essere protetto contro il rischio di caduta del materiale, e la zona deve essere delimitata e provvista di cartelli di pericolo.

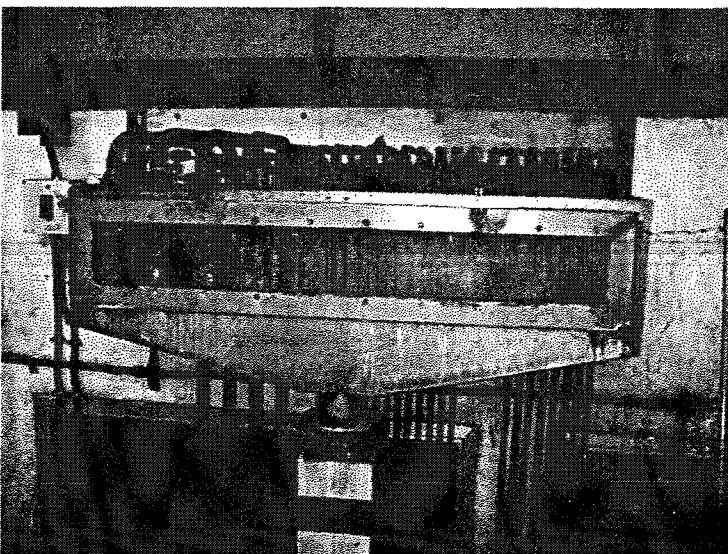


Fig. 3.9.21 Sistema di controllo visivo del circuito idrico di raffreddamento di un forno fusorio a induzione

### Lavoro in prossimità di parti in tensione elettrica

La manutenzione della parte elettrica dei forni e delle cabine di alimentazione espone gli addetti al rischio di elettrocuzione, con conseguenze che possono essere fatali.

È necessario che la manutenzione elettrica venga effettuata da personale specializzato (elettricisti) e formato a operare in sicurezza nelle condizioni di intervento che il lavoro richiede. Particolare attenzione deve essere posta quando, per manutenzione, sia necessario l'ingresso nella cabina di trasformazione: anche dopo che è stata staccata la corrente alla cabina di alimentazione del forno (aprendo il sezionatore nella cabina di derivazione ENEL), nei condensatori vi può essere tensione residua che può dare luogo a scariche elettriche con il rischio di elettrocuzione. Gli addetti alla manutenzione elettrica devono indossare D.P.I. (guanti isolanti, scarpe con suola di gomma ecc.).

### Stoccaggio di ossigeno liquido

Lo stoccaggio in serbatoi esterni dell'ossigeno liquido utilizzato per l'alimentazione della combustione nei forni fusori a gas combustibile è soggetto a specifiche norme di sicurezza antincendio (Circolare M.I. n.99 del 15.10.1964 e successive modificazioni). È opportuna l'informazione e formazione degli addetti.

### Lavoro in postazioni sopraelevate

Durante la lavorazione può essere necessario accedere a zone sopraelevate, con il rischio di cadute dall'alto di persone e oggetti, anche nel forno stesso. Sopra i forni a induzione talvolta è realizzata una piattaforma calpestabile, in modo che la bocca dei forni sia collocata a livello del pavimento della piattaforma (Fig. 3.9.9 e 3.9.23). La piattaforma può essere alta 2 - 3 metri rispetto al piano del pavimento dello stabilimento dove invece avviene la spillatura e la movimentazione delle siviere. Talvolta, se è sufficientemente ampia, sulla piattaforma vengono tenuti materiali correttivi della fusione, contenitori dove gettare le scorie tolte dal forno ecc. Alla piattaforma si accede tramite scale fisse, generalmente realizzate in metallo.

Può essere necessario accedere a postazioni sopraelevate anche negli impianti fusori con forni rotativi o a cubilotto, ad esempio per sorvegliare il caricamento del materiale da fondere in modo che non si incastrino (specie se vengono utilizzati rottami e materozze di svariate dimensioni). Il rischio di cadute è aumentato dall'elevata temperatura; il calore dei forni tende infatti a salire verso l'alto.

Per eliminare il rischio di caduta dall'alto, o nei forni stessi, le postazioni sopraelevate (soppalchi, passerelle, ballatoi ecc.) o in prossimità di aperture devono essere protette con adeguati parapetti provvisti di fascia fermapièdi. Le scale devono essere stabilmente fissate alla struttura, dotate di parapetti, fascia fermapièdi, gradini antiscivolo. È anche necessario predisporre una barra o un cancellino mobile che consenta una continuità del parapetto anche davanti all'apertura di accesso dal ballatoio alla scala.

Gli impianti di caricamento devono essere progettati in modo da evitare la possibilità che il materiale da fondere si possa incastrare, così da non rendere necessaria la presenza di operatori sopra la bocca dei forni durante il caricamento.

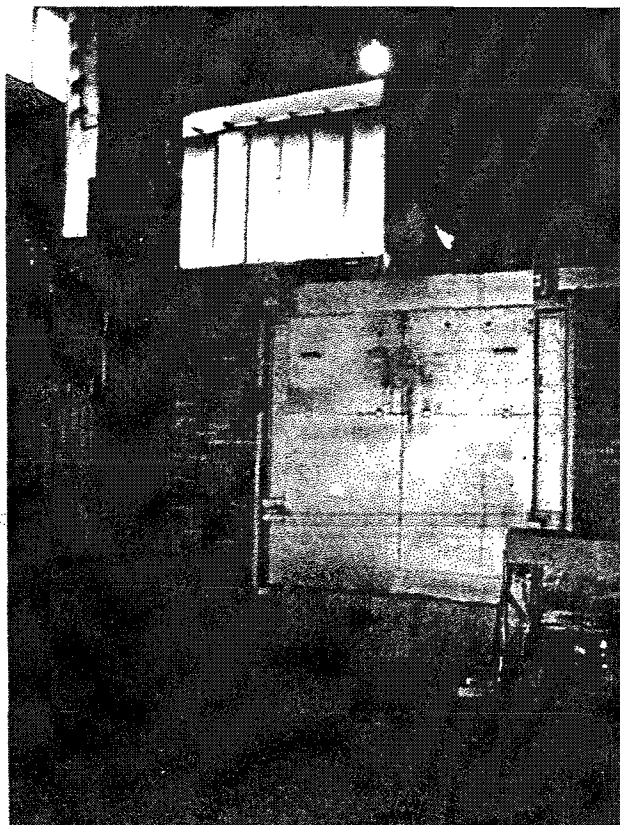


Fig. 3.9.22 Forno fusorio a induzione visto dal basso, in posizione normale (è lo stesso forno che in Fig. 3.9.9 si vede a destra della piattaforma). Si noti la cappa mobile di aspirazione in posizione di lavoro durante la fusione; la cappa viene alzata sia per permettere il caricamento dei materiali da fondere (Fig. 3.9.8), sia durante la spillatura per permettere l'inclinazione in avanti del forno (Fig. 3.9.23 A/B/C)

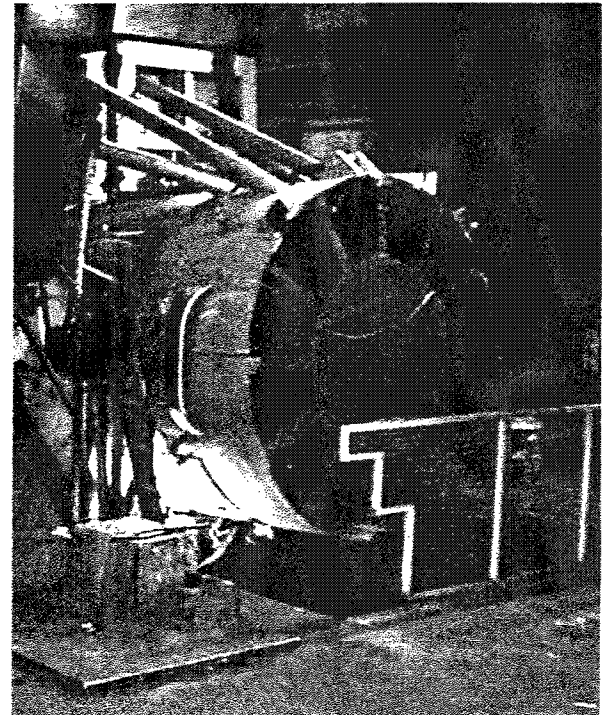
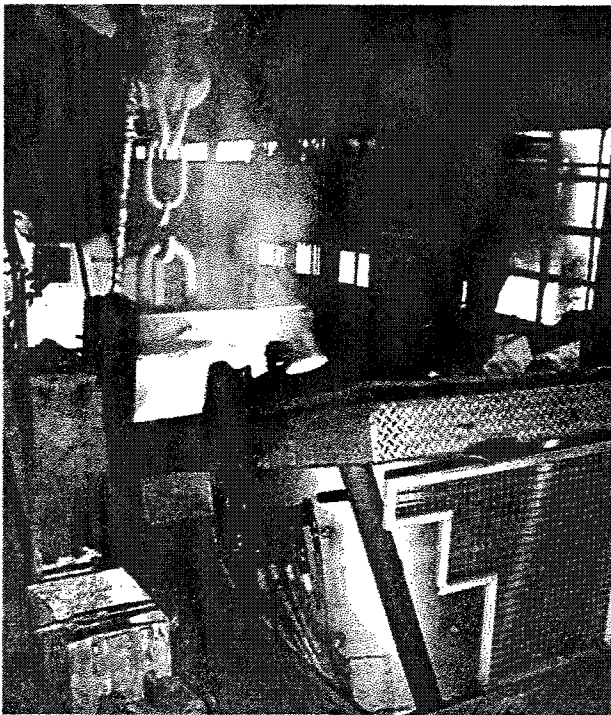
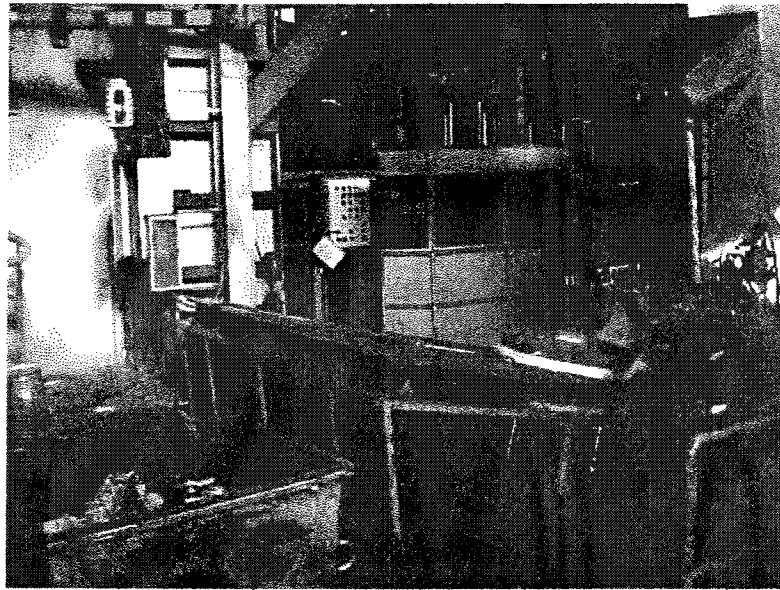


Fig. 3.9.23 (A, B, C) Forni fusori ad induzione in fase di sollevamento per la spillata del metallo fuso, visti dalla piattaforma sovrastante i forni stessi. Si notino: la protezione a griglia mobile contro il rischio di caduta dalla piattaforma nel vano del forno; le postazioni schermate per l'operatore che manovra il movimento dei forni; il cassone di raccolta delle scorie appoggiato sulla piattaforma

#### Esposizione a campi magnetici a bassa frequenza

I forni elettrici a induzione utilizzati per la fusione possono determinare l'esposizione degli addetti a *campo magnetico variabile a bassa frequenza*.

I forni fusori ad induzione presenti nelle aziende del comparto possono differire, oltre che per capacità produttiva, anche per frequenza di alimentazione elettrica (vedere la Tabella 3.9.3.2): alcuni funzionano a frequenza fissa (frequenze tipiche di lavoro sono: 50, 150, 500, 1.200 Hz) e altri a frequenza variabile (180, 300 Hz). Durante il funzionamento di quest'ultimo tipo di forno, si può individuare una prima fase di riscaldamento che avviene al mattino presto, prima dell'avvio dell'orario di produzione, con frequenza variabile tra 180 e 250 Hz e, successivamente, una fase di mantenimento durante l'orario di lavoro di produzione, con frequenza fino a 300 Hz.

In Italia non sono stati ancora fissati i limiti di Legge per i professionalmente esposti. In attesa dei decreti attuativi della Legge quadro del 14.02.2001 - che dovranno stabilire tali limiti - si può fare riferimento alla Raccomandazione ICNIRP pubblicata nel 1998 *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)* la quale suggerisce, per i professionalmente esposti, di adottare i limiti di riferimento riportati nella prima colonna della tabella seguente. Nella seconda

colonna della stessa tabella si sono calcolati i relativi valori di interesse per le frequenze di funzionamento dei forni elettrici a induzione presenti nelle aziende del comparto. Si tenga presente che in questo caso siamo in presenza di campi *reattivi* e pertanto, nell'intervallo di frequenze considerato, l'intensità di campo magnetico  $H$  e l'induzione del campo magnetico  $B$  non sono in rapporto costante tra loro (per questo motivo le norme stabiliscono limiti separati per  $B$  ed  $H$ ).

Tabella 3.9.2.1 *Limiti di riferimento per i professionalmente esposti a campo magnetico tra 50 e 1.200 Hz*

Frequenza ( $f$ )	Limiti di riferimento calcolati per le frequenze di funzionamento dei forni fusori ad induzione presenti nelle aziende del comparto.					
	50 Hz (0,05 KHz)	150 Hz (0,15 KHz)	180 Hz (0,18 KHz)	300 Hz (0,3 KHz)	500 Hz (0,5 KHz)	1.200 Hz (1,2 KHz)
<b>Limite di riferimento per l'induzione magnetica (B)</b> Valori efficaci non perturbati, espressi in $\mu\text{T}$ : - $25/f$ tra 0,025 e 0,82 KHz - 30,7 costante tra 0,8 e 65 KHz	500 $\mu\text{T}$	166,7 $\mu\text{T}$	138,9 $\mu\text{T}$	83,3 $\mu\text{T}$	50,0 $\mu\text{T}$	30,7 $\mu\text{T}$
<b>Limite di riferimento per il campo magnetico (H)</b> Valori efficaci non perturbati, espressi in A/m: - $20/f$ tra 0,025 e 0,82 KHz - 24,4 costante tra 0,82 e 65 KHz	400 A/m	133,3 A/m	111,1 A/m	66,7 A/m	40,0 A/m	24,4 A/m
Fonte: Raccomandazione ICNIRP 1998		Fonte: elaborazione a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT				

La distinzione tra *popolazione in genere* e *professionalmente esposti* è dovuta al fatto che la suddetta Raccomandazione CE ritiene accettabile per questi ultimi un'esposizione maggiore, in quanto si ipotizza che siano esposti per tempi inferiori rispetto ai primi e che si tratti di soggetti adulti, in buona salute, informati sui rischi e formati alle procedure di lavoro corrette, oltre a essere soggetti a sorveglianza sanitaria.

Le conclusioni attuali, dimostrate e internazionalmente accreditate, fanno risalire gli effetti e le potenziali cause di danno derivante dall'esposizione umana a campi magnetici variabili a bassa frequenza alle correnti elettriche che i campi stessi inducono nel corpo umano, quando l'intensità di tali correnti sia capace di interferire con le correnti fisiologiche dell'organismo. Tuttavia è da tenere presente la distinzione tra la manifestazione di un effetto sul corpo umano - reversibile al momento in cui cessa l'esposizione - e la reale insorgenza di un danno.

I *limiti di base* sono quelli relativi alle grandezze elettriche interne al corpo umano ritenute responsabili di possibile danno, espressi in mA/m<sup>2</sup> (milliAmpere/metroquadro) inteso come valore efficace della densità di corrente, mediata su 1 cm<sup>2</sup> di sezione del corpo; dato che le correnti elettriche indotte all'interno del corpo umano non sono facilmente misurabili, si adottano limiti di riferimento, cioè limiti relativi alle grandezze elettriche misurabili esternamente al corpo raccomandati come massima esposizione, in modo che sia garantito il rispetto del limite di base.

I *criteri di base* per la protezione dalle correnti indotte nel corpo umano sono ormai concordati e omogenei nelle recenti raccomandazioni e normative internazionali. Sono presenti tuttavia lievi variazioni dei valori di riferimento, da una norma ad un'altra, originate da differenti coefficienti di sicurezza o da criteri accessori. In ogni caso si può ritenere che, dal punto di vista della protezione dalle correnti indotte nel corpo umano (ovvero per gli effetti macroscopici e immediati), i risultati degli studi siano sostanzialmente definitivi.

Tuttavia, sulla base di indagini epidemiologiche, sono state avanzate ipotesi secondo le quali si possono verificare danni da esposizione a campi magnetici variabili a bassa frequenza, anche se l'esposizione a essi determina valori di intensità di corrente indotte nell'organismo inferiori a quelle per cui si possono verificare interazioni con le correnti fisiologiche, ridotte per il coefficiente di sicurezza stabilito dalle recenti raccomandazioni e normative internazionali; tali ipotesi sono ispirate alla prudenza contro eventuali effetti ignoti (microscopici) nell'organismo che, per esposizione di lunga durata a tali livelli di campo magnetico, potrebbero favorire l'insorgenza di rare forme neoplastiche.

Recenti studi condotti in vari paesi considerano probabile l'associazione tra esposizione a campi magnetici a 50-60 Hz al di sopra della soglia di  $B = 0,2$  mT e l'insorgenza di rare forme neoplastiche, ma al tempo stesso ritengono che non vi siano rischi quantitativamente significativi connessi con la normale esposizione della popolazione. Il valore di 0,2 mT è stato scelto non in base a criteri di sicurezza, ma semplicemente come valore statistico per classificare la popolazione sulla quale è stato condotto lo studio epidemiologico.

Pur accettando la correttezza del criterio per la protezione dalle correnti indotte nel corpo umano, l'ipotesi della presenza di effetti ignoti, in mancanza di risultati definitivi degli studi, ha ispirato alcune Regioni italiane ad adottare criteri di maggiore prudenza per l'esposizione ai campi magnetici variabili alla frequenza di 50 Hz, considerando come soglia di attenzione il valore di *induzione magnetica*  $B = 0,2$  mT.

La validità scientifica dei metodi con cui sono state condotte tali indagini epidemiologiche è messa in dubbio da altri studiosi che si occupano di elettromagnetismo, e a oggi il dibattito è ancora in corso.

La quasi totalità degli organismi scientifici internazionali più accreditati concorda nel ritenere che, per l'*induzione magnetica*  $B$

a 50 Hz, non ci siano elementi sufficienti per poter individuare un limite di riferimento diverso da quello oggi fissato dalla normativa vigente di 100 mT come limite massimo di esposizione per la popolazione in genere (Art. 4 del D.P.C.M. 23.04.1992).

Le misure effettuate da ARPAT nel 1999 presso un'azienda del comparto a un impianto di forni fusori a induzione a frequenza variabile (180,300 Hz) hanno evidenziato, vicino ai forni in fase di produzione, i seguenti valori di *induzione magnetica* (B):

- con coperchio del forno chiuso: valori fino ad un massimo di 33 mT [microtesla];
- nella fase di caricamento (e quindi con coperchio aperto): valori fino a 100 mT;
- misure prolungate nell'arco di una settimana hanno evidenziato valori orari medi fino a un massimo di 50 mT con punte di 70 mT, e un livello medio settimanale nell'orario lavorativo di 15 mT.

Le misure effettuate da una azienda del comparto, per un forno a induzione da 150 Hz della capacità di 8,5 t, hanno evidenziato durante la fase di fusione con coperchio del forno chiuso e con un solo forno acceso (potenza: 1,5 MW; tensione: 1,4 KV; corrente: 330 A), i seguenti valori di *induzione magnetica* (B):

- quasi a contatto del coperchio: valori fino a un massimo di 450 mT;
- a distanza di circa 10 cm dal coperchio: valori fino a un massimo di 250 mT;
- sul piano di calpestio al di sopra del forno, a distanza di circa 1 metro dal coperchio: valori fino a un massimo di 35 mT;
- all'esterno della cabina di controllo dove staziona l'operatore, distante circa 2 metri dal coperchio del forno: valori fino a un massimo di 9 mT;
- all'interno della cabina di controllo, distante circa 2 metri dal coperchio del forno: valori fino a un massimo di 2,5 mT.

Si noti che i forni fusori a induzione a frequenza variabile (180,300 Hz), secondo l'azienda che li ha adottati e in base alla tipologia e alla quantità della propria produzione, presentano il vantaggio di consentire un sensibile risparmio energetico rispetto ai forni a frequenza fissa a 50 Hz, ma al tempo stesso possono presentare maggiori problemi di esposizione dei lavoratori a campo magnetico, in quanto per frequenze tra 180 e 300 Hz i limiti di riferimento sono più bassi rispetto a quelli per i campi alla frequenza di rete (50 Hz).

La prevenzione dall'esposizione a campo magnetico in prossimità dei forni fusori a induzione può consistere nella realizzazione di una cabina schermata (dove staziona l'operatore addetto al controllo del forno) che fornisca un'adeguata attenuazione del campo magnetico. Tuttavia, la schermatura di campi magnetici a bassa frequenza è un problema di non facile soluzione. Infatti non sono idonee lastre metalliche di rame o alluminio, ma è necessario utilizzare materiali ferromagnetici e possibilmente di elevato spessore. Questi materiali, però, presentano caratteristiche di non linearità e di saturazione, e inoltre non è nota la conformazione spaziale delle linee di forza del campo magnetico; può essere pertanto complicato calcolare il valore dell'efficacia schermante. In mancanza di un progetto da parte di un esperto di elettromagnetismo, l'efficacia schermante ottenuta all'interno della cabina potrebbe risultare molto inferiore a quella desiderata. È comunque auspicabile che gli addetti al controllo del forno possano disporre di una cabina chiusa, insonorizzata, climatizzata e dotata di sedili, per ridurre l'esposizione dei lavoratori a rumore, fumi e polveri e consentire pause di riposo (Fig. 3.9.24).

Ulteriori interventi per ridurre l'esposizione a campo magnetico possono consistere in una maggiore schermatura dell'involucro del forno stesso, nel rendere minimi i tempi di funzionamento con coperchio aperto e di stazionamento dell'operatore in prossimità del forno. Dato che il campo magnetico in prossimità del forno è di tipo *reattivo*, ci si può attendere che, allontanandosi dalla sorgente, il campo magnetico decresca in modo inversamente proporzionale al quadrato della distanza. Pertanto è opportuno tenersi lontano dal forno per ridurre l'esposizione personale. Per questo motivo è bene che la cabina di controllo e comando dei parametri elettrici dei forni dove staziona l'operatore sia opportunamente distanziata dai forni stessi, eventualmente mantenendo in prossimità dei forni soltanto le postazioni di manovra meccanica per garantire un'adeguata visibilità all'operatore durante l'operazione di spillata. È importante la relativa opera di informazione e formazione degli addetti alla fusione.

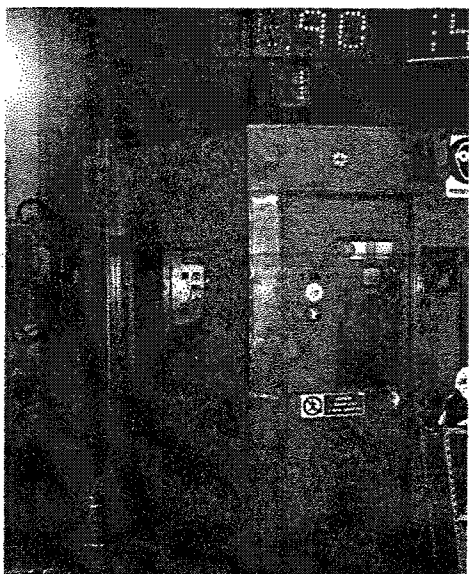


Fig. 3.9.24 Particolare della cabina climatizzata e insonorizzata dove stazionano gli addetti alla sorveglianza del funzionamento dei forni elettrici a induzione

Tab. 3.9.2.2 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Fusione

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
Esposizione a gas fumi e vapori.	Vapori metallici provenienti dal bagno fuso: ghisa + additivi (ferro, nichel, rame, stagno, manganese, magnesio, piombo, cromo, zinco ecc.) e rispettivi ossidi.	Irritazione delle vie respiratorie, broncopneumopatie.	Evitare di utilizzare per la fusione rottame contenente oli minerali, plastica, vernice e altro materiale che può dare luogo alla formazione di composti pericolosi. Eseguire la sorveglianza radiometrica con controlli visivi e strumentali per verificare l'assenza di radioattività. Dotare i forni fusori di idoneo ed efficace sistema di aspirazione localizzato. Installare impianti di aspirazione generale dell'ambiente di lavoro. Utilizzare D.P.I. (maschere filtranti). Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli esposti.
	Ossidi di azoto e di zolfo dovuti a combustione del carbone (nei forni a cubilotto).		
	Acido fluoridrico, dovuto alla scorificazione.		
	Ossidi di carbonio (CO e CO <sub>2</sub> ) dovuti alla combustione del carburante di alimentazione dei forni.	Irritazione delle vie respiratorie.	
	I.P.A., diossine e furani in caso di fusione di rottame contaminato.	Tumori.	
	Fumi radioattivi provenienti dalla fusione accidentale di rottame contaminato.	Tumori. Ad alte dosi di esposizione: ustioni, morte.	
Esposizione a radiazioni ionizzanti.	Stoccaggio, manipolazione, movimentazione di rottami metallici che potrebbero essere contaminati.	Tumori. Ad alte dosi di esposizione: ustioni, morte.	Dotare i forni fusori di idoneo ed efficace sistema di aspirazione localizzato. Sorveglianza radiometrica. Informazione e formazione degli addetti
Esposizione a radiazioni luminose infrarosse e visibili.	Radiazioni emanate dalla lega metallica allo stato liquido e bagliore luminoso durante la produzione di ghisa sferoidale.	Irritazione agli occhi, congiuntiviti, cataratta da calore e stress da affaticamento visivo.	Utilizzare coperchi e schermi. Indossare D.P.I. (visiera, occhiali). Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti
Esposizione a schizzi di metallo fuso.	Schizzi di metallo fuso: - dal forno se vi vengono introdotti materie umide. - durante la scorificazione	Ustioni.	Non introdurre in forno materiale umido. Utilizzare caricatori automatici e schermi protettivi. Predisporre percorsi e postazioni di lavoro sicure. Indossare D.P.I. (vedere la fase colata). Attuare le misure preventive per l'esposizione a microclima sfavorevole come qui sotto riportato. Informazione e formazione degli addetti.
Lavoro in prossimità di fiamme.	Fiamme che si sviluppano durante il caricamento in forno della tornitura.		
Lavoro in prossimità di superfici ad elevata temperatura.	Le pareti esterne dei forni fusori sono ad alta temperatura.		



... segue tabella precedente.

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a microclima sfavorevole.</b>	Temperatura ambientale elevata: calore emanato dai forni, in particolare in prossimità della bocca. Il rischio è aggravato quando lo sforzo fisico è elevato e la temperatura eccessiva ostacola l'utilizzo dei D.P.I. I lavoratori inoltre si spostano in ambienti a diversa temperatura.	Danni da calore (vedere il <i>Glossario</i> ). Osteoartropatie e malattie da raffreddamento per esposizione a sbalzi termici. Maggiore rischio di infortuni.	Coibentare e schermare le superfici calde. Minimizzare la permanenza in prossimità della sorgente di forte calore radiante. Pause di riposo in ambienti non surriscaldati; bere spesso bevande fresche arricchite di sali minerali. Indossare indumenti adeguati. Durante la stagione fredda riscaldare i locali di lavoro adiacenti al reparto. Indossare indumenti adeguati. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Esposizione a polveri.</b>	Ossidi di ferro derivanti dai pani di ghisa e dal rottame da fondere. Polveri di carbone coke per l'alimentazione dei forni a cubilotto. Sodio cloruro, sodio fluoruro, calcio fluoruro, criolite sodica ecc. che vengono aggiunti al metallo durante la fusione nei forni.	Irritazione delle vie respiratorie, broncopneumopatie.	In caso di movimentazione manuale, per ridurre l'esposizione è necessario un adeguato ricambio d'aria dell'ambiente di lavoro e indossare, oltre ai normali indumenti protettivi (quali tute ecc.), anche una maschera antipolvere. Devono essere rispettate le norme igieniche come riportato precedentemente (pulizia dei locali, docce, spogliatoi, armadietti ecc.) ed essere effettuata l'informazione, la formazione e la sorveglianza sanitaria degli addetti.
<b>Aspirazione di prodotti infiammabili.</b>	Si possono formare atmosfere esplosive nelle tubazioni dell'impianto di aspirazione localizzata dei prodotti in polvere utilizzati come correttivi della fusione.	Ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche ai lavoratori e danni alle strutture aziendali per incendio-esplosione.	Dimensionare correttamente i parametri geometrici dell'impianto di aspirazione in relazione alla velocità di aspirazione. Evitare la formazione di cariche elettrostatiche. Messa a terra del sistema. Predisporre presidi antincendio. Informare gli addetti. Formare le squadre di emergenza.
<b>Stoccaggio di prodotti pericolosi in polvere.</b>	I prodotti in polvere o polverosi utilizzati come correttivi della fusione, a contatto con l'acqua danno luogo allo sviluppo di gas nocivi ed estremamente infiammabili; in caso di contatto tra nichel e acidi si sviluppa idrogeno che potrebbe dare luogo a miscele esplosive con l'aria.	Intossicazioni, ustioni.	Stoccaggio corretto. Informazione e la formazione degli addetti. In caso di incendio non usare acqua come mezzo estinguente, ma sabbia e/o estintori a polvere.

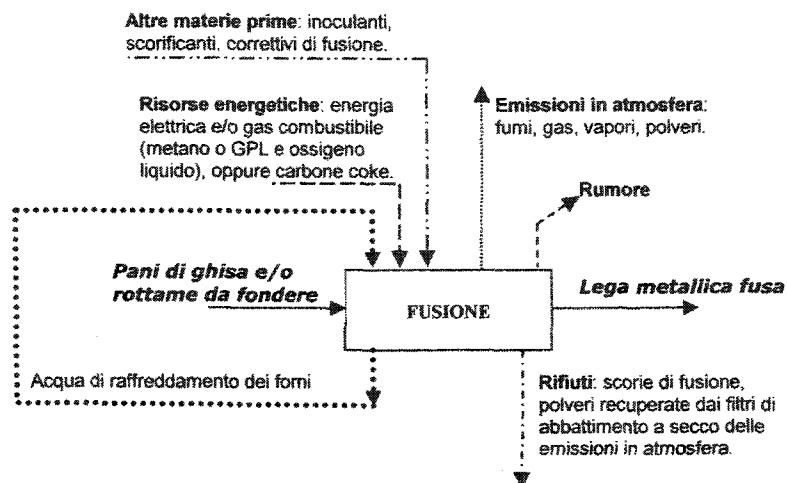
...segue tabella precedente.

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Movimentazione manuale dei carichi.</b>	Movimentazione manuale dei correttivi per la fusione, talvolta tramite una pala.	Disturbi muscoloscheletrici (vedere il <i>Glossario</i> ).	Adeguata organizzazione del lavoro. Corretta disposizione spaziale di impianti e materiali. Utilizzo di ausili per la movimentazione. Informazione e formazione degli addetti.
	Movimentazione di pezzi e rottami metallici pesanti e taglienti.	Ferite da taglio agli arti superiori. Ferite da taglio e schiacciamento agli arti inferiori. Infezione da tetano.	Utilizzo di D.P.I. (guanti, scarpe di sicurezza con punta rinforzata in metallo). Vaccinazione antitetanica. Informazione e formazione degli addetti.
	Movimentazione di rottami metallici che possono essere contaminati a radioattività.	Ustioni, tumori.	Sorveglianza radiometrica. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Movimentazione meccanica dei carichi.</b>	Movimentazione tramite braccio meccanico con elettromagnete dei pani di ghisa e rottame, dei cassoni metallici di raccolta delle scorie.	Lesioni traumatiche.	Controlli periodici dell'apparecchio di sollevamento; delimitare e segnalare la zona operativa; segnalare il movimento del braccio meccanico con dispositivi ottico-acustici. Informazione e formazione degli addetti.
	Movimentazione del carbone di alimentazione dei forni a <i>cubilotto</i> tramite pala meccanica.		Vedere la fase "movimentazione meccanica dei carichi".
	Movimentazione dei cassoni metallici di raccolta delle scorie, tramite carrelli elevatori.		
<b>Esposizione a rumore.</b>	Dovuto ai bruciatori dei forni, alle soffianti d'aria nel forno a <i>cubilotto</i> , agli impianti di caricamento del metallo da fondere nei forni.	Danni extrauditivi o uditivi.	Attuare le misure di prevenzione in base ai livelli di esposizione personale. Utilizzo di D.P.I. (cuffie, tappi) Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli esposti.
<b>Lavoro in prossimità di parti in tensione elettrica.</b>	La manutenzione della parte elettrica dei forni e delle cabine di alimentazione.	Elettrocuzione le cui conseguenze possono andare dalle ustioni alla morte.	Manutenzione elettrica riservata a personale specializzato (elettricisti), e formato ad operare in sicurezza nelle condizioni specifiche di intervento. Indossare D.P.I. (guanti isolanti, scarpe con suola di gomma ecc.).
<b>Lavoro in postazioni sopraelevate.</b>	Durante la lavorazione può essere necessario accedere a zone alte con il rischio di cadute dall'alto di persone e oggetti.	Lesioni traumatiche.	Proteggere con parapetti provvisti di fascia fermapièdi le postazioni sopraelevate o prospicienti le aperture del forno e le scale. Fissare stabilmente le scale alla struttura. Gradini antiscivolo, barra o cancellino mobile che consenta una continuità del parapetto anche davanti alla apertura di accesso dal ballatoio alla scala.

...segue tabella precedente.

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Stoccaggio di ossigeno liquido.</b>	Stoccaggio in serbatoi esterni di ossigeno liquido per l'alimentazione della combustione nei forni fusori a gas combustibile.	Intossicazioni e lesioni traumatiche, per esplosione incendio.	Impianto conforme alla Circolare M.I. n.99 del 15.10.1964 e successive modificazioni. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Transito e stazionamento in ambiente pericoloso, conduzione di impianti a gas combustibile, conduzione di impianti a rischio di esplosione.</b>	Surriscaldamenti eccessivi del bagno fuso, oltre a danneggiare la ghisa, possono determinare usura del rivestimento refrattario con il rischio che questo si perfori.	Esplosione - incendio, (con conseguenti lesioni traumatiche, ustioni, intossicazioni da prodotti di combustione).	Il forno deve essere sorvegliato dagli addetti e provvisto dei dispositivi di sicurezza necessari a prevenire fuoriuscite di combustibile, surriscaldamenti, incendi, esplosioni. Dotare i forni a induzione di una vasca di contenimento posta sotto il forno stesso e riempita di sabbia. Gli addetti alla conduzione del forno devono essere adeguatamente formati sia sulla corretta gestione sia sulle procedure di emergenza. In caso di incendio, non si deve erogare acqua in direzione dei forni elettrici finché non sia stata staccata l'alimentazione elettrica e anche in tal caso è bene evitare di bagnare i collegamenti delle spire, se non in casi limite.
	Spegnimento del bruciatore a gas del forno rotativo per soffocamento da parte del materiale caricato, con conseguente fuga di gas.	Intossicazioni da gas, esplosione - incendio (con conseguenti lesioni traumatiche, ustioni, intossicazioni da prodotti di combustione).	
	Fuga di gas per spegnimento del bruciatore a gas utilizzato per l'accensione del forno a cubilotto.	Intossicazioni da prodotti di combustione).	
	Nei forni elettrici ad induzione, il surriscaldamento eccessivo dell'acqua di raffreddamento può danneggiare l'isolamento elettrico delle spire che costituiscono l'induttore del forno, dando luogo a una scarica elettrica.	Folgorazione, esplosione - incendio (con conseguenti lesioni traumatiche, ustioni, intossicazioni da prodotti di combustione).	
	Durante il caricamento automatico del forno si può avere la caduta di pezzi dall'alto, con conseguente rischio per i lavoratori di essere colpiti.	Lesioni traumatiche.	
<b>Esposizione a campo magnetico variabile a bassa frequenza.</b>	Presenza di campo magnetico variabile a bassa frequenza in prossimità dei forni fusori elettrici a induzione.	Induzione di correnti elettriche all'interno del corpo umano che possono interferire con le correnti fisiologiche. Ipotezzate rare forme neoplastiche (tumori).	Ridurre i tempi di funzionamento del forno con coperchio aperto. Ridurre i tempi di stazionamento degli operatori in prossimità del forno. Corretta organizzazione del lavoro. Schermatura dell'involucro del forno e/o installazione di una postazione di lavoro cabinata e schermata per l'operatore (il progetto della schermatura richiede particolare competenza tecnica del progettista e l'impiego di materiali ferromagnetici di idoneo spessore). Informazione e formazione degli addetti.

### 3.9.3 Impatto ambientale



#### Emissioni in atmosfera

Le emissioni di polveri, gas e vapori prodotte dai *forni a cubilotto alimentati a carbone coke* sono costituite da vapori metallici, provenienti dal bagno fuso: ghisa + additivi (ferro, nichel, rame, stagno, manganese, magnesio, piombo, cromo, zinco ecc.) e rispettivi ossidi, gas di ossidi di carbonio ( $\text{CO}$  e  $\text{CO}_2$ ), gas di acido fluoridrico, gas nitrosi e di anidride solforosa.

Polveri, gas e vapori emessi dai *forni ad alimentazione elettrica* sono di quantità molto inferiore rispetto a quelli prodotti dai forni a cubilotto, ed è tendenza del comparto sostituire i cubilotti con forni elettrici (in genere a induzione), con vantaggi notevoli sia per il miglioramento delle emissioni che per il più agevole controllo delle temperature di fusione, che consente di ottenere ghise speciali, oggi molto più richieste che in passato.

L'emissione di vapore acqueo dalle torri evaporative dell'impianto di raffreddamento dei forni non è soggetta ad autorizzazione.

Le emissioni captate dall'impianto di aspirazione dei forni elettrici vengono abbattute generalmente in un impianto a secco con filtri a maniche. Nei filtri a maniche il particolato è captato filtrando il flusso gassoso attraverso le maglie di un sacco di tela, con un'alta efficienza di captazione associata a bassi costi di installazione. Poiché la resa massima dei filtri a maniche si ottiene per basse concentrazioni di polveri, talvolta viene installato un ciclone a monte, che permette di separare le particelle solide e liquide dalla corrente gassosa attraverso un moto centrifugo. I cicloni sono di facile manutenzione e di costo impiantistico relativamente contenuto.

I filtri elettrostatici sono molto efficienti e adatti a condizioni di impiego gravose, ma presentano alti costi impiantistici e di gestione; in Toscana, nelle fonderie del comparto non sono utilizzati.

Gli svantaggi principali dei filtri a maniche sono la necessità di una manutenzione obbligatoriamente regolata con scadenze precise e la non idoneità per fumi umidi o caldi. Pertanto le emissioni dei forni a cubilotto captate dall'impianto di aspirazione prima di essere inviate ai filtri a maniche richiedono un raffreddamento tramite appositi ventilatori, oppure l'abbattimento a umido in impianti costituiti da materiali resistenti alla corrosione da parte dell'acido solforoso (presente a causa della anidride solforosa). Un'azienda del comparto che utilizza forni a cubilotto ha recentemente sostituito l'impianto di abbattimento a umido con uno a secco, in quanto con l'impianto a umido non riusciva a rientrare nei limiti di emissione imposti dalla Legge. La stessa azienda, in passato, era stata oggetto di esposti da parte di alcuni cittadini per il disturbo recato ai residenti delle abitazioni vicine: con il nuovo impianto i problemi sono stati ampiamente ridimensionati. Si riporta qui una breve *descrizione* del nuovo *impianto di abbattimento a secco* per le emissioni dei due cubilotti (utilizzati in genere alternativamente tra loro): al di sopra di entrambi i cubilotti è installato un camino alla sommità del quale è montato un cappello, con funzione di portello antiscoppio. In condizioni di normale esercizio, mentre i cappelli dei cubilotti sono chiusi, i fumi sono prelevati e convogliati al collettore principale dell'impianto di depolverazione. Il passaggio attraverso le tubazioni consente ai fumi di disperdere progressivamente il loro calore sino all'ingresso del vero e proprio scambiatore di calore. Quest'ultimo riduce la temperatura dei fumi da  $700\text{ }^\circ\text{C}$  a  $150\text{ }^\circ\text{C}$  tramite una struttura a tubi di fumo con aria di raffreddamento in equicorrente, la cui portata è pari a  $30.000\text{ m}^3/\text{h}$ . Esiste un sensore, installato a valle dello scambiatore di calore, che consente di mantenere costante la temperatura in uscita dei fumi controllando una serranda che regola il flusso d'aria di raffreddamento. Il sistema di controllo della temperatura in ingresso al filtro prevede una serranda a comando pneumatico per l'immissione dell'aria falsa, al fine di salvaguardare le maniche da eventuali sovratemperature; infatti i fumi devono entrare nel filtro a circa  $150\text{-}180\text{ }^\circ\text{C}$ . Questi valori di temperatura, insieme al tipo di tessuto utilizzato per le maniche, garantiscono un rendimento ottimale del processo depurativo. La corrente gassosa, prima di entrare nel filtro a maniche, viene convogliata in un abbattitore a multiciclone per l'abbattimento delle particelle grossolane. Il filtro è costituito da 120 maniche in tessuto nomex teflonato ( $400\text{ grammi}/\text{m}^2$ ), con pulizia automatica mediante aria compressa. Questa soluzione impiantistica permette di rispettare il limite fissato dall'autorizzazione alle emissioni in atmosfera, pari a  $25\text{ mg}/\text{Nm}^3$  per le polveri emesse dal camino dell'impianto di abbattimento degli inquinanti provenienti dai due cubilotti.

A titolo esemplificativo, di seguito si riportano i valori degli autocontrolli di alcune aziende del comparto ubicate in diverse province della Toscana e con tipologie diverse di forni fusori.

Tab. 3.9.3.1 Emissioni in atmosfera dalla fase fusione

AUTOCONTROLLI EMISSIONI IN ATMOSFERA DI UNA AZIENDA DEL COMPARTO - Giugno 1999											
Origine: FUSIONE CON FORNI ELETTRICI A INDUZIONE											
Tipo impianto di abbattimento	Q Nm <sup>3</sup> /h	H m	S m <sup>2</sup>	T °C	v m/s	Livello di emissione medio				Valori limite DGRT 9134/92	
						Inquinanti misurati	mg/Nm <sup>3</sup> (°)	ó	g/h	mg/Nm <sup>3</sup> (°)	g/h
Filtri a maniche.	41.400	20	0,636	44	21	Polveri	5	0,6	193	20	760

AUTOCONTROLLI EMISSIONI IN ATMOSFERA DI UNA AZIENDA DEL COMPARTO - Dicembre 2000											
Origine: FUSIONE CON FORNI A CUBILOTTA ALIMENTATI A CARBONE COKE											
Tipo impianto di abbattimento	Q Nm <sup>3</sup> /h	H m	S m <sup>2</sup>	T °C	v m/s	Livello di emissione medio			Valori limite (*)		
						Inquinanti misurati	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h	
Filtri a maniche.	28.079	12	0,28	59	27,6	Polveri	0,71	19,9			

AUTOCONTROLLI EMISSIONI IN ATMOSFERA DI UNA AZIENDA DEL COMPARTO - Maggio 2001												
Origine: FUSIONE CON FORNI ROTATIVI ALIMENTATI A GAS METANO E OSSIGENO												
Tipo impianto di abbattimento	Q Nm <sup>3</sup> /h	H m	S m <sup>2</sup>	T °C	v m/s	Durata emissione		Livello di emissione medio			Valori limite (*)	
						h/g	g/a	Inquinanti misurati	mg/Nm <sup>3</sup> secchi	g/h	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h
Refrigeratore e filtri a maniche.	39.516	15	0,64	89	18,2	9	220	Polveri ferrose	0,8	32	50	-

ESTRATTO DAL QUADRO RIASSUNTIVO EMISSIONI IN ATMOSFERA DI UNA AZIENDA DEL COMPARTO												
(ALLEGATO ALLA AUTORIZZAZIONE PROVINCIALE DEL 1996)												
Origine: FUSIONE CON FORNI ROTATIVI ALIMENTATI A GAS GPL E OSSIGENO												
Tipo impianto di abbattimento	Q Nm <sup>3</sup> /h	H m	S m <sup>2</sup>	T °C	v m/s	Durata emissione		Livello di emissione medio			Valori limite (*)	
						h/g	g/a	Inquinanti misurati	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h
Filtri a maniche.	7.200	11,7	0,5	125	5,8	4	135	Polveri	10	72	50	> 500
											150	> 100 < 500
											400	> 2.000
								NO <sub>x</sub>	15	108	400	> 2.000

LEGENDA																	
Q: Portata anidra			H: Altezza totale			S: sezione di sbocco			T: temperatura			v: velocità			ó: deviazione standard		
(*) dove richiesto valore corretto al tenore di ossigeno di riferimento.						(*) limiti imposti dalla autorizzazione provinciale alle emissioni in atmosfera rilasciata alla azienda del comparto.											

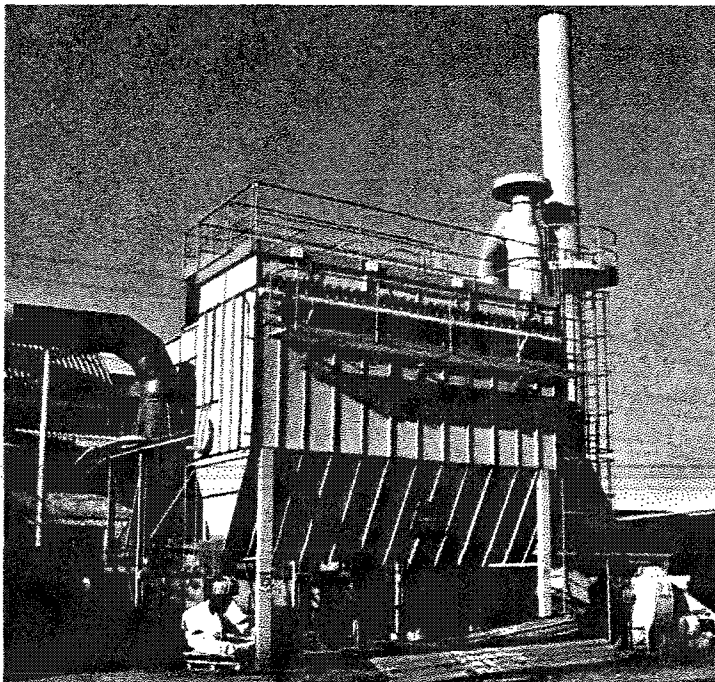


Fig. 3.9.25 Impianto abbattimento a secco (maniche) per le emissioni provenienti dai forni fusori di una fonderia

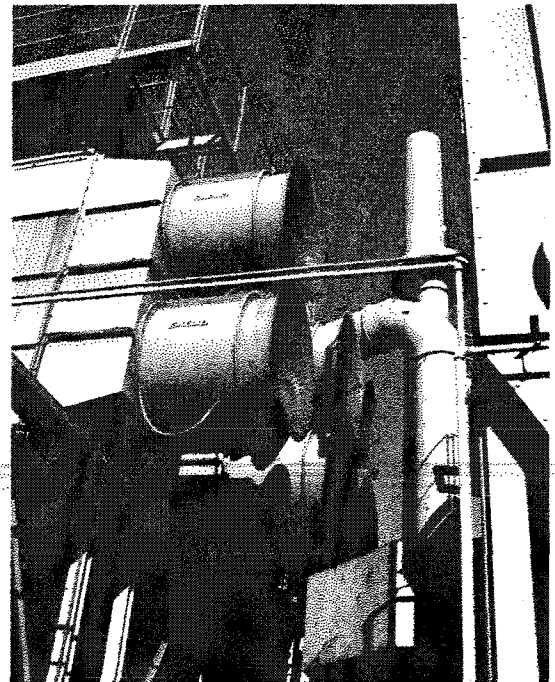


Fig. 3.9.26 Particolare dei ventilatori per il raffreddamento dei fumi delle emissioni dai forni fusori a cubilotto, prima di essere immessi nei filtri a maniche

### Scarichi idrici

Le acque di raffreddamento dei forni, se immesse direttamente nei corpi idrici, possono produrre un impatto ambientale negativo, perché l'elevata temperatura dell'acqua scaricata può turbare l'equilibrio biologico del corpo idrico ricettore (inquinamento termico delle acque).

Pertanto, in caso le acque di raffreddamento dei forni vengano scaricate in corpi idrici, è necessario che le stesse siano prima raffreddate; in alternativa si può adottare un impianto a ciclo chiuso, riducendo in tal modo anche il consumo di acqua. Questa seconda soluzione è quella generalmente adottata dalle aziende del comparto.

### Diffusione di rumore all'esterno

Le principali fonti di rumore imputabili alla fase *fusione*, tali da produrre un sensibile impatto da rumore sull'ambiente esterno, sono i sistemi di caricamento automatico dei materiali da fondere nei forni.

Qualora gli interventi adottati per ridurre il rumore alla fonte non siano sufficienti, una possibile soluzione per ridurre la diffusione di rumore all'esterno consiste nell'installare portoni realizzati con pannelli fonoassorbenti. Per il rumore emesso dagli impianti di abbattimento delle emissioni vedere il Paragrafo 3.16.

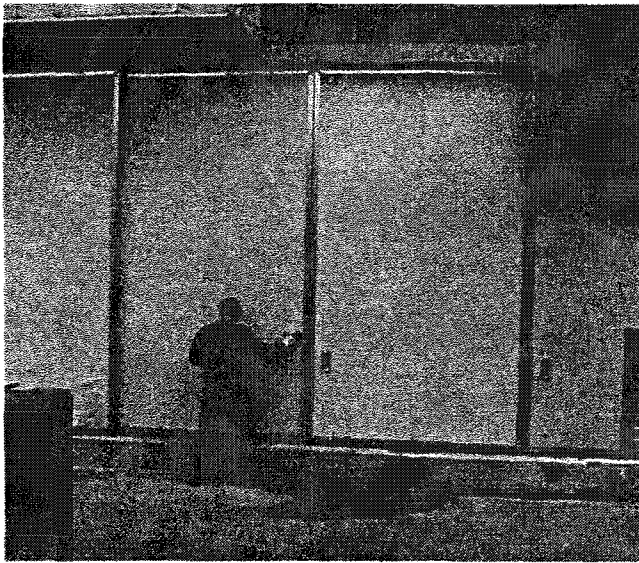


Fig. 3.9.27 Portoni scorrevoli realizzati in materiale fonoassorbente

### Consumo delle risorse

Le tabelle seguenti forniscono una stima dei consumi di energia e di materie prime. I dati sui consumi sono confrontabili con i dati di produzione e con il tipo di forno fusorio utilizzato, pertanto è facile ricavare i rapporti tra consumi e produzione. I dati sono stati forniti dalle aziende del comparto e si riferiscono all'anno 1999.

In relazione alla Tabella 3.9.3.2, è interessante notare che l'allegato I del D.Lgs. n. 372/1999 (vedere il Capitolo 6) stabilisce che le fonderie di ghisa e acciaio con potenzialità produttiva superiore a 2,5 tonnellate l'ora rientrano nelle categorie di attività industriali di cui all'Art. 1 *Finalità* dello stesso Decreto.

È opportuno che ogni azienda effettui uno studio specifico per individuare la migliore tecnologia che consenta il massimo risparmio energetico in relazione alle proprie esigenze di produzione, sia in termini di quantità che di qualità, ma tenendo anche conto dei rischi lavorativi specifici per ogni scelta tecnologica. Ad esempio, per quanto riguarda i forni elettrici:

- un'azienda del comparto ritiene opportuno utilizzare forni elettrici a frequenza variabile (180-300 Hz) per la fusione di ghisa, per ottenere un risparmio energetico che, secondo le sue stime, può raggiungere i 40 Kw/t rispetto ai forni a frequenza di rete. Ciò è dato dal fatto che sono sufficienti forni più piccoli e quindi con minore quantità di rivestimento refrattario interno. Tuttavia è necessario valutare se l'impiego di forni a frequenza variabile può creare maggiori problemi di esposizione degli addetti ai campi magnetici a bassa frequenza e prevedere idonee misure preventive, come si è descritto al Paragrafo 3.9.2.

- un'altra azienda del comparto ritiene opportuno utilizzare forni elettrici a induzione a frequenza di rete (50 Hz), mantenendoli accesi 24 ore su 24 e svuotandoli solo fino al 75% della loro capacità; la fusione viene effettuata nelle ore notturne allo scopo di risparmiare energia elettrica, mentre nelle ore diurne avviene il mantenimento della ghisa fusa. Questo consente un minore consumo energetico per ora di accensione del forno, che però viene mantenuto sempre acceso, a differenza di quanto avviene nell'altra azienda i cui forni a frequenza variabile vengono spenti alla fine della giornata lavorativa. Dato che i forni necessitano di essere sempre presidiati, sia per esigenze produttive che di sicurezza, il fatto di tenerli accesi 24 ore su 24 comporta l'esigenza di *lavoro notturno*, le cui problematiche sono descritte al Paragrafo 3.12 relativo alla fase *distaffatura*.

Tab. 3.9.3.2 Caratteristiche dei forni fusori nelle aziende del comparto (anno 1999)

Azienda	Numero e tipo di forni		Consumo nominale per forno (per Kg. di metallo fuso)	Capacità produttiva per forno (t)	Potenzialità produttiva per forno (t/ora)	NOTE
	Quantità	Tipo				
A1	2	Cubilotto a vento freddo alimentato a carbone coke con avvio a gasolio.	0,22 Kg. di Coke /h	4	4	I due forni lavorano alternativamente.
A2	2	Elettrico induzione a 150 Hz	0,85 Kwh (per Kg. di ghisa); 0,9 Kwh (per Kg. di acciaio)	8,5	2,5	In genere sono in funzione due forni contemporaneamente, ma saltuariamente anche tutti e tre.
	1	Elettrico induzione a 500 Hz	0,91 Kwh	5,5	3	
	3	Elettrico a 1200 Hz	0,92 Kwh	1 - 0,6 0,4 - 0,2	0,6 - 0,4 0,3 - 0,2	Utilizzati solo per acciaio.
A3	2	Elettrico induzione a freq. variabile (180-300 Hz).	0,65 Kwh	5	5	I due forni lavorano alternativamente. Vengono spenti alla fine della giornata.
A4	2	Rotativo a gas metano e ossigeno liquido.	0,036 m <sup>3</sup> di metano + 0,072 m <sup>3</sup> di ossigeno.	5,5	3,7	I due forni rotativi lavorano alternativamente per fondere e il forno elettrico viene utilizzato per mantenere fusa la ghisa.
	1	Elettrico induzione	0,28 Kwh	n.d.	n.d.	
A5	1	Elettrico induzione	n.d.	n.d.	n.d.	L'azienda ha sostituito il forno a cubilotto.
A6	1	Rotativo a gas metano e ossigeno liquido.	n.d.	2	1	L'azienda ha sostituito il forno a cubilotto.
A7	2	Cubilotto a vento freddo alimentato a carbone coke con avvio a metano.	n.d.	n.d.	8	I due forni lavorano alternativamente.
A8	1	Elettrico a induzione a frequenza di rete (50 Hz)	0,6 - 0,8 Kwh	1,5	n.d.	Fusione notturna; i forni sono accesi 24 ore su 24 e svuotati solo fino a 3/4 della loro capacità. Uno dei forni da 15t. è utilizzato in alternativa ad uno dei forni da 7,5t.
	2			7,5		
	2			15		
A9	1	Rotativo a GPL e ossigeno liquido.	0,19 litri di GPL + 0,934 litri di ossigeno	3,2	0,7	Viene effettuata una fusione al giorno; dalla preparazione del forno alla completa spillata occorrono circa 4,5 ore.
A10	1	Elettrico a induzione a frequenza di rete (50 Hz)	Media: 1,5 Kwh	6	6	I tre forni vengono utilizzati sia per la ghisa che per l'acciaio, con prevalente produzione di acciaio.
	2			1	1	
A11	1	Rotativo a GPL e ossigeno liquido.	n.d.	5	n.d.	La fusione viene effettuata in media una volta a settimana. L'azienda ha sostituito il forno a cubilotto.

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT. Note: n.d.: non disponibile.

Tab. 3.9.3.3 Alcune stime dei consumi di energia e risorse per la fase fusione (anno 1999)

AZIENDA	Ghisa in pani (t/anno)	Rottame interno (t/anno)	Rottame esterno (t/anno)	Inoculanti (t/anno)	Scorificanti (t/anno)	Energia Elettrica (KW/anno)	Metano (m <sup>3</sup> /anno)	GPL (litri/anno)	Ossigeno (m <sup>3</sup> /anno)	Coke (t/anno)
A1	1.220	330	580	15	2,5	950.000	-	-	-	377
A2	920	380	822	8,5	3	4.260.020	-	-	-	-
A3	1.560	4.030	2.510	75	13	5.000.000	-	-	-	-
A4	3.782	210	43	164	3	non signif.	624.581	-	1.283.000	-
A5	1.050		560	1,85	1,2	n.r.	-	-	-	-
A6	152	10	89	n.d.	0,1	non signif.	33.836	-	99.844	-
A8	1.894	12	-	133	33	n.r.	-	-	-	-
A9	326	108	-	13	-	non signif.	-	94.000	136.940	-
A10	1.482	n.d.	602	-	8,7	3.635.643	-	-	-	-

Note: n.r.: dato non rilevato o non disponibile; 1 t = 1.000 Kg; rottame interno: "boccame" derivante da smaterozzatura, sbavatura ecc.; rottame esterno: metallo (acciaio ecc.) riciclato da demolizioni acquistato da fornitori esterni.

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT

Per quanto riguarda il consumo di grafite come *ricarburante*, si riporta ad esempio il dato che l'azienda A8 ne ha acquistata circa 97 tonnellate nell'anno 1999.

Il consumo di energia elettrica per mantenere in rotazione il forno elettrico è poco significativo rispetto al consumo energetico di metano e ossigeno liquido necessario per la fusione.

Anche il consumo di acqua per i circuiti di raffreddamento è poco significativo, in quanto il circuito è chiuso e si ha solo evaporazione.

Tab. 3.9.3.4 Alcune stime della produzione di lega fusa nella fase fusione (anno 1999)

AZIENDA	LEGA COLATA AL NETTO DELLE SCORIE (tonnellate / anno)
A1	1.650
A2	1.800 di ghisa + 400 di acciaio
A3	8.050
A4	3.825
A5	1.675
A6	251
A8	3.850
A9	398
A10	3.600 (maggior parte acciaio)
A11	178

#### Produzione di rifiuti

I principali rifiuti dovuti alla fase *fusione* sono principalmente: scorie metalliche di fusione (hanno lo stesso codice CER del refrattario esausto: vedere il paragrafo relativo alla fase *manutenzione forni e siviere*) polveri recuperate dagli impianti di abbattimento a secco e fanghi prodotti dagli impianti di abbattimento ad umido, dove rispettivamente presenti. La tabella successiva fornisce una stima dei rifiuti riferita all'anno 1999.

Tab. 3.9.3.5 Alcune stime della produzione dei rifiuti dalla fase fusione (anno 1999)

AZIENDA	SCORIE DI FUSIONE (tonnellate / anno)
A1	260
A2	680 smaltite, 93 recuperate
A3	50
A4	102
A6	63 (*)
A8	268
A9	10
A10	100
A11	60

AZIENDA	POLVERI DA ABBATTIMENTO A SECCO DEI FUMI ASPIRATI (Kg / anno)
A1	88.000
A2	1.600
A3	500

(\*) valore comprensivo della quantità di refrattario esausto.

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT



Fig. 3.9.28 Serbatoio di stoccaggio dell'ossigeno liquido per i forni rotativi a metano



### **Altezza e struttura degli impianti**

I serbatoi di stoccaggio dell'ossigeno liquido utilizzato dai forni rotativi, così come gli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera, possono causare un impatto paesaggistico negativo.

In aree particolarmente sensibili, regolamenti del Comune nel quale insiste l'unità produttiva possono richiedere una limitazione in altezza e/o una copertura.

## **3.9.4 Rischio ambientale**

### **Incendio - Esplosioni**

In caso di esplosione del forno si può avere la proiezione di metallo fuso, del coperchio e di parti metalliche del forno e la produzione di un'onda d'urto per lo spostamento d'aria. L'esplosione potrebbe causare danni strutturali, emissione in atmosfera di fumi e vapori metallici, incendio. In caso di incendio si avrebbe emissione in atmosfera dei prodotti di combustione e il rischio di spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento. Per le indicazioni generali di prevenzione vedere il Paragrafo 4.2.2.

### **Emissione in atmosfera di I.P.A., diossine e furani**

Durante l'eventuale fusione accidentale di rottame contenente prodotti quali, ad esempio, plastiche clorurate, policlorobifenili o oli che contengono tali sostanze, si possono sviluppare composti appartenenti alle famiglie degli idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.), diossine e furani. Questi composti possono essere ritrovati tra le polveri captate nei filtri a maniche. In caso di cattiva gestione dell'impianto di abbattimento e di raccolta delle polveri, si può avere diffusione in aria (e ricaduta al suolo) di tali composti, che presentano un'elevata tossicità sia per l'uomo che per l'ambiente.

### **Emissione di radiazioni ionizzanti**

In caso di fusione accidentale di sorgenti radioattive può avvenire la contaminazione radioattiva dell'ambiente attraverso la diffusione dei fumi, quando l'impianto di abbattimento non è adeguato.

I controlli di radioattività sui container di rottame metallico in arrivo al Porto di Livorno, effettuati dal Dipartimento provinciale ARPAT in 103 interventi negli anni 1996-97, hanno permesso di scoprire 3 casi positivi su 412 container esaminati. I container contaminati da radioattività sono stati rinviati nel luogo di origine oppure smaltiti a carico della ditta importatrice.

È ben noto l'incidente accaduto nello stabilimento di una acciaieria di Brescia nel mese di maggio 1997: a seguito di un controllo eseguito sulle polveri captate dall'impianto di abbattimento fumi e conferite a smaltitore autorizzato è stata scoperta la presenza di radioattività (cesio 137); i successivi accertamenti hanno evidenziato la presenza di radioattività anche su semilavorati e prodotti finiti (cobalto 60). Evidentemente nei giorni precedenti erano state fuse accidentalmente, insieme ai rottami inviati al forno, sorgenti radioattive di Cs 137 e Co 60. L'incidente ha comportato il fermo immediato dell'impianto con comunicazione alle Autorità competenti, gli accertamenti sul livello di contaminazione dell'impianto e dell'ambiente esterno, le verifiche sanitarie sugli addetti, l'intervento di bonifica secondo procedure di sicurezza, lo stoccaggio dei rifiuti radioattivi, il riavviamento dell'impianto a bonifica ultimata; il tutto è avvenuto sotto il controllo della ASL di Brescia. Dai controlli effettuati non sono stati riscontrati danni alle persone e all'ambiente grazie all'efficienza dell'impianto di abbattimento delle emissioni dei forni fusori.

Durante la fermata dell'impianto produttivo (oltre due mesi) è stato fatto ricorso alla cassa integrazione degli addetti; l'azienda ha subito una perdita di fatturato di circa 40 miliardi e costi, sia in termini di bonifica, sia in termini di costi fissi insopprimibili, superiori ai 10 miliardi.

Nel 1998 è avvenuto un incidente in una fonderia spagnola, ove è stata accidentalmente fusa una sorgente di cesio 137. Le polveri contaminate sono state trasportate dal vento a grande distanza e la contaminazione radioattiva è stata rilevata anche in Francia, Svizzera e in alcune regioni dell'Italia settentrionale.

È pertanto necessario che le aziende, oltre a dotarsi di efficaci impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera dei forni fusori, effettuino la sorveglianza radiometrica sui materiali, come previsto dal D.Lgs. n. 230/1995.

## 3.10 Colata

### 3.10.1 Descrizione

Dopo la scorificazione in forno della lega metallica fusa viene effettuata la *spillata* (Fig. 3.10.1): il metallo fuso viene cioè versato dal forno fusorio nelle *siviere* (Fig. 3.10.4), che sono contenitori metallici di varia grandezza, rivestiti internamente di materiale refrattario, dai quali la lega metallica fusa viene successivamente versata nelle *forme*. Quest'ultima operazione viene chiamata *colata*.

Prima della colata, nelle siviere può avvenire una seconda *scorificazione* (la prima era avvenuta al forno fusorio). Per effettuare la scorificazione in siviera, dopo avere introdotto in essa i *prodotti scorificanti* (descritti al Paragrafo 3.9), l'operatore interviene manualmente tramite un'asta di acciaio in cima alla quale è fissata una paletta, anch'essa in acciaio, che fa scorrere sulla superficie del metallo fuso in modo da raccogliere le scorie galleggianti; tirandole verso di sé, l'operatore le fa cadere in una apposita fossa o contenitore metallico (Fig. 3.10.5 e 3.10.7).



Fig. 3.10.1 A/B: spillatura del metallo fuso dal forno. A: in siviera di piccole dimensioni. B: in siviera di grandi dimensioni

Le siviere piene vengono quindi trasportate alle linee di colata nelle forme, già predisposte durante l'operazione di *ramolaggio* (Paragrafo 3.8).

La movimentazione delle siviere piene di metallo fuso avviene mediante ausili meccanici di diverso tipo e, a seconda della modalità di movimentazione della siviera, cambia la modalità di esecuzione dell'operazione di colata della lega metallica fusa nella forma. Riportiamo la descrizione di alcune delle diverse modalità attuate nelle aziende del comparto:

- quando è utilizzato un paranco (Fig. 3.10.2), l'addetto comanda lo scorrimento lungo una monorotaia aerea tramite una pulsantiera elettrica e poi effettua manualmente il rovesciamento della siviera piena, tramite un apposito volante di cui è dotata la siviera stessa (Fig. 3.10.3); talvolta questa operazione è svolta da due addetti;
- quando è utilizzata una gru (Fig. 3.10.8 e 3.10.9), l'operazione è simile alla precedente, con la differenza che in questo caso è presente un terzo operatore alla guida della gru;
- quando sono utilizzati carrelli elevatori o carri di colata su rotaia (entrambi ad alimentazione elettrica), la siviera è montata a bordo del mezzo che è guidato da un operatore e il rovesciamento avviene tramite l'azionamento di appositi comandi dalla postazione di guida (Fig. 3.10.15 e 3.10.16);
- quando è utilizzato un sistema costituito da una postazione di colata appesa su una monorotaia, l'operatore è seduto alla postazione di manovra e la siviera è montata a bordo della postazione stessa (Fig. 3.10.17).



Fig. 3.10.2 *Paranco su monorotaia aerea per la movimentazione delle siviere dal forno alla linea di colata nelle forme*



Fig. 3.10.3 *Colata dalla siviera nella forma. Si noti la monorotaia (in alto), la pulsantiera di comando per la movimentazione della siviera, il volante manovrato manualmente dall'operatore per inclinare la siviera e le cappe di aspirazione localizzata*

Le operazioni di colata per realizzare pezzi di grandi dimensioni comportano per gli addetti di dover lavorare a quote diverse da quelle del pavimento. In tale caso vengono utilizzate apposite attrezzature (impalcature, scalinate con ruote, elevatori elettrici).

La fase di colata non viene appaltata, in quanto è una fase centrale di tutto il ciclo produttivo.



Fig. 3.10.4 *Siviere di piccole - medie dimensioni*

### 3.10.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Nel 1999, in Toscana, gli addetti a questa fase erano circa 23 su 319 lavoratori del comparto. I principali fattori di rischio in questa fase del ciclo lavorativo sono sotto elencati.

#### Movimentazione di materiali ad alta temperatura, lavoro in prossimità di superfici ad elevata temperatura, transito di persone in ambiente pericoloso

Il metallo fuso può schizzare e investire gli operatori, con gravi conseguenze, durante le operazioni di *spillata*, *scorificazione*, movimentazione delle siviere piene e colata.

Anche le pareti esterne delle siviere sono a elevata temperatura e pertanto, in caso di contatto, si possono determinare ustioni. Possono essere esposti a tali rischi anche altri lavoratori che si trovino a transitare nella zona mentre gli addetti provvedono alle operazioni sopra descritte.

Per la protezione da schizzi e sversamenti di metallo fuso è necessario che la scorificazione venga effettuata utilizzando utensili di lunghezza tale da potersi tenere il più distanti possibile dal bagno fuso, riparandosi dietro schermi protettivi e indossando i D.P.I. Se la siviera è di grandi dimensioni, l'operazione di tirare le scorie verso di sé è ancora più pericolosa in quanto la superficie del metallo fuso si può trovare circa alla stessa altezza degli occhi dell'operatore, con conseguente scarsa visibilità e posizione disagiata. In tal caso, per effettuare la scorificazione più agevolmente, la siviera può essere abbassata, tramite il carroponete, entro un'apposita fossa. I lati aperti della fossa devono essere protetti da parapetti per evitare che un operatore possa caderci dentro (Fig. 3.10.5).

Durante spillatura, scorificazione e colata la zona delle operazioni deve essere segnalata e delimitata, ad esempio mediante transenne mobili poste ad adeguata distanza, per impedire l'accesso di personale non addetto.

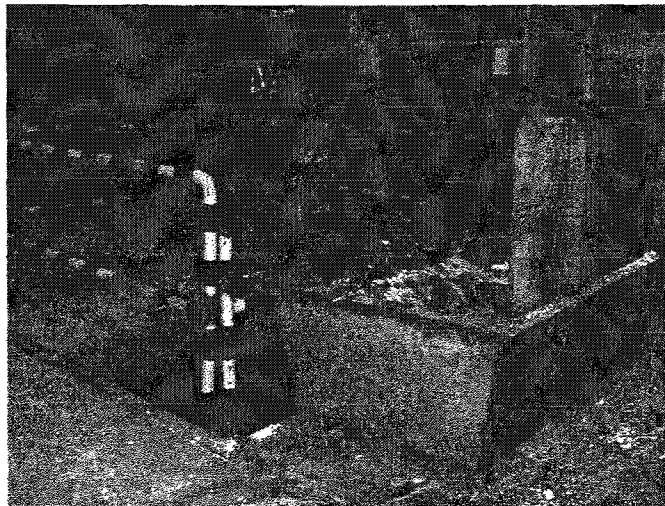


Fig. 3.10.5 Postazione di scorificazione per siviere di grandi dimensioni, con fossa, schermo e parapetti



Fig. 3.10.6 Addetto alle operazioni di spillata, scorificazione e colata dotato di D.P.I.

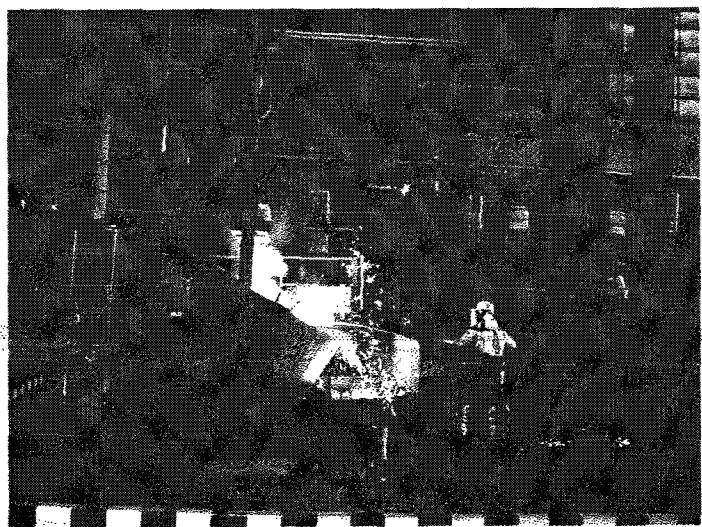


Fig. 3.10.7 Operazione di scorificazione della siviera con l'uso di D.P.I. in postazione protetta e delimitata

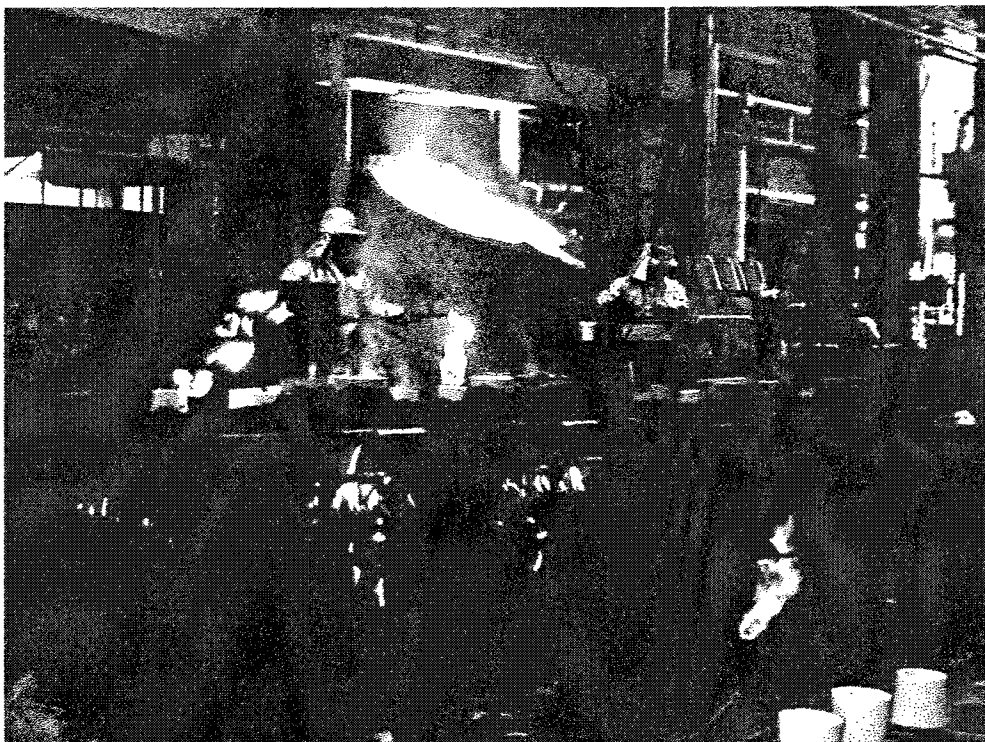


Fig. 3.10.8 Operazione di colata nelle staffe di grandi dimensioni. Il lavoratore a sinistra, tramite un'asta d'acciaio, toglie il tappo dal bacino di colata della staffa una volta che esso è stato riempito; il lavoratore a destra manovra il rovesciamento della siviera e fornisce istruzioni gestuali a un terzo addetto che si trova nella cabina di comando del carroponete per comandare l'avanzamento ed il sollevamento della siviera. Si noti in primo piano la fiaccola appoggiata alla base della staffa allo scopo di incendiare i gas che si sviluppano durante la colata all'interno della staffa stessa; tale pratica è adottata per evitare che accumuli di gas nella staffa o sotto di essa possano provocare sobbalzi e rischi di fuoriuscite di metallo fuso



Fig. 3.10.9 Reparto colata. L'addetto alla manovra della siviera si trova su un'apposita piattaforma elevabile dotata di parapetti, mobile su ruote. Si noti la cappa mobile di aspirazione che viene accesa prima di effettuare la colata e abbassata non appena la staffa è stata riempita

Per la protezione da schizzi e sversamenti di metallo fuso, sono risultate vantaggiose le seguenti misure:

- favorire l'utilizzo di carri di colata o attrezzature simili per aumentare la distanza dell'operatore dal metallo fuso (e dal calore, fumi ecc.);
- dotare ogni siviera di ausili di manovra, ad esempio volanti collegati con un riduttore, al fine di permettere una manovra sicura e agevole (Fig. 3.10.4);
- dotare le siviere di coperchi mobili (Fig. 3.10.14 e 3.10.17);
- utilizzare siviere di capacità sufficiente, tale da non doverle riempire troppo;
- controllare il peso delle siviere collegando gli ausili meccanici di movimentazione a bilance elettroniche dotate di grande display luminoso;
- dotare ogni siviera di un fermo di sicurezza che ne impedisca la rotazione, che potrebbe provocare uno sversamento indesiderato di metallo fuso, mentre avanza lungo la sua via di corsa sostenuta dal paranco su monorotaia; il fermo viene disinserito per colare in una staffa e reinserto ogni volta che la siviera viene spostata fino alla staffa successiva, ove effettuare un'altra colata;
- effettuare regolare pulizia e manutenzione, sostituendo le parti usurate, dell'impianto di movimentazione della siviera (monorotaia, scambi, fine corsa ecc.);
- evitare di versare il metallo fuso quando il refrattario della siviera è umido (ad esempio quando la siviera viene utilizzata la prima volta dopo che il suo refrattario è stato da poco rifatto o riparato), perché si può determinare una forte reazione che può provocare schizzi di metallo fuso che possono colpire gli addetti; per questo motivo, in caso di refrattario nuovo costituito da *pigiata* (descritta al Paragrafo 3.10) è necessario:
  - verificare che il refrattario della siviera sia stato fatto essiccare perfettamente dopo il suo rifacimento (come descritto alla fase di manutenzione forni e siviere);
  - versare una piccola quantità di ghisa fusa all'interno della siviera nuova controllando che non si verifichi un rigetto del metallo fuso da parte del refrattario. L'eventuale rigetto si manifesta con un movimento del metallo fuso analogo a quello dell'acqua che bolle per effetto del vapore che si libera;
  - in caso di rigetto del metallo fuso, evitare assolutamente di riempire la siviera, ma al contrario svuotarla immediatamente e procedere con le operazioni di essiccamento del refrattario dopo aver verificato che non sia rimasto danneggiato;
  - in caso di refrattario in calcestruzzo o altri materiali sperimentali, seguire le indicazioni fornite dal costruttore;
- delimitare e segnalare la zona di colata, prevedendo una fascia di rispetto di larghezza adeguata in cui è vietato il passaggio di persone non addette alla lavorazione;
- favorire la fuga in caso di incidente, mantenendo la zona di colata sgombra da ostacoli e depositi di materiali;
- in caso di linee di colata parallele, o poste in prossimità di pareti o altri ostacoli, disporre le linee di colata in modo da mantenere una distanza minima tale da consentire un agevole passaggio;
- durante la movimentazione delle siviere piene con il carro ponte, operare con calma evitando movimenti bruschi ed oscillazioni e, per evitare brusche fermate con pericolo di fuoriuscita di metallo fuso, evitare il transito di persone o mezzi nella zona di operazione, anche predisponendo percorsi separati e segnalati.
- in caso di utilizzo di carri di colata su rotaie, è opportuno prevedere una disposizione degli impianti (*layout*) in modo che il binario arrivi dalla linea di colata fino al forno; questo permette di evitare di dover movimentare la siviera piena con il carro ponte per portarla sul carro di colata, effettuando invece la spillata del metallo fuso dal forno direttamente nella siviera, che è già montata sul carro;
- per la protezione da fuoriuscite di metallo fuso dalle parte laterale delle staffe nel momento in cui queste vengono riempite, verificare che siano perfettamente chiuse con grappe e zavorrate con pesi calcolati in relazione alle dimensioni delle staffe stesse (Fig. 3.10.10, 3.10.11, 3.10.12); inoltre, lungo tutta la linea di colata, è opportuno installare verticalmente a pavimento degli schermi protettivi di materiale metallico, la cui altezza arrivi a superare il punto di unione delle due semi-staffe;
- la pavimentazione della zona di colata deve essere tale da evitare che il metallo fuso si disperda e possa facilmente raggiungere i piedi dei lavoratori e materiali combustibili che possano dare luogo a incendio. A tale scopo, in molte piccole fonderie il pavimento viene coperto di terra di fonderia. Questo non è però del tutto corretto a causa dell'esposizione a polveri e al rischio di cadute per scivolamento. Una soluzione migliore è costituita dal delimitare la zona di colata tramite pavimenti grigliati (Fig. 3.10.13), le cui griglie possano essere facilmente rimosse per effettuare le operazioni di pulizia. Dovranno inoltre essere evitati dislivelli del pavimento o quanto meno superati con piani inclinati aventi inclinazione non troppo elevata (massimo 15°);
- prima di colare pezzi grandi in staffe di cui non si è certi della tenuta, attuare specifiche misure di sicurezza, tra le quali il corretto dimensionamento dei pesi da porre sul coperchio per controbilanciare la forza metallostatica che tenderebbe ad aprire la staffa una volta che questa viene riempita di lega metallica fusa;
- assicurarsi che i gas che si sviluppano da forme e anime al momento in cui vengono a contatto con la lega metallica fusa abbiano sfiumi adeguati per evitare il rischio di esplosione della staffa con proiezione di metallo fuso, grappe e terra. Per questo è importante che la terra presenti la corretta permeabilità ai gas (e questo oggi viene garantito con impianti di preparazione terre a controllo automatico che misurano le caratteristiche della terra preparata) e che vengano correttamente posizionati degli appositi tubicini di sfiumo chiamati *cerini*;
- l'impianto elettrico del locale deve essere realizzato in modo tale da non poter essere raggiunto da eventuali sversamenti di metallo fuso; in ogni caso, se ciò dovesse avvenire, è necessario staccare immediatamente la tensione elettrica della parte di

- impianto interessata;
- per la protezione dagli schizzi di metallo fuso e dal calore per contatto o irradiazione, è necessario che gli addetti utilizzino Dispositivi Individuali di Protezione (Fig. 3.10.6), quali:
    - elmetto resistente agli schizzi di metallo fuso;
    - retronuca alluminizzata da fissare all'elmetto e che copra fino alle spalle;
    - visiera termoriflettente in plastica ignifuga metallizzata da fissare all'elmetto; se l'operatore staziona entro cabine protette da schizzi possono essere sufficienti occhiali termoriflettenti (graduati per la correzione della vista quando l'operatore ne abbia la necessità);
    - camice alluminizzato, in *kevlar*, in crosta (cuoio) o in altro materiale resistente al calore che favorisca il veloce scorrimento verso terra di eventuali schizzi di metallo fuso; il camice deve coprire da sotto la visiera e il retronuca fino a sopra le ghet-  
te; da evitare camici con chiusura sul davanti dove si potrebbe più facilmente infiltrare uno schizzo di metallo fuso;
    - scarpe antinfortunistiche alte, resistenti al calore, a sfilamento rapido, con puntale rinforzato e protezione del metatarso;
    - ghette alluminizzate in crosta o in altro materiale resistente al calore, che coprano da sotto il ginocchio fino a sopra le scarpe;
    - guanti alluminizzati o in crosta o in altro materiale resistente al calore, con manichette che arrivino fino sotto il camice per proteggere anche l'avambraccio;
    - maschera per la protezione da vapori e/o polveri, in caso di esposizione lontano da impianti di aspirazione;
    - pantaloni in materiale resistente senza cuciture né tasche, svasati in fondo a copertura delle scarpe;
  - gli addetti devono essere informati e formati e devono essere predisposte squadre di intervento in caso di emergenza per il pronto soccorso e l'antincendio.

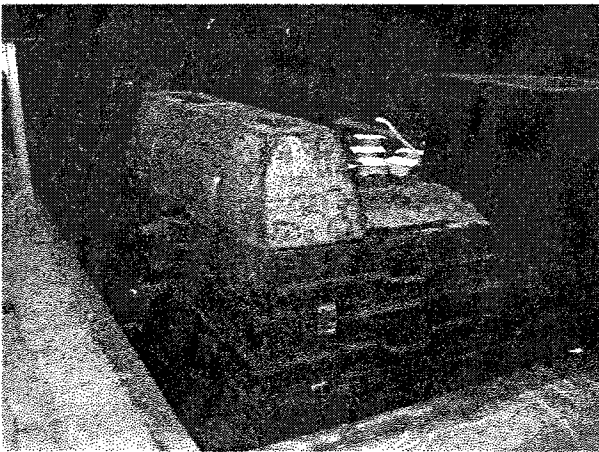


Fig. 3.10.10 Staffa grande chiusa con grappe e con sopra il peso per controbilanciare la forza metallostatica

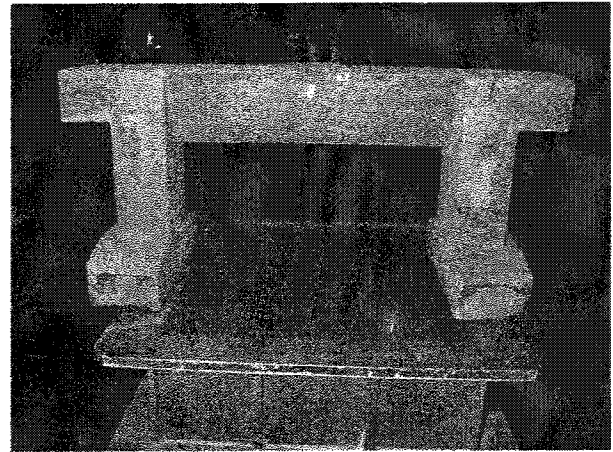


Fig. 3.10.11 Staffa piccola con sopra il peso per controbilanciare la forza metallostatica. Si noti il foro di colata nella forma

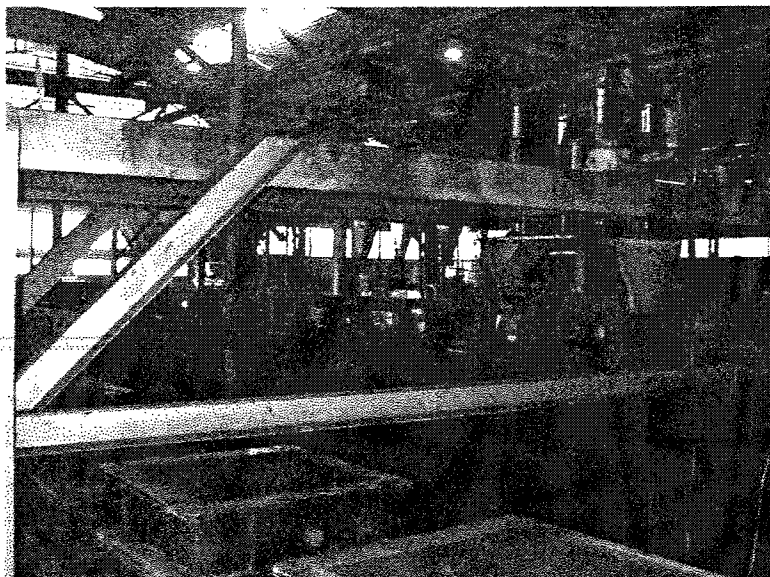
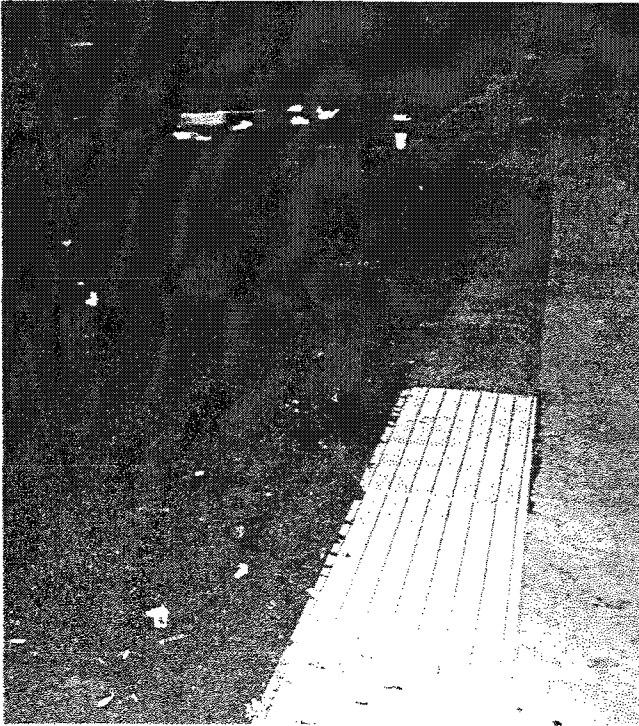
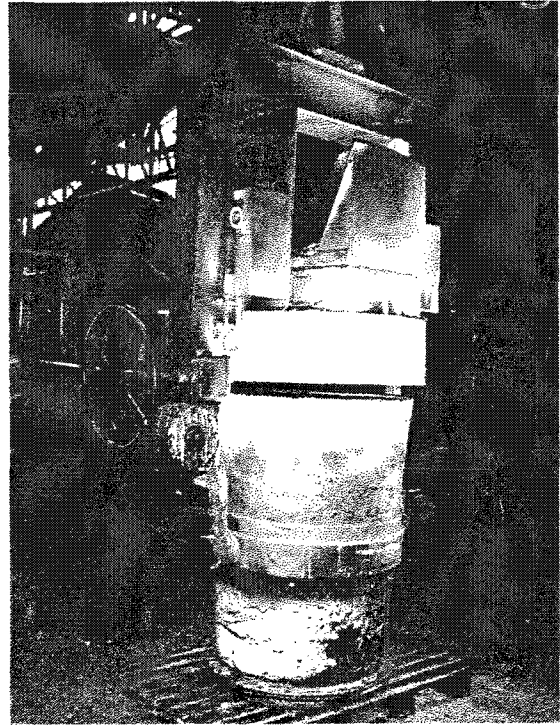


Fig. 3.10.12 Impianto automatico per la movimentazione dei pesi per controbilanciare la forza metallostatica, in una linea di formatura automatica

Fig. 3.10.13 *Delimitazione zona di colata con pavimento grigliato*Fig. 3.10.14 *Siviera dotata di coperchio*

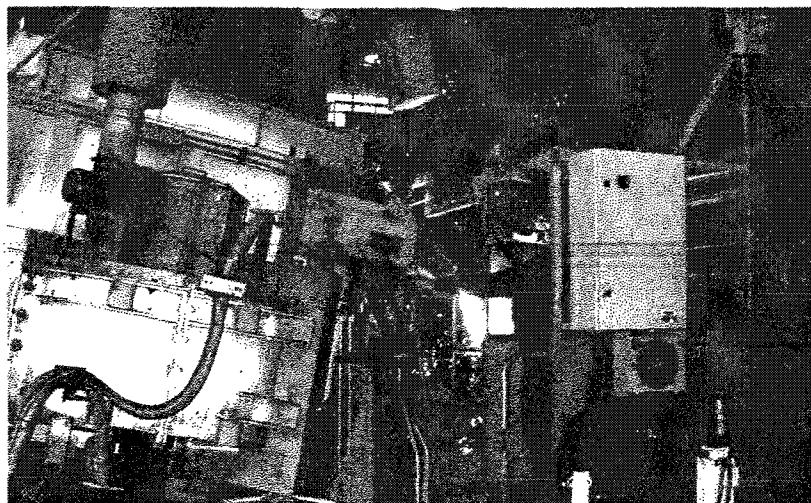
Una valida soluzione per la protezione dalla possibilità di schizzi e rigurgiti di metallo fuso, adottata da alcune aziende del comparto e attuabile più facilmente per siviere di piccole-medie dimensioni, consiste nell'utilizzare appositi carri di colata ad alimentazione elettrica su rotaia (Fig. 3.10.15 e 3.10.16), oppure carrelli elevatori elettrici attrezzati in modo che l'operatore stazioni entro una cabina schermata dalla quale viene manovrata la siviera per versare il metallo fuso nelle staffe. In tali casi, il carro di colata o il carrello elevatore durante la *colata* vengono resi solidali con l'avanzamento automatico della linea (tenendo il mezzo in folle) in modo che se la linea si muove per l'ingresso di nuove staffe, il carrello continua indisturbato la colata spostandosi con la linea stessa.

#### Lavoro in locali a rischio di incendio

Sversamenti accidentali di lega metallica fusa o schizzi di materiale incandescente possono raggiungere materiali combustibili o parti elettriche sottostanti con il rischio di determinare corto circuiti.

In caso di incendio i lavoratori possono riportare ustioni, intossicazioni e lesioni traumatiche, oltre alla possibilità di ingenti danni alle strutture, pertanto è necessario prevedere idonee misure di prevenzione.

In particolare è opportuno delimitare la zona operativa e tenerla sgombra da materiali combustibili o infiammabili, verificare che le installazioni elettriche siano idonee alla pericolosità dei luoghi ove sono installati e predisporre piani di evacuazione, informare i lavoratori, predisporre presidi antincendio e formare le squadre di gestione delle emergenze.

Fig. 3.10.15 *Spillatura dal forno elettrico in siviera montata su carro di colata*



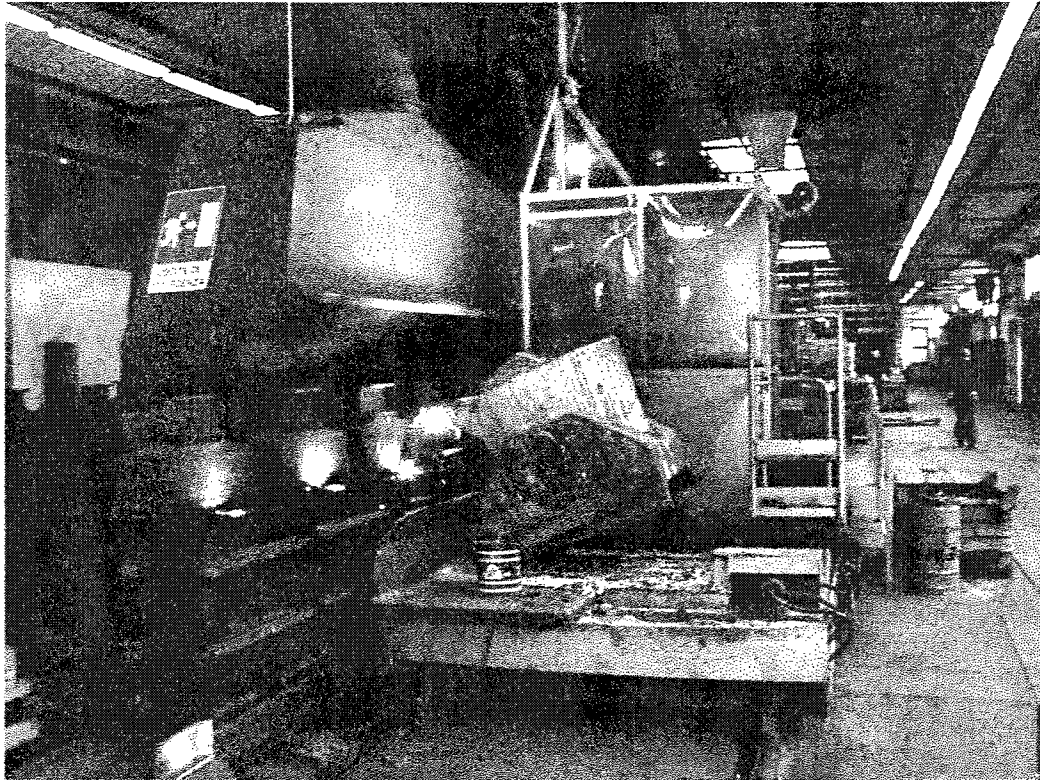


Fig. 3.10.16 Colata dalla siviera nelle forme tramite il carro di colata, alla linea di staffe preparate con sistema di formatura automatica

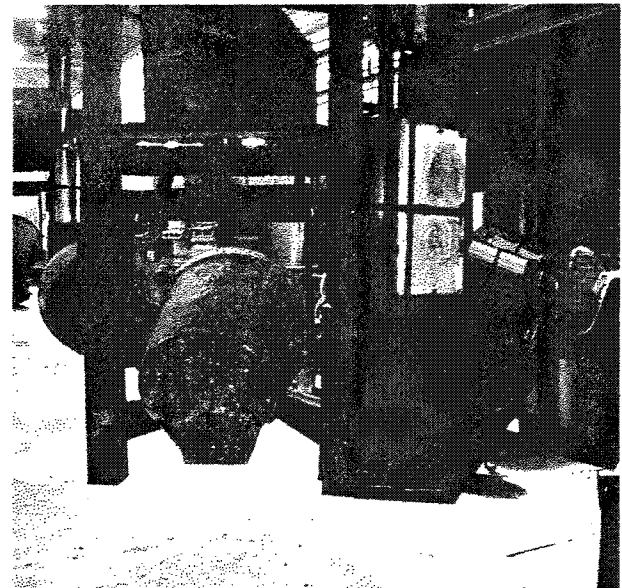
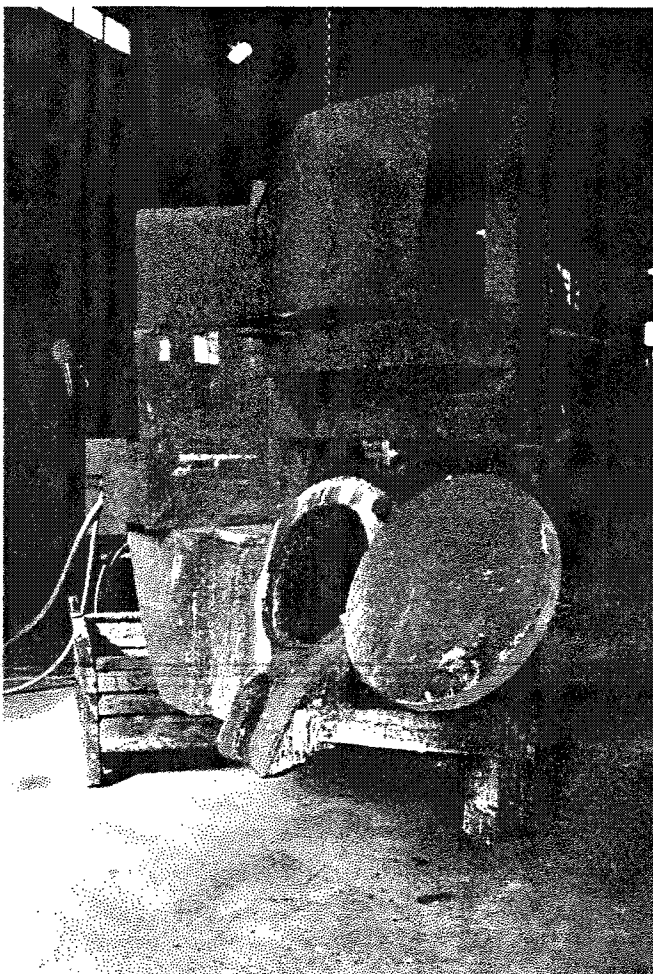


Fig. 3.10.17 A/B: Postazione schermata di colata sollevata dal pavimento essendo appesa su monorotaia  
A: vista dal lato di colata. B: vista dal lato del sedile per l'operatore; si noti il coperchio mobile sulla siviera

Un'altra soluzione per la protezione dalla possibilità di schizzi e rigurgiti di metallo fuso, adottata da alcune aziende del comparto e attuabile facilmente per siviere di piccole dimensioni, consiste nell'utilizzare postazioni di comando appese a monorotaie sulle quali viene posta la siviera (Fig. 3.10.17). Il comando dell'avanzamento e del rovesciamento della siviera avviene tramite pulsantiera poste sui braccioli del sedile di comando, totalmente schermato e dotato di poggia piedi. Dato che tutta la postazione è sollevata da terra, non vi sono rischi per gli arti inferiori dell'operatore in caso di fuoriuscite di metallo fuso dalle staffe.

#### **Movimentazione dei carichi tramite mezzi meccanici di sollevamento**

È dovuta all'utilizzo di paranchi, carri-ponte, gru, carrelli elevatori per la movimentazione delle siviere e dei pesi che vengono posti sulle staffe per controbilanciare la forza metallostatica. Il rischio è maggiore quando le *siviere* sono piene, dato che contengono metallo fuso.

Per la prevenzione degli infortuni, gli apparecchi di sollevamento devono essere sottoposti a verifiche periodiche (vedere la fase *movimentazione meccanica dei carichi*). In alcune aziende i mezzi meccanici di sollevamento e manovra delle siviere sono collegati a bilance elettroniche che visualizzano il peso su un display sufficientemente grande per essere ben visibile dagli addetti, rendendo così più precise le operazioni di spillatura e di colata. Questo accorgimento migliora, oltre alla sicurezza, anche la qualità di produzione. È di particolare importanza l'informazione e la formazione degli addetti. Sono inoltre necessari D.P.I. (elmetto e gli altri sopra descritti per la protezione dagli schizzi di metallo fuso).

#### **Movimentazione manuale dei carichi**

Talvolta la movimentazione delle siviere avviene tramite monorotaie, alle quali vengono appese e lungo le quali vengono trascinate manualmente. La movimentazione manuale può determinare affaticamento eccessivo, danni al rachide e disturbi muscoloscheletrici, oltre a essere presente il rischio di ustioni per contatto con le pareti esterne della siviera e per schizzi di metallo fuso.

Sono pertanto necessari D.P.I. (guanti, scarpe di sicurezza e gli altri per la protezione dagli schizzi di metallo come sopra descritto). È opportuno valutare la possibilità di meccanizzare l'operazione, ad esempio utilizzando sistemi motorizzati per l'avanzamento della siviera, carri di colata o simili.

#### **Esposizione a gas, fumi e vapori**

Durante la colata si possono diffondere nell'ambiente di lavoro, oltre agli inquinanti provenienti dalla lega metallica fusa (la cui natura è stata descritta al Paragrafo 3.9 relativo alla fase *fusione*), anche diversi gas, fumi e vapori provenienti da forme e anime per effetto della elevata temperatura della lega metallica con la quale vengono a contatto.

La natura degli inquinanti aeriformi che si possono sviluppare da *forme e anime*, dipende ovviamente dai componenti con cui sono state realizzate le *forme* e le *anime* stesse (vedere i vari processi di formatura e di animisteria sono descritti ai Paragrafi 3.3, 3.4 e 3.5) e anche dalla natura dei distaccanti, collanti e sigillanti utilizzati per preparare forme e anime a ricevere la lega metallica allo stato fuso (vedere i Paragrafi 3.7 e 3.8 relativi a *verniciatura e ramolaggio*). Tra gli inquinanti che si sviluppano vi possono essere: nerofumo, ossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), idrocarburi alifatici e aromatici, ftalati, ammoniaci, acidi aromatici, formaldeide, fenoli sostituiti, alcool furfurilico, anidride solforosa, acroleina, tracce di acido cianidrico (HCN) ecc.

I danni alla salute dei lavoratori per l'inalazione di tali inquinanti possono essere irritazione delle vie respiratorie, broncopneumopatie o patologie più gravi a seconda del livello di esposizione.

Ai fini della prevenzione è necessario che lungo tutta la linea di colata sia installato un impianto di aspirazione localizzato, dimensionato in modo da garantire la completa captazione degli inquinanti. Le seguenti Fig. 3.10.18 e 3.10.19, relative a due aziende del comparto, mostrano come ciò sia tecnologicamente possibile sia per le staffe di grandi dimensioni provenienti dalla formatura manuale, sia per le staffe piccole provenienti dalla formatura automatica a verde. Inoltre deve essere previsto un adeguato ricambio d'aria generale dell'ambiente di lavoro, ed è opportuno valutare la sostituzione dei prodotti più pericolosi che possono essere contenuti in forme e anime e che possono dare luogo a un maggiore sviluppo di gas, fumi e vapori al momento del contatto con il metallo fuso - come ad esempio si è riportato per il processo *cold box* (Paragrafo 3.6.2) - riguardo alla possibilità di utilizzare solventi a base vegetale, anziché di origine petrolifera (idrocarburi aromatici altobollenti).

È importante l'informazione, la formazione e la sorveglianza sanitaria degli addetti.

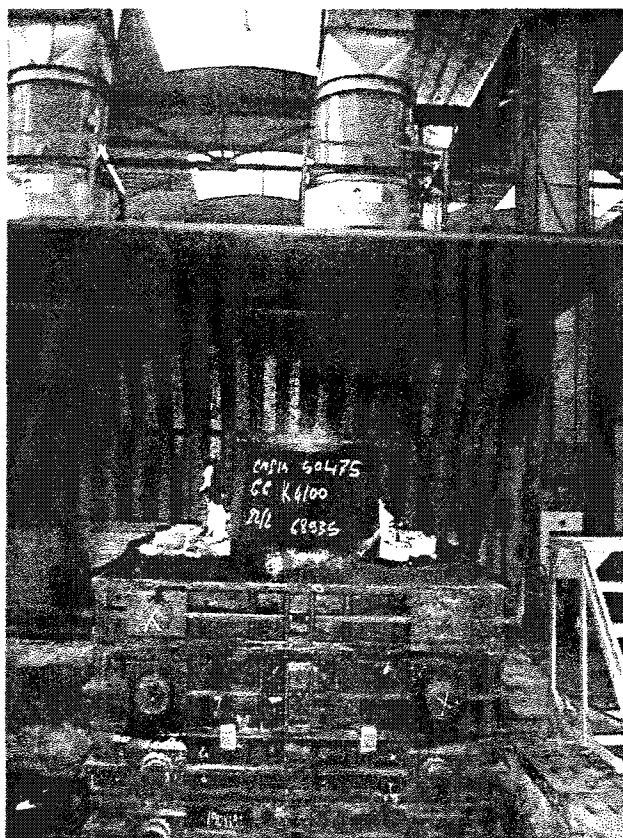


Fig. 3.10.18 Impianto di aspirazione con cappa mobile abbassata su una staffa di grandi dimensioni proveniente dalla linea di formatura manuale a resina

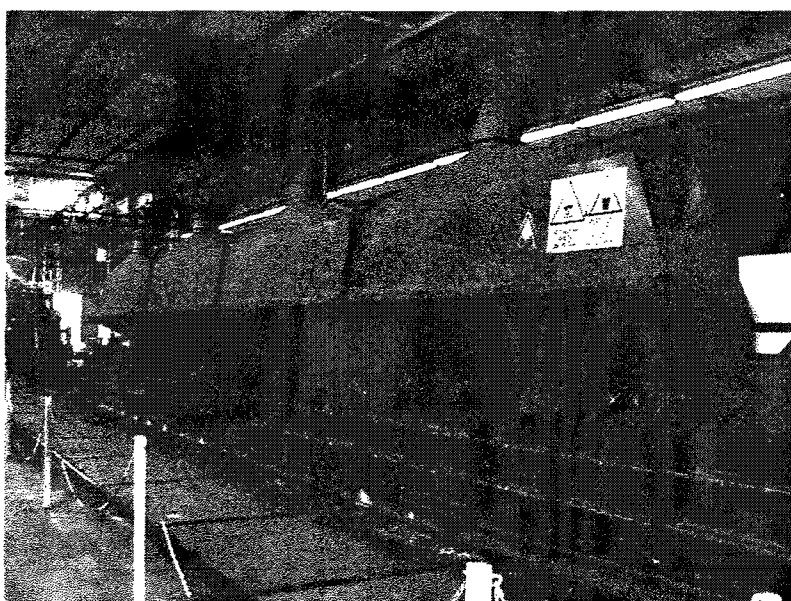


Fig. 3.10.19 Impianto di aspirazione su linea di colata nelle forme realizzate con un impianto formatura automatica a verde

#### Esposizione a microclima sfavorevole

Nei locali dove avviene la colata la temperatura ambientale è elevata. L'esposizione maggiore si ha durante la *spillata* e la *colata* manuale nelle forme. Inoltre gli addetti possono essere esposti a forti sbalzi termici, specie durante la stagione fredda, per il loro continuo spostamento tra zona calda e fredda. La temperatura ambientale elevata è determinata principalmente dal calore radiante emanato dalle siviere e dalle staffe piene di metallo fuso.

Tali condizioni microclimatiche sfavorevoli possono determinare danni da calore (vedere il *Glossario*), specie se in concomitanza con altri fattori di rischio (quali fatica fisica, posture incongrue, movimentazione manuale di carichi, polveri) oltre a costituire un

fattore concomitante che può favorire l'accadimento di infortuni. La temperatura eccessiva può rendere meno agevole l'utilizzo dei D.P.I., quali tute alluminizzate, cuffie, occhiali ecc. Inoltre, l'esposizione a sbalzi termici può favorire l'insorgenza di malattie da raffreddamento e osteoartropatie.

Secondo le misure effettuate da ARPAT in collaborazione con la ASL di Firenze in un'azienda del comparto che effettuava la colata manuale con il trascinamento della siviera lungo una monorotaia si è evidenziato quanto segue:

- il metodo si è basato sulla norma ISO 7933 per la misurazione strumentale per la valutazione e verifica di accettabilità della potenza termica che il soggetto deve cedere all'ambiente stesso, attraverso il meccanismo della sudorazione, per il mantenimento della omeotermia, ed è stato attuato attraverso una valutazione media dei tempi di colata (durata totale per spillata, tempi di spinta della siviera vuota e piena, stazionamento per colata, riposo), lunghezza del percorso di spinta, velocità media sul percorso, metabolismo indotto dallo sforzo fisico per eseguire il lavoro (espresso in  $W/m^2$ ), isolamento del vestiario, frazione di area corporea esposta al calore radiante;
- i dati assunti per il calcolo sono stati: durata totale dell'operazione = 17 minuti; lunghezza percorso di spinta = 32 metri; velocità media lungo il percorso = 3 Km/h, e inoltre:

GRANDEZZA	Spinta siviera piena	Colata	Spinta siviera vuota	Riposo
Durata dell'operazione (minuti)	1	3	1	12
Temperatura dell'aria (°C)	37.0	39.5	37.0	35.5
Temperatura Globotermometro (°C)	43.5	47.5	43.5	38.5
Velocità dell'aria (m/s)	0.6	0.4	0.6	0.3
Metabolismo ( $W/m^2$ )	435	155	240	70
Temperatura radiante	53.0	56.0	53.0	42.0
Frazione area corporea esposta	0.8	0.8	0.8	0.8
Isolamento vestiario (clo)	0.8	0.8	0.8	0.8
Tensione di vapore	1.78	1.78	1.78	1.78

- le grandezze limite considerate sono principalmente: portata di sudore richiesta  $SW_{req}$ ; portata di sudore prevista  $SW_p$ ; calore accumulato all'interno del corpo  $Q_{max}$ ; perdita d'acqua  $D_{max}$ ; tasso di evaporazione richiesto  $E_{req}$ ; tasso di evaporazione previsto  $E_p$ ;
- la limitazione della durata di esposizione scatta quando non è soddisfatta una delle due condizioni seguenti:
  - 1)  $E_p = E_{req}$  (condizione per cui non si ha accumulo di calore all'interno dell'organismo);
  - 2)  $SW_p < D_{max} / 8$  (perdita d'acqua sostenibile per l'organismo).
 Se una di queste due condizioni non è soddisfatta si valutano i tempi di esposizione in minuti ( $DLE_1$  e  $DLE_2$ ), scegliendo come limite il valore più piccolo tra i due. I valori DLE si calcolano tramite le relazioni:
  - 1)  $DLE_1 = 60 \times Q_{max} / (E_{req} - E_p)$  (limite di tempo di esposizione per non incrementare eccessivamente la temperatura corporea);
  - 2)  $DLE_2 = 60 \times D_{max} / SW_p$  (indica un limite di tempo di esposizione per evitare un'eccessiva perdita di acqua da parte del corpo umano);
- i valori calcolati sono risultati i seguenti (per le definizioni di soglia di allarme e soglia di pericolo di esposizione a calore vedere il Glossario):

Tempi di esposizione a calore DLE (in minuti), per lavoratori idonei e acclimatati				
Fase: colata con trascinamento manuale della siviera				
OPERAZIONI	ALLARME		PERICOLO	
	DLE <sub>1</sub>	DLE <sub>2</sub>	DLE <sub>1</sub>	DLE <sub>2</sub>
Spinta siviera piena	11	300	15	30
Colata	115	300	400	312
Spinta siviera vuota	35	300	54	303
Riposo	Nessuna limitazione			
CICLO COMPLESSIVO	Nessuna limitazione	439	Nessuna limitazione	

- dalle misurazioni effettuate nella fase di colata con trascinamento manuale della siviera si è potuto evidenziare che è quasi sempre il criterio per l'aumento della temperatura corporea il più restrittivo; complessivamente la soglia di allarme per perdita di acqua scatta dopo 439 minuti di esposizione (quasi una giornata di lavoro), pertanto sembra che, mediamente, la lavorazione induca uno stress termico sostenibile per diverse ore (in soggetti sani, idonei ed acclimatati); alcune operazioni di lavoro inducono però uno stress termico abbastanza elevato che necessita di sorveglianza medica. Infatti per la soglia di allarme si nota che il riposo è sufficiente per bilanciare il rischio delle fasi operative, ma per la fase di spinta della siviera piena sono presenti limiti di esposizione inferiori ai 30 minuti.

È importante notare che la magnitudine del rischio dovuta all'esposizione può variare a seconda delle condizioni meteo esterne, dell'acclimatamento e dello stato di salute generale degli addetti.

Per ridurre l'esposizione al calore radiante è opportuno prevedere un'organizzazione del lavoro tale da minimizzare la permanenza in prossimità della sorgente di forte calore radiante, per quanto possibile meccanizzare l'operazione (ad esempio tramite carri di colata), programmare modalità di acclimatamento, la possibilità di reintegrare i liquidi bevendo spesso bevande fresche arricchite di sali minerali, pause di riposo in ambienti non sovrariscaldati senza impiegare quel tempo in attività che comportino un sforzo fisi-

co significativo. In caso di giornate particolarmente calde e/o umide, è consigliabile una maggiore cautela e tempi di riposo più lunghi. Durante la stagione fredda i locali di lavoro adiacenti al reparto devono essere riscaldati per evitare sbalzi termici eccessivi. Sono necessari indumenti adeguati ed una accurata informazione e formazione dei lavoratori sia sulle corrette procedure di lavoro, sia sulle modalità di primo soccorso nel caso di colpi di calore. È fondamentale la sorveglianza sanitaria degli esposti.

#### Carico di lavoro fisico e ritmi di lavoro

Per evitare ritmi eccessivi e limitare gli sforzi fisici, considerato il microclima sfavorevole a cui sono sottoposti i lavoratori e la necessità che questi indossino D.P.I., è necessario organizzare il lavoro attentamente, prevedere pause di riposo, acclimatamento e tur-nazione.

#### Esposizione a radiazioni infrarosse

Si tratta delle radiazioni emanate dal metallo fuso. Le radiazioni infrarosse alle quali sono esposti gli addetti alla fusione e alla colata sono quelle corte con lunghezza d'onda compresa tra 700 e 2000 nm (nanometri).

L'esposizione può provocare irritazione agli occhi, congiuntiviti, cataratta da calore e stress da affaticamento visivo. Tali danni sono meglio descritti nel *Glossario*. Per la protezione dalle radiazioni luminose infrarosse è necessario l'utilizzo di coperchi, schermi termoriflettenti e di D.P.I. (occhiali, visiere come sopra descritto). È importante l'informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.

#### Lavoro in postazioni sopraelevate

Le postazioni di lavoro sopraelevate, costituite da impalcature, scalinate mobili dotate di ruote ecc., come sopra descritto, possono comportare il rischio di caduta dall'alto. Pertanto le aperture verso il vuoto devono essere protette (tramite parapetti ecc.). Una soluzione in uso è costituita dall'utilizzo di appositi elevatori elettrici su ruote e dotati di una gabbia di protezione della piattaforma dove staziona l'operatore.

#### Esposizione a rumore

Il rumore proviene dai forni fusori, in quanto le linee di colata si trovano generalmente vicino ad essi (vedere Paragrafo 3.9.2).

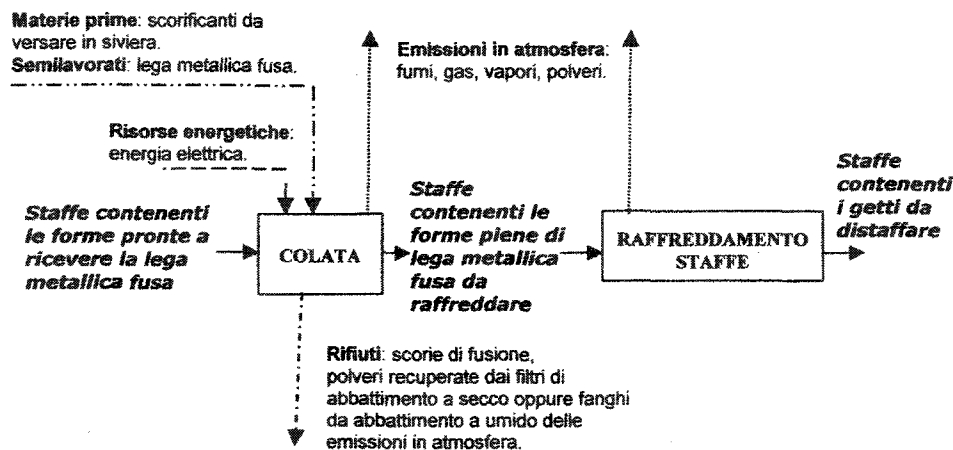
Tab. 3.10.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Colata

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Movimentazione di materiali a alta temperatura.</b>	La lega metallica allo stato fuso può schizzare e investire gli operatori durante la <i>spillata</i> , la <i>scorifica</i> , la <i>colata</i> , la movimentazione delle <i>siviere</i> piene.	Ustioni, anche gravi. Danni da calore (vedere il <i>Glossario</i> ).	Utilizzare pavimenti grigliati, evitare dislivelli del pavimento. Dotare le <i>siviere</i> di ausili di manovra in sicurezza. Segnalare e delimitare la zona di lavoro. Predisporre vie di fuga e mantenerle sgombre.
<b>Lavoro in prossimità di superfici a elevata temperatura.</b>	Le pareti esterne delle <i>siviere</i> sono a elevata temperatura.		Installare schermi protettivi di materiale metallico lungo le linee di <i>colata</i> . Utilizzare grappe di chiusura delle <i>staffe</i> e pesi per bilanciare la forza metallostatica. Prevedere sistemi di sfiato per i gas che si sviluppano nella <i>staffa</i> durante la <i>colata</i> . Scorificare con utensili lunghi, dietro schermi protettivi.
<b>Transito di persone in ambiente pericoloso.</b>	Altri lavoratori possono trovarsi a transitare nella zona di <i>colata</i> .		Indossare D.P.I. (elmetto, retronuca, visiera, scarpe, ghette, guanti, grembiule). Attuare le misure preventive per l'esposizione a microclima sfavorevole come qui sotto riportato. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Lavoro in locali a rischio di incendio.</b>	Sversamenti di ghisa fusa o schizzi di materiale incandescente potrebbero raggiungere materiali combustibili o parti elettriche con rischio di cortocircuiti.	Ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche.	Valutazione del rischio di incendio. Impianto elettrico idoneo alla classificazione di pericolosità del luogo ove è installato. Predisporre piani di evacuazione. Informare i lavoratori. Predisporre presidi antincendio. Formare le squadre di emergenza.

... segue tabella precedente

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a gas, fumi e vapori.</b>	Provengono dal metallo fuso e da terre di fonderia e distaccanti a contatto con il metallo fuso: fumi e vapori dei metalli, nerofumo (carbonio), ossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ), idrocarburi alifatici, idrocarburi aromatici, ftalati, ammoniaca, acidi aromatici, formaldeide, anidride solforosa, acido solforico, acroleina, fenoli sostituiti, vari ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ), tracce di acido cianidrico (HCN).	Irritazione delle vie respiratorie, broncopneumopatie. <i>Per inalazione di alcool furfurilico:</i> irritazione polmonare, vomito, diarrea, narcosi, depressione. <i>Per inalazione di formaldeide:</i> irritazione polmonare, edema polmonare, vomito, coliche addominali, diarrea, sospetto cancerogeno. <i>Per inalazione di acido solforico:</i> irritazione delle mucose; irritazione, edema, fibrosi, enfisema polmonare; vomito.	Installare lungo tutta la linea di colata un impianto di aspirazione localizzato dimensionato in modo da garantire la completa captazione degli inquinanti. Installare un impianto di aspirazione generale dell'ambiente di lavoro. Indossare D.P.I. (maschere filtranti). Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
<b>Esposizione a radiazioni luminose infrarosse.</b>	Radiazioni emanate dal metallo fuso.	Irritazione agli occhi, congiuntiviti, stress da affaticamento visivo.	Utilizzare coperchi e schermi termoriflettenti. Indossare D.P.I. (visiera, occhiali). Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
<b>Esposizione a microclima sfavorevole.</b>	Temperatura ambientale elevata: determinata principalmente dal calore radiante emanato dai forni e dalle siviere. Il problema è aggravato dallo sforzo fisico elevato. La temperatura eccessiva ostacola l'utilizzo dei D.P.I. (cuffie, occhiali, ecc...) Inoltre i lavoratori si spostano in ambienti a diversa temperatura.	Danni da calore (vedere il <i>Glossario</i> ). Osteoartropatie e malattie da raffreddamento per esposizione a sbalzi termici. Maggiore rischio di infortuni.	Minimizzare la permanenza in prossimità della sorgente di forte calore radiante. Meccanizzare la colata. Pause di riposo in ambienti non surriscaldati. Possibilità di reintegrare i liquidi bevendo spesso bevande fresche arricchite di sali minerali. Durante la stagione fredda riscaldare i locali di lavoro adiacenti al reparto. Indumenti adeguati. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli esposti.
<b>Carico di lavoro fisico e ritmi di lavoro.</b>	I ritmi di lavoro talvolta possono essere eccessivi anche in considerazione del microclima sfavorevole e degli sforzi fisici.	Affaticamento eccessivo, stress.	Attenta organizzazione del lavoro. Pause di riposo in ambienti non surriscaldati. Modalità di acclimatamento. Turnazione delle mansioni.
<b>Movimentazione dei carichi tramite mezzi meccanici di sollevamento.</b>	Utilizzo di paranchi, carro - ponte, carrelli elevatori per la movimentazione delle siviere e dei pesi. Il rischio è maggiore quando le siviere sono piene, dato che contengono metallo fuso.	Lesioni traumatiche, ustioni.	Verifica e controllo periodico degli apparecchi di sollevamento. Bilance elettroniche che visualizzano il peso sollevato su un grande display. Informazione e la formazione degli addetti che devono indossare D.P.I.
<b>Movimentazione manuale dei carichi.</b>	Trascinamento manuale delle siviere lungo le monorotaie alle quali sono appese.	Disturbi muscoloscheletrici (vedere il <i>Glossario</i> ), affaticamento eccessivo, ustioni	Automatizzare o meccanizzare l'operazione. Informazione e formazione degli addetti alle procedure ed alle posture corrette. Indossare D.P.I. (guanti, scarpe di sicurezza con punta metallica).
<b>Lavoro in postazioni sopraelevate.</b>	Sono costituite da impalcature e carro di colata.	Lesioni traumatiche per caduta dall'alto.	Le aperture verso il vuoto devono essere protette (tramite parapetti, fascia fermapièdi ecc.). Utilizzo di elevatori elettrici su ruote e dotati di una gabbia di protezione della piattaforma dove staziona l'operatore.
<b>Esposizione a rumore.</b>	Esposizione indiretta per il rumore proveniente dai forni, durante il riempimento delle siviere ed anche durante la colata nelle staffe, in quanto le linee di colata si trovano generalmente vicino ai forni	Danni extrauditivi / uditivi	Progettare correttamente la disposizione degli impianti. Misure preventive in base al livello di esposizione personale.

### 3.10.3 Impatto ambientale



#### Emissioni in atmosfera

Vapori, fumi, gas e polveri derivanti dalla fase colata, captati dagli impianti di aspirazione localizzata, possono necessitare di impianti di abbattimento prima di essere rilasciati in atmosfera, in relazione ai quantitativi in gioco e ai limiti di Legge.

A titolo di esempio riportiamo i valori misurati negli autocontrolli da un'azienda del comparto.

Tab. 3.10.3.1 Emissioni in atmosfera dalla fase colata - Autocontrolli di una azienda del comparto caratterizzata da una produzione di getti in piccola e media serie realizzati tramite colata in forme prodotte con un impianto automatico, maggio 2001

ORIGINE	Q [Nm <sup>3</sup> /h]	S [m <sup>2</sup> ]	v [m/s]	T [°C]	H [m]	Durata emissione		Impianto di abbattimento	Inquinanti emessi			Valori limite (*)	
						h/g	g/a		Natura	mg/Nm <sup>3</sup> secchi	Kg/h	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/h
Zone di colata n. 1 e 2	12.122	0,38	9,2	23	8	8	220	Solo camino (senza filtri)	Polveri	0,73	0,009	25	0,5

Legenda: Q: portata; S: sezione di sbocco; V: velocità allo sbocco; T: temperatura di emissione; H: altezza camino; h/g: ore al giorno; g/a: giorni all'anno;

(\*) limiti imposti dall'autorizzazione provinciale alle emissioni in atmosfera rilasciata all'azienda.

Un aspetto sensibile delle emissioni in atmosfera riguarda l'inquinamento olfattivo derivante dai vapori di resina che si sviluppano da forme e anime una volta che vengono a contatto con il metallo fuso. Questi vapori si sviluppano quindi durante la colata e il raffreddamento delle staffe piene e vengono captati dall'impianto di aspirazione e inviate all'impianto di abbattimento che, anche nel caso in cui sia correttamente progettato ed efficiente per ridurre le emissioni di inquinanti entro i limiti di Legge, talvolta può non essere idoneo per l'abbattimento degli odori molesti, specie nel caso in cui la fonderia si trovi vicino ad insediamenti abitativi.

Una possibile soluzione consiste nell'adottare impianti di post-combustione per bruciare i vapori contenenti le particelle odorose. Questo tipo di impianto è molto costoso in caso di elevate portate di aria, e talvolta può essere conveniente realizzare più impianti di abbattimento separati relativi ai vari punti di captazione.

Un'altra soluzione consiste nell'innalzare il punto di rilascio in atmosfera tramite camini di altezza maggiore in modo che l'odore si diluisca più facilmente in atmosfera. Questa soluzione, però, presenta un maggiore impatto paesaggistico.

Un'ulteriore soluzione, tentata da un'azienda del comparto, è stata quella di aspirare insieme ai vapori inquinanti anche un'altra sostanza che, legandosi alle particelle, ne avrebbe dovuto cambiare le caratteristiche di odore. La soluzione risultava economica dal punto di vista impiantistico, ma dispendiosa per il consumo di detta sostanza; si è comunque rivelata inefficace e quindi è stata abbandonata.

#### Diffusione di rumore all'esterno

Gli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera, specie in caso di elevate portate d'aria, possono presentare una rumorosità tale da creare disturbo a eventuali insediamenti abitativi confinanti con l'azienda. Il rumore deriva sia dal motore dei ventilatori sia dal flusso d'aria in uscita.

Per ridurre il rumore è possibile segregare i motori dei ventilatori in cabine insonorizzate e prevedere un silenziatore sul camino di uscita delle emissioni, o utilizzare barriere antirumore (vedere il Paragrafo 3.16).

**Produzione di rifiuti**

Si tratta delle polveri recuperate dagli impianti di abbattimento a secco e dei fanghi prodotti dagli impianti di abbattimento a umido, dove rispettivamente presenti.

Quando viene effettuata la scorificazione in siviera, si ha anche la produzione di scorie costituite dalle impurità presenti sulla superficie del bagno di metallo fuso.

**Consumo delle risorse**

Si ha consumo di energia elettrica per la conduzione degli impianti.

**Altezza e struttura degli impianti**

Gli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera possono causare un impatto paesaggistico negativo (vedere il Paragrafo 3.16).

**3.10.4 Rischio ambientale****Incendio**

Le conseguenze ambientali in caso di incendio sono essenzialmente determinate dall'emissione in atmosfera dei fumi di combustione e dal rischio di spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento. Per le indicazioni generali di prevenzione vedere il Paragrafo 4.2.2.

**3.11 Manutenzione forni e siviere****3.11.1 Descrizione**

Gli aspetti più importanti della manutenzione per una *fonderia in terra di seconda fusione* sono relativi alla manutenzione dei forni e delle siviere, che necessitano di rifacimento periodico del refrattario. Questo comporta la precedente demolizione del refrattario vecchio tramite l'utilizzo di martelli pneumatici, sui quali vengono montati utensili di diverse forme per meglio rimuovere il refrattario e le scorie metalliche.

Mentre nei *fori elettrici* il rifacimento del refrattario avviene ogni due o tre mesi, per i *cubilotti* e i *fori rotativi* è necessaria una parziale manutenzione del refrattario alla fine di ogni giornata di lavoro (o all'inizio della successiva in caso siano presenti due fori che vengono utilizzati alternativamente). Nei fori rotativi questa operazione viene effettuata mediante l'introduzione nel forno, parzialmente ancora caldo, di una miscela costituita da terra francese, terra refrattaria e castina; tale miscela viene fatta sciogliere e quindi nuovamente solidificare in un punto del forno, progressivamente diverso ogni giorno. In tal modo si ottiene ciclicamente il completo e continuo rifacimento del refrattario del forno. Periodicamente è comunque necessaria la demolizione del refrattario per sostituirlo completamente.

La terra refrattaria (detta pigiata) viene applicata con l'ausilio di dime e poi compressa, leggermente umida, con utensile pneumatico da un operatore che lavora stando all'interno del forno. Con lo stesso sistema viene periodicamente rifatto l'anello refrattario della bocca del forno, soggetto a particolare usura.

Per la preparazione della terra refrattaria viene talvolta utilizzata una apposita molazza (Fig. 3.11.2).

Tra i materiali impiegati per il refrattario di forni e siviere vi possono essere:

- *malta refrattaria pronta all'uso*: in genere a base di allumina tabulare legata chimicamente con monofosfato di alluminio e contenente come altri componenti argilla (in cui la silice presente è sotto forma combinata) e ossido di cromo trivalente ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ); spesso viene fornita in fustini di plastica;
- *silicato di alluminio*: refrattario neutro chiamato *mullite* (composizione chimica  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ); come impurezze contiene ossidi di ferro, di titanio, di calcio e di magnesio ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ); normalmente viene fornito sotto forma di granuli in sacchi o fusti metallici oppure sotto forma di manufatti preformati (mattoni);
- *ossido di alluminio* (allumina o corindone): refrattario neutro con formula chimica  $\text{Al}_2\text{O}_3$  all'85 - 99%, ottenuto per elettrofusione da minerali di bauxite; normalmente viene fornito in sacchi o fusti metallici o come manufatti preformati (mattoni);
- *ossido di magnesio e magnesite calcinata*: refrattario basico ( $\text{MgO}$ ) che si presenta come polvere amorfa molto leggera e di colore bianco; viene fornito in pacchi o fusti metallici spesso miscelato con altri refrattari;
- *ossido di cromo naturale* (cromite): refrattario neutro fornito in sacchi o in fusti metallici o sotto forma di manufatti preformati (mattoni).

Per essiccare perfettamente il refrattario prima che le siviere vengano utilizzate (al fine di evitare schizzi di metallo fuso al momento del loro riempimento), dentro queste viene acceso un fuoco di legna per un tempo di 4 - 6 ore e poi, immediatamente prima del loro utilizzo, vengono riscaldate per circa un'ora mediante un flambatore. In genere le aziende hanno sostituito l'utilizzo della legna da ardere con sistemi più moderni che prevedono un impianto apposito per il trattamento termico del refrattario delle siviere tramite fiamma alimentata a gas metano.



La fase *manutenzione forni e siviere* talvolta viene appaltata a ditte esterne che vengono a lavorare presso l'azienda committente.

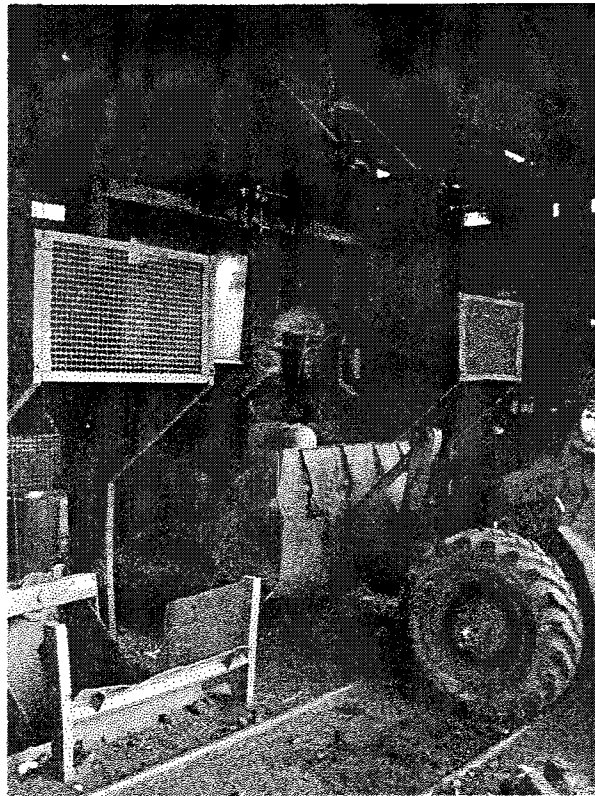


Fig. 3.11.1 *Rifacimento quotidiano del refrattario del cubilotto: un addetto preleva dalla pala meccanica la terra refrattaria facendone delle palle con le mani e le porge ad un altro addetto che si trova dentro il cubilotto*

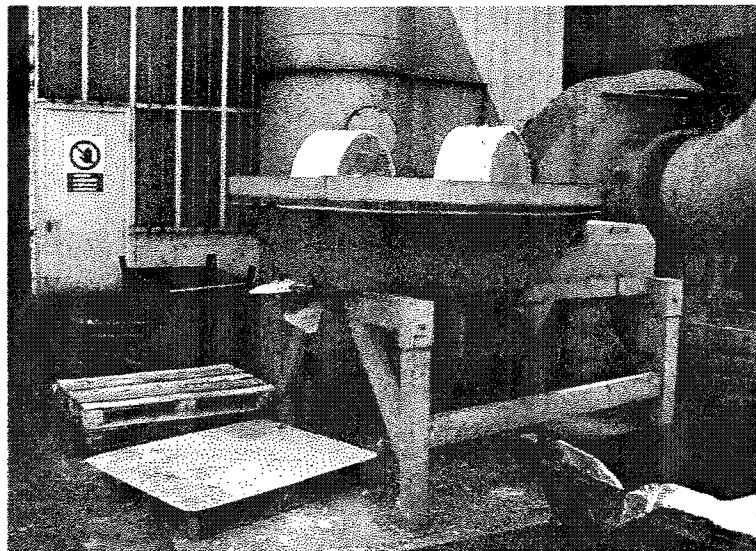


Fig. 3.11.2 *Molazza per la preparazione della terra refrattaria (macchina con protezioni rimosse)*

### 3.11.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Nel 1999, in Toscana, gli addetti a questa fase erano circa 13 su 319 lavoratori del comparto. I principali fattori di rischio in questa fase del ciclo lavorativo sono sotto elencati.

#### Esposizione a polveri

Durante la demolizione del refrattario e durante lo stoccaggio e manipolazione delle sostanze e prodotti utilizzati per il suo rifacimento, si possono liberare nell'ambiente di lavoro polveri contenenti silice, grafite, argilla calcinata, silicato di alluminio, ossido di allu-

minio, ossido di magnesio, magnesite calcinata, cromite ecc., la cui inalazione può essere causa di pneumoconiosi da polveri miste.

Per ridurre l'esposizione alle polveri, specie durante la movimentazione, prelievo e dosaggio dei prodotti in polvere, sono necessari D.P.I. quali maschere filtranti facciali, guanti, occhiali, grembiuli. Per la demolizione del refrattario di forni e siviere è necessario l'elmetto ventilato. L'operatore addetto alle operazioni di scalpellatura e rifacimento del rivestimento refrattario del cubilotto, dato che si introduce all'interno del forno, deve indossare uno scafandro integrale a tenuta, opportunamente ventilato con aria filtrata in modo da garantire una buona respirazione.

Per evitare la diffusione di polveri nell'ambiente di lavoro, possono essere utilizzati impianti di aspirazione localizzata il più vicino possibile alla fonte di emissione ed in modo che l'addetto non venga investito dal flusso d'aria aspirata.

È importante rispettare le norme igieniche come riportato precedentemente (pulizia dei locali, docce, spogliatoi, armadietti ecc.) ed effettuare la sorveglianza sanitaria degli esposti, che devono essere informati e formati.

### **Esposizione a rumore**

Il rumore è generato dai martelli pneumatici utilizzati per la demolizione del refrattario; inoltre, lavorando all'interno del cubilotto, le onde sonore rimbalzano sulle pareti dando luogo a un maggiore livello di rumore. Altra fonte di rumore è la molazza utilizzata per la preparazione della terra refrattaria.

I livelli di esposizione personale medi per gli addetti a questa fase, secondo le misurazioni effettuate da una azienda del comparto, sono intorno agli 85 dB(A). A seconda dei livelli di esposizione personale possono insorgere danni uditivi. È necessario valutare l'esposizione personale e attuare le relative misure preventive tenendo conto dei valori limite di esposizione (vedere il *Glossario*); in particolare è necessario ridurre il rumore alla fonte utilizzando martelli pneumatici del tipo meno rumoroso, indossare D.P.I. per la protezione dell'udito (tappi, cuffie), ridurre i tempi di esposizione alternando le lavorazioni tra più addetti, effettuare l'informazione, la formazione e la sorveglianza sanitaria degli esposti.

### **Esposizione a vibrazioni mano-braccio**

L'esposizione è dovuta all'utilizzo di martelli pneumatici e può determinare un insieme di disturbi neurologici e circolatori delle dita e lesioni osteoarticolari a carico degli arti superiori (sindrome da vibrazioni mano-braccio - vedere il *Glossario*). Il freddo aggrava il danno da vibrazioni.

È necessario utilizzare martelli pneumatici del tipo a bassi livelli di vibrazione o minore impatto vibratorio e impugnature smorzanti le vibrazioni, riscaldare l'ambiente di lavoro nei mesi freddi, ridurre i tempi di esposizione alternando le lavorazioni tra più addetti, effettuare l'informazione, la formazione e la sorveglianza sanitaria degli esposti.

### **Lavoro disagiata in spazi ristretti con polveri, rumore e microclima sfavorevole**

L'operatore addetto alle operazioni di scalpellatura e rifacimento del rivestimento refrattario del cubilotto lavora dall'interno dello stesso, che in genere ha un diametro utile di circa 90 cm, e la cui temperatura ambientale è relativamente elevata. Le dimensioni ristrette rendono particolarmente disagiata il lavoro, inoltre le polveri, il rumore, le vibrazioni, la temperatura elevata sono tutti fattori che vanno ad aumentare il disagio. Pertanto l'addetto può riportare disaffezione al lavoro, stress, danni da calore (per questi ultimi vedere il *Glossario*).

La situazione verrebbe ulteriormente aggravata se, per esigenze di produzione, venisse aumentato lo spessore del rivestimento refrattario allo scopo di ridurre la capacità del forno, rendendo ancora più disagiata la demolizione e il rifacimento del rivestimento; tale pratica deve pertanto essere evitata.

Inoltre gli addetti si spostano in ambienti a diversa temperatura e l'esposizione a sbalzi termici può favorire l'insorgenza di malattie da raffreddamento e osteoartropatie.

Per ridurre l'esposizione al calore radiante è opportuno prevedere un'organizzazione del lavoro tale da minimizzare la permanenza in prossimità della sorgente, programmare modalità di acclimatazione e turnazione degli addetti, pause di riposo in ambienti non sovrariscaldati e la possibilità di reintegrare i liquidi bevendo spesso bevande fresche arricchite di sali minerali.

Durante la stagione fredda i locali di lavoro adiacenti al reparto devono essere riscaldati e i lavoratori devono essere dotati di indumenti adeguati.

È opportuno prendere in considerazione la possibilità di sostituzione dei cubilotti con forni elettrici o rotativi, come già attuato in alcune aziende del comparto.

L'operatore che lavora all'interno del forno deve indossare uno scafandro a tenuta ventilato con aria filtrata e deve operare sotto la stretta sorveglianza di un preposto, che sia pronto ad assisterlo in caso di difficoltà.

Gli addetti devono essere adeguatamente informati e formati sia sulle corrette procedure di lavoro, sia sulle modalità di primo soccorso nel caso di colpi di calore.

### **Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento**

Gli organi lavoratori e di trasmissione del moto della molazza, talvolta utilizzata per la preparazione della terra refrattaria, possono essere causa di ferite e contusioni per presa, trasciamento, schiacciamento.

Le principali misure di sicurezza sono le seguenti:

- presenza del dispositivo di arresto di emergenza;

- presenza del dispositivo contro il riavviamento accidentale in caso di ritorno dell'alimentazione elettrica, nell'eventualità che questa fosse venuta a mancare;
- organi di trasmissione del moto protetti tramite riparo interbloccato o ad apertura a chiave o con attrezzo;
- organi lavoratori (mole raschiatori, mescolatori) protetti tramite riparo fisso, rimovibile dal bordo della vasca solo mediante un attrezzo utensile e realizzato rispettando le distanze di sicurezza, come previsto dalla norma UNI-EN 294 del 31.07.1993; se il riparo è realizzato con aperture (ad esempio grigliato metallico come in Fig. 3.11.3), è necessario rispettare le dimensioni delle aperture previste dalla stessa norma;
- particolare attenzione in caso di interventi di manutenzione, pulitura e lavaggio della vasca, da effettuare attuando procedure di sicurezza standardizzate e scritte di tipo *Blocca e Segnala* già utilizzati in aziende del comparto (vedere il *Glossario*);
- informazione e formazione degli addetti.

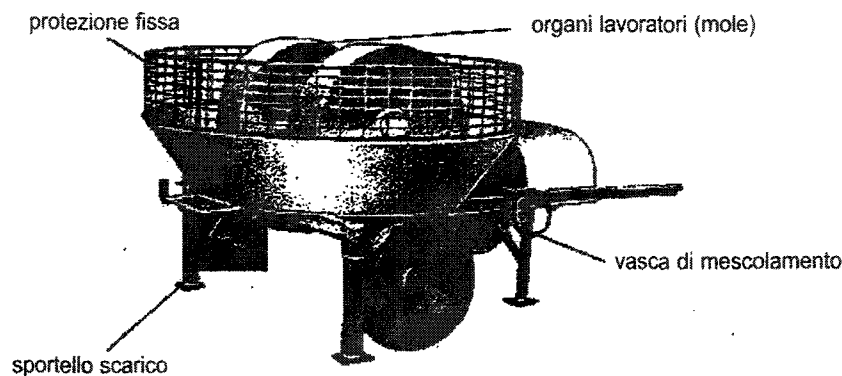


Fig. 3.11.3 Molazza con protezione grigliata degli organi lavoratori

#### Esecuzione di operazioni pericolose

L'apertura del fondo del forno a cubilotto viene effettuata ogni giorno per il rifacimento del refrattario.

Qualora tale operazione venga effettuata tirando con la pala meccanica un cavo di acciaio agganciato alla maniglia dello sportello del cubilotto, se il cavo si sgancia o si rompe durante il tiro gli addetti potrebbero venire colpiti violentemente dal cavo stesso che agirebbe come una frusta. Tale procedura determina quindi il pericolo di infortuni gravi.

Una soluzione in uso in alcune fonderie è quella di dotare i cubilotti di sistemi pneumatici di apertura e chiusura. Si ricorda anche qui l'opportunità di valutare la sostituzione dei cubilotti con forni elettrici o rotativi.

#### Utilizzo di utensili manuali

L'utilizzo del martello pneumatico, oltre all'esposizione a rumore, vibrazioni e polveri come sopra descritto, può comportare il rischio di infortuni: lesioni traumatiche alle mani per contatto con l'utensile, agli arti inferiori per caduta dell'utensile, agli occhi per proiezione di materiale. È fondamentale l'informazione e formazione degli addetti e l'utilizzo di D.P.I. (guanti, occhiali, tuta, scarpe di sicurezza).

#### Manipolazione di sostanze e prodotti pericolosi per la salute

Si tratta delle sostanze e dei prodotti utilizzati per il rifacimento del refrattario di forni e siviere, sopra elencati, la cui manipolazione può essere causa di danni alla pelle e agli occhi.

In caso di contatto con gli occhi è necessario lavarsi abbondantemente secondo le indicazioni del fornitore dei prodotti utilizzati e consultare un medico. Ad esempio, nel caso della malta pronta, data la natura acida del legante, il fornitore consiglia di lavarsi prima con acqua abbondante e poi con soluzione al 3% di bborato di sodio.

È pertanto necessario esaminare e conservare in azienda le schede tecniche di tutte le sostanze e prodotti utilizzati, e conseguentemente informare e formare gli addetti alle procedure corrette riguardanti il loro utilizzo e alle azioni più idonee di pronto soccorso in caso di contaminazione.

#### Utilizzo di fiamme libere

L'utilizzo di flambatori, specie quelli portatili, per il trattamento termico delle siviere può comportare il rischio di ustioni ed incendio. È opportuno valutare la possibilità di utilizzare impianti di flambatura fissi (Fig. 3.11.4) per il trattamento termico del refrattario, anziché flambatori portatili (vedere la trattazione più ampia riportata alla fase *flambatura*).

#### Esposizione a fumi di combustione

Durante l'essiccazione del refrattario gli addetti possono essere esposti ai fumi di combustione, sia che l'operazione avvenga tramite la combustione di legna, sia che avvenga con flambatori alimentati a gas GPL o metano, portatili o in impianti fissi (Fig. 3.11.4). L'esposizione ai fumi di combustione può essere causa di irritazione delle vie respiratorie. La prevenzione consiste nell'utilizzare impianti di aspirazione localizzata, fissi o portatili.

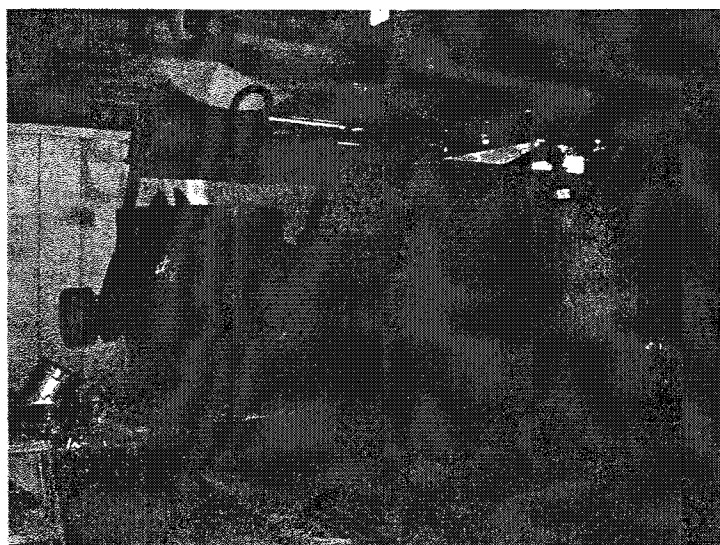


Fig. 3.11.4 *Impianto di trattamento termico del refrattario delle siviere, dotato di aspirazione localizzata e di carrelli per la movimentazione: il carroponete deposita la siviera sul carrello che poi viene fatto scorrere su un binario fino a sotto l'impianto*

#### **Movimentazione manuale dei carichi**

Si tratta principalmente della movimentazione del vecchio refrattario dopo la demolizione e dei prodotti utilizzati per il rifacimento del nuovo refrattario. Talvolta anche le piccole siviere sono movimentate manualmente, mentre quelle grandi sono movimentate tramite sistemi di sollevamento.

La movimentazione manuale dei carichi può determinare affaticamento eccessivo, danni al rachide e disturbi muscoloscheletrici. Inoltre sono possibili lesioni traumatiche per schiacciamento del piede in caso di caduta di oggetti pesanti. Il rischio è maggiore quando sono movimentati materiali caldi (come ad esempio le siviere che abbiano appena subito il trattamento termico del refrattario).

A seconda del peso e dell'ingombro degli oggetti da movimentare può essere necessaria la movimentazione tramite due addetti e/o l'utilizzo di ausili per la movimentazione (paranchi, carroponete, carrelli elevatori, pala meccanica). Ad esempio, per porre sotto l'impianto fisso di trattamento termico le siviere di grandi dimensioni, un'azienda del comparto ha adottato un carrello che si muove lungo una rotaia (Fig. 3.11.5). Ciò consente di movimentare la siviera tramite un carroponete per poggiarla sul carrello mobile che viene spinto sotto l'impianto di trattamento termico.

È di particolare importanza l'informazione e la formazione alle procedure e alle posture corrette da assumere durante la movimentazione di oggetti pesanti e/o caldi. Sono inoltre necessari D.P.I. quali scarpe di sicurezza con punta metallica, guanti anticalore in caso di movimentazione di materiali caldi, ed elmetto nel caso di utilizzo di paranchi o carroponete.

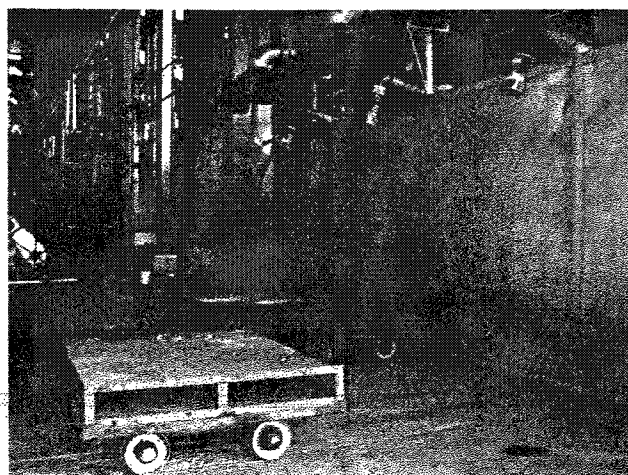


Fig. 3.11.5 *Carrelli per la movimentazione di siviere da porre sotto l'impianto di trattamento termico*

#### **Conduzione di impianti a gas**

Gli impianti a gas per il trattamento termico del refrattario di forni e siviere possono comportare rischi di esplosione e incendio (vedere la trattazione sugli impianti a gas riportata al Capitolo 5).

**Stoccaggio di bombole di GPL**

L'utilizzo di flambatori portatili alimentati a bombola di GPL comporta la necessità di stoccare le bombole. Per quanto riguarda rischi e prevenzione vedere la fase *flambatura*.

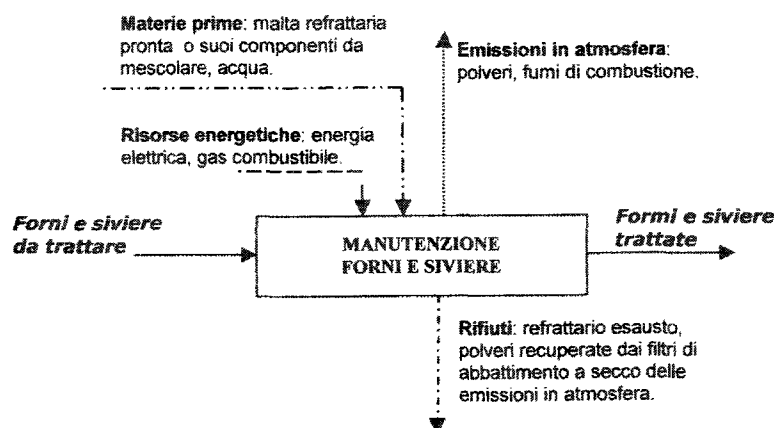
Tab. 3.11.2.1 *Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Manutenzione forni e siviere*

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a polveri.</b>	Polveri miste che si liberano durante la demolizione del refrattario e lo stoccaggio e manipolazione delle sostanze e prodotti utilizzati per il suo rifacimento.	Pneumoconiosi da polveri miste.	Indossare D.P.I (maschere facciali, guanti, occhiali, grembiuli, elmetto ventilato). Scafandro integrale a tenuta e ventilato con aria filtrata per l'addetto alle operazioni di scalpellatura e rifacimento del rivestimento refrattario del cubilotto. Impianti di aspirazione localizzata. Norme igieniche (pulizia dei locali, docce, spogliatoi, armadietti ecc.) Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli esposti.
<b>Esposizione a rumore.</b>	Il rumore è generato dai martelli pneumatici utilizzati per la demolizione del refrattario.	Danni uditivi.	Attuare misure di prevenzione in relazione ai livelli di esposizione personale. Utilizzare attrezzi del tipo meno rumoroso. Indossare D.P.I. (tappi, cuffie). Ridurre i tempi di esposizione alternando le lavorazioni tra più addetti. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli esposti.
<b>Esposizione a vibrazioni mano - braccio.</b>	Utilizzo di martelli pneumatici per la demolizione del refrattario.	Sindrome da vibrazioni mano-braccio (vedere il <i>Glossario</i> ). Il freddo aggrava i danni da vibrazioni.	Utilizzare martelli a bassi livelli di vibrazione o minore impatto vibratorio, utilizzare impugnature smorzanti le vibrazioni, riscaldare l'ambiente di lavoro nei mesi freddi, ridurre i tempi di esposizione alternando le lavorazioni tra più addetti. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli esposti.
<b>Utilizzo di utensili manuali.</b>	Utilizzo del martello pneumatico. Il rumore e le vibrazioni e l'esposizione a polveri aumentano il rischio di infortuni.	Lesioni traumatiche alle mani per contatto con l'utensile, agli arti inferiori per caduta dell'utensile, agli occhi per proiezione di materiale.	Utilizzare D.P.I. (guanti, occhiali, tuta, scarpe di sicurezza). Informazione e formazione degli addetti.
<b>Lavoro disagiata in spazi ristretti con polveri, rumore e microclima sfavorevole.</b>	Scalpellatura e rifacimento del rivestimento refrattario del cubilotto, lavorando dall'interno dello stesso, in ambiente disagiata per ridotte dimensioni, alta temperatura ambientale, polveri, rumore, vibrazioni. Inoltre i lavoratori si spostano in ambienti a diversa temperatura.	Danni da calore (vedere il <i>Glossario</i> ). Osteoartropatie e malattie da raffreddamento per esposizione a sbalzi termici. Stress, disaffezione al lavoro.	Evitare di ridurre il diametro interno del forno a cubilotto. Minimizzare la permanenza in prossimità della sorgente di forte calore radiante, programmare modalità di acclimatamento e turnazione degli addetti, pause di riposo in ambienti non sovrariscaldati, bere spesso bevande fresche arricchite di sali minerali. Evitare sbalzi termici riscaldando i locali di lavoro adiacenti nella stagione fredda. Indossare indumenti adeguati. Valutare la possibilità di sostituzione dei cubilotti con forni elettrici. Informazione, formazione alle procedure corrette di lavoro e pronto soccorso, sorveglianza sanitaria degli esposti.

... segue tabella precedente

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esecuzione di operazioni pericolose.</b>	Apertura del fondo del forno a <i>cubilotto</i> tirando con la pala meccanica un cavo di acciaio agganciato alla maniglia dello sportello del forno.	Lesioni traumatiche.	Dotare i cubilotti di sistemi pneumatici di apertura e chiusura.
<b>Manipolazione di sostanze e prodotti pericolosi per la salute.</b>	Manipolazione sostanze e prodotti utilizzati per il rifacimento del refrattario.	Danni alla pelle e agli occhi.	Esaminare e conservare in azienda le schede tecniche delle sostanze e prodotti utilizzati. Informare e formare gli addetti alle procedure corrette di lavoro e di pronto soccorso in caso di contaminazione. Effettuare la sorveglianza sanitaria.
<b>Utilizzo di fiamme libere.</b>	Accensione, utilizzo e del flambatore. Appoggio del flambatore acceso.	Ustioni per contatto diretto con la fiamma o per incendio degli abiti. Ustioni, intossicazioni e lesioni traumatiche in caso di incendio del reparto.	Sistemi di accensione semiautomatica. Indumenti ignifughi non svolazzanti. Progettare adeguatamente il posto di lavoro, delimitare e segnalare la zona pericolosa, predisporre e segnalare i percorsi sicuri. Tenere sgombra da materiali infiammabili la zona circostante. Informazione e formazione degli addetti. Valutare la possibilità di utilizzare impianti fissi anziché flambatori portatili.
<b>Esposizione a fumi di combustione</b>	Essiccazione del refrattario tramite combustione di legna o tramite flambatori (portatili o fissi) alimentati a gas GPL o metano.	Irritazione delle vie respiratorie.	Impianti di aspirazione localizzata. Indossare D.P.I. (maschere filtranti).
<b>Movimentazione manuale dei carichi.</b>	Movimentazione del vecchio refrattario dopo la demolizione e dei prodotti utilizzati per il rifacimento del nuovo refrattario. Movimentazione delle <i>siviere</i> da mantenere.	Disturbi muscoloscheletrici (vedere il <i>Glossario</i> ). Affaticamento eccessivo. Lesioni traumatiche per schiacciamento del piede in caso caduta dei oggetti pesanti.	A seconda del peso e dell'ingombro del pezzo da movimentare, può essere necessario l'utilizzo di ausili per la movimentazione (paranchi, carroponte, carrelli) ovvero la movimentazione in due addetti. Informazione e la formazione alle procedure ed alle posture corrette. D.P.I. (scarpe di sicurezza con punta metallica, guanti).
<b>Conduzione di impianti a gas.</b>	Gli impianti a gas per il trattamento termico del refrattario di forni e <i>siviere</i> possono comportare rischi di esplosione e incendio.	Ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche per incendio - esplosione.	Vedere la trattazione sugli impianti a gas riportata al Capitolo 5.
<b>Stoccaggio di bombole di GPL.</b>	Stoccaggio di bombole utilizzate per i flambatori portatili.		Stoccaggio corretto lontano da fonti di calore, in locale aerato in basso. Utilizzare contenitori di sicurezza. Non fumare o usare fiamme libere. Etichettatura e segnaletica. Utilizzare personale specializzato e formato. Sistemi di ancoraggio anti caduta delle bombole. Impianto elettrico idoneo al luogo. Squadre per la gestione delle emergenze.

### 3.11.3 Impatto ambientale



#### Emissioni in atmosfera

Le polveri miste che si liberano durante la demolizione del refrattario e lo stoccaggio e manipolazione delle sostanze e prodotti utilizzati per il suo rifacimento, captate dall'impianto di aspirazione localizzata a bocchette mobili e dall'impianto di aspirazione generale dell'ambiente di lavorazione, possono necessitare di essere abbattute tramite appositi impianti a secco (vedere il Paragrafo 3.16).

#### Consumo delle risorse

Si ha consumo di energia elettrica per la conduzione della molazza utilizzata per preparare il refrattario e per la produzione di aria compressa utilizzata per i martelli pneumatici. Si ha consumo di gas metano o GPL per il trattamento termico del refrattario di forni e siviere.

Come esempio, nella tabella seguente si riportano i dati quantitativi di alcune aziende del comparto.

Tab. 3.11.3.1 Alcune stime del consumo di materie prime per la fase manutenzione forni e siviere (anno 1999)

AZIENDA	Malta refrattaria pronta all'uso l./anno	Silicato di alluminio	Ossido di alluminio	Ossido di magnesio	Magnesite calcinata	Cromite	Metano m <sup>3</sup> /anno	GPL	Gasolio	Acqua
A4	93	-	-	-	-	-	n.d.	-	-	n.d.
A6	n.d.	-	-	-	-	-	17.500	-	-	n.d.

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT.

#### Produzione di rifiuti

Si tratta essenzialmente di:

- refrattario esausto misto a scorie di fusione (stesso codice CER delle scorie di fusione 100903);
- polveri estratte dall'ambiente di lavoro e recuperate dagli impianti di abbattimento delle emissioni.
- contenitori delle materie prime utilizzate per il rifacimento del refrattario.

Tab. 3.11.3.2 Alcune stime della produzione di rifiuti

AZIENDA	Refrattario esausto t. / anno
A4	45
A6	(*)
A8	12

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT.

### 3.11.4 Rischio ambientale

#### Incendio-esplosione

L'utilizzo di legna da ardere e flambatori a gas, lo stoccaggio bombole di GPL e la conduzione di impianti a gas possono comportare rischi di incendio o esplosione che può estendersi a tutta l'azienda, con la conseguente emissione in atmosfera dei fumi di combustione e il rischio di spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento. Per le indicazioni generali di prevenzione vedere il Paragrafo 4.2.2.

## 3.12 Distaffatura, disterratura, smaterozzata

### 3.12.1 Descrizione

Dopo la colata, le staffe vengono lasciate raffreddare (fino a 200-300°C), in una apposita zona adiacente all'impianto di distaffatura.

La *distaffatura* consiste nell'estrarre la forma dalla staffa e quindi il getto dalla forma tramite specifici impianti, i quali in genere sono diversi a seconda della provenienza delle staffe dalla linea di formatura automatica (Paragrafo 3.3) o dalla linea di formatura manuale (Paragrafi 3.4 e 3.5).

Le staffe provenienti dalla linea di formatura automatica, tutte della solita dimensione, vengono fatte avanzare automaticamente su binari dalla zona dove si sono raffreddate fino alla distaffatrice che in questo caso è anche chiamata *pugno* (Fig. 3.12.1) essendo essenzialmente costituita da un pistone ad azionamento pneumatico, che scende fino a sfiorare la staffa. I bracci della macchina che sostengono la staffa la sollevano velocemente verso il pugno facendo sì che esso la sfondi. In tale modo la terra di fonderia e il getto cadono su una *griglia vibrante* che ha la funzione di fare rimanere il getto su di essa, mentre la terra cade al di sotto della griglia stessa e viene recuperata come descritto al Paragrafo 3.2; i getti che restano sulla griglia vengono inviati alla zona di prelievo tramite un trasportatore corrugato (Fig. 3.12.2) talvolta anch'esso grigliato e vibrante per favorire la *disterratura*, cioè la rimozione della terra rimasta ancora attaccata al getto.

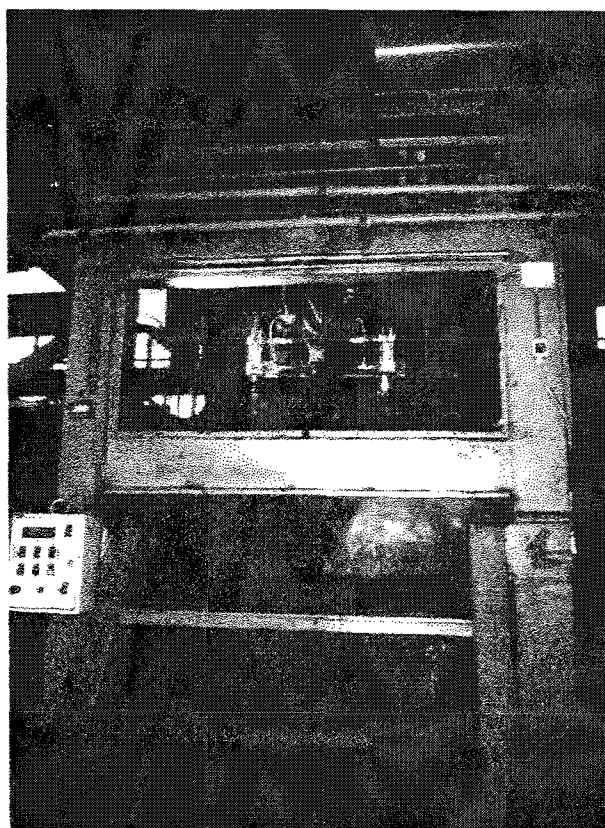


Fig. 3.12.1 Distaffatore linea automatica chiamato pugno



Fig. 3.12.2 Uscita dei getti distaffati dalla linea automatica

Talvolta, per una migliore disterratura, i getti distaffati provenienti dalla linea di formatura automatica vengono introdotti in un *disterratore a tamburo rotante* (Fig. 3.12.3) e all'uscita inviati su un trasportatore corrugato in una zona dove gli addetti prelevano i getti, mentre le zolle di terra eventualmente rimasta sul trasportatore avanzano fino a cadere in un sistema di raccolta.



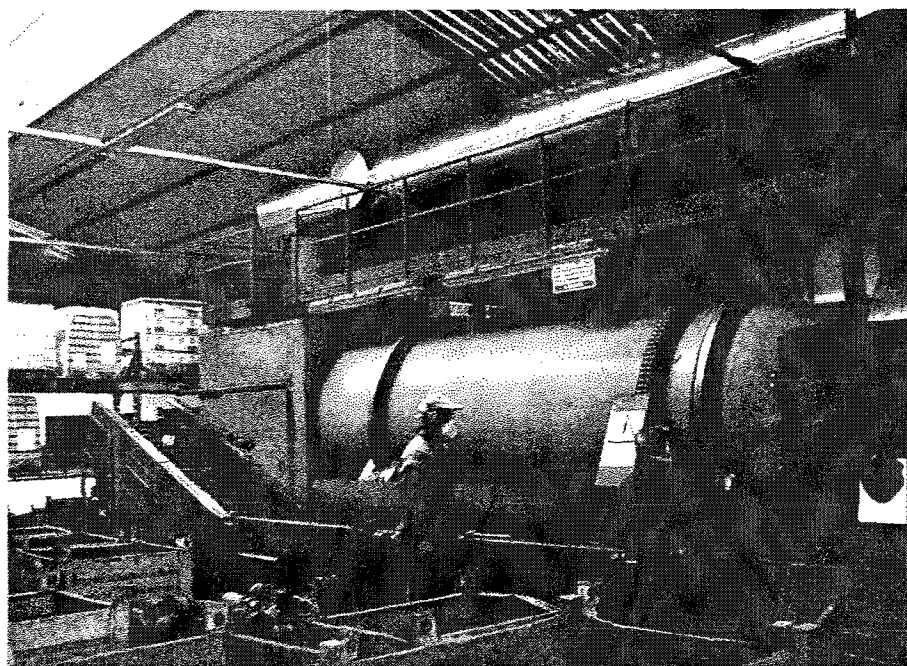


Fig. 3.12.3 Prelevamento dei getti prodotti distaffati dalla linea automatica e usciti dal disterratore a tamburo rotante (posto sotto aspirazione). Gli addetti rompono le materozze con la mazza e recuperano getti e materozze dal trasportatore corrugato che è posto a una altezza tale da permettere agli addetti di mantenere la posizione eretta

Per prelevare getti di dimensioni contenute, talvolta gli addetti utilizzano un'asta d'acciaio con la punta ricurva con cui agganciarli (Fig. 3.12.4 A) oppure una lunga pinza pneumatica sostenuta da un paranco (Fig. 3.12.4 B).

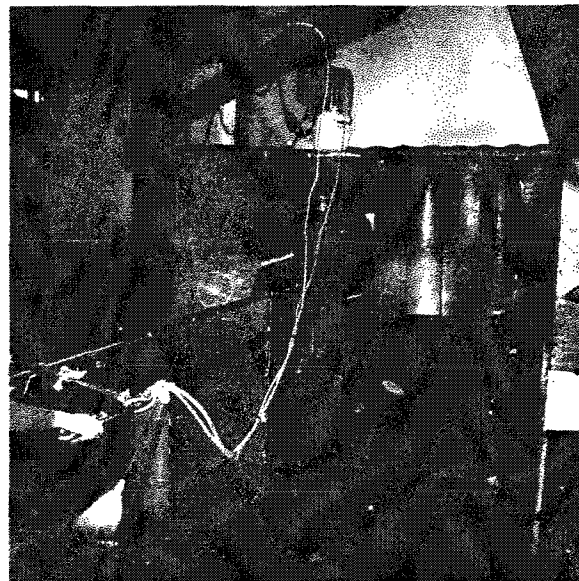
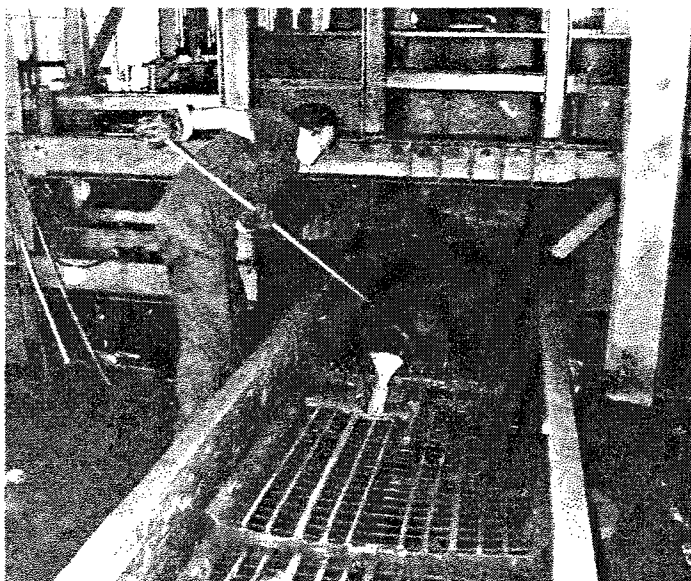


Fig. 3.12.4 Prelevamento dei pezzi dalla griglia vibrante all'uscita della distaffatura: A) tramite un'asta di acciaio con la punta ricurva; B) tramite pinza pneumatica sostenuta da un paranco

Talvolta i getti distaffati provenienti dalla linea di formatura automatica, anziché essere prelevati dagli addetti dal trasportatore, vengono fatti cadere in un cassone metallico il quale, una volta riempito, viene portato tramite un carrello elevatore a trazione elettrica al reparto dove vengono effettuate le successive lavorazioni sui getti (smaterozzatura, sbavatura ecc.).

Spesso anche per i getti usciti dal disterratore rotante, specie in caso che presentino cavità, è necessario completare manualmente l'eliminazione della terra residua.

La distaffatura di getti di grandi dimensioni contenuti nelle staffe provenienti dalla formatura manuale, essendo queste di dimensioni diverse tra loro, non può essere effettuata tramite avanzamento su binari fino alla macchina pugno; pertanto, dopo il raffreddamento, le staffe grandi vengono movimentate con l'ausilio di carroponte fino alla distaffatrice. Essa in questo caso è costituita da una griglia vibrante di grandi dimensioni, sulla quale viene appoggiata la staffa. La forma contenente il getto viene estratta dalla staffa per

effetto delle vibrazioni della griglia stessa. Anche in questo caso, mentre il getto resta sulla griglia, la terra cade sotto di essa e viene recuperata come descritto al Paragrafo 3.2.

Per la *disterratura* dei getti di grande dimensioni quali quelli provenienti dalla linea di formatura manuale, non può essere utilizzato il disterratore rotante, pertanto l'operazione viene eseguita manualmente dagli addetti, che utilizzano attrezzi manuali, come martello e scalpello (Fig. 3.12.5) e/o martellini pneumatici.



Fig. 3.12.5 *Disterratura con attrezzi manuali di un getto di grandi dimensioni realizzato tramite colata della lega metallica in una forma realizzata con il processo di formatura manuale in anidride carbonica*

La *smaterozzatura* consiste nella separazione delle materozze dal getto, cioè nell'eliminazione della parte di fusione compresa tra il foro di colata e l'oggetto che si desidera ottenere. La smaterozzatura viene eseguita con diverse modalità, ad esempio, in caso di fusioni di più pezzi piccoli in un'unica staffa uniti a grappolo dalle materozze, gli operatori intervengono con la mazza per rompere le materozze e separare i getti dal grappolo (Fig. 3.12.3, 3.12.10, 3.12.11). Altrimenti, per i getti di medie e grandi dimensioni, il taglio delle materozze avviene utilizzando macchine e attrezzature quali: troncatrice, sega circolare portatile, cannello ossiacetilénico, smaterozzatrici a cuneo (Fig. 3.12.8). I getti e le materozze vengono gettati dagli addetti in cassoni metallici separati che poi verranno movimentati con carrelli elevatori a trazione elettrica.

Un'azienda del comparto ha appaltato la distaffatura a una ditta esterna che viene a lavorare nei locali aziendali in orario notturno; anche un'altra fonderia svolge la distaffatura di notte, ma con personale interno. La disterratura e la smaterozzatura in alcuni casi sono appaltate a ditte esterne, specie quando viene appaltata anche la sbavatura.

### 3.12.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Gli addetti a questa fase nel 1999 in Toscana erano circa 23 su 319 lavoratori del *comparto*. I principali fattori di rischio in questa fase del ciclo lavorativo sono sotto elencati.

#### Esposizione a rumore

Il rumore è dovuto alle griglie metalliche vibranti, all'impatto della staffa e del getto sulle griglie stesse, al tamburo disterratore rotante, all'impatto dei pezzi gettati nei cassoni di raccolta dopo la distaffatura, all'utilizzo del martellino pneumatico per disterrare le parti cave del getto, all'utilizzo delle attrezzature manuali (mazza, martello e scalpello) e delle macchine per la smaterozzatura citate al Paragrafo 3.12.1.

I livelli di rumore presenti in questa fase possono essere tali da comportare il rischio per gli addetti di riportare danni uditivi (vedere il *Glossario*).

Ad esempio, secondo le misurazioni effettuate da un'azienda del comparto nell'anno 2000, la distaffatrice dell'impianto grande presenta una rumorosità nel punto peggiore (di fronte alla griglia vibrante) pari a un  $Leq$  di 98,2 dB(A) e la distaffatrice dell'impianto piccolo presenta un  $Leq$  di 91,3 dB(A). In considerazione dei tempi di lavoro alle distaffatrici, l'esposizione personale degli addetti in tale azienda è risultata essere un  $Lep_a$  compreso tra 94,3 e 98,2 dB(A).

Per ridurre il rumore dovuto alla *distaffatura* di *getti* grandi provenienti dalla linea di formatura manuale, la griglia vibrante distaffatrice può essere segregata tramite cabina rivestita di materiale fonoisolante – fonoassorbente (Fig. 3.12.6), come è stato realizzato in alcune aziende del comparto.



Fig. 3.12.6 Griglia vibrante distaffatrice per staffe grandi, segregata tramite cabina insonorizzata

Il sistema è tale che la staffa in lavorazione è sostenuta con catene da un carro ponte esterno e la tenuta acustica del sistema è garantita da una chiusura a ghigliottina ancorata elasticamente alle porte; questa chiusura si serra con guarnizioni in gomma sulle catene anche nel caso che queste oscillino. Le fessure per l'immissione dell'aria nella cabina (che è tenuta in depressione da un sistema di aspirazione per ridurre l'esposizione alle polveri) possono essere dotate di trappole antirumore.

La soluzione (RISOL n.36, vedere il *Glossario*) in una azienda del comparto ha comportato una riduzione del rumore da 97 a 78 dB(A). Deve essere impedito l'avvio della distaffatura quando le porte della cabina sono aperte, ad esempio tramite un dispositivo di interblocco (Fig. 3.12.7). È importante effettuare la regolare manutenzione dell'impianto, specie delle guarnizioni in gomma.

Per la distaffatura delle staffe provenienti dalla linea di formatura automatica, un'azienda del comparto ha realizzato un impianto automatico, comprendente anche un elettromagnete per il trasferimento dei getti dalla griglia vibrante ai cassoni di raccolta; il tutto inserito in un tunnel insonorizzato posto sotto aspirazione per ridurre anche l'esposizione alle polveri (soluzione RISOL n° 110, vedere il *Glossario*). La soluzione permette l'eliminazione della mansione dell'addetto al trasferimento dei getti.

Dove il prelevamento dei getti, dalla griglia o dal trasportatore, avviene ancora manualmente, per la riduzione del rumore dovuto all'impatto dei getti e materozze lanciati dagli addetti nei cassoni metallici di raccolta, è possibile rivestire internamente i cassoni con materiali elastici smorzanti (soluzione RISOL n° 93, vedere il *Glossario*), al fine di evitare che l'urto del pezzo sul cassone lo faccia risuonare producendo l'effetto tipico di una campana. Dato che in questa fase i pezzi sono ancora caldi, non sono idonee a tale scopo gomma o plastica quindi, in alcune fonderie, per attutire l'urto sono state adottate griglie a maglie in lamiera stirata, montate all'interno del cassone in modo da rimanere sufficientemente distanziate dalla parete esterna di lamiera spessa del cassone.

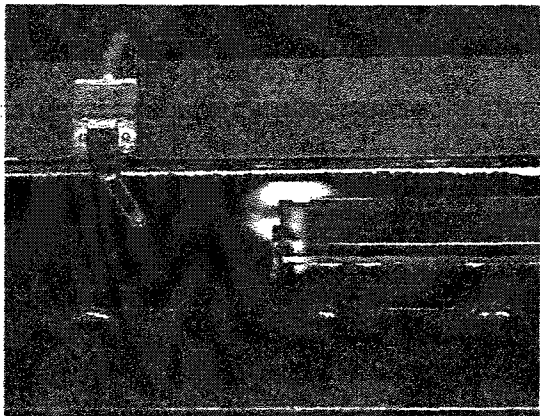


Fig. 3.12.7 Dispositivo di interblocco alle porte della cabina insonorizzata della distaffatrice per staffe grandi

Quest'ultima può essere rinforzata con opportuni profilati angolari, in modo da ridurne la vibrazione, anch'essa causa di rumore. È necessaria la periodica sostituzione del rivestimento interno che tende a rompersi dopo numerosi urti. La soluzione si è rivelata utile in quanto, in un'azienda del comparto, ha comportato una riduzione del livello equivalente di esposizione a rumore (Leq) da 94 a 90 dB(A), a costi contenuti.

Per ridurre il rumore (e anche l'esposizione a vibrazioni, polveri, schegge e rischi di infortuni) durante la *smaterozzatura* sono state adottate, in alcune aziende, smaterozzatrici idrauliche a cuneo (soluzione RISOL n° 96, vedere il *Glossario*). La soluzione modifica sostanzialmente le modalità di lavoro in quanto l'operazione non verte più nel taglio ma nella rottura delle materozze, le quali vengono divelte dal getto facendo avanzare tra di esse un cuneo a movimento pneumatico. Le forme sono state parzialmente modificate per facilitare l'utilizzo della smaterozzatrice a cuneo. Dato che quest'ultima può essere di un certo peso, la stessa può essere sostenuta tramite un cavo di acciaio fissato al soffitto (Fig. 3.12.8). L'impiego di smaterozzatrici a cuneo ha comportato, in un'azienda del comparto, la riduzione del livello equivalente di esposizione al rumore (Leq) da 97 a 70 dB(A).

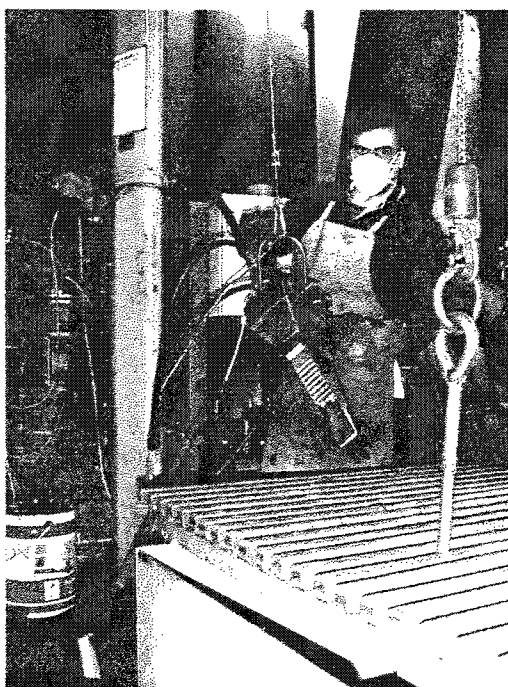


Fig. 3.12.8 Addetto alla smaterozzatura con smaterozzatrice a cuneo

Il martellino pneumatico utilizzato per la *disterratura* deve essere del tipo meno rumoroso, a basso impatto vibratorio e utilizzato in postazioni di lavoro cabinate e insonorizzate (poste sotto aspirazione per ridurre l'esposizione alle polveri) in locali separati da altre lavorazioni meno rumorose.

La lama della troncatrice eventualmente utilizzata per la smaterozzatura può essere munita di cuffia fonoisolante - fonoassorbente.

È importante che il rumore venga ridotto alla fonte, i lavoratori siano adeguatamente informati e, a seconda del livello di esposizione, formati a utilizzare i D.P.I. (cuffie, tappi); le zone di lavoro con un livello di esposizione personale maggiore di 90 dB(A) siano perimetrare, soggette a limitazione di accesso e con apposta un'appropriata segnaletica. Per maggiori dettagli sui limiti di esposizione al rumore e le relative misure di prevenzione da adottare vedere il *Glossario*.

### Esposizione a polveri

Le polveri sono dovute principalmente alla dispersione della terra di fonderia costituente le forme e le anime durante la liberazione del getto dalla staffa (*distaffatura*) e durante la ripulitura dei getti dai residui di terra rimasta su di essi (*disterratura*). La terra di fonderia, in queste fasi del ciclo, è oramai essiccata e quindi si può diffondere più facilmente nell'ambiente di lavoro. L'esposizione a queste polveri può essere causa di pneumoconiosi da polveri miste e di silicosi (vedere il *Glossario*).

Inoltre, durante il taglio delle materozze dai getti (*smaterozzatura*), specie quando è effettuata con macchine utensili (troncatrice, sega circolare ecc.) si possono disperdere polveri metalliche con eventuale proiezione di schegge e conseguente rischio per gli occhi.

La prevenzione dall'esposizione alle polveri di terra consiste nel segregare gli impianti di distaffatura tramite cabina posta sotto aspirazione e impedire l'avvio della macchina quando le porte della cabina sono aperte, ad esempio mediante un dispositivo di blocco (come descritto sopra per quanto riguarda le misure di prevenzione da esposizione al rumore).

La riduzione della caduta di terra sul pavimento, con ulteriore dispersione di polveri durante la distaffatura, si attua dimensionando adeguatamente le griglie vibranti in relazione alla dimensione delle staffe utilizzate.

Le postazioni di lavoro cabinate e insonorizzate, dove viene utilizzato il martellino pneumatico per la *disterratura*, devono essere dotate di aspirazione e pulite frequentemente. In caso di getti di grandi dimensioni, dove non sia prevista una postazione di lavoro cabinata, si può realizzare un'aspirazione localizzata tramite cappe mobili e garantire un adeguato ricambio d'aria dell'ambiente di lavoro.

Per quanto possibile, è opportuno evitare i cumuli di terra, sia con misure atte ad evitarne fuoriuscite e dispersione, sia effettuando frequentemente la pulizia dell'ambiente di lavoro utilizzando aspirapolveri industriali, al fine di ridurre al minimo il sollevamento della polvere.

Durante il taglio delle materozze con macchine utensili è necessario che gli addetti indossino guanti, occhiali di protezione, tute; a seconda del livello di esposizione alle polveri di terra gli addetti devono indossare idonei D.P.I. (maschere antipolvere). È necessaria la formazione e informazione degli addetti ed il rispetto delle norme igieniche come riportato precedentemente (pulizia dei locali, docce, spogliatoi, armadietti a doppio scomparto ecc.).

### Esposizione a fumi, gas e vapori

Si tratta di inquinanti provenienti dalle forme piene di lega metallica allo stato fuso lasciate a raffreddare nelle staffe in attesa della distaffatura. Per quanto riguarda la natura di questi fumi e la loro nocività vedere relativo fattore di rischio nella fase *colata*.

Per ridurre l'esposizione è necessaria l'installazione di un impianto di aspirazione localizzato sulle forme poste a raffreddare. Vedere inoltre le soluzioni indicate ai punti precedenti.

Per eliminare l'esposizione a fumi, gas e vapori, ma anche polveri, rumore e movimentazione manuale dei carichi, all'impianto di distaffatura delle staffe provenienti dalla linea di formatura automatica in alcune fonderie è stata adottata la seguente soluzione globale: segregazione di tutto l'impianto tramite un sistema cabina-tunnel insonorizzato con materiale fonoisolante-fonoassorbente e posto in depressione grazie ad un sistema di aspirazione delle polveri, gas e fumi prodotti; il tunnel racchiude un sistema automatico di trasferimento dei pezzi estratti dalle staffe, i quali vengono trasferiti dalla griglia vibrante ai cassoni mediante un elettromagnete mobile. L'effetto positivo della soluzione è molteplice:

- si elimina la dispersione degli inquinanti nell'ambiente di lavoro, per la chiusura e aspirazione sull'impianto durante la fase di estrazione del getto dalla staffa;
- si elimina l'esposizione dell'addetto all'estrazione dei pezzi, in quanto tale mansione viene a scomparire, grazie all'automazione di tale operazione.

Qualora la soluzione del tunnel non sia applicabile per pezzi di grandi dimensioni, si adotta la soluzione della cabina precedentemente descritta per la distaffatrice e un impianto di aspirazione localizzata sulle staffe, poste a raffreddare in una zona separata.

La pratica adottata da alcune aziende di effettuare la distaffatura in orario notturno, quando le altre lavorazioni sono ferme e quindi non sono presenti addetti ad altre lavorazioni, riduce la possibilità di esposizione indiretta di tali lavoratori, ma non può essere considerata una pratica sostitutiva alla segregazione e aspirazione della distaffatrice e delle staffe in raffreddamento; e inoltre il lavoro notturno presenta le problematiche sotto descritte.

### Lavoro notturno

Talvolta la distaffatura viene eseguita durante la notte o nelle primissime ore del mattino.

Il lavoro notturno può essere causa di alterazioni dei ritmi sonno-veglia e in generale dei bioritmi circadiani, squilibrio delle abitudini alimentari, irritabilità, inclinazione alla depressione, oltre a possibili ripercussioni sulla vita familiare e sociale del lavoratore. Il disagio è maggiore per la concomitanza con gli altri fattori di rischio presenti, in particolare l'esposizione a polveri e rumore.

Pertanto è importante una corretta organizzazione del lavoro volta a ridurre, per quanto possibile, il lavoro notturno, e attuare, prima di tutto, le misure necessarie a eliminare o ridurre alla fonte i rischi di esposizione a polveri e rumore come sopra indicato; tali misure sono comunque indispensabili, anche se il lavoro avviene di notte con un numero minimo di addetti esposti.

Qualora permanga il lavoro notturno è bene organizzare i turni in modo da ridurre al minimo il numero di notti lavorative consecutive per lo stesso lavoratore, collocare il cambio dei turni in orari che permettano il rispetto dei ritmi biologici (sonno, pasti ecc.) e comunicare agli addetti il calendario dei turni con sufficiente anticipo.

La disciplina del lavoro notturno è stata recentemente innovata dal D.Lgs. n. 532 del 26.11.1999 e dal D.Lgs. n. 151 del 26.03.2001, cui si rimanda per informazioni più dettagliate. Si ricorda qui che il datore di lavoro deve, a propria cura e spese, per il tramite del medico competente, sottoporre i lavoratori notturni ad accertamenti preventivi e periodici, volti a constatare l'assenza di controindicazioni al lavoro notturno e a controllare ogni due anni il loro stato di salute. Nel caso in cui sopraggiungano condizioni che comportano l'inidoneità alla prestazione di lavoro notturno, accertata tramite il medico competente, è garantita al lavoratore l'assegnazione ad altre mansioni o altri ruoli diurni. Inoltre, il datore di lavoro non può obbligare a svolgere lavoro notturno le seguenti categorie di lavoratori:

- le lavoratrici madri di un figlio di età inferiore ai tre anni o, in alternativa, il lavoratore padre convivente con la stessa;
- la lavoratrice o il lavoratore che sia l'unico genitore affidatario di un figlio convivente di età inferiore a 12 anni;
- la lavoratrice o il lavoratore che abbia a proprio carico un soggetto disabile.

È vietato adibire le donne al lavoro notturno (dalle ore 24.00 alle ore 06.00) dall'accertamento dello stato di gravidanza fino al compimento di un anno di età del figlio.

Il datore di lavoro, prima di adibire gli addetti al lavoro notturno, deve informarli, insieme al rappresentante della sicurezza, sui

maggiori rischi derivanti dallo svolgimento del lavoro notturno, ove presenti, e disporre appropriate misure di protezione personale e collettiva in funzione dei rischi aggiuntivi derivanti da esso. Ad esempio, data la ridotta presenza di personale durante la notte, è opportuno che in uno stesso reparto nessun lavoratore venga lasciato solo, in modo che gli sia garantita la necessaria assistenza in caso di infortunio.

#### **Esposizione a vibrazioni mano – braccio**

L'esposizione a vibrazioni mano-braccio è dovuta prevalentemente all'utilizzo manuale del martello pneumatico, ma anche di alcune attrezzature manuali per la smaterozzatura (sega circolare portatile, troncatrice) e può determinare un insieme di disturbi neurologici e circolatori delle dita e lesioni osteoarticolari a carico degli arti superiori (sindrome da vibrazioni mano-braccio – vedere il *Glossario*). Il freddo aggrava il danno da vibrazioni.

Per ridurre l'esposizione alle vibrazioni localizzate al sistema mano-braccio è necessario utilizzare martelli caratterizzati da bassi livelli di vibrazione o minore impatto vibratorio, utilizzare impugnature smorzanti le vibrazioni, riscaldare l'ambiente di lavoro nei mesi freddi, ridurre i tempi di esposizione alternando le lavorazioni tra più addetti, utilizzare quando possibile smaterozzatrici idrauliche a cuneo al posto degli altri utensili manuali per la smaterozzatura. È opportuno che gli addetti siano informati e formati e sottoposti a sorveglianza sanitaria.

#### **Movimentazione manuale dei carichi**

Si tratta della movimentazione manuale di vari oggetti, in particolare delle *staffe* e dei *getti*, che possono raggiungere anche notevoli dimensioni.

La movimentazione manuale può determinare affaticamento eccessivo, danni al rachide e disturbi muscoloscheletrici. Inoltre sono possibili lesioni traumatiche per schiacciamento del piede in caso di caduta di oggetti pesanti. Dato che i pezzi appena distaffati possono essere ancora caldi, sono possibili ustioni.

Particolare attenzione deve esser posta quando si appoggiano getti pesanti sul banco di lavoro per effettuare la smaterozzatura, per evitare che gli arti possano rimanere tra il getto e il banco riportando lesioni traumatiche alla mano quali contusioni, ferite, amputazione delle dita.

Per ridurre il rischio dovuto alla movimentazione manuale, a seconda del peso del pezzo da movimentare, può essere necessario l'utilizzo di ausili per la movimentazione quali: carrelli, paranchi, carrozzone (Fig. 3.12.9) e o la movimentazione in più addetti. Per ridurre la movimentazione manuale durante la distaffatura si può installare un impianto automatico come sopra descritto per l'esposizione a rumore (soluzione RISOL 100, vedere il *Glossario*).

È di particolare importanza l'informazione e la formazione alle procedure e alle posture corrette da assumere durante la movimentazione dei pezzi. Sono inoltre necessari D.P.I. (guanti, scarpe di sicurezza con punta metallica).

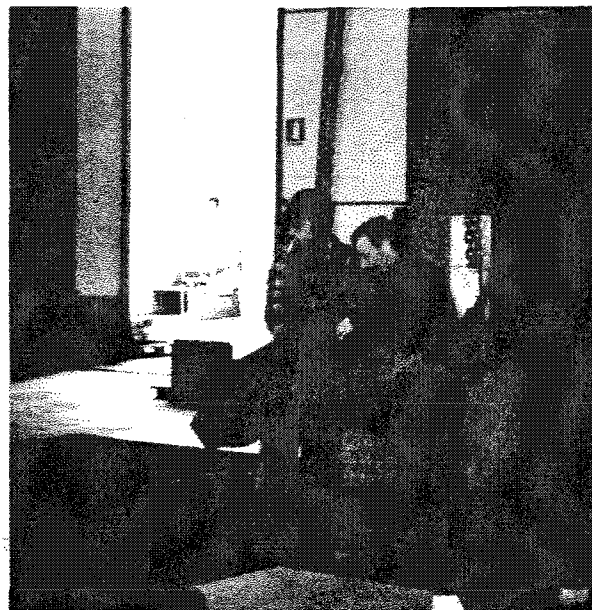


Fig. 3.12.9 *Movimentazione meccanica di un pezzo distaffato*

#### **Posture incongrue**

Qualora rulliere e griglie vibranti che trasportano i getti in uscita dalla distaffatura e disterratura rimangano all'altezza del pavimento, se gli addetti si chinano per prelevare i pezzi o per rompere a martellate le materozze (specie nel caso di più getti fusi a grappolo), vengono assunte posture incongrue che possono causare disturbi muscoloscheletrici.

Una soluzione in uso consiste nel migliorare il posto di lavoro portando l'ultimo tratto del trasportatore a un'altezza idonea, in

modo che gli addetti possano rompere le materozze e prelevare i pezzi mantenendo la posizione eretta (Fig. 3.12.11). Tuttavia è sempre preferibile automatizzare la raccolta dei getti entro cassoni metallici ed effettuare la smaterozzatura tramite smaterozzatrici a cuneo.

È importante l'informazione e formazione degli addetti alle posture corrette.



Fig. 3.12.10 Rottura manuale delle materozze di pezzi piccoli in una azienda caratterizzata da una produzione limitata

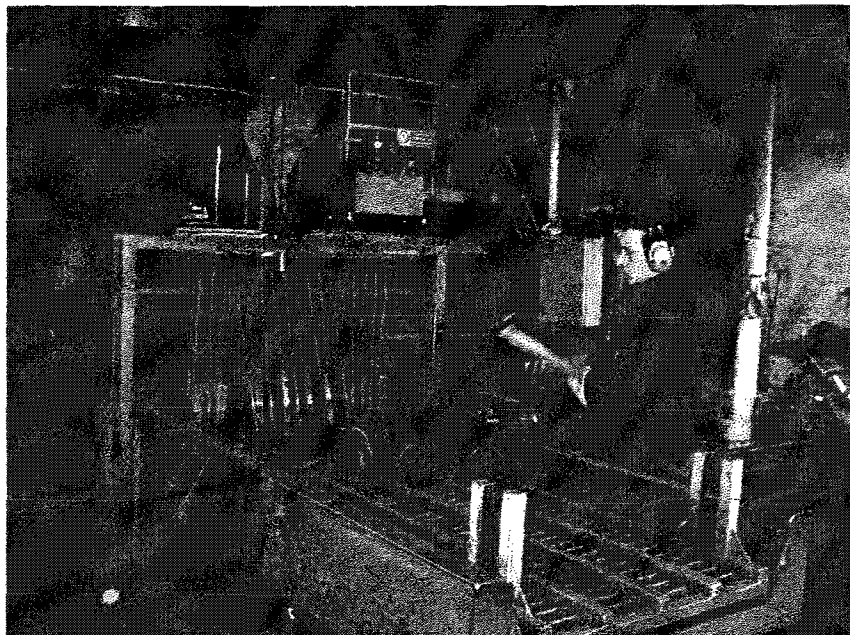


Fig. 3.12.11 Rottura con la mazza delle materozze sul trasportatore grigliato vibrante all'uscita della distaffatura dei getti provenienti dalla linea di formatura automatica. Il trasportatore è posto ad una altezza tale da permettere all'addetto di mantenere la posizione eretta durante la lavorazione

#### Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento

L'utilizzo di alcuni utensili portatili per la smaterozzatura, quali la troncatrice e la sega circolare, possono determinare lesioni traumatiche alle mani con possibilità di amputazioni in caso di contatto con la lama della troncatrice o con il disco della sega circolare portatile e lesioni agli occhi per proiezione di materiali.

La contemporanea presenza di altri fattori di rischio (esposizione a rumore, vibrazioni e polveri) rende maggiore il rischio di infortuni.

La troncatrice deve essere protetta a norma del D.P.R. n.547/1955 e della Direttiva Macchine. I rischi principali riguardano avvia-

menti accidentali, contatti accidentali con il disco dentato, proiezione di materiali. Pertanto è necessario che la troncatrice sia dotata di:

- carter fisso che copra la metà superiore del disco;
- carter mobile nella metà inferiore che copra entrambi i lati del disco e che, tramite un sistema meccanico, si alzi e si abbassi solidalmente al movimento che l'operatore esercita abbassando e alzando manualmente il manico durante la lavorazione, in modo che durante il taglio la parte non operativa del disco venga coperta;
- manico dotato di pulsante di avviamento a uomo presente, cioè un pulsante a pressione continua in modo che in fase di rilascio la macchina si fermi;
- pulsante di avviamento provvisto di una protezione contro gli avviamenti accidentali tramite un anello di guardia o contornato da una ghiera;
- cartello di divieto di effettuare manutenzione e pulizia con gli organi della macchina in movimento.

Per la sicurezza della *sega circolare portatile* valgono le stesse considerazioni per la mola portatile, la cui trattazione è riportata nella fase *sbavatura*.

È necessario che i lavoratori siano informati e formati e utilizzino i D.P.I quali guanti, occhiali, tuta.

Al posto di troncatrice e sega circolare portatile, è risultato vantaggioso utilizzare smaterozzatrici a cuneo.

#### Utilizzo del cannello ossiacetilenico

L'utilizzo del cannello ossiacetilenico per il taglio delle materozze può costituire per gli addetti rischio di ustioni; si ha anche esposizione a calore radiante e radiazioni luminose, che possono provocare danni alla vista, e ai fumi di combustione i quali possono provocare intossicazioni e danni all'apparato respiratorio; inoltre, in caso di scoppio delle bombole, le conseguenze per gli addetti potrebbero essere gravi.

L'attrezzatura ossiacetilenica deve: essere dotata di valvole di sicurezza applicate quanto più possibile vicine ai cannelli, in modo tale da impedire il ritorno di fiamma e l'afflusso dell'ossigeno o dell'aria nelle tubazioni del gas combustibile; permettere un sicuro controllo in ogni momento del suo stato di efficienza; impedire la possibilità che avvenga uno scoppio per ritorno di fiamma.

Per ridurre l'esposizione ai fumi di combustione sono necessari impianti di aspirazione localizzata, fissi o portatili. Gli addetti devono essere adeguatamente informati e formati alle corrette modalità di lavoro e all'utilizzo dei D.P.I. (tuta, guanti, maschere filtranti, occhiali o visiere) e sottoposti a sorveglianza sanitaria.

È opportuno valutare la possibilità di utilizzare mezzi alternativi, quali ad esempio le smaterozzatrici a cuneo.

#### Stoccaggio e movimentazione bombole per cannello ossiacetilenico

Lo stoccaggio delle bombole per il cannello ossiacetilenico può comportare il rischio di fughe di gas e di scoppio, quest'ultimo dovuto in particolare al fatto che l'acetilene disciolto può decomporsi in idrogeno e carbonio. L'energia di attivazione della reazione di decomposizione dell'acetilene è relativamente bassa, ad esempio può essere sufficiente un'esposizione prolungata al calore, e/o un forte urto della bombola. La reazione di composizione può durare anche diverse ore, tanto che l'esplosione può avvenire anche il giorno successivo a quello in cui il contenitore ha subito l'insulto; in altri comparti produttivi, si sono verificati infortuni mortali a causa dell'esplosione di bombole di acetilene, pertanto è necessaria la massima attenzione nello stoccaggio, movimentazione e utilizzo di bombole di acetilene. Depositi con quantitativi maggiori o uguali a 75 Kg sono soggetti a controllo obbligatorio di prevenzione incendi (D.M.I. del 16.02.1982).

Le bombole devono essere dotate della prescritta etichettatura ed essere stoccate in luogo separato, ventilato, al riparo dalle intemperie e lontane da fonti di calore. Nel locale di stoccaggio deve essere disposto e segnalato il divieto di fumare e usare fiamme libere. Sono necessari idonei sistemi di ancoraggio (ad esempio catene), per evitare la caduta accidentale delle bombole, sia durante lo stoccaggio che nell'utilizzo; qualora le bombole siano poste su carrelli, questi ultimi devono essere stabili e conformati in modo da evitare rischi di ribaltamento. L'impianto elettrico deve essere idoneo alla classificazione di pericolosità del luogo secondo le norme CEI e deve essere rispettata la normativa generale antincendio. È opportuno predisporre una procedura di emergenza in caso si sospetti che le bombole di acetilene abbiano subito un insulto tale che possa dare luogo a esplosione. Gli addetti devono essere informati e formati. È opportuno valutare la possibilità di utilizzare mezzi alternativi, quali ad esempio le smaterozzatrici a cuneo.



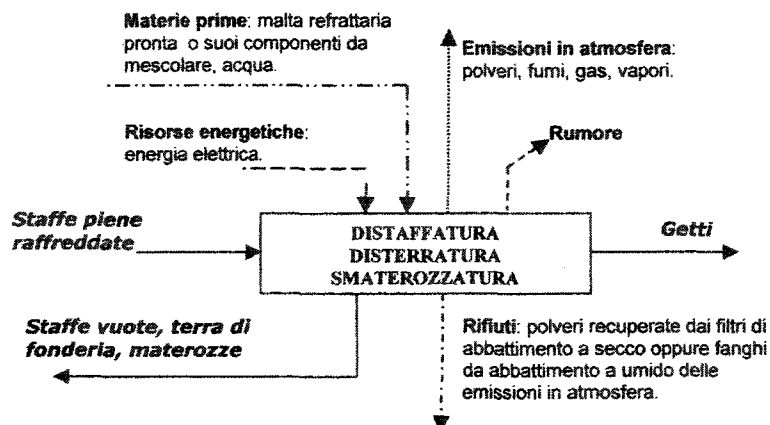
Tab. 3.12.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Distaffatura - Disterratura - Smaterozzatura

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
Esposizione a fumi, gas e vapori.	Si tratta di inquinanti provenienti dalle <i>forme</i> piene di metallo fuso lasciate a raffreddare nelle <i>staffe</i> in attesa della distaffatura. Per la natura di tali inquinanti vedere la fase <i>colata</i> .	Irritazione delle vie respiratorie, broncopneumopatie.  Per ulteriori dettagli vedere la fase <i>colata</i> .	Installazione di un impianto di aspirazione localizzato sulle <i>forme</i> poste a raffreddare e segregazione della distaffatrice mediante cabina dotata di aspirazione, oppure impianto automatizzato di trasporto delle <i>staffe</i> , distaffatura e trasferimento dei pezzi dalla griglia vibrante ai cassoni di raccolta, il tutto chiuso mediante un sistema cabina-tunnel insonorizzata e aspirata.
Esposizione a polveri.	Dispersione di polveri di terra di fonderia (oramai essiccata), costituente <i>forme</i> e le <i>anime</i> , durante la distaffatura e disterratura.	Pneumoconiosi da polveri miste.	Impianto di distaffatura chiuso dotato di aspirazione e le cui griglie vibranti distaffatrici siano correttamente dimensionate in relazione alla dimensione delle <i>staffe</i> utilizzate. Utilizzo di impianti di aspirazione localizzata (eventualmente mobili), ricambio d'aria e utilizzo di D.P.I. (maschere antipolvere in caso di disterratura manuale dei <i>getti</i> , occhiali in caso di smaterozzatura con macchine utensili. Utilizzo di smaterozzatrici a cuneo.
	Dispersione di polveri metalliche e proiezione di schegge durante la smaterozzatura con macchine utensili.	Lesioni agli occhi	
Esposizione a rumore.	Dovuta alle griglie vibranti e all'impatto della staffa e del <i>getto</i> sulle griglie stesse, all'impatto dei pezzi gettati nei cassoni di raccolta dopo la distaffatura, all'uso del martellino pneumatico.	Danni uditivi (ipoacusia da rumore).	Attuare misure di prevenzione in base ai livelli di esposizione personale. Rivestire i cassoni utilizzati per la raccolta dei pezzi con materiali elastici smorzanti. Segregazione dell'impianto con cabina rivestita di materiale fonoisolante - fonoassorbente. Impedire l'avvio della distaffatrice quando le porte della cabina sono aperte. Postazioni insonorizzare per l'uso del martellino che deve essere del tipo meno rumoroso. Utilizzo di smaterozzatrici a cuneo.
Esposizione a vibrazioni mano - braccio.	L'esposizione è dovuta all'utilizzo manuale del martello pneumatico per la disterratura, e di sega circolare portatile e troncatrice per la smaterozzatura.	Sindrome da vibrazioni mano-braccio (vedere il <i>Glossario</i> ). Il freddo aggrava i danni da vibrazioni.	Adottare smaterozzatrici idrauliche a cuneo. Utilizzare martelli pneumatici a bassa vibrazione e minore impatto vibratorio. Riscaldare i locali di lavoro durante la stagione fredda, ridurre i tempi di esposizione alternando le lavorazioni tra più addetti. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli esposti.
Movimentazione manuale dei carichi.	Movimentazione delle <i>staffe</i> e dei <i>getti</i> .	Disturbi muscoloscheletrici (vedere il <i>Glossario</i> ). Affaticamento eccessivo. Lesioni traumatiche per schiacciamento del piede in caso caduta di oggetti pesanti.	Automazione dell'impianto, oppure a seconda del peso del pezzo da movimentare, è necessario l'utilizzo di ausili per la movimentazione (paranchi, carroponte, carrelli), ovvero la movimentazione tramite due addetti. Informazione e formazione alle procedure e alle posture corrette. Sono inoltre necessari D.P.I. (scarpe di sicurezza con punta metallica).

... segue tabella precedente

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Posture incongrue.</b>	Prelievo e rottura delle <i>materozze</i> in posture scorrette.	Disturbi muscoloscheletrici (vedere il <i>Glossario</i> ).	Automatizzare l'operazione di raccolta, migliorare il posto di lavoro in modo che gli addetti possano mantenere la posizione eretta, utilizzare la smaterozzatrice a cuneo anziché la mazza. Informazione e formazione degli addetti alle posture corrette.
<b>Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento.</b>	Utilizzo di troncatrice e la sega circolare per la smaterozzatura. La contemporanea presenza di altri fattori di rischio (esposizione a rumore, vibrazioni, polveri) rende maggiore il rischio di infortuni.	Lesioni traumatiche alle mani con possibilità di amputazioni in caso di contatto con la lama della troncatrice e il disco della sega circolare portatile. Lesioni agli occhi per proiezione di materiali.	La troncatrice e la sega circolare portatile protette a norma del D.P.R. n.547/1955 e della Direttiva Macchine. Utilizzo di D.P.I (guanti, tuta, occhiali). Informazione e formazione degli addetti. Utilizzare in alternativa, per quanto possibile, le <i>smaterozzatrici a cuneo</i> . Vedere anche la fase "sbavatura".
<b>Utilizzo del cannello ossiacetilenico.</b>	L'utilizzo del cannello ossiacetilenico per il taglio delle <i>materozze</i> : esposizione a fiamme libere, calore radiante, radiazioni luminose, fumi di combustione, proiezione di materiale incandescente, pericolo di scoppio.	Ustioni, stress termico, danni agli occhi, intossicazioni, danni all'apparato respiratorio, lesioni traumatiche, incendi - esplosioni.	Valvole di sicurezza applicate quanto più possibile vicine ai cannelli, in modo tale da impedire il ritorno di fiamma e l'afflusso dell'ossigeno o dell'aria nelle tubazioni del gas combustibile. Controllo periodico della attrezzatura. Impianti di aspirazione localizzata. D.P.I. (tuta, guanti, maschere, visiere). Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti. Utilizzare in alternativa, per quanto possibile, le <i>smaterozzatrici a cuneo</i> .
<b>Stoccaggio e movimentazione bombole per cannello ossiacetilenico.</b>	Lo stoccaggio delle bombole per il cannello ossiacetilenico comporta il rischio di fughe di gas e di scoppio, specie in caso di forti urti delle bombole o esposizione prolungata al calore.	Intossicazioni, ustioni, lesioni traumatiche, incendi - esplosioni.	Stoccaggio in luogo separato, ventilato, al riparo dalle intemperie e lontano da fonti di calore. Divieto di fumare e usare fiamme libere. Sistemi di ancoraggio anti caduta delle bombole. Etichettatura e segnaletica. Impianto elettrico idoneo. Attuare la normativa generale antincendio. Predisporre procedure di movimentazione e di emergenza. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Lavoro notturno.</b>	Talvolta la distaffatura viene eseguita durante la notte o nelle primissime ore del mattino, oltre che per esigenze produttive, anche per ridurre l'esposizione a polveri e rumore degli addetti ad altre lavorazioni che possono svolgersi nella stessa area dello stabilimento produttivo.	Alterazioni dei ritmi sonno-veglia e in generale dei bioritmi circadiani, squilibrio delle abitudini alimentari, irritabilità, inclinazione alla depressione, oltre a possibili ripercussioni sulla vita familiare e sociale del lavoratore. Il disagio è maggiore per la concomitanza con gli altri fattori di rischio presenti, in particolare l'esposizione a polveri e rumore.	Ridurre alla fonte l'esposizione a polveri e rumore. Organizzare il lavoro per ridurre quello notturno, turni appropriati. Adibire al lavoro notturno i lavoratori che ne facciano richiesta, tenuto conto delle necessità aziendali e della particolari situazioni familiari dei lavoratori come stabilito dalle norme in materia. Misure di protezione per i rischi aggiuntivi derivanti dal lavoro notturno. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.

### 3.12.3 Impatto ambientale



#### Emissioni in atmosfera

Sono presenti gas, fumi, vapori e polveri captate dagli impianti di aspirazione localizzata: gas, fumi e vapori provengono dal raffreddamento delle staffe piene in attesa della distaffatura, e la loro natura è stata descritta alla fase *colata* (Paragrafo 3.10); le polveri provengono dalla disterratura - distaffatura - smaterozzatura.

Tali emissioni, prima di essere rilasciate in atmosfera, vengono abbattute con specifici impianti a secco (costituiti in genere da filtri a maniche) o a umido (con ciclo chiuso dell'acqua e recupero dei fanghi da avviare allo smaltimento), tenendo conto della diversa caratteristiche delle polveri di terra di fonderia, a seconda che esse provengano da linea di formatura a resina o a verde. A tal proposito vedere il Paragrafo 3.2.4 relativo alla fase *stoccaggio, recupero e preparazione terre*. A titolo di esempio riportiamo i valori misurati negli autocontrolli da una azienda del comparto.

Tab. 3.12.3.1 Emissioni in atmosfera dalla fase disterratura - Autocontrolli di una azienda del comparto (produzione di getti in piccola e media serie tramite colata in forme prodotte con impianto automatico), maggio 2001

Origine	Q [Nm <sup>3</sup> /h]	S [m <sup>2</sup> ]	v [m/s]	T [°C]	H [m]	Durata emissione		Impianto di abbatti- mento	Inquinanti emessi			Valori limite (*)	
						h/g	g/a		Natura	mg/Nm <sup>3</sup> secchi	Kg/h	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/h
Disterratore a tamburo rotante.	101.149	1,54	19,2	30	12	8	220	Filtri a maniche	Polveri	1,08	0,109	25	1,143

Legenda: Q: portata; S: sezione di sbocco; V: velocità allo sbocco; T: temperatura di emissione; H: altezza camino; h/g: ore al giorno; g/a: giorni all'anno; amb.: ambientale; (\*) limiti imposti dalla autorizzazione provinciale alle emissioni in atmosfera rilasciata alla azienda.

#### Produzione di rifiuti

Le materozze vengono interamente recuperate e riportate all'ingresso del ciclo produttivo. Per ridurre le materozze sono state introdotte macchine automatiche che, durante la formatura, praticano *fori di colata* della minima dimensione. La riduzione della produzione di questi rifiuti che vengono recuperati è utile ai fini dell'efficienza produttiva e consente un risparmio energetico nella fase di fusione, dovendo fondere meno metallo per la realizzazione dello stesso pezzo.

La terra derivante dalla distaffatura viene recuperata e riutilizzata nel processo produttivo e, come descritto al Paragrafo 3.2 talvolta si aggiunge una parte di sabbia nuova. La parte di terra eccedente viene tolta dall'impianto. Anche nelle aziende che riutilizzano sempre la stessa terra senza aggiungere sabbia nuova, si hanno comunque delle eccedenze, dovute alle terre delle anime - la cui produzione è in genere appaltata a ditte esterne - e che dalla distaffatura finiscono anch'esse nell'impianto di recupero. La terra eccedente che viene tolta dall'impianto e non più utilizzata, così come la terra di scarto derivante dall'impianto di recupero, viene chiamata *esausta* (cod. CER 100901); essa è provvisoriamente stoccata in attesa che venga ritirata da ditte specializzate, per il conferimento alla sua destinazione finale che può essere: rigenerazione per utilizzo in altre fonderie; riciclaggio in altri cicli produttivi, ad esempio per fondi stradali o calcestruzzi; utilizzo per la copertura di discariche; smaltimento in discarica.

Per quanto riguarda lo stoccaggio e la movimentazione delle terre esauste e delle polveri fini recuperate dai filtri degli impianti di abbattimento a secco, vedere il Paragrafo 3.2. Ricordiamo anche qui che lo stoccaggio temporaneo della terra di fonderia esausta deve avvenire in condizioni idonee, evitando la dispersione di polveri nell'ambiente; il luogo di deposito deve essere dotato della prescritta segnaletica ed è necessario evitare che insieme a essa vengano mescolati altri rifiuti, specie se pericolosi.

In caso di abbattimento a umido delle emissioni in atmosfera, si ha la produzione di fanghi, che vengono estratti dall'impianto stesso tramite una macchina *dragafanghi* che li immette in un *container*, il quale una volta pieno viene ritirato da una azienda spe-

cializzata per lo smaltimento. Anche questi fanghi sono classificati con lo stesso codice europeo di rifiuto delle terre di fonderia esauste (cod. CER 100901); si tratta infatti di *terra di fonderia umida*.

Tab. 3.12.3.2 *Alcune stime di produzione dei rifiuti dalla fase distaffatura - disterratura (anno 1999)*

AZIENDA	Polveri (tonnellate)	Fanghi (tonnellate)	Terre esauste (tonnellate)
A2	-	-	152 recuperate; 1.100 smaltite
A3	-	37,8	380
A4	275	-	1.198
A6	n.d.	-	95 (*)
A8	158 (*)	-	1.177
A9	-	-	30
A10	100	-	580
A11	10	-	12

Note: (\*) valore comprensivo delle polveri provenienti dagli impianti di aspirazione centralizzati sugli impianti di stoccaggio, recupero e preparazione e terre.

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT

### Consumo delle risorse

Si ha consumo di energia elettrica per la conduzione degli impianti.

### Diffusione di rumore all'esterno

Le lavorazioni descritte in questa fase possono essere molto rumorose, pertanto si può avere diffusione di rumore all'esterno con possibile disturbo della popolazione, specie in prossimità di insediamenti civili.

Alcune soluzioni possono essere: innanzi tutto ridurre il rumore alla fonte per la tutela della salute dei lavoratori come descritto al Paragrafo 3.12.2; realizzare pannellature fonoisolanti - fonoassorbenti; posizionare il reparto in un'area dello stabilimento più lontana dagli insediamenti civili; lavorare con porte e finestre chiuse (climatizzando i locali per la tutela della salute dei lavoratori); ridurre la rumorosità degli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera come descritto al Paragrafo 3.16.

## 3.12.4 Rischio ambientale

### Esplosione - incendio

L'utilizzo del cannello ossiacetilenico e lo stoccaggio delle bombole può essere causa di scoppio e di incendio con la conseguente emissione in atmosfera dei prodotti di combustione e il rischio di spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento. Per le indicazioni di generali prevenzione vedere il Paragrafo 4.2.2.

### Dispersione incontrollata di polvere.

Durante le operazioni di movimentazione e il deposito temporaneo in attesa dello smaltimento delle polveri fini recuperate dai filtri dell'impianto di abbattimento a secco, si può verificare la dispersione incontrollata delle stesse nell'ambiente circostante, oltre all'esposizione alle polveri degli addetti alla movimentazione e smaltimento; pertanto devono essere attuate le misure necessarie a evitare la dispersione incontrollata delle polveri. A tale scopo, in un'azienda del comparto, è in corso di realizzazione un sistema automatico di umidificazione delle polveri fini recuperate dai filtri a maniche, che prevede di centralizzare l'impianto di abbattimento delle emissioni delle polveri di terre di fonderia provenienti dalle varie fasi lavorative.

## 3.13 Granigliatura - sabbiatura

### 3.13.1 Descrizione

La granigliatura e la sabbiatura consistono nel pulire e lucidare i getti, dopo averli privati delle materozze, investendoli rispettivamente con un getto di graniglia di acciaio o di sabbia abrasiva.

Questa operazione viene eseguita tramite macchine dette granigliatrici o sabbiatrici.

La graniglia può essere sferica, angolare o cilindrica di diversa granulometria, e viene fornita in sacchi di juta o di plastica.

Le macchine granigliatrici o sabbiatrici possono essere di diversi tipi a seconda delle dimensioni dei pezzi da trattare. Sono dotate di turbine che sparano ad alta velocità un flusso di graniglia contro i pezzi, ripulendone e lucidandone la superficie. Possono essere individuate due categorie:

- *a tappeto* (Fig. 3.13.1): vengono utilizzate per getti piccoli; sono costituite da una camera nella quale i getti vengono rimescolati tramite un tappeto rotante, sotto l'azione della graniglia sparata su di essi; i getti vengono introdotti in un caricatore automatico che si alza per rovesciarli nella macchina e poi ritorna nella posizione di riposo, quindi viene chiuso il coperchio e avviata la macchina;
- *a tunnel* (Fig. 3.13.2): vengono utilizzate per getti di medie dimensioni, i quali vengono appesi ai ganci di un trasportatore e trasferiti all'interno di un tunnel, dove vengono investiti dalla graniglia; talvolta, anziché essere direttamente appesi ai ganci del car-

roponte, i pezzi possono essere disposti su una rastrelliera dotata di più ripiani, che viene appesa al carroponete. Questa fase in alcuni casi è appaltata a ditte esterne, specie quando è appaltata anche la sbavatura.

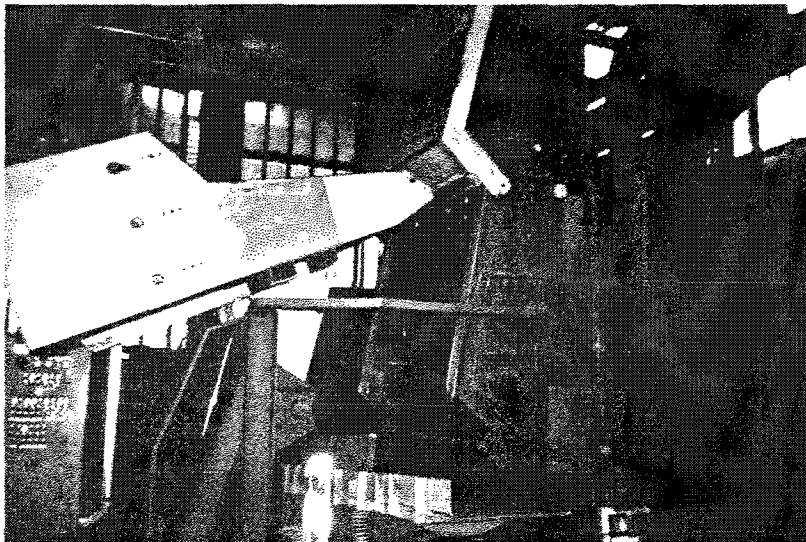


Fig. 3.13.1 Sabbiatrice a tappeto durante il caricamento dei getti. Si noti il caricatore automatico a sollevamento pneumatico (a sinistra) ed il coperchio scorrevole aperto (in alto)

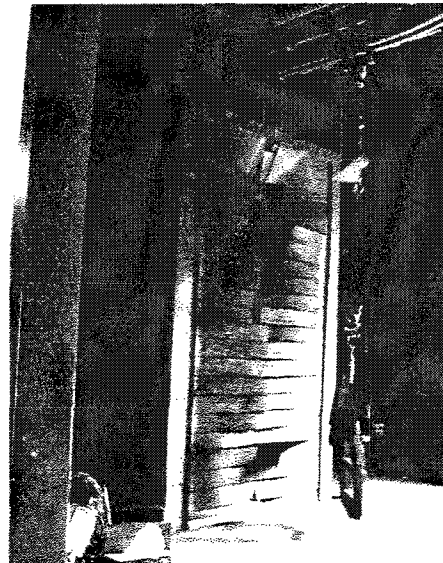


Fig. 3.13.2 Introduzione automatica nella sabbiatrice a tunnel dei getti appesi al paranco

### 3.13.2 Rischio lavorativo, danni e prevenzione

Gli addetti a questa fase lavorativa sono circa 20 su 319 lavoratori del comparto. I principali fattori di rischio lavorativo sono di seguito elencati.

#### Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento

Il caricatore automatico delle *granigliatrici a tappeto* (per pezzi piccoli), può costituire un pericolo, in quanto nel suo moto di sollevamento e successivo ritorno nella posizione di riposo potrebbe colpire l'addetto qualora egli si trovasse nella zona operativa della macchina, con la possibilità di riportare gravi lesioni traumatiche.

Per eliminare il rischio di infortuni, la zona operativa deve quindi essere protetta. Un sistema adottato da alcune aziende prevede l'utilizzo di fotocellule (Fig. 3.13.3) che interrompano immediatamente la corsa del caricatore automatico qualora un operatore dovesse trovarsi nel suo raggio di azione.

Un'altra azienda del comparto ha invece segregato tutta la macchina, compreso il caricatore, con una cabina in materiale fonoisolante-fonoassorbente (Fig. 3.13.4), e ha installato dei dispositivi di interblocco sulle porte della cabina. Tale soluzione è preferibile rispetto alla precedente in quanto, oltre a prevenire il rischio di infortuni, consente una notevole riduzione dell'emissione di rumore e di polvere.

I pezzi appesi al carroponete o le rastrelliere sui quali i pezzi sono sistemati, durante l'ingresso nella *sabbiatrice a tunnel* (per pezzi grandi), possono costituire un pericolo perché nella loro corsa possono colpire gli addetti. Il rischio è maggiore se il percorso può essere attraversato da persone o carrelli elevatori. In caso di investimento da parte dei pezzi appesi in movimento, gli addetti possono riportare gravi lesioni traumatiche, inoltre è presente il rischio di presa e trascinamento dentro la macchina.

Per evitare tali rischi, l'avanzamento dei pezzi appesi può essere effettuato tramite pulsantiera a uomo presente con avanzamento a impulsi, il percorso adeguatamente progettato e segnalato e l'operatore deve indossare l'elmetto per la protezione della testa.

Se invece l'avanzamento avviene in modo automatico è necessaria la segnalazione ottico-acustica del movimento dei pezzi appesi, la delimitazione e segnalazione del percorso con barriere e l'installazione di sistemi di fotocellule che blocchino l'impianto quando viene attraversata la zona operativa. Possono essere impiegati altri sistemi di protezione purché garantiscano una sicurezza equivalente.

Vedere inoltre la fase di movimentazione meccanica dei carichi per le norme generali di prevenzione relative agli impianti di sollevamento.

Le macchine sabbiatrici (a tunnel o a tappeto) devono essere dotate di dispositivo di arresto di emergenza; prima di effettuare operazioni di manutenzione o pulizia su di esse, è necessario mettere la macchina in sicurezza secondo una procedura *Blocca e Segnala*, come già si attua in aziende del comparto (vedere il *Glossario*). È necessaria l'informazione e formazione degli addetti.

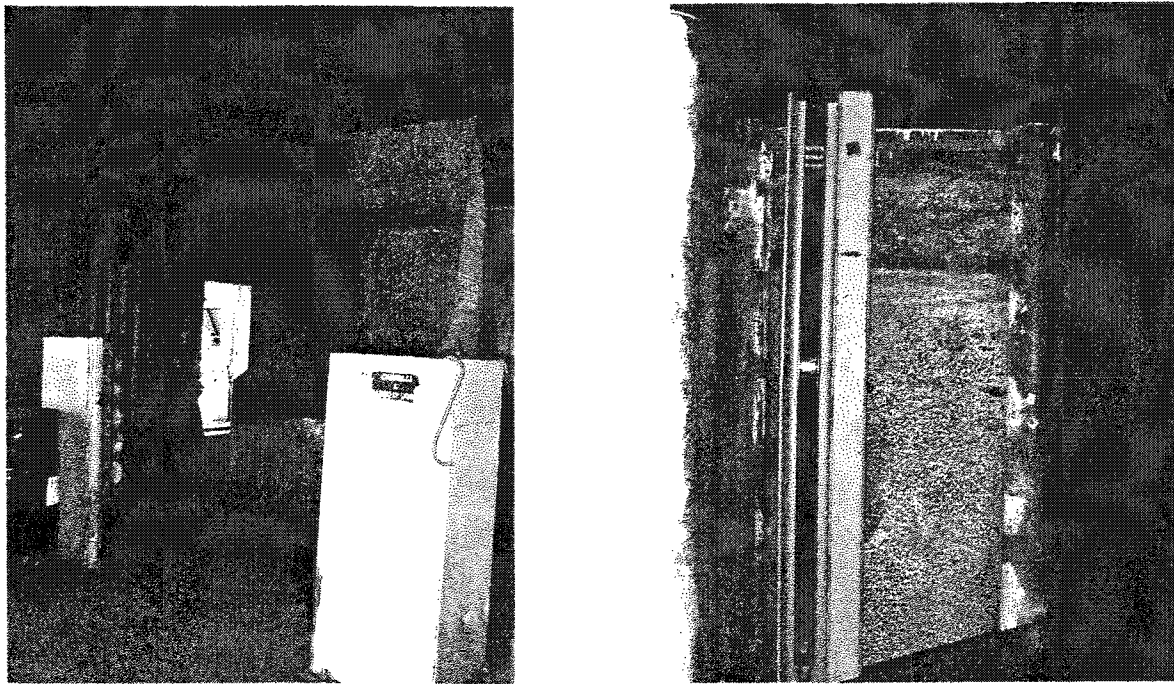


Fig. 3.13.3 A/B: sistema di protezione con fotocellule al caricatore automatico della sabbiatrice a tappeto. A: vista d'insieme; B: particolare della barra di fotocellule

#### Esposizione a rumore

Il rumore in questa operazione è dovuto all'impatto della graniglia sui getti, ai compressori nelle sabbiatrici a tunnel, agli urti tra i getti nelle sabbiatrici a tappeto.

Secondo le misurazioni effettuate in una azienda del comparto nel 2000, i livelli di rumorosità equivalente ( $L_{eq}$ ) delle granigliatrici in funzione sono compresi tra 93 e 97 dB(A), mentre i livelli di esposizione personale giornaliera degli addetti ( $L_{ep,d}$ ) che effettuano la conduzione delle granigliatrici e la movimentazione dei pezzi con carrello elevatore sono compresi tra 92,5 e 93,7 dB(A).

L'esposizione prolungata a tali livelli di rumore, in mancanza di adeguate misure di prevenzione, rende probabile l'insorgenza di danni uditivi per gli addetti (vedere il *Glossario*).

Per ridurre l'esposizione al rumore è necessario porre le macchine sabbiatrici in un locale separato per evitare l'esposizione indiretta di addetti ad altre lavorazioni, e ridurre il più possibile il rumore alla fonte insonorizzando la macchina.

L'insonorizzazione è facilmente attuabile per la *granigliatrice a tunnel*, per come è costituita la macchina e per il metodo di caricamento ed estrazione dei getti dalla macchina stessa. Il  $L_{eq}$  misurato da una azienda del comparto (in prossimità del quadro comando) è risultato pari a 84 dB(A).

Nel caso di una *granigliatrice a tappeto*, sono stati attuati dalle aziende del comparto diversi interventi.

Uno di questi ha comportato la contemporanea attuazione delle tre seguenti misure:

- trattamento smorzante delle superfici di urto mediante rivestimento in gomma telata all'interno del cassone, con periodico controllo e sostituzione della gomma telata quando risulta essere troppo deteriorata;
- realizzazione di uno schermo aperto biassorbente tra macchina e operatore;
- trattamento fonoassorbente della parete dell'ambiente di lavoro adiacente al quadro di controllo; i materiali fonoassorbenti utilizzati in questo caso sono gomma telata e schiuma poliuretana.

Un'altra soluzione adottata da una azienda del comparto e che ha dato ottimi risultati è stata la completa segregazione della granigliatrice a tappeto e del suo caricatore. Lo scarico dei getti avviene entro un cassone metallico, il quale viene estratto dalla cabina tramite un carrellino su rotaia e quindi prelevato tramite un carrello elevatore a trazione elettrica. Questa soluzione ha permesso la riduzione del rumore a un  $L_{eq} = 77$  dB(A) all'esterno della cabina durante il normale funzionamento con cabina chiusa e a un  $L_{eq} = 83,2$  dB(A) durante lo scarico dei pezzi e, conseguentemente ai tempi di attività, il livello di esposizione personale dei due addetti alla macchina si è ridotto a un  $L_{ep,d} = 81,5$  per un addetto e 83,4 per l'altro.

Anche nel caso in cui l'attuazione delle misure sopra descritte per la riduzione del rumore alla fonte in questa fase lavorativa siano tali da ridurre notevolmente il rischio per gli addetti di riportare danni uditivi, può comunque permanere il rischio di danni extrauditivi. Pertanto è fondamentale effettuare la valutazione personale dell'esposizione al rumore e attuare le relative misure di prevenzione tenendo conto dei valori limite (vedere il *Glossario*).

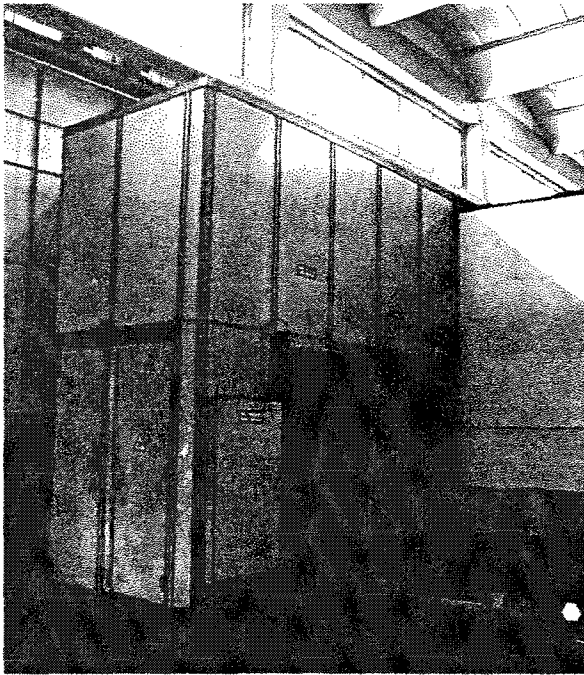


Fig. 3.13.4 A/B *Cabinatura integrale della granigliatrice a tappeto. A: particolare del carrello su rotaia per l'estrazione dei getti trattati dalla granigliatrice a tappeto cabinata. B: vista d'insieme della granigliatrice a tappeto cabinata*

#### Esposizione a polveri

Le polveri silicee sono dovute alla terra residua sui getti provenienti dalla *disterratura* e si disperdono nell'ambiente soprattutto durante le operazioni di trasporto e di carico. Le polveri di ossidi di ferro sono presenti nella graniglia e liberati nell'aria e seguito dell'impatto della graniglia con i *getti*.

L'esposizione può determinare pneumoconiosi da polveri miste.

Le macchine che svolgono l'operazione di granigliatura devono essere chiuse ermeticamente e poste in depressione con sistema di aspirazione / abbattimento delle polveri; il sistema di recupero polveri della sabbiatrice deve essere mantenuto sempre efficiente; le aree dove è collocata la rastrelliera sopraelevata da terra in cui vengono disposti i getti per la granigliatura devono essere delimitate in modo che eventuali residui di polvere di sabbatura che cadano sul pavimento non possano distribuirsi nelle zone di transito. Per la pulizia evitare l'utilizzo di scope che darebbe luogo alla diffusione di polveri nell'ambiente di lavoro; utilizzare invece aspirapolveri o spazzatrici industriali. È importante attuare le norme igieniche come riportato precedentemente (tute, grembiuli, guanti, docce, lavabi, spogliatoi, armadietti ecc.) e che gli addetti siano adeguatamente formati e informati.

#### Movimentazione manuale dei carichi

Durante la movimentazione manuale dei getti per posizionarli sulle rastrelliere o per agganciarli al carroponte e per introdurli nella granigliatrice, qualora il peso da movimentare sia eccessivo e i lavoratori non siano stati formati alle posture corrette, si possono riportare disturbi muscoloscheletrici (vedere il *Glossario*).

Qualora i pezzi movimentati presentino parti taglienti (ad esempio bave di metallo formati in corrispondenza dei punti di unione delle due semi-staffe), gli addetti possono riportare ferite da taglio alle mani. In caso di caduta dei pezzi durante la loro movimentazione manuale, gli addetti possono riportare lesioni traumatiche agli arti inferiori, contusioni e ferite.

Per ridurre i rischi è necessaria, a seconda del peso, la movimentazione tramite due addetti e l'utilizzo di mezzi sollevamento. Sono necessari D.P.I. quali guanti e scarpe di sicurezza, ed elmetti in presenza di carroponte.

È fondamentale l'informazione e formazione degli addetti alle posture e alle procedure corrette. Ad esempio gli addetti devono evitare di salire in piedi sulle rastrelliere per sistemare i pezzi all'ingresso della sabbiatrice, specie quando la rastrelliera è appesa al carroponte, in quanto tale comportamento espone gli addetti al rischio di caduta dall'alto con conseguenze traumatiche.

#### Transito su pavimento scivoloso

In caso di fuoriuscita sul pavimento dei pallini di granigliatura dalla macchina granigliatrice gli addetti possono scivolare.

Pertanto è necessario indossare scarpe antiscivolo, effettuare un'accurata manutenzione della sabbiatrice in modo da evitare fuoriuscite della graniglia e pulire frequentemente il pavimento tramite aspirapolveri o spazzatrici industriali. Altra possibile soluzione potrebbe essere la posa di un pavimento grigliato intorno alla sabbiatrice.

#### Lavoro in locali a rischio di incendio

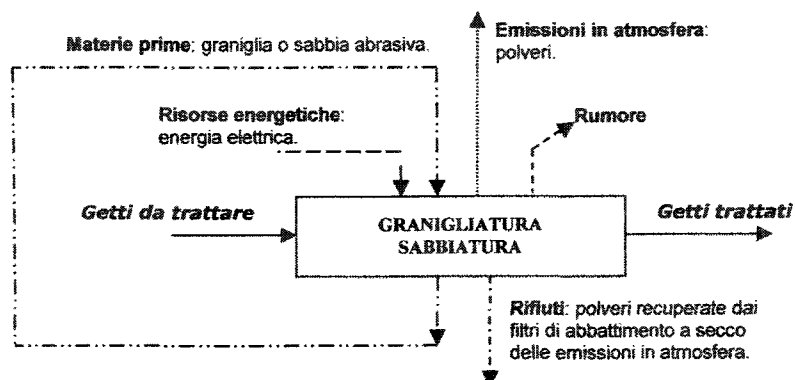
Il rischio di incendio è sempre da tenere in considerazione quando sono presenti materiali combustibili ed esiste la possibilità di innesco (ad esempio per scintille che si possono determinare a causa di attriti o cariche elettrostatiche, o per eventuali corto circuiti che si possono verificare negli impianti elettrici), pertanto è necessario prevedere idonee misure di prevenzione.

Tab. 3.13.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Granigliatura - Sabbiatrice

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a rumore.</b>	Dovuto all'impatto della graniglia sui pezzi, ai compressori, agli urti tra i pezzi nelle macchine granigliatrici.	Danni uditivi o extrauditivi a seconda del livello di esposizione personale.	Porre in locale separato e insonorizzare le macchine granigliatrici. Effettuare la valutazione della esposizione personale ed attuare le misure di prevenzione tenendo conto dei valori limite (vedere il <i>Glossario</i> ).
<b>Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento.</b>	Movimento del caricatore automatico delle granigliatrici a tappeto.  Movimento dei pezzi appesi al carropono o delle rastrelliere sui quali i pezzi sono sistemati, durante l'ingresso nella sabbiatrica a tunnel. Il rischio è maggiore se il percorso può essere attraversato da persone o carrelli elevatori.	Lesioni traumatiche.	Dispositivo di arresto di emergenza. Proteggere la zona operativa del caricatore automatico tramite fotocellule o altri sistemi di sicurezza equivalente. Avanzamento dei pezzi appesi tramite pulsantiera a uomo presente a impulsi o, se automatico, con segnalazione ottico-acustica del movimento. Progettare e segnalare adeguatamente il percorso dei pezzi appesi, e proteggerlo con barriere, fotocellule o altri sistemi di sicurezza equivalente. Indossare l'elmetto. Vedere la fase "movimentazione meccanica dei carichi" per la sicurezza degli impianti di sollevamento. Per manutenzione o pulizia attuare procedure di tipo <i>Blocca e Segnala</i> . Informazione e formazione degli addetti.
<b>Esposizione a polveri silicotigene e di ossidi di ferro.</b>	Diffusione di polveri silicotigene dovute alla terra residua sui pezzi provenienti dalla disterratura e di polveri di ossidi di ferro presenti nella graniglia, e diffuse a seguito dell'impatto con i pezzi.	Pneumoconiosi da polveri miste.	Segregazione e aspirazione delle macchine sabbiatrici. Garantire la tenuta ermetica delle sabbiatrici. Mantenere efficiente il sistema di recupero polveri della sabbiatrica. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Movimentazione manuale dei carichi.</b>	Movimentazione manuale dei pezzi, talvolta con parti taglienti, per il loro posizionamento sulle rastrelliere o per agganciarli al carropono per poi essere introdotti nella granigliatrice.	Disturbi muscoloscheletrici, lesioni traumatiche (contusioni, ferite da taglio).	Movimentazione in due addetti. Ausilio di sollevamento. D.P.I. (guanti, scarpe di sicurezza; se si usa il carropono anche l'elmetto). Informazione e formazione degli addetti alle posture ed alle procedure corrette.
<b>Transito su pavimento scivoloso.</b>	In caso di fuoriuscita dei pallini di granigliatura dalla macchina granigliatrice, se i pallini cadono sul pavimento, gli addetti possono scivolare.	Lesioni traumatiche.	Indossare scarpe antiscivolo. Accurata manutenzione in modo da evitare fuoriuscite della graniglia. Frequente pulizia del pavimento tramite aspirapolveri o spazzatrici industriali. Pavimento grigliato.
<b>Lavoro in locali a rischio di incendio</b>	In un impianto industriale il rischio di incendio è sempre da tenere in considerazione quando sono presenti materiali combustibili ed esiste la possibilità di innesco.	Ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche.	Valutazione del rischio di incendio. Impianto elettrico idoneo alla classificazione di pericolosità del luogo ove è installato. Predisporre piani di evacuazione. Informare i lavoratori. Predisporre presidi antincendio. Formare le squadre di emergenza.



### 3.13.3 Impatto ambientale



#### Emissioni in atmosfera

Le polveri captate dall'impianto di aspirazione durante la granigliatura contengono silice libera cristallina. Vengono in genere abbattute in impianti di abbattimento a secco. A titolo di esempio riportiamo i valori misurati negli autocontrolli da alcune aziende del comparto.

Tab. 3.13.3.1 Emissioni in atmosfera dalla fase granigliatura

Autocontrolli di una azienda del comparto caratterizzata da una produzione di getti in media e grande serie realizzati tramite colata in forme prodotte con un impianto automatico, ed una limitata produzione di getti realizzati tramite colata in forme prodotte con formatura manuale, anno 1999													
Origine	Q [Nm <sup>3</sup> /h]	S [m <sup>2</sup> ]	v [m/s]	T [°C]	H [m]	Durata emissione		Impianto di abbattimento	Inquinanti emessi			Valori limite (*)	
						h/g	g/a		Natura	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/h	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/h
Granigliatrice "A"	2.600	0,075	10,8	amb.	10	2	100	Filtro a maniche	Polveri totali	< 20	0,042	-	0,042
Granigliatrice "B"	13.600	0,283	14,4	amb.	12	4	200	Filtro a maniche	Polveri totali	< 20	0,280	-	0,280

Autocontrolli di una azienda del comparto caratterizzata da una produzione di getti in piccola e media serie realizzati tramite colata in forme prodotte con un impianto automatico, maggio 2001.													
Origine	Q [Nm <sup>3</sup> /h]	S [m <sup>2</sup> ]	v [m/s]	T [°C]	H [m]	Durata emissione		Impianto di abbattimento	Inquinanti emessi			Valori limite (**)	
						h/g	g/a		Natura	mg/Nm <sup>3</sup> secchi	Kg/h	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/h
Granigliatrice	9.928	0,28	10,4	22,6	12	8	220	Filtro a maniche	Polveri silicee e metalliche	9,29	0,092	50	-

Legenda: Q: portata; S: sezione di sbocco; v: velocità allo sbocco; T: temperatura di emissione; H: altezza camino; h/g: ore al giorno; g/a: giorni all'anno; amb.: ambientale; (\*) e (\*\*) limiti imposti dalle autorizzazioni provinciali alle emissioni in atmosfera rilasciate alle aziende A10 e A4 rispettivamente.

#### Produzione di rifiuti

Il rifiuto è costituito dalla terra di fonderia bruciata che era rimasta a contatto con il getto e dal quale è stata rimossa grazie alla granigliatura, mista alle particelle fini di graniglia che si producono dal consumo della stessa per attrito nell'impatto con il getto trattato. Si presenta in forma di polveri o di fanghi a seconda che provenga dagli impianti di abbattimento a secco o a umido, dove rispettivamente presenti.

Inoltre, quando dopo un certo numero di cicli, la graniglia di acciaio delle granigliatrici e la sabbia abrasiva delle sabbiatrici diventa esausta e viene quindi sostituita.

Come esempio di stima quantitativa dei rifiuti prodotti in questa fase lavorativa, si riportano nella tabella seguente i dati relativi ad alcune aziende del comparto.

Tab. 3.13.3.2 Alcune stime della produzione rifiuti - dalla fase granigliatura - sabbiatura (anno 1999)

AZIENDA	Polveri t.	Fanghi t.	Sabbia abrasiva esausta t.	Graniglia d'acciaio esausta t.
A4	4	-	-	4,8
A6	0,50	-	-	1
A8	45	-	-	n.d.

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT

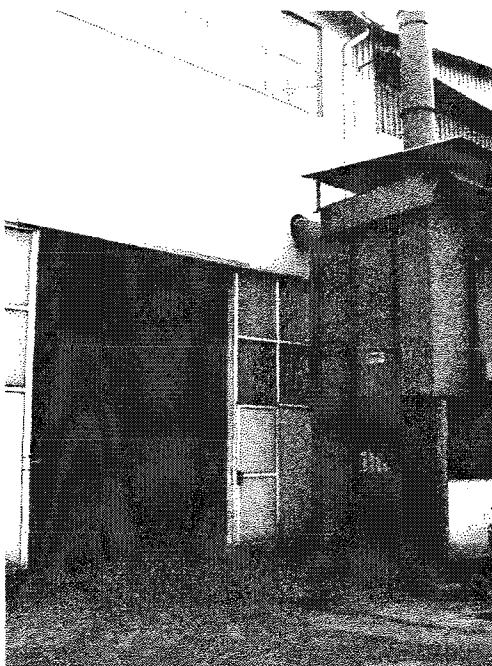


Fig. 3.13.5 Impianto abbattimento a secco (filtro a maniche) delle emissioni in atmosfera di polveri aspirate alla granigliatrice

#### Consumo delle risorse

In questa fase lavorativa, si ha consumo di energia elettrica per la conduzione dell'impianto e consumo di graniglia di acciaio o sabbia abrasiva come materia prima. Come esempio di stima del consumo di quest'ultima si riportano nella tabella seguente, i dati relativi ad alcune aziende del comparto.

Tab. 3.13.3.3 Alcune stime del consumo di materie prime per la fase granigliatura - sabbatura (anno 1999)

AZIENDA	Sabbia abrasiva t.	Graniglia d'acciaio t.
A4	-	14,7
A6	-	1
A8	-	30

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT

#### Diffusione di rumore all'esterno

Il rumore derivante dalla macchina granigliatrice, se non insonorizzata, può diffondersi all'esterno dei locali di lavoro. Altra fonte di rumore sono gli impianti di aspirazione e abbattimento delle emissioni in atmosfera. Il rumore può arrecare disturbo alla popolazione circostante in caso l'azienda sia prossima alle abitazioni; in tal caso sono da adottare misure atte a ridurre la diffusione del rumore entro i limiti stabiliti dalla Legge per la classificazione della zona ove è insediata l'azienda, innanzi tutto insonorizzando la macchina come descritto al Paragrafo 3.13.2 per la tutela della salute dei lavoratori e riducendo la rumorosità degli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera come descritto al Paragrafo 3.16.

### 3.13.4 Rischio ambientale

#### Dispersione incontrollata di polvere

Durante le operazioni di movimentazione e di stoccaggio temporaneo, in attesa dello smaltimento delle polveri fini recuperate dai filtri a maniche dell'impianto di abbattimento delle emissioni in atmosfera, si può verificare la dispersione incontrollata delle stesse nell'ambiente circostante, oltre all'esposizione alle polveri degli addetti alla movimentazione e smaltimento; è opportuno attuare le misure necessarie ad evitare la dispersione incontrollata delle polveri. A tale scopo, in un'azienda del comparto, è in corso di realizzazione un sistema automatico di umidificazione delle polveri fini recuperate dai filtri a maniche, che prevede di centralizzare l'impianto di abbattimento delle emissioni delle polveri di terre di fonderia provenienti dalle varie fasi lavorative.

#### Incendio

Le conseguenze ambientali in caso di incendio sono essenzialmente determinate dai fumi di combustione e dal rischio di spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento. Per le indicazioni generali di prevenzione vedere il Paragrafo 4.2.2.

## 3.14 Sbavatura

### 3.14.1 Descrizione

La sbavatura è l'operazione durante la quale si provvede alla rifinitura e levigatura, nonché all'eliminazione delle bave di metallo che si formano sui getti in prossimità dei punti di unione delle due semi-staffe. Questa fase lavorativa, detta anche smerigliatura o molatura, viene eseguita generalmente con mole a nastro, a disco e mole portatili. In alcuni casi possono essere utilizzate anche sbavatrici automatiche. Dopo la lavorazione i pezzi di piccole dimensioni vengono ammassati gettandoli in cassoni metallici, o appoggiati su pancali di legno che poi verranno movimentati tramite carrelli elevatori.

Questa fase può essere appaltata a ditta esterna.

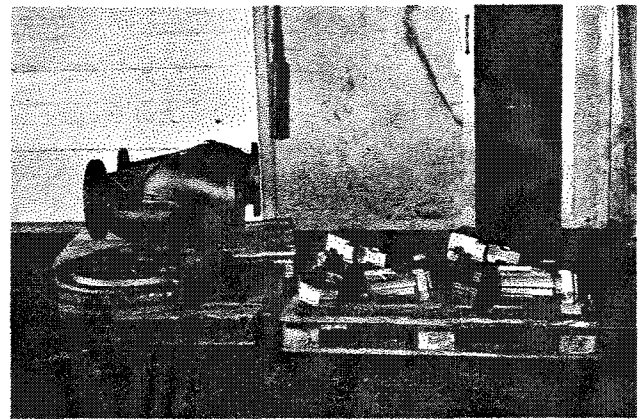
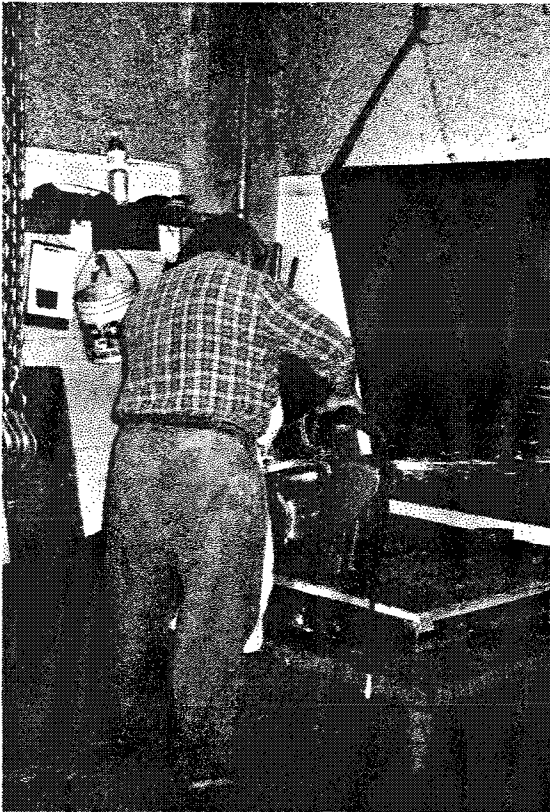


Fig. 3.14.1 Getti appoggiati su pancali di legno

Fig. 3.14.2 Addetto alla sbavatura dei getti con mola portatile

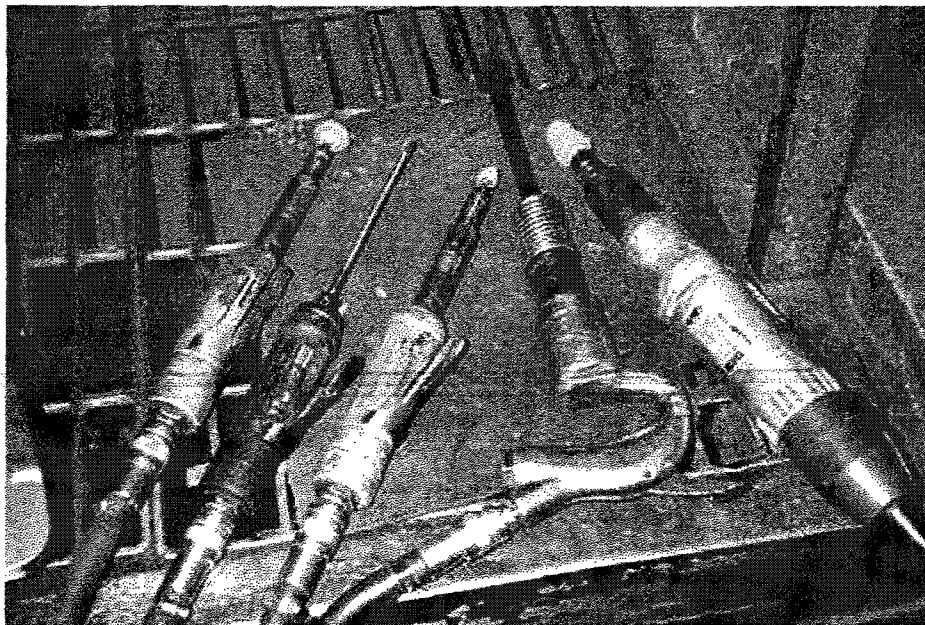


Fig. 3.14.3 Vari utensili per la sbavatura delle cavità dei getti

I composti utilizzati come abrasivi delle mole sono in genere costituiti da:

- *abrasivi*: carburo di silicio; corindoni (naturali o sintetici), vari ossidi  $TiO_2$ ,  $SiO_2$ ,  $FeO$ ;
- *agglomeranti*: gommalacca, gomma, resine sintetiche termoindurenti; La gommalacca è generalmente costituita dai seguenti componenti: secrezione cereo-resinosa di origine animale prodotta da vari insetti (65-80%); sostanze cerose insolubili in alcool (4-8%); altre sostanze quali coloranti, alluminose, zuccheri ecc.

La gomma è costituita da caucciù o gomme sintetiche. Le resine sintetiche termoindurenti sono resine fenoliche e altri fenoplastici.

### 3.14.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Nel 1999, in Toscana, gli addetti a questa fase erano 40 su 319 lavoratori del comparto. I principali fattori di rischio in questa fase del ciclo lavorativo sono sotto elencati.

#### Esposizione a rumore

In questa fase il rumore è dovuto essenzialmente all'utilizzo degli utensili e delle macchine sopra descritte, all'impatto dell'utensile sul pezzo, all'impatto dei pezzi gettati nei cassoni di raccolta dopo la sbavatura.

Questo tipo di lavorazione è in genere molto rumoroso; ad esempio, secondo le misure effettuate da una azienda del comparto, all'interno della cabina di sbavatura con mola portatile ad aria compressa è risultato un  $Leq = 98$  dB(A); con mola portatile elettrica è risultato un  $Leq$  di 95 dB(A); all'interno della cabina di molatura a banco, nella posizione tra due operatori, è risultato un  $Leq$  di 92 dB(A). Nella stessa azienda, il livello di esposizione personale giornaliera al rumore ( $L_{ep,d}$ ) degli addetti a queste lavorazioni è risultato pari a 96 dB(A).

In mancanza di adeguate misure di prevenzione, l'esposizione prolungata a tali livelli di rumore può essere causa di danni uditivi (vedere il *Glossario*).

Per la sbavatura di getti mediante utensili manuali, la riduzione dell'esposizione a rumore si può ottenere utilizzando utensili del tipo meno rumoroso, indossando idonei D.P.I. (tappi, cuffie), e predisponendo delle postazioni di lavoro in cabine con pannelli fonoassorbenti, dotate di porte o poste in locali separati per evitare di esporre indirettamente al rumore gli addetti ad altre lavorazioni; ad esempio, secondo le misure effettuate da un'azienda del comparto all'esterno delle cabine di sbavatura con porte semiaperte e due operatori contemporaneamente al lavoro, è risultato un  $Leq = 82,5$  dB(A).



Fig. 3.14.4 Postazioni di lavoro cabinate semichiuse per sbavatura manuale in locale separato da altre lavorazioni

Per la riduzione del rumore è possibile rivestire i cassoni utilizzati per la raccolta dei pezzi con materiali elastici smorzanti (gomma o lamiera forata stirata), al fine di evitare che l'urto del pezzo sul cassone lo faccia risuonare (soluzione RISOL n° 93, vedere il *Glossario*). Il rivestimento interno va sistemato in modo da rimanere sufficientemente distanziato dalla parete esterna di lamiera spessa del cassone. Quest'ultima può essere rinforzata con opportuni profilati angolari in modo da ridurre la vibrazione, anch'essa causa di rumore. È necessaria la periodica sostituzione del rivestimento interno che tende a rompersi dopo numerosi urti. La soluzione si è rivelata utile in quanto ha comportato una riduzione del livello equivalente di esposizione a rumore ( $Leq$ ) da 94 a 90 dB(A), a costi contenuti.

Un'ottima soluzione in uso in alcune aziende del comparto per ridurre notevolmente l'esposizione a rumore (e anche vibrazioni, polveri, schegge e rischio di infortuni per contatto con gli organi lavoratori degli utensili manuali) consiste nell'utilizzare macchine

sbavatrici automatiche completamente chiuse, poste in ambienti separati (soluzione RISOL n° 97, vedere il *Glossario*). Non tutti i getti possono essere sbavati con questa macchina in quanto talvolta è difficile, se non impossibile, rendere compatibili gli spazi di lavoro della macchina con gli ingombri dei getti. In genere viene utilizzata per getti di medie dimensioni.

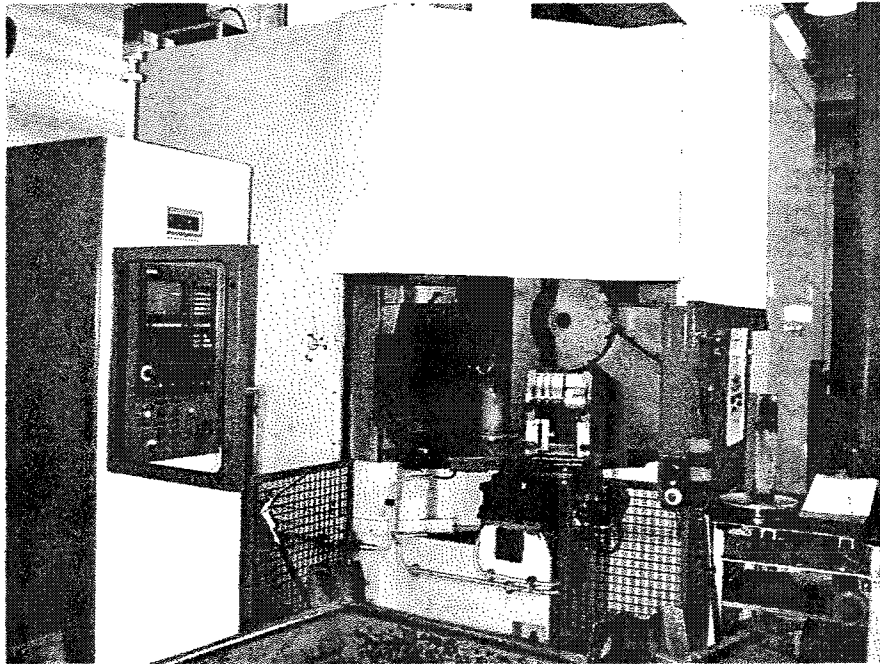


Fig. 3.14.5 Sbavatrice automatica

Anche nel caso in cui l'attuazione delle misure sopra descritte per la riduzione del rumore alla fonte siano tali da ridurre notevolmente il rischio per gli addetti di riportare danni uditivi, può comunque permanere quello di danni extrauditivi. Pertanto è fondamentale effettuare la valutazione personale dell'esposizione al rumore e attuare le relative misure di prevenzione tenendo conto dei valori limite (vedere il *Glossario*).

#### **Esposizione a polveri e schegge**

L'operazione di molatura comporta la proiezione di schegge e la diffusione di polvere nell'ambiente di lavoro.

Si tratta di polveri metalliche (dovute all'asportazione di materiale dal pezzo) e di polveri di gommalacca, gomma, resine sintetiche, carburo di silicio, corindoni naturali e sintetici (contenute nei composti abrasivi delle mole), la cui inalazione può essere causa di pneumoconiosi da polveri miste.

Le schegge (frammenti della mola e del pezzo) costituiscono un pericolo per gli occhi che, se colpiti, possono riportare lesioni. Questo rischio è facilmente eliminabile utilizzando schermi trasparenti paraschegge montati sulle mole fisse e indossando occhiali di protezione che, se i lavoratori ne hanno necessità, devono essere graduati per la correzione della vista. In diverse aziende del comparto, la lesione agli occhi per proiezione di schegge durante la molatura è una delle tipologie di infortunio più frequente, pertanto è necessaria una particolare attenzione relativamente all'informazione e formazione dei lavoratori, e all'obbligo di indossare gli occhiali.

Le schegge sono incandescenti, pertanto possono provocare piccole ustioni per contatto cutaneo e costituire fonte di innesco di incendio se la molatura non avviene in luogo idoneo.

Per quanto sopra è necessario realizzare postazioni di lavoro cabinate dove non siano presenti sostanze infiammabili, e impiegare sistemi di aspirazione localizzata sugli utensili e in corrispondenza del piano di appoggio dei pezzi, oltre a garantire un adeguato ricambio d'aria naturale e/o forzato dell'ambiente di lavoro.

L'addetto alla sbavatura deve operare restando sempre in posizione corretta rispetto al flusso aspirante, in modo da non essere investito. Per questo motivo è consigliabile l'utilizzo di un banco di appoggio girevole che consenta di ruotare agevolmente il pezzo senza doverlo sollevare.

La pulizia delle cabine deve essere effettuata molto frequentemente con l'ausilio di idonei aspiratori industriali, al fine di ridurre al minimo il sollevamento delle polveri.

È anche importante l'esame delle schede di sicurezza dei composti abrasivi delle mole e la relativa opera d'informazione e formazione dei lavoratori.

Devono essere rispettate le norme igieniche, come riportato precedentemente (pulizia dei locali, docce, spogliatoi, armadietti ecc.), e attuata la sorveglianza sanitaria degli esposti.

### Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento

L'utilizzo di alcuni utensili per la sbavatura, quali la mola fissa, la mola portatile, la smerigliatrice ecc. può determinare lesioni traumatiche agli arti superiori, in particolare alle mani e alle dita, con possibilità di ferite in caso di contatto con gli organi lavoratori.

La contemporanea presenza di altri fattori di rischio (esposizione a rumore, polveri e schegge, scarsa illuminazione) rende maggiore il rischio di infortuni.

Le macchine devono essere conformi alle norme di sicurezza, essere dotate del dispositivo per l'arresto di emergenza e del dispositivo che ne impedisca l'avviamento accidentale o inatteso (ad esempio nel caso dovesse ritornare la tensione di alimentazione elettrica dopo che era venuta a mancare). Deve essere effettuata la periodica manutenzione delle macchine e la verifica dell'efficienza dei relativi dispositivi di sicurezza. È importante una buona illuminazione del posto di lavoro. Per ogni macchina si adottano specifiche misure di sicurezza.

#### *Mola fissa e mola portatile:*

- carter fisso in modo da lasciare scoperta solo la parte utilizzata per la lavorazione;
- dopo aver montato un nuovo disco sulla mola, prima di iniziare la lavorazione, lasciarlo girare per almeno un minuto e poi controllare nuovamente il buon serraggio del disco che non deve presentare vibrazioni irregolari durante la rotazione;
- effettuare in sicurezza la sostituzione del disco, staccando prima l'alimentazione elettrica, per evitare che un urto sul comando di avvio possa causare l'azionamento intempestivo;
- schermo paraschegge in plastica trasparente alla mola fissa;
- poggia pezzo la cui distanza dal disco della mola fissa deve essere periodicamente regolata in modo che non sia maggiore di 2-3 mm, al fine di evitare il rischio che il pezzo possa incunarsi tra la parte fissa e la parte mobile.

#### *Smerigliatrice:*

- carter di protezione ai nastri della macchina.

### Esposizione a vibrazioni mano – braccio

Questo fattore di rischio è dovuto all'utilizzo di mola portatile, smerigliatrice manuale, attrezzi rotanti per la sbavatura delle parti cave dei getti.

In genere l'addetto alla molatura dedica a questa operazione l'intera giornata lavorativa, alternando l'uso delle mola a taglio e di quella a spessore, l'uso di frullini per la sbavatura delle parti cave ecc. con pause relative al cambio dei dischi e allo spostamento dei pezzi.

L'esposizione a vibrazioni mano – braccio può determinare un insieme di disturbi neurologici e circolatori delle dita e lesioni osteoarticolari a carico degli arti superiori (sindrome da vibrazioni mano-braccio – vedere il *Glossario*). Il freddo aggrava il danno da vibrazioni.

Da misurazioni e valutazioni effettuate da ARPAT con la collaborazione della ASL, in un'azienda del comparto, utilizzando il metodo previsto dalla norma ISO 5349, è risultato che:

- l'utilizzo di mola fissa può comportare valori di vibrazioni (accelerazione) fino a 2,4 m/s<sup>2</sup>; a questo valore di esposizione per 4 ore giornaliere, ci si aspetta che il 10% dei lavoratori esposti presentino la Sindrome di Raynaud dopo più di 10 anni;
- l'utilizzo di mole angolari ad alta frequenza (da 5700 giri/minuto con dischi da 230 mm di diametro e spessore 3,2 mm per il taglio e 7 mm per la molatura, valori di vibrazione tra 1,4 e 5,6 m/s<sup>2</sup>) e l'utilizzo di frullini per la sbavatura delle parti cave dei getti (i valori di vibrazione sono intorno ai 6 m/s<sup>2</sup>, con una certa variabilità dovuta al fatto che i diversi strumenti comportano una varietà di sollecitazioni a seconda dei diversi tipi di mola abrasiva su di essi innestata), pur con la dovuta incertezza per le diverse tipologie di utensili e dischi utilizzati, può comportare il probabile superamento del livello medio di esposizione di 4 m/s<sup>2</sup> per 4 ore giornaliere, pari al limite che secondo ACGIH è "tale da evitare nella maggior parte degli esposti il raggiungimento del terzo stadio secondo la classificazione di Taylor Palmer"; secondo la norma ISO 5349 tale livello prevede che, dopo 15 anni di esposizione, la metà degli addetti manifesti episodi di Sindrome di Raynaud;
- l'utilizzo di scalpello pneumatico può comportare valori di vibrazioni fino a 9,0 m/s<sup>2</sup>; a questo valore di esposizione per 4 ore giornaliere, ci si aspetta che il 20% dei lavoratori esposti presentino la Sindrome di Raynaud dopo 5 anni.

Si tenga presente che i valori di vibrazione possono variare a seconda della marca dell'utensile, del tipo di disco abrasivo, del tipo di alimentazione (pneumatica o elettrica), tensione e frequenza dell'alimentazione elettrica.

Per ridurre l'esposizione si possono utilizzare attrezzature e dischi a bassa vibrazione o minore impatto vibratorio; ridurre i tempi di esposizione alternando le lavorazioni tra più addetti; riscaldare i locali di lavoro durante la stagione fredda.

Alcune aziende del comparto hanno adottato mole portatili ad alimentazione elettrica con tensione più bassa, ma frequenza più alta, rispetto alla normale di rete (220 V – 50 Hz). Tali utensili, sebbene risultino dare luogo a minore vibrazione, sono più pesanti, pertanto possono comportare maggiore rischio di disturbi muscoloscheletrici. Per questo motivo l'addetto alterna l'utilizzo dei due tipi di utensile a seconda della postura richiesta dal tipo di lavorazione.

Per le mole a braccio il raggiungimento di livelli di accelerazione media di 3 m/s<sup>2</sup>, sufficientemente tutelante per i lavoratori, è ottenibile senza impegno eccessivo tramite una revisione più frequente e mirata delle mole angolari, migliorando la qualità dei dischi.

Un'azienda del comparto, per ridurre vibrazioni e rumore alle mole fisse, ha adottato particolari poggia pezzi appositamente realizzati interponendo uno strato di gomma tra due lastre metalliche.

È importante effettuare l'informazione, la formazione e la sorveglianza sanitaria degli esposti.

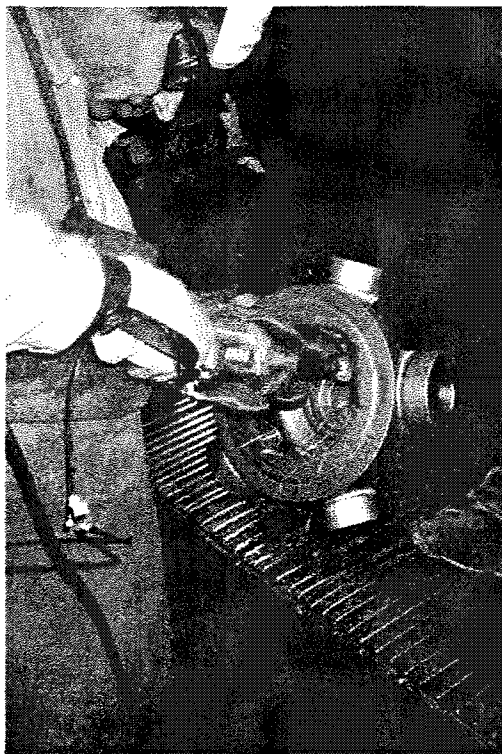


Fig. 3.14.6 Addetto alla sbavatura delle parti cave dei getti

#### **Movimentazione manuale dei carichi**

È dovuta al trasporto dei pezzi in lavorazione e può determinare affaticamento eccessivo, danni al rachide e disturbi muscolo-scheletrici. La presenza delle bave di metallo sui pezzi comporta il rischio di ferite da taglio durante la loro movimentazione. In caso di caduta di pezzi pesanti sono possibili lesioni traumatiche, quali ferite e contusioni per schiacciamento della mano con possibili ferite alle dita se il pezzo cade sul banco di lavoro mentre sta per esservi appoggiato, o ferite e contusioni agli arti inferiori se il pezzo cade sul pavimento.

A seconda del peso del pezzo, può essere necessaria la movimentazione tramite due addetti o l'utilizzo di ausili quali carroponete ecc. (vedere la fase relativa alla movimentazione meccanica). È di particolare importanza l'informazione e la formazione alle procedure e alle posture corrette da assumere durante la movimentazione dei pezzi. Sono inoltre necessari D.P.I. (guanti, scarpe di sicurezza con punta metallica).

#### **Lavoro monotono e in posture scorrette**

Posture scorrette assunte dall'operatore possono determinare disturbi muscoloscheletrici e affaticamento eccessivo, soprattutto durante l'uso di utensili portatili.

I posti di lavoro devono essere sistemati adeguatamente (idonea altezza del banco di lavoro, sistemi di rotazione del piano di appoggio del pezzo ecc.).

L'addetto alle operazioni di sbavatura può trovarsi a svolgere compiti ripetitivi che, insieme agli altri fattori di rischio presenti (in particolare l'esposizione a polveri, rumore e posture incongrue), possono dare luogo a disagio psicologico, disaffezione al lavoro, stress e maggiore rischio di infortuni. Pertanto è importante organizzare correttamente il lavoro, informare gli addetti sull'intero processo produttivo, definire i compiti e le funzioni di ciascun operatore portandoli poi a conoscenza di tutti gli altri, dare la possibilità di variare le mansioni ed eventualmente ampliare i compiti affidati a ognuno, nonché mettere in grado i lavoratori di organizzare il proprio lavoro e controllarne i risultati.

#### **Esposizione a microclima sfavorevole**

Durante la stagione fredda gli sbalzi termici tra i vari reparti possono favorire osteoartropatie e malattie da raffreddamento; inoltre il freddo aumenta il rischio per gli addetti alla sbavatura di contrarre la sindrome di Raynaud (vedere il *Glossario*). Pertanto i locali di lavoro devono essere adeguatamente riscaldati (Fig. 3.14.7). Quando, per la movimentazione dei pezzi con carrelli elevatori, sia necessario tenere i portoni aperti, possono essere utilizzati apparecchi che creano barriere d'aria sulla soglia di ingresso (Fig. 3.14.8).

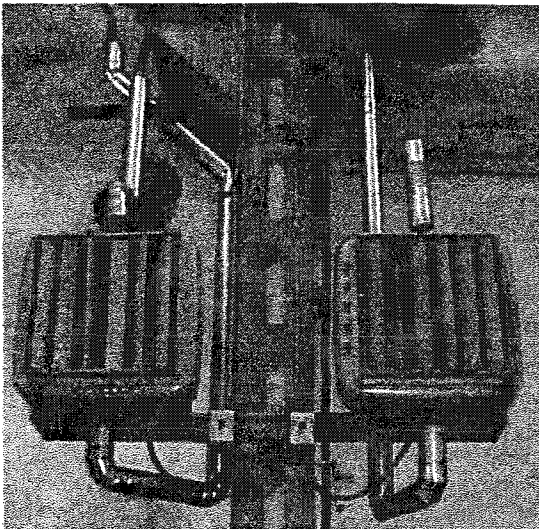


Fig. 3.14.7 Termoconvettori per il riscaldamento dei locali di lavoro

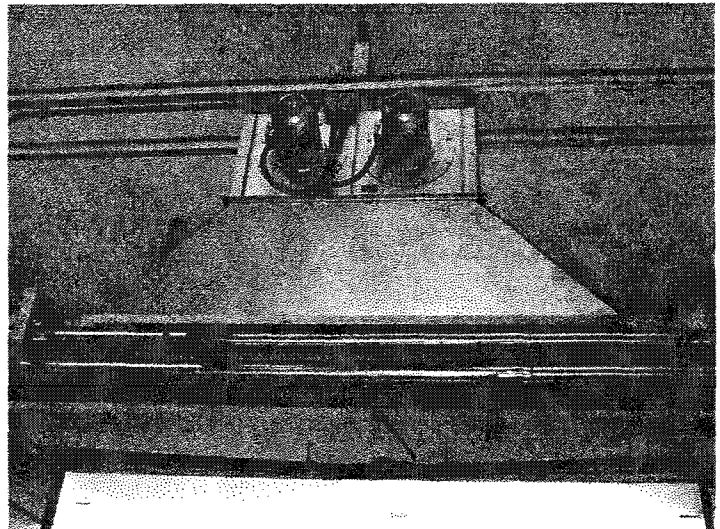


Fig. 3.14.8 Apparecchio per creare barriere d'aria sulla soglia dei portoni

Tab. 3.14.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Sbavatura

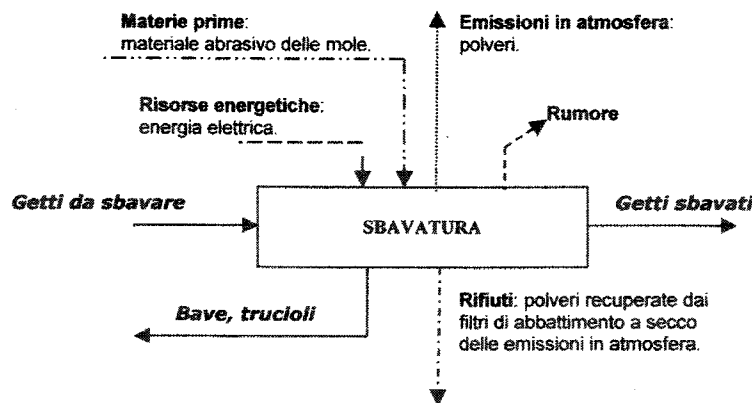
FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a rumore.</b>	Dovuta all'utilizzo degli utensili e delle macchine determinato dall'impatto dell'utensile sul pezzo; un'altra causa di esposizione deriva dall'impatto dei pezzi gettati nei cassoni di raccolta dopo la sbavatura.	Danni uditivi (ipoacusia) ed extra uditivi (disturbi psichici, alterazione circolatorie e a carico dell'apparato digerente).	Postazioni di lavoro in cabine semichiusate con pannelli fonoassorbenti e in locali separati per evitare di esporre al rumore gli addetti ad altre lavorazioni. Rivestire internamente in gomma o in lamiera forata i cassoni di raccolta. Attuare misure preventive in base al livello di esposizione individuale. Utilizzare D.P.I. (cuffie, tappi). Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli esposti.
<b>Esposizione a polveri e schegge incandescenti.</b>	Polveri metalliche, dovute alla asportazione di materiale dal pezzo.	Pneumoconiosi da polveri miste.	Sistemi di aspirazione localizzata sugli utensili e sul piano di appoggio dei pezzi e l'installazione di impianti di aspirazione generale dell'ambiente di lavoro. Esame delle schede di sicurezza dei composti abrasivi delle mole e relativa informazione e formazione dei lavoratori. Utilizzare D.P.I. (tute, maschere). Norme igieniche (docce, armadietti, ecc.) Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli esposti.
	Polveri di gommalacca, gomma, resine sintetiche, carburo di silicio, corindoni (naturali e sintetici), contenute nei composti abrasivi delle mole, e liberate nell'ambiente per usura durante la molatura.		
	Schegge di materiale incandescente (frammenti della mola e del pezzo).	Lesioni oculari, piccole ustioni per contatto cutaneo, incendio.	Schermi paraschegge montati sulle mole. Indossare D.P.I. (occhiali di protezione). Postazioni di lavoro cabinate dove non siano presenti sostanze infiammabili. Impianto elettrico idoneo alla pericolosità del luogo ove è installato. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento.</b>	Mola fissa e portatile, smerigliatrice. La presenza di polveri, rumore, vibrazioni e la scarsa illuminazione aumenta il rischio di infortuni.	Lesioni traumatiche quali ferite, tagli, amputazioni, contusioni per presa e trascinarsi.	Macchine conformi alle norme di sicurezza, dispositivo di arresto di emergenza e contro l'avviamento inatteso per ritorno di alimentazione elettrica. Manutenzione periodica delle macchine e la verifica dei dispositivi di sicurezza. Buona illuminazione del posto di lavoro. Informazione e formazione.



... segue tabella precedente

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a vibrazioni mano - braccio.</b>	Utilizzo di mola portatile e smerigliatrice manuale.	Sindrome da vibrazioni mano-braccio (vedere il <i>Glossario</i> ). Il freddo aggrava i danni da vibrazioni.	Utilizzare attrezzature a bassa vibrazione o a basso impatto vibratorio. Riscaldare i locali di lavoro durante la stagione fredda. Riduzione dell'esposizione tramite turnazione degli addetti. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
<b>Movimentazione manuale dei carichi.</b>	Dovuto al trasporto dei pezzi.	Affaticamento eccessivo. Danni al rachide e disturbi muscoloscheletrici. Lesioni traumatiche per schiacciamento della mano e del piede in caso caduta dei oggetti pesanti.	A seconda del peso del pezzo da movimentare, è necessario l'utilizzo di ausili per la movimentazione, ovvero tramite due addetti. Informazione e la formazione alle procedure ed alle posture corrette. Utilizzare D.P.L. (scarpe di sicurezza).
<b>Esposizione a microclima sfavorevole.</b>	Dovuta agli sbalzi termici tra i vari reparti.	Osteoartropatie e malattie da raffreddamento.	Riscaldare i locali di lavoro durante la stagione fredda. Installare barriere d'aria sulle soglie dei portoni se vengono tenuti aperti.
<b>Lavoro monotono e posture incongrue.</b>	Ripetitività del lavoro in concomitanza con altri fattori di rischio presenti (in particolare l'esposizione a polveri, rumore e posture incongrue).	Disagio psicologico, disaffezione al lavoro, stress, maggiore rischio di infortuni.	I posti di lavoro devono essere sistemati adeguatamente (idonea altezza del banco di lavoro ecc.). Definire i compiti di ciascuno, e informare sui compiti degli altri e sull'intero processo produttivo.
	Posture scorrette assunte dall'operatore specie durante l'uso di utensili portatili.	Disturbi muscoloscheletrici (vedere il <i>Glossario</i> ).	Turnazione e ampliamento delle mansioni. Mettere in grado i lavoratori di organizzare il proprio lavoro e controllarne i risultati.

### 3.14.3 Impatto ambientale



#### Emissioni in atmosfera

Le polveri emesse e captate dall'impianto di aspirazione durante questa fase devono essere inviate a impianti di abbattimento a secco, costituiti in genere da filtri a maniche.

Riportiamo a titolo di esempio le misure di autocontrollo effettuate da alcune aziende del comparto.

Tab. 3.14.3.1 Emissioni in atmosfera dalla fase sbavatura

Autocontrolli di una azienda del comparto caratterizzata da una produzione di getti in piccola e media serie realizzati tramite colata in forme prodotte con un impianto automatico, maggio 2001.													
Origine	Q [Nm <sup>3</sup> /h]	S [m <sup>2</sup> ]	v [m/s]	T [°C]	H [m]	Durata emissione		Impianto di abbatti- mento	Inquinanti emessi			Valori limite (*)	
						h/g	g/a		Natura	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/h	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h
Molatura e sbavatura manuale	15.483	0,28	16	19	12	8	220	Ciclone e filtri a maniche	Polveri metalliche	1,27	0,020	50	-

Autocontrolli di una azienda del comparto caratterizzata da una produzione di getti in media e grande serie realizzati tramite colata in forme prodotte con un impianto automatico, ed una limitata produzione di getti realizzati tramite colata in forme prodotte con formatura manuale, anno 1999.													
Origine	Q [Nm <sup>3</sup> /h]	S [m <sup>2</sup> ]	v [m/s]	T [°C]	H [m]	Durata emissione		Impianto di abbatti- mento	Inquinanti emessi			Valori limite (*)	
						h/g	g/a		Natura	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/h	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h
Molatura e sbavatura manuale	14.600	0,283	15,4	amb.	9	8	240	Filtri a maniche	Polveri totali	< 20	< 0,3	20	300

Estratto dal quadro riassuntivo emissioni in atmosfera di una piccola azienda del comparto caratterizzata da una limitata produzione di getti realizzati tramite colata in forme prodotte con formatura manuale (allegato alla autorizzazione provinciale del 1996).													
Origine	Q [Nm <sup>3</sup> /h]	S [m <sup>2</sup> ]	v [m/s]	T [°C]	H [m]	Durata emissione		Impianto di abbatti- mento	Inquinanti emessi			Valori limite (*)	
						h/g	g/a		Natura	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/h	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h
Molatura e sbavatura manuale	17.000	0,25	18,9	amb.	9	4	140	Filtri a cassetto e a maniche	Polveri di ghisa	0,37	6,25	50 150	> 500 > 100 < 500

Legenda: Q: portata; S: sezione di sbocco; v: velocità allo sbocco; T: temperatura di emissione; H: altezza camino; h/g: ore al giorno; g/a: giorni all'anno; amb.: ambientale; (\*) limiti imposti dalle autorizzazioni provinciali alle emissioni in atmosfera rilasciate alle singole aziende.

#### Produzione di rifiuti

Si tratta delle polveri metalliche miste a quelle dei composti abrasivi delle mole, recuperate dall'impianto di abbattimento a secco.

#### Consumo delle risorse

Si ha consumo di energia elettrica per l'alimentazione di macchine e impianti. Si ha inoltre consumo del materiale abrasivo delle mole.

#### Diffusione di rumore all'esterno

Il rumore derivante dalle lavorazioni effettuate nel reparto di sbavatura può diffondersi all'esterno dei locali di lavoro. Altra fonte di rumore sono gli impianti di aspirazione e abbattimento delle emissioni in atmosfera. Il rumore può arrecare disturbo alla popolazione circostante in caso l'azienda sia prossima alle abitazioni. Vanno adottate misure atte a ridurre la diffusione del rumore entro i limiti stabiliti dalla Legge per la classificazione della zona ove è insediata l'azienda, ad esempio con pannellature in materiale fonoassorbente, e ridurre la rumorosità degli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera come descritto al Paragrafo 3.16.

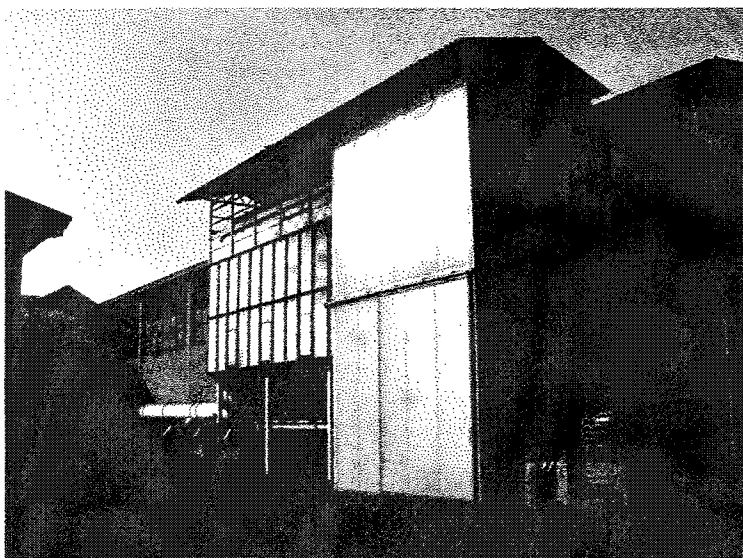


Fig. 3.14.9 Impianto insonorizzato di abbattimento delle emissioni provenienti dalla aspirazione localizzata alle cabine di sbavatura



Fig. 3.14.10 Particolare dell'impianto abbattimento delle emissioni in atmosfera con recupero in sacchi delle polveri di sbavatura

Tab. 3.14.3.2 Alcune stime della produzione dei rifiuti dalla fase sbavatura (anno 1999)

AZIENDA	Polveri da impianto di abbattimento a secco Kg
A4	6.000
A6	100

### 3.14.4 Rischio ambientale

#### Incendio

Durante la sbavatura, le schegge incandescenti che vengono proiettate nel corso della lavorazione (Fig. 3.14.2) possono essere causa di innesco di incendio, qualora siano presenti nelle vicinanze materiali infiammabili. Le conseguenze ambientali in caso di incendio sono essenzialmente determinate dall'emissione in atmosfera dei fumi di combustione e dal rischio di spargimento delle acque di spegnimento (per le indicazioni di prevenzione più generali vedere il Paragrafo 4.2.2).

## 3.15 Trattamenti termici sui getti

### 3.15.1 Descrizione

I getti prodotti possono presentare delle tensioni superficiali a causa della diversa velocità di raffreddamento del metallo colato nella forma, che è maggiore dalla parte esterna rispetto alla parte interna della staffa. Queste tensioni superficiali determinano la possibilità di deformazione o anche di rottura del getto qualora esso venga sottoposto a lavorazioni meccaniche, specialmente nel caso che tali lavorazioni consistano nell'asportazione di metallo dalla parte superficiale del pezzo.

Pertanto, per conferire migliori proprietà meccaniche al pezzo, esso può essere sottoposto a un apposito trattamento termico che consiste nel riscaldamento e successivo raffreddamento controllato in forno (generalmente alimentato a gas metano), onde renderne omogenea la struttura ed eliminare quindi le tensioni superficiali. Si attua così quello che viene chiamato *trattamento termico di distensione*.

Il trattamento termico può avvenire prima e/o dopo la smaterozzatura/sbavatura. La scelta dell'ordine delle fasi del ciclo può essere determinata, oltre che da motivi tecnologici, anche a seconda che il trattamento termico o le lavorazioni meccaniche siano appaltate a ditte esterne, i cui costi sono determinati in genere sulla base del peso del getto, considerando che il peso si riduce dopo l'asportazione delle materozze e delle bave.

Un'azienda del comparto, per il trattamento termico di un elevato numero di getti di acciaio di piccole dimensioni, ha adottato la tecnica del raffreddamento in olio minerale per ottenere un raffreddamento uniforme e rapido (si effettua così un *trattamento termico di tempratura* dei getti). Allo scopo i getti caldi, appena usciti dal forno di trattamento termico, vengono immersi in una vasca riempita di olio minerale puro dotata di un sistema di raffreddamento a ciclo chiuso con serpentine ad acqua.

### 3.15.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Nel 1999, in Toscana, gli addetti a questa fase erano circa 5 su 319 lavoratori del comparto. I principali fattori di rischio in questa fase del ciclo lavorativo sono sotto elencati.

#### Esposizione ai fumi di combustione

I forni utilizzati per il trattamento termico sui getti, alimentati a combustibile (in genere metano), possono comportare l'esposizione degli addetti ai fumi di combustione con possibilità di irritazione delle vie respiratorie.

È pertanto necessario che i forni siano dotati di aspirazione localizzata e venga garantito un adeguato ricambio d'aria naturale o forzato dell'ambiente di lavoro.

#### Esposizione a calore radiante, microclima sfavorevole, lavoro in prossimità di superfici calde

I forni utilizzati per il trattamento termico sui getti possono determinare una temperatura elevata nell'ambiente di lavoro ove sono installati. Durante l'estrazione dei pezzi dal forno, al termine del trattamento termico, gli addetti possono essere esposti a calore radiante. Inoltre gli addetti si spostano in ambienti a diversa temperatura.

L'esposizione a microclima sfavorevole può provocare danni da calore (vedere il *Glossario*) anche se il rischio è inferiore rispetto alle fasi fusione e colata. Le superfici calde dei forni possono essere causa di ustioni. L'esposizione a sbalzi termici può favorire l'insorgenza di malattie da raffreddamento e osteoartropatie.

È pertanto necessario: che le pareti dei forni siano adeguatamente coibentate; che venga garantito un adeguato ricambio d'aria naturale o forzato dell'ambiente di lavoro; organizzare correttamente il lavoro riducendo al minimo la presenza dell'operatore; prevedere pause di riposo in locali non surriscaldati con la possibilità di bere spesso bevande fresche arricchite di sali minerali; durante la stagione fredda riscaldare i locali adiacenti a quelli di lavoro; indossare guanti ed indumenti adeguati. È importante la formazione e formazione degli addetti.

#### Esposizione a oli minerali

Quando i getti appena usciti dal forno di trattamento termico vengono gettati nella vasca di raffreddamento contenente olio minerale, anche se il raffreddamento avviene in una vasca chiusa, al momento del caricamento e del prelievo dei getti è possibile che l'addetto sia esposto ai vapori che si sprigionano dall'olio minerale per contatto con i pezzi caldi.

Inoltre durante il caricamento - scaricamento - movimentazione dell'olio minerale della vasca di raffreddamento e durante la movimentazione dei pezzi sporchi di olio, gli addetti possono imbrattarsi, con il rischio di contatto cutaneo.

Gli oli minerali sono una classe di composti che può presentare rischi di riportare danni di tipo acuto (allergie, dermatiti) e di tipo cronico (tumori).

La prevenzione consiste nel meccanizzare l'operazione con un impianto chiuso e automatico posto sotto aspirazione, utilizzare oli minerali del tipo meno pericoloso, quali gli oli severamente raffinati, e valutare la possibilità di sostituzione dell'olio minerale utilizzato per il raffreddamento dei getti con altro prodotto, ad esempio a base di glicoli diluiti con acqua.

È importante ridurre le possibilità di imbrattamenti, sversamenti, sgocciolamenti, indossare D.P.I. (guanti, grembiuli ecc.), evitare di tenere in tasca stracci sporchi d'olio, attuare le norme igieniche.

Gli addetti devono essere informati e formati.

Per maggiori dettagli riguardo a questo fattore di rischio, vedere il Paragrafo 3.17 relativo alla fase *movimentazione meccanica dei carichi*.

#### Movimentazione manuale e meccanica dei carichi

Si tratta della movimentazione dei getti durante il loro caricamento e scaricamento dai forni di trattamento termico e dall'impianto di raffreddamento a olio minerale, in genere effettuata tramite carrelli elevatori, ma talvolta anche manualmente. La movimentazione può comportare rischi infortunistici e disturbi muscoloscheletrici. Inoltre in questo caso i getti possono essere caldi o sporchi di olio minerale, pertanto è necessario attuare le relative misure di prevenzione sopra riportate contro i rischi di ustioni, imbrattamento e sversamento di olio minerale. Vedere anche il Paragrafo 3.17 relativo alla fase *movimentazione meccanica dei carichi*.

#### Esposizione a rumore

In questa fase il rumore proviene dai bruciatori dei forni per i trattamenti termici e per l'impatto dei pezzi nei cassoni metallici di raccolta, all'uscita dell'impianto di raffreddamento con olio minerale.

È necessario valutare l'esposizione personale degli addetti e attuare le misure preventive tenendo conto dei *valori limite* (vedere il *Glossario*).

#### Lavoro in ambiente pericoloso, fughe di gas, esplosione - incendio

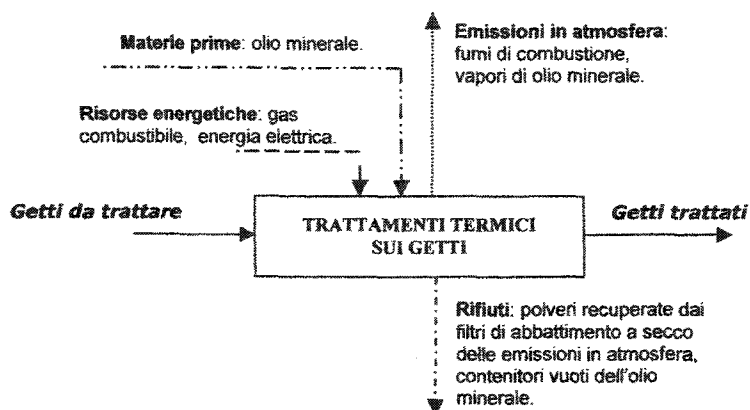
I forni per il trattamento termico alimentati a gas e l'impianto di adduzione del combustibile possono comportare rischi di fughe di gas e di esplosione - incendio, con conseguenze per i lavoratori che potrebbero essere molto gravi.

È necessario che l'impianto sia dotato di dispositivi di sicurezza per la rilevazione di fughe di gas, collegati a sistemi automatici che interrompano il flusso di alimentazione. Per ulteriori approfondimenti vedere il Paragrafo 4.2.2 e il Capitolo 5.

Tab. 3.15.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Trattamenti termici sui getti

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione ai fumi di combustione.</b>	Emissione della combustione dei forni utilizzati per il trattamento termico sui getti, alimentati a combustibile (in genere metano)	Irritazione delle vie respiratorie.	Impianti di aspirazione localizzata. Ricambio d'aria naturale o forzato dell'ambiente di lavoro. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Esposizione a calore radiante, microclima sfavorevole, lavoro in prossimità di superfici calde.</b>	Dovuti ai forni per trattamento termico. Il rischio è inferiore rispetto alle fasi <i>fusione e colata</i> . Inoltre gli addetti si spostano in ambienti a diversa temperatura.	Ustioni. Danni da calore (vedere il <i>Glossario</i> ). Osteoartropatie e malattie da raffreddamento per esposizione a sbalzi termici.	Coibentare le pareti dei forni. Ricambio d'aria naturale o forzato dell'ambiente di lavoro. Corretta organizzazione del lavoro. Indossare guanti e indumenti adeguati. Pause di riposo in locali non surriscaldati. Disponibilità di bevande fresche con sali minerali. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Esposizione a oli minerali.</b>	Vapori provenienti dalla vasca di raffreddamento dei pezzi usciti dal forno di trattamento termico. Possibili imbrattamenti al caricamento - scaricamento - movimentazione dell'olio minerale della vasca di raffreddamento; movimentazione dei pezzi sporchi di olio.	Allergie, dermatiti, tumori.	Impianto chiuso e automatico posto sotto aspirazione. Esame delle schede di sicurezza dei prodotti, utilizzare oli minerali del tipo meno pericoloso (oli severamente raffinati) Valutare la possibilità di sostituzione dell'olio con glicoli diluiti in acqua. Evitare l'imbrattamento, utilizzare D.P.I. (guanti, tuta, grembiuli), evitare di tenere in tasca stracci o utilizzare guanti impregnati di olio minerale. Attuare norme igieniche. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
<b>Movimentazione manuale e meccanica dei carichi.</b>	Movimentazione di pezzi (caldi o sporchi di olio minerale) per caricamento - scaricamento dai forni di trattamento termico e dall'impianto di raffreddamento a olio minerale.	Lesioni traumatiche, ustioni, imbrattamenti con olio minerale, disturbi muscoloscheletrici.	<i>Vedere anche la fase "movimentazione meccanica dei carichi".</i>
<b>Esposizione a rumore.</b>	Rumore dei bruciatori dei forni per i trattamenti termici; impatto dei pezzi nei cassoni metallici di raccolta.	Danni uditivi ed extrauditivi.	Attuare misure preventive per ridurre i rischi da esposizione a rumore in relazione ai valori di esposizione ed i limiti di legge.
<b>Lavoro in ambiente pericoloso, fughe di gas, esplosione - incendio.</b>	I forni di trattamento termico alimentati a gas e l'impianto di adduzione del combustibile, possono comportare rischi di fughe di gas e di esplosione - incendio.	Lesioni traumatiche, ustioni e intossicazioni.	Dispositivi di sicurezza per la rilevazione di fughe di gas collegati a sistemi automatici che interrompano il flusso di alimentazione. <i>Vedere anche il Paragrafo 4.2.2. e il Capitolo 5.</i>

### 3.15.3 Impatto ambientale



#### Emissioni in atmosfera

Riportiamo nella Tabella 3.15.3.1 gli autocontrolli delle emissioni effettuate da un'azienda del comparto che effettua il trattamento termico sui getti con forni alimentati a metano e raffreddamento in olio minerale.

Tab. 3.15.3.1 Emissioni in atmosfera dalla fase Trattamenti termici con raffreddamento in olio minerale. Autocontrolli di un'azienda del comparto, anno 1999

Origine	Q [Nm <sup>3</sup> /h]	S [m <sup>2</sup> ]	v [m/s]	T [°C]	H [m]	Durata emissioni		Impianto di abbatti- mento	Inquinanti emessi			
						h/g	g/a		Natura	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	Kg/h	Classificazione della emissione (*)
Caldaia tempera	-	0,07	-	150	12	24	240	-	Polveri totali	< 20	-	Poco significativa
Distensione	-	0,07	-	150	12	24	240	-	-	-	-	Poco significativa
Tempera	17.900	0,64	10,5	50	12	0,5	220	-	Olio minerale	< 5	0,090	Non soggetta ad autorizzazione

Legenda: Q: portata; S: sezione di sbocco; v: velocità allo sbocco; T: temperatura di emissione; H: altezza camino; h/g: ore al giorno; g/a: giorni all'anno. (\*) secondo la documentazione prodotta dall'azienda.

#### Consumo di energia e di risorse

Riportiamo nella tabella seguente i dati relativi ad alcune aziende del comparto.

In una azienda che effettua il raffreddamento in olio minerale dei getti di acciaio, l'olio viene consumato per il fatto che una parte di esso resta sui getti temprati (che vengono consegnati al Cliente tal quali, per prevenire la loro ossidazione), e anche per il fatto che, anche se in minima parte, una certa quantità di olio evapora al momento che viene in contatto con i getti caldi appena usciti dal forno di trattamento termico.

Riportiamo nella tabella seguente un esempio di stima dei consumi per questa fase lavorativa.

Tab. 3.15.3.2 Alcune stime del consumo energia e risorse per la fase trattamento termico dei getti (anno 1999)

Azienda	Metano (m <sup>3</sup> /anno)	GPL (litri/anno)	Energia elettrica (KW/anno)	Olio minerale (litri/anno)
A4	301.000	-	600	-
A10	n.d.	-	-	1.350

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT

#### Produzione di rifiuti

In questa fase lavorativa i rifiuti sono essenzialmente le polveri recuperate dagli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera provenienti dall'aspirazione sui forni di trattamento termico. L'impatto sull'ambiente esterno è limitato dal fatto che in genere i forni sono alimentati a metano.

Dove il raffreddamento dei getti avviene in olio minerale, si hanno anche i contenitori vuoti dell'olio minerale. Per un'azienda del comparto, il quantitativo di questo rifiuto in un anno si può stimare essere di circa 7 o 8 fusti della capacità di 180 litri l'uno. Dal raffreddamento dei getti di acciaio in olio minerale, non si ha produzione di oli minerali esausti, in quanto una parte dell'olio resta sui getti (che vengono così consegnati al Cliente, anche allo scopo di prevenirne l'ossidazione); pertanto nell'azienda che effettua questa

lavorazione si ha solo un reintegro con olio minerale nuovo, senza la produzione di oli esausti (salvo eventuale e occasionale pulitura della vasca di raffreddamento).

#### Altezza e struttura degli impianti

Gli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera possono causare un impatto paesaggistico negativo (vedere il Paragrafo 3.16).

### 3.15.4 Rischio ambientale

#### Incendio

Le conseguenze ambientali in caso di incendio sono essenzialmente determinate dalla emissione in atmosfera dei fumi di combustione e dal rischio dello spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento.

Per le indicazioni generali di prevenzione vedere il Paragrafo 4.2.2.

#### Sversamenti di olio minerale

L'impianto di raffreddamento dei pezzi in olio minerale può comportare rischi di sversamenti con rischio di inquinamento del suolo e delle acque.

Gli oli esausti sono rifiuti pericolosi e deve essere sempre evitato il loro sversamento sul terreno. La falda freatica inquinata da idrocarburi è difficilmente bonificabile e il ritorno alle condizioni normali richiede tempi molto lunghi.

È pertanto necessario prevedere bacini di contenimento o serbatoi a doppio fondo per contenere eventuali sversamenti; gli addetti devono essere formati per la gestione delle emergenze.

Se lo stoccaggio dei pezzi finiti sporchi d'olio minerale nei cassoni di raccolta avviene nei piazzali esterni è necessario prendere accorgimenti tali da evitare che possano venire slavati dall'acqua piovana, cosa già attuata da un'azienda del comparto.

È opportuno che le acque di lavaggio dei piazzali siano convogliate a un sistema di raccolta (vedere il Paragrafo 4.2.1).

## 3.16 Gestione e controllo degli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera

### 3.16.1 Descrizione

Le emissioni captate dagli impianti di aspirazione nell'ambiente di lavoro devono essere abbattute al fine di tutelare la qualità dell'ambiente e la salute della popolazione circostante.

Le aziende del comparto effettuano gli autocontrolli delle emissioni in atmosfera tramite misure a campione al camino, allo scopo di verificare le caratteristiche chimico-fisiche dell'aeriforme (temperatura, velocità, umidità, portata, concentrazione degli inquinanti), in un punto del camino che risulti il più idoneo (minore turbolenza, influenza di fattori esterni ecc.) in conformità a quanto stabilito dal D.P.R. n. 203 del 24.05.1988 e successivi decreti attuativi.

Per le misurazioni viene utilizzata la seguente attrezzatura:

- per la misura diretta: termometri, tubo Pitot o Darcy, analizzatore automatico dei parametri di combustione ( $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , T ecc.);
- per il campionamento: sonde in acciaio, vetro o quarzo, tubi, pompe, gorgogliatori, soluzioni chimiche di gorgogliamento, gruppo refrigerante, dewar, fiale, carboni attivi, filtri in cellulosa e lana di vetro ecc.

In genere, per gli autocontrolli, le aziende del comparto affidano l'incarico di svolgere le misurazioni a studi tecnici di consulenti esterni.

Misure e accertamenti periodici vengono svolti dal personale dei Dipartimenti provinciali ARPAT, per verificare il rispetto di atti autorizzativi e/o normativi vigenti, valutare l'impatto sull'ambiente circostante attraverso l'utilizzo di modellistica diffusionale, adottare eventuali provvedimenti contingibili e urgenti da parte delle Autorità Sanitarie. Oltre al campionamento diretto delle emissioni, ARPAT effettua la verifica della strumentazione automatica posizionata in maniera fissa al camino, per il controllo in continuo di alcuni parametri. L'accertamento consiste nel controllo della corretta calibrazione degli analizzatori e nella taratura della strumentazione con bombole standard certificate e con calibratori dinamici.

La localizzazione delle postazioni di lavoro può essere interna o esterna al fabbricato industriale: in terrazzino costruito in quota, in posizione adiacente al foro di campionamento e accessibile a mezzo scala a norma di sicurezza, oppure sul tetto praticabile del fabbricato industriale.

L'attività di controllo delle emissioni in atmosfera da parte di ARPAT viene preceduta da sopralluoghi preliminari finalizzati alla verifica delle condizioni di accessibilità al punto di prelievo e di sicurezza nell'espletamento dell'attività di campionamento. Tale attività è integrata anche da sopralluoghi all'interno dell'ambiente di lavoro per la verifica delle condizioni operative all'origine delle emissioni sotto controllo.

L'abbattimento delle emissioni in atmosfera provenienti dalle attività di fonderia si realizza tramite specifici impianti, a seconda

del tipo di inquinante, come riportato nelle singole fasi. Gli impianti di abbattimento utilizzati dalle aziende del comparto sono risultati essere generalmente *sistemi a secco* (cicloni a secco, filtri a maniche o a feltro) per l'abbattimento di polveri (inerti da combustione, silice libera cristallina, ossidi di metalli ecc.) e *sistemi ad umido* (senza scarico di acqua ma con produzione di fanghi) per l'abbattimento di sostanze organiche volatili e per flussi di aria inquinata molto calda e/o trasportanti polveri umide.

Per quanto riguarda la tipologia di impianti di abbattimento a secco, i filtri elettrostatici (o elettrofiltri) in genere non sono utilizzati, perché nell'elettrofiltro si possono generare scintille tali da determinare l'innesco quando l'inquinante che si vuole abbattere in certe concentrazioni è in grado di determinare miscele esplosive con l'aria.

Vediamo ora il principio di funzionamento degli impianti di abbattimento più utilizzati nelle aziende del comparto e le relative problematiche di gestione e manutenzione.

#### *Ciclone a secco*

Le particelle (solide e/o liquide) vengono separate dalla corrente gassosa imprimendo loro un moto centrifugo. L'elevata efficienza di abbattimento del particolato, anche per alte concentrazioni, il costo impiantistico relativamente contenuto e la facile manutenzione contribuiscono a far sì che questo sia uno dei sistemi di abbattimento più diffusi. La manutenzione richiede verifiche periodiche atte a prevenire intasamenti negli elementi separatori e a verificare l'integrità del sistema.

#### *Filtri a maniche*

Il particolato è captato filtrando il flusso gassoso attraverso le maglie di un sacco di tela. I vantaggi di questo tipo di impianto sono rappresentati da un'alta efficienza di captazione associata a bassi costi di installazione, mentre gli svantaggi principali sono una manutenzione obbligatoriamente regolata con scadenze precise e la non idoneità per fumi caldi e/o umidi. Poiché la resa massima di questo sistema si ha per basse concentrazioni di polveri, è pratica impiantistica comune posizionare un ciclone a monte del filtro a maniche.

La manutenzione richiede un controllo periodico delle condizioni di carico degli elementi filtranti e la loro sostituzione con la periodicità consigliata dalla casa costruttrice dell'impianto.

#### *Filtri a feltro*

Sono simili ai filtri a maniche, con la particolarità che sulle maniche sono presenti strozzature ad anello.

#### *Depolveratori a umido*

Nelle aziende del comparto, sono utilizzati in genere per l'abbattimento di polveri calde e umide captate dall'impianto *terre a verde* (preparazione, trasporto, distaffatura, disterratura, recupero), in quanto nell'impianto a verde la terra di fonderia resta maggiormente umida (vedere la trattazione sull'esposizione alle polveri riportata al Paragrafo 3.2.2) e quindi non idonea per essere abbattuta in impianti a secco.

I depolveratori a umido si basano sullo stesso principio fisico dei cicloni a secco. L'azione di abbattimento è svolta anche dall'acqua che bagna le pareti del condotto dove circola l'aria con gli inquinanti. L'altezza dell'acqua è mantenuta costante da un sistema di regolazione. L'impianto non produce scarico idrico in quanto l'acqua viene utilizzata in ciclo chiuso. Le polveri captate sedimentano nel fondo dell'abbattitore formando fanghi; questi ultimi sono prelevati da un *dragafanghi* (costituito da un trasportatore a raschietti comandato da un motoriduttore) che li scarica in un *container*. Quando il container è pieno viene prelevato da ditta specializzata per lo smaltimento dei fanghi.

#### *Abbattitori a umido per solventi organici volatili*

Nelle aziende del comparto, sono utilizzati, in genere, per l'abbattimento di vapori di solventi organici volatili provenienti dagli impianti di produzione anime. L'impianto è costituito da una torre di lavaggio dell'aria inquinata, proveniente dall'impianto di aspirazione sulla macchina spara anime, che entra dalla parte inferiore della torre mentre riceve controcorrente una soluzione di acido fosforico ( $H_3PO_4$ ). L'aria purificata, dopo essere passata attraverso un separatore di gocce, fuoriesce dalla parte superiore della torre di lavaggio e viene inviata al camino di emissione. Il liquido di lavaggio, che si trova nella parte inferiore dell'abbattitore, viene pompato in un polverizzatore e immesso sulla superficie dei corpi di riempimento, lava in controcorrente l'aria inquinata e torna nel raccoglitore di fondo. Il valore di pH della soluzione, che deve mantenersi da 2 a 4, viene monitorato tramite una sonda. I fanghi che si depositano vengono automaticamente estratti dal fondo dell'abbattitore tramite un dispositivo dragafanghi.

I criteri da adottare per valutare l'idoneità o meno delle varie possibilità tecnologiche e impiantistiche disponibili sul mercato devono tenere conto di quanto contenuto nel D.P.R. n. 322 del 15.04.71 e nel D.M. del 12.07.90.

Le aziende del comparto spesso utilizzano impianti di abbattimento degli inquinanti captati da più impianti di aspirazione localizzata, relativi a diverse lavorazioni, a seconda della tipologia degli inquinanti captati, della loro idoneità all'abbattimento a secco o a umido, in base alle portate in gioco e alla disposizione (*layout*) degli impianti.

A titolo di esempio si riporta la Tabella 3.16.1.1, relativa agli autocontrolli sulle emissioni di una azienda del comparto.

La manutenzione meccanica e talvolta anche la gestione e il controllo degli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera può essere appaltata a ditte esterne specializzate.



Tab. 3.16.1.1 Emissioni in atmosfera per varie fasi lavorative ed impianti centralizzati relativi a lavorazioni diverse (autocontrolli azienda di un'azienda del comparto caratterizzata da un'elevata quantità di ghisa prodotta - giugno 1999)

	LAVORAZIONI ACCORPATE IN BASE AGLI IMPIANTI DI ABBATTIMENTO AI QUALI Afferiscono							
	Fusione con forni elettrici	Produzione anime	Formatura a verde e distaffatura automatica	Recupero terre a resina	Pulizia pneumatica	Raffreddamento terre recupero da distaffatura manuale	Smaterozzatura e sabbatura	Cabine di sbavatura
Tipo di impianto	A secco (maniche)	A umido	A umido	A secco (maniche)	A secco (maniche)	A secco (maniche)	A secco (maniche)	A secco (maniche)
Note		Consumo minimo di acqua che evapora: non c'è scarico, ma si ha produzione di fanghi.						
Q [Nm <sup>3</sup> /h]	41.400	5.000	50.000	2.000	700	35.600	23.500	31.000
H [m]	20	11	11	11	10	16	10	10
S [m <sup>2</sup> ]	0,636	0,126	0,785	0,050	0,018	0,636	0,636	0,785
T [°C]	44	ambientale	ambientale	ambientale	ambientale	ambientale	ambientale	ambientale
v [m/s]	21	12	19	12	12	17	11	12
U [%]	-	-	-	-	-	-	-	-
O <sub>2</sub> [%]	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>LIVELLO DI EMISSIONE MEDIO DEGLI INQUINANTI (SUDDIVISI PER IMPIANTO DI ABBATTIMENTO)</b>								
<b>Polveri</b>								
mg/Nm <sup>3</sup> (°)	5	-	14	2,5	11	<1	<1	<1
σ	0,6	-	4	2,5	1,5	0	0	0
g/h	193	-	667	6	7	<35	<23	<31
<b>Ossido di carbonio (CO)</b>								
mg/Nm <sup>3</sup> (°)	#	-	-	-	-	-	-	-
σ	-	-	-	-	-	-	-	-
g/h	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Dimetilisopropilammina</b>								
mg/Nm <sup>3</sup> (°)	-	3,2	-	-	-	-	-	-
σ	-	0,5	-	-	-	-	-	-
g/h	-	16	-	-	-	-	-	-
<b>Acido fosforico</b>								
mg/Nm <sup>3</sup> (°)	-	0	-	-	-	-	-	-
σ	-	-	-	-	-	-	-	-
g/h	-	0	-	-	-	-	-	-
<b>VALORI LIMITE D.G.R.T. 9134/92</b>								
<b>Polveri</b>								
mg/Nm <sup>3</sup>	20	-	25	50	-	30	-	-
g/h	760	-	1.250	500	100	1.100	-	-
<b>Ossido di carbonio</b>								
mg/Nm <sup>3</sup> (*)	1.000	-	-	-	-	-	-	-
g/h	38.000	-	-	-	-	-	-	-
<b>Dimetilisopropilammina</b>								
mg/Nm <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-
g/h	-	100	-	-	-	-	-	-
<b>Acido fosforico</b>								
mg/Nm <sup>3</sup> (*)	-	5	-	-	-	-	-	-
g/h	-	32	-	-	-	-	-	-
<b>Legenda</b>								
Q: portata anidra	H: altezza totale	S: sezione di sbocco	T: temperatura	v: velocità				
U: umidità	O <sub>2</sub> : ossigeno misurato	σ: deviazione standard						
(°): dove richiesto valore corretto al tenore di ossigeno di riferimento					(-): dato non disponibile o non significativo			
#): essendo forni elettrici a induzione (e non forni cubilotta alimentati a carbone), il parametro CO non è stato misurato.								

### 3.16.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

In questa fase sono presenti i rischi lavorativi sia relativi all'esecuzione delle misurazioni delle emissioni, sia dovuti alla manutenzione meccanica degli impianti.

Per i rischi legati alla manutenzione degli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera si rimanda alla fase *manutenzione meccanica*, mentre qui analizziamo più in dettaglio i fattori di rischio a cui sono soggetti gli addetti alle misurazioni, sia che si tratti di personale interno sia esterno all'azienda.

#### Lavoro e accesso a postazioni in altezza disagiati e pericolose

Durante l'accesso alle postazioni di misura, campionamento o controllo della strumentazione al camino, l'addetto può essere soggetto al rischio di scivolamento, perdita dell'equilibrio o dell'appiglio, con possibili cadute a terra e/o dall'alto.

Al fine di garantire agli addetti al controllo la possibilità di accedere ai camini di emissione, e in particolare ai punti di prelievo in esso predisposti, è necessario che l'azienda provveda a realizzare un *accesso permanente facile e sicuro*, come in genere viene prescritto anche nell'atto autorizzativo emesso dall'Amministrazione Provinciale ai sensi della vigente normativa.

In particolare dovrà essere garantita la tutela degli operatori addetti al controllo relativamente: al percorso di accesso al camino, alla scala in sicurezza, alla postazione di prelievo, ai rischi di temperatura, ai rischi chimici, alla presenza di insetti, alle linee elettriche, al dondolamento del camino.

Alle donne in gravidanza non deve essere consentito l'accesso alle postazioni sopraelevate di prelievo.

Gli addetti devono essere informati e formati, in particolare sul documento di valutazione dei rischi ai sensi dell'Art. 4 del D.Lgs. 626/94 per la parte relativa all'impianto di interesse.

La messa a punto di metodi di campionamento e analisi deve tenere conto anche dei problemi di tutela dei lavoratori.

Per evitare il rischio di infortunio per *caduta dall'alto*, le principali misure di prevenzione normalmente adottate sono le seguenti:

- utilizzare D.P.I. adeguati, specie durante l'uso di scale alla marinara (tute da lavoro con chiusura elastica o comunque regolabili dei polsi e delle caviglie per ridurre al minimo la possibilità di agganciamento; scarpe antiscivolo, antiperforazione, anti-schiacciamento; guanti in pelle e anticalore; casco protettivo; cintura di sicurezza con doppio cordino di trattenuta e moschettoni da fissare ai gradini durante la salita sulle scale a pioli);
- disporre il divieto di trasporto del materiale su scale a pioli;
- non procedere all'esecuzione delle misure delle emissioni o comunque non accedere al camino in condizioni meteorologiche avverse (pioggia, vento, neve, scarsa visibilità ecc.) o in caso di carenza dei necessari D.P.I.;
- predisporre sulla piattaforma di lavoro punti di aggancio adeguati per i cordini di trattenuta della cintura di posizionamento;
- presenza di almeno due operatori durante la fase di controllo.

Per evitare il rischio di infortuni dovuti a *urto contro ostacoli*:

- indossare il casco protettivo e adeguati indumenti di lavoro (tipo tuta intera);
- adottare adeguate procedure che consentano di portare sul posto di lavoro solo il materiale strettamente necessario e di lavorare in maniera sufficientemente tranquilla, in modo da poter tenere sempre sotto controllo la situazione e individuare gli ostacoli in postazioni di lavoro generalmente anguste.

Per evitare il rischio di *ustioni* da contatto con superfici calde (camino, flangia, strumentazione) e da proiezione di materiale caldo proiettato dal foro di prelievo:

- indossare tuta intera, guanti protettivi, scarpe di sicurezza, casco con visiera, valutando la scelta di questi ultimi in funzione sia della protezione dal calore che della possibilità di effettuare operazioni fini nel corso del prelievo;
- avvalersi di attrezzature di lavoro per evitare il contatto diretto con parti calde (pinze o altro);
- attuare procedure standardizzate, relative in particolare alla fase di apertura del foro di prelievo, inserimento ed estrazione delle attrezzature di campionamento e misura.

Per evitare il rischio di *puntura di insetti*:

- accedere con la massima cautela alle postazioni di prelievo;
- verificare la presenza di nidi di vespe o altri insetti e, nel caso, far bonificare il percorso di accesso ai fori di prelievo prima di accedervi;
- indossare adeguati indumenti di lavoro che minimizzino le parti del corpo scoperte;
- indossare guanti e casco;
- acquisire informazioni su eventuali allergie del personale addetto;
- predisporre una procedura standardizzata e scritta, oltre al materiale di pronto soccorso necessario in caso di puntura di insetto.

Per evitare il rischio di *elettrocuzione per contatto con linee elettriche aeree*:

- porre particolare attenzione all'eventuale presenza di linee elettriche aeree ed alla loro distanza dalla postazione di prelievo al camino, mantenendosi a distanza di sicurezza e verificando che non possano avvenire contatti con la strumentazione, specie durante la sua movimentazione.

#### **Movimentazione manuale dei carichi, trasporto e utilizzo di materiale in altezza**

La movimentazione della strumentazione di misura può comportare disturbi muscoloscheletrici (vedere il *Glossario*).

Inoltre, durante il trasferimento di strumentazione, parte di essa o altro materiale, è possibile che il materiale possa cadere colpendo il personale a terra.

È pertanto opportuno minimizzare la quantità di materiale da portare in altezza, utilizzare attrezzature del tipo più leggero e predisporre carrucole per l'elevazione del materiale stesso. È necessario delimitare a terra l'area di lavoro con picchetti e nastro bicolore conforme alla normativa vigente (D.Lgs. 493/96), indossare il casco di protezione, organizzare correttamente il lavoro e attuare tutte le misure necessarie ad effettuare il lavoro in sicurezza utilizzando attrezzature adeguate e ausili per la movimentazione.

È importante l'informazione e la formazione degli addetti.

#### **Utilizzo di attrezzature in materiale frangibile**

In caso vengano utilizzate attrezzature di campionamento (pipette, bottiglie) in vetro o altro materiale frangibile e utensili da taglio (forbici, trincetti), sono possibili infortuni da taglio.

La prevenzione consiste in primo luogo nell'utilizzare utensili provvisti di sicurezza antitaglio e nella sostituzione del materiale in vetro con materiale infrangibile, o nell'utilizzare guanti di sicurezza.

#### **Esposizione a sostanze pericolose per la salute**

Durante l'accesso alle postazioni di misura, campionamento o controllo della strumentazione al camino, l'addetto può essere soggetto al rischio di esposizione a sostanze pericolose per inalazione, assorbimento per contatto cutaneo, ingestione.

La prevenzione consiste nel conoscere la natura delle emissioni, utilizzare D.P.I. adeguati all'ambiente ed alle manipolazioni da effettuare (tuta intera, occhiali o visiera a protezione del viso contro la proiezione di materiale dal foro di prelievo, maschera per la protezione delle vie respiratorie, guanti); esaminare le schede di sicurezza relative alle sostanze utilizzate da trasportare in contenitori e accessori infrangibili; attuare norme di igiene personale; informare e formare gli addetti.

#### **Utilizzo di attrezzature portatili ad alimentazione elettrica**

In caso vengano utilizzati strumenti portatili ad alimentazione elettrica, è presente il rischio di elettrocuzione.

La prevenzione consiste nell'attuare le seguenti misure:

- utilizzare, ogni volta che ciò sia possibile, strumentazione alimentata a corrente continua in bassa tensione; quando ciò non è possibile la strumentazione e i cavi con i relativi adattatori devono corrispondere rigorosamente a quanto previsto dalle norme per le specifiche condizioni di utilizzo; è anche necessario che la presa cui si collega l'apparecchiatura sia dotata di interruttore differenziale di protezione ad alta sensibilità;
- in caso di camini metallici, verificare che gli stessi dispongano di efficace collegamento a terra.

#### **Accesso in aree transitate da mezzi meccanici**

Per evitare il rischio di investimento da parte di mezzi nel piazzale dell'azienda (carrelli elevatori, pale meccaniche, camion ed autoveicoli) è necessario predisporre percorsi sicuri fino al punto di accesso al camino; eventualmente l'addetto può chiedere di essere accompagnato dal Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione dell'azienda o da un suo incaricato. È comunque utile indossare indumenti ad alta visibilità.

#### **Accesso in aree protette da animali da guardia liberi**

Per evitare il rischio che l'addetto al controllo delle emissioni possa essere assalito da un animale da guardia eventualmente presente, è necessario il coordinamento con il Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione dell'azienda o con un suo incaricato al fine di essere eventualmente accompagnati attraverso un percorso sicuro fino al punto di accesso al camino. In caso di presenza di animali da guardia è comunque consigliabile che l'addetto al controllo sia stato informato e formato alle modalità comportamentali (non farsi prendere dal panico, non scappare). In casi particolari possono essere indossati indumenti di protezione adeguati.

#### **Lavoro in prossimità di impianti a rischio di incendio - esplosione**

Accumuli di polveri carboniose e/o elevate concentrazioni di ossidi di carbonio nell'impianto di abbattimento a secco, possono dare luogo a incendio e/o atmosfere esplosive.

In caso di esplosione il personale che dovesse trovarsi nelle vicinanze dell'impianto potrebbe venire colpito dal materiale proiettato; in caso di incendio che si propaghi allo stabilimento produttivo, i lavoratori possono riportare ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche.

È pertanto necessario che l'impianto sia adeguatamente progettato in relazione alla natura e alla portata del flusso di aria inquinata. Può essere opportuno prevedere un sistema di pulizia automatica dei filtri e, nei casi a maggior rischio di incendio, l'installazione sulla sommità dei filtri di un impianto fisso ad acqua per lo spegnimento.

È necessaria l'applicazione delle norme antincendio e l'informazione e la formazione dei lavoratori.

Tab. 3.16.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Gestione e controllo degli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Lavoro ed accesso a postazioni in altezza disagiati e pericolose.</b>	Possibili cadute dall'alto da scale e percorsi di accesso non protetti e/o scivolosi; solaio della piattaforma di portata insufficiente; sporgenze in grado di agganciare gli indumenti; dondolamento del camino; urto nella strumentazione di prelievo; stanchezza o malore dell'operatore.	Lesioni traumatiche per caduta dall'alto.	Realizzare un accesso permanente facile e sicuro al punto di prelievo dei campioni. Indossare D.P.I. (tute, scarpe di sicurezza, guanti anticalore, casco, occhiali o visiera, cintura di sicurezza). Disporre il divieto di trasporto del materiale su scale a pioli; Utilizzare strumentazione che non necessiti di trasferimento di parti pesanti e ingombranti al punto di prelievo;
	Presenza di valvole di sicurezza, sfiati. Presenza di superfici calde del camino, della flangia e della sonda.	Ustioni cutanee. Lesioni agli occhi.	Operare solo se in perfette condizioni fisiche e condizioni meteo favorevoli. Organizzare correttamente il lavoro. Presenza di almeno due operatori. Prima di intervenire verificare la presenza di nidi di insetti e, se necessario, far bonificare il percorso di accesso ai fori di prelievo dal gestore del camino prima di accedervi.
	Proiezione di materiale dal foro di prelievo.		Indossare indumenti che minimizzino le parti del corpo scoperte. Verificare se gli addetti sono allergici alle punture di insetti e predisporre procedure e materiale di pronto soccorso.
	Presenza di insetti, uccelli.	Punture di insetti (pericolo maggiore per i soggetti allergici).	Verificare di trovarsi a distanza di sicurezza da eventuali linee elettriche. Informazione e formazione.
	Presenza di linee aeree in grado di entrare in contatto diretto o tramite parte di strumentazione.	Elettrocuzione, folgorazione.	
<b>Movimentazione manuale dei carichi.</b>	Movimentazione della strumentazione di misura.	Disturbi muscoloscheletrici (vedere il Glossario).	Corretta scelta della strumentazione e organizzazione del lavoro.
	Possibile caduta di materiale (strumentazione ecc.) dalla piattaforma del punto di prelievo sul camino, con rischio per il personale a terra di essere colpiti.	Lesioni traumatiche.	Utilizzare ausili per la movimentazione. Utilizzare sistemi di imbracatura e sollevamento sicuro. Delimitare a terra l'area di lavoro. Operare verificando che la posizione dell'operatore a terra sia sicura e che indossi il casco di protezione. Informazione e formazione.
<b>Manipolazione di materiale frangibile.</b>	Utilizzo di contenitori, gorgogliatori, sonde e pipette in vetro o altri oggetti taglienti.	Ferite da taglio.	Utilizzare utensili provvisti di sicurezza antitaglio; valutare la sostituzione del materiale in vetro con materiale plastico. Utilizzati guanti di sicurezza. Corretta organizzazione del lavoro. Informazione e formazione.
	Utilizzo di forbici e trincetti.		

... segue tabella precedente

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a sostanze pericolose per la salute.</b>	Contatto (sversamento, imbrattamento ecc.) con il campione e con i reattivi.	Lesioni cutanee, intossicazioni.	Prima di intervenire, esaminare la valutazione dei rischi redatta da parte del gestore dell'impianto. Utilizzare D.P.I. (tuta intera, occhiali o visiera, maschera per la protezione delle vie respiratorie, guanti). Acquisire ed esaminare le schede di sicurezza relative alle sostanze utilizzate. Utilizzare contenitori adeguati. Attuare norme di igiene personale. Informazione e formazione.
<b>Manipolazione di attrezzature ad alimentazione elettrica.</b>	Utilizzo di strumentazione elettrica portatile per la misura al camino.	Elettrocuzione. Maggiore rischio di caduta dall'alto.	Utilizzare strumentazione alimentata in bassa tensione oppure i cui cavi siano in buono stato e la presa dotata di salvavita. Collegamento a terra dei camini metallici. Informazione e formazione.
<b>Accesso in aree transitate da mezzi meccanici.</b>	Rischio di investimento da parte di mezzi nel piazzale dell'azienda (carrelli elevatori, pale meccaniche, camion ed autoveicoli).	Lesioni traumatiche	Predisporre percorsi sicuri fino al punto di accesso al camino. Chiedere di essere accompagnati. Indossare indumenti ad alta visibilità. Informazione e formazione.
<b>Accesso in aree protette da animali da guardia liberi.</b>	Possibile presenza di animali da guardia liberi nel piazzale di accesso al camino.	Lesioni traumatiche per morso di animale.	Predisporre percorsi sicuri fino al punto di accesso al camino. Chiedere di essere accompagnati. In casi particolari indossare indumenti di protezione adeguati. Informare e formare l'addetto alle misure sulle modalità comportamentali.
<b>Lavoro in prossimità di impianti a rischio di incendio - esplosione.</b>	Accumuli di polveri carboniose e/o elevate concentrazioni di ossidi di carbonio nell'impianto di abbattimento a secco, possono dare luogo ad incendio e/o atmosfere esplosive.	Ustioni, intossicazioni, lesioni traumatiche.	Impianto adeguatamente progettato in relazione alla natura e alla portata del flusso di aria inquinata. Sistema di pulizia automatica dei filtri e, nei casi a maggior rischio di incendio, impianto fisso ad acqua per lo spegnimento. Applicazione delle norme antincendio Informazione e formazione dei lavoratori.

### 3.16.3 Impatto ambientale

Gli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera vengono utilizzati per minimizzare l'impatto ambientale. Pertanto l'impatto costituito da emissioni in atmosfera (polveri, gas, fumi, vapori) e da rifiuti (polveri da impianti a secco, fanghi da impianti a umido) è da imputare alle singole fasi di lavorazione ove hanno origine gli inquinanti.

#### Consumo di energia e di risorse

Per la conduzione degli impianti di abbattimento delle emissioni si ha consumo di energia elettrica. Per gli impianti a umido si ha anche consumo di acqua, ma si tratta di un consumo minimo in quanto l'acqua viene utilizzata in ciclo chiuso, senza scarico e con produzione di fanghi: l'acqua consumata è quindi solo quella evaporata o rimasta nei fanghi.

#### Diffusione di rumore all'esterno

Gli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera, specie in caso di elevate portate d'aria, possono presentare una rumorosità tale da creare disturbo a eventuali insediamenti abitativi confinanti con l'azienda. Il rumore deriva sia dal motore dei ventilatori sia dal flusso d'aria in uscita. Anche il sistema di scuotimento automatico delle maniche dei filtri genera rumore, ma tale operazione avviene saltuariamente.

Per ridurre il rumore è possibile segregare i motori dei ventilatori in cabine insonorizzate e prevedere un silenziatore sul camino di uscita delle emissioni.



Fig. 3.16.1 Camino dotato di silenziatore

#### Altezza e struttura degli impianti di abbattimento

Una maggiore altezza del camino consente una maggiore dispersione (positiva) degli inquinanti; per contro, può determinare una modificazione paesaggistica negativa. In aree particolarmente sensibili, regolamenti del Comune nel quale insiste l'unità produttiva possono richiedere una limitazione in altezza e/o una copertura.

### 3.16.4 Rischio ambientale

#### Rilasci incontrollati di emissioni in atmosfera

In caso di guasto o di cattiva gestione degli impianti di abbattimento delle emissioni si possono avere rilasci incontrollati di inquinanti in atmosfera. Il rischio può essere evitato con regolari controlli e manutenzione preventiva.

#### Sversamenti sul suolo

In caso di guasto o di cattiva gestione degli impianti di abbattimento a umido si possono avere sversamenti sul suolo di acqua inquinata e fanghi. Il rischio può essere evitato con regolari controlli e manutenzione preventiva.

#### Incendio

Le conseguenze ambientali in caso di incendio sono essenzialmente determinate dall'emissione in atmosfera dei fumi di combustione e dal rischio dello spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento.

Per le indicazioni generali di prevenzione vedere il Paragrafo 4.2.2.

## 3.17 Movimentazione meccanica dei carichi

### 3.17.1 Descrizione

Nelle varie fasi lavorative precedentemente descritte si è visto come ricorra spesso l'utilizzo di ausili per la movimentazione meccanica dei carichi, quali carrelli elevatori, pale meccaniche, carroponte, paranchi, gru, argani. Analizziamo qui, trasversalmente alle varie fasi, i rischi lavorativi e gli impatti ambientali che possono derivare dall'utilizzo di queste attrezzature e macchine.

### 3.17.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Nel 1999, in Toscana, gli addetti a questa fase lavorativa erano circa 21 su 319 lavoratori del comparto. I principali fattori di rischio in questa fase del ciclo lavorativo sono sotto elencati.

#### Movimentazione meccanica dei carichi con carrelli elevatori

Durante le operazioni di movimentazione può avvenire il *ribaltamento del carrello elevatore* nel caso in cui il carico non sia bene bilanciato e/o per asperità, dislivelli eccessivi del terreno, raggio di curvatura troppo stretto. In caso di ribaltamento l'addetto può venire sbalzato fuori dal posto di guida e rimanere schiacciato sotto il carrello.

Può anche avvenire l'*investimento* di altri lavoratori da parte dei carrelli elevatori o dal materiale trasportato. In un'azienda del comparto è recentemente accaduto un infortunio per investimento da parte di un carrello elevatore guidato in retromarcia.

Quando viene accatastato in modo non corretto, il materiale può cadere e investire gli addetti.

Pertanto, durante le suddette operazioni, gli addetti possono riportare gravi lesioni traumatiche; spesso nei casi di infortunio accaduti nei vari comparti produttivi durante questa fase lavorativa le lesioni riportate sono risultate gravi o anche mortali.

Tali rischi possono essere limitati garantendo le seguenti condizioni:

- sistemazione e attrezzature dei carrelli elevatori in modo da limitare i rischi di ribaltamento; a tal fine l'Art. 7, lettera b), punto 1.4 del D.Lgs. n. 359 del 04.08.1999, elenca una serie di accorgimenti, come esempi delle possibili soluzioni attuabili, quali:
  - cabina per il conducente;
  - struttura concepita in modo tale da lasciare, in caso di ribaltamento del carrello elevatore, uno spazio sufficiente tra il suolo e talune parti del carrello stesso per la salvaguardia del lavoratore o dei lavoratori a bordo;
  - struttura che trattenga il lavoratore sul sedile del posto di guida per evitare che, in caso di ribaltamento del carrello elevatore, esso possa rimanere intrappolato da parti del carrello stesso;
- dispositivi di trattenuta del conducente al posto di guida dei muletti, per eliminare il rischio di essere sbalzati fuori, in caso di ribaltamento;
- pavimenti privi di buche, sporgenze o sconnessioni;
- percorsi dei mezzi senza curve troppo strette, senza pendenze eccessive, preferibilmente a senso unico, oppure ampi a sufficienza per il passaggio di due carrelli carichi;
- limitazione delle interferenze fra i percorsi dei mezzi e quelli pedonali;
- percorsi pedonali e luoghi di stazionamento dei lavoratori protetti dal pericolo di investimento da parte di materiali stivati;
- protezione delle uscite da locali o altri punti frequentati dai lavoratori, quando incrociano i percorsi dei mezzi;
- buona illuminazione dei percorsi e tinteggiatura con colori chiari delle pareti dei locali di lavoro;
- specchi parabolici ove occorrenti; in casi particolari valutare la possibilità di installare semafori;
- segnalazione e, se necessario, protezione di eventuali ostacoli sul percorso dei carrelli elevatori;
- individuazione di zone di attraversamento delle linee di trasporto che consentano il passaggio delle persone senza pericoli di investimento;
- organizzazione spaziale e/o temporale del magazzino in modo da limitare al minimo le interferenze fra il carico e lo scarico del magazzino stesso;
- idonei ancoraggi, fumi e imbracatura in tutti i casi in cui è necessario intervenire in altezza;
- i prodotti in entrata devono riportare l'indicazione del loro peso in modo che l'addetto possa verificare che il carrello e il sistema di presa sia di adeguata capacità;
- dispositivi acustici e luminosi di segnalazione di manovra dei mezzi;
- mantenimento della visibilità dal posto di guida dei mezzi anche mediante opportuno posizionamento del carico trasportato, che comunque deve essere posizionato più in basso possibile, in modo da garantire la stabilità del carrello; in casi occasionali in cui l'ingombro del carico sia tale da pregiudicare la visuale, il carrello può essere preceduto da un altro lavoratore che aiuti il carrellista nella manovra e segnali agli altri lavoratori, eventualmente presenti nei dintorni, la presenza del trasporto;
- preferenza dell'acquisto di mezzi con pedaliera analoga a quella degli automezzi;
- limitazione della velocità dei mezzi in relazione alle caratteristiche del percorso, anche con eventuali dispositivi regolabili che limitano la velocità;
- protezione degli organi di comando contro l'avviamento accidentale;
- protezione del posto di guida contro il pericolo di investimento di corpi che possono cadere dall'alto;

- regolare manutenzione e periodica revisione del mezzo meccanico e delle sue varie componenti;
- il conducente deve guidare con prudenza senza fare sporgere gambe o braccia dall'abitacolo di guida, prestare particolare attenzione in retromarcia, condurre il carrello all'interno dei percorsi segnalati a terra, interrompere il lavoro se qualcuno si trova nel raggio di azione del mezzo, inserire il freno prima di lasciare il carrello in sosta;
- disporre il divieto di trasportare persone facendole salire sulle forche di sollevamento;
- puntuale informazione, formazione e addestramento dei lavoratori all'uso corretto e sicuro dei mezzi nelle diverse condizioni di impiego. Ad esempio, l'addetto deve sapere come comportarsi se il mezzo dovesse accidentalmente ribaltarsi, ovvero: non buttarsi giù dal mezzo, ma tenersi saldamente al volante, puntare i piedi e inclinarsi dalla parte opposta a quella di ribaltamento.

#### Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento

Gli organi meccanici mobili del carrello elevatore possono essere causa di lesioni temporanee e permanenti per presa, trascinamento, taglio, amputazione, schiacciamento degli arti.

Le parti pericolose devono pertanto essere rese inaccessibili tramite adeguati ripari fissi.

#### Movimentazione manuale dei carichi

L'operazione di sostituzione delle batterie dei muletti richiede la loro movimentazione. La movimentazione manuale può comportare disturbi muscoloscheletrici (vedere il *Glossario*).

I rischi connessi alla movimentazione manuale dei carichi possono essere ridotti utilizzando mezzi meccanici di sollevamento per le batterie.

Si può anche mettere sotto carica la batteria del muletto lasciandola a bordo del mezzo stesso. In questo caso il carica batterie viene posto all'interno di un locale apposito mentre il mezzo sosta sotto una tettoia nel piazzale in prossimità della parete esterna del locale, sulla quale sono poste prese e spine per il collegamento elettrico; questa soluzione limita anche l'esposizione agli acidi degli accumulatori elettrici e il rischio di esplosione e incendio.

Nel caso della movimentazione manuale occorre procedere alla valutazione del rischio in sede di misure attuative del D.Lgs. 626/94 ed informare e formare gli addetti.

#### Esposizione a prodotti della combustione diesel

Qualora vengano utilizzati pala meccanica o carrelli elevatori diesel, gli addetti possono essere esposti ai prodotti della combustione, costituiti prevalentemente da idrocarburi incombusti, ossidi di azoto (NO, NO<sub>2</sub>), anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), ossido di carbonio (CO), formaldeide (HCHO), idrocarburi aromatici e alifatici, sostanze organiche volatili (S.O.V.).

L'esposizione a tali inquinanti può provocare broncopneumopatie, ossicarbonismo, sindromi irritative delle estremità cefaliche, asma bronchiale, emopatie, epatopatie, neuropatie, nefropatie, miocardiopatie, dermatiti. Inoltre alcune delle sostanze sopra elencate sono sospetti cancerogeni.

Dalle indagini svolte in altri comparti produttivi, i lavoratori esposti ai gas di combustione dei carrelli diesel hanno lamentato l'irritazione delle congiuntive oculari e delle vie respiratorie.

Per limitare l'esposizione a questo fattore di rischio, è bene che i carrelli elevatori diesel siano provvisti di marmitta catalitica (valida per NO<sub>2</sub> e CO) o ad acqua (valida per il particolato) e il loro impiego deve essere limitato all'esterno dei locali di lavoro (nel piazzale antistante lo stabilimento produttivo), mentre all'interno è necessario utilizzare muletti a trazione elettrica. Tra l'altro sono attualmente disponibili sul mercato carrelli elevatori a trazione elettrica la cui portata è sufficiente per le esigenze di produzione del comparto.

#### Esposizione a rumore

La guida dei mezzi meccanici (carrello elevatore, pala meccanica) può essere causa di esposizione al rumore degli addetti, sia per il rumore generato dai mezzi stessi, sia per esposizione indiretta quando il mezzo viene introdotto in reparti rumorosi (ad esempio per la movimentazione di pezzi nei reparti distaffatura, sbavatura, granigliatura, smaterozzatura ecc.).

Nelle aziende del comparto si sono misurati Leq tra 84 e 88 dB(A) al posto di guida di carrelli elevatore diesel e un Leq di 88 dB(A) al posto di guida di una pala meccanica.

L'esposizione al rumore può essere causa di danni uditivi o extra uditivi a seconda del livello di esposizione personale (vedere il *Glossario*).

Essendo necessario ridurre il rumore alla fonte, dato che i carrelli elevatori ad alimentazione elettrica sono in genere meno rumorosi dei carrelli elevatori diesel (oltre a consentire l'eliminazione della esposizione ai fumi di combustione), è opportuno orientarsi verso la sostituzione di muletti diesel con muletti elettrici, oltre che garantire un'accurata manutenzione dei mezzi stessi. È fondamentale la valutazione dell'esposizione personale al rumore dei singoli lavoratori e adottare le relative misure di prevenzione tenendo conto dei valori limite (vedere il *Glossario*).

#### Esposizione a vibrazioni

La guida dei mezzi meccanici (carrello elevatore, pala meccanica) così come la manovra di gru - carroponte con postazione di comando cabinata, possono essere causa di danni da esposizione a vibrazioni, quali la Sindrome di Raynaud (vedere il *Glossario*).



L'insorgenza di questa patologia è correlata ai tempi e all'entità di esposizione, con danni circolatori più probabili in soggetti fumatori o esposti per tempi prolungati al freddo. Le vibrazioni alla guida dei mezzi meccanici suddetti sono in genere da ritenersi di lieve entità, sia per ampiezza e che per frequenza (specie se confrontate con le vibrazioni mano-braccio a cui sono esposti i lavoratori che utilizzano mole manuali come descritto nella fase *sbavatura*). È comunque opportuno, anche in questo caso, adottare misure di prevenzione attiva e passiva, quali: utilizzare mezzi del tipo a bassa vibrazione e minore impatto vibratorio, dotati di sedili anatomici e di impugnature per le leve di manovra in grado di smorzare le vibrazioni; effettuare sulle macchine un'accurata manutenzione in modo da eliminare eventuali anomalie che possano dare luogo a maggiori vibrazioni; informare gli addetti sui maggiori rischi derivanti dalle vibrazioni in caso siano soliti esporsi, per tempi prolungati, a basse temperature; climatizzare le cabine di manovra; formare gli addetti alle corrette procedure di lavoro.

### Manipolazione di oli minerali

I carrelli elevatori, come la generalità delle macchine, necessitano di oli minerali come lubrificanti degli organi meccanici.

Gli oli minerali sono una classe di composti che possono presentare il rischio di riportare danni di tipo acuto (allergie, dermatiti) e di tipo cronico (tumori).

La I.A.R.C. suddivide gli oli in due grandi categorie:

- non severamente raffinati: classificati come certamente cancerogeni per l'uomo (Gruppo 1);
- severamente raffinati: classificati tra le sostanze per le quali non è possibile esprimere un giudizio di cancerogenicità (Gruppo 3).

L'Unione Europea, invece, nel classificare i prodotti derivanti dal petrolio e dal carbone (tra cui ovviamente gli oli minerali) ha seguito un diverso criterio da quello della raffinazione *tal quale*: alle miscele di sostanze derivate dal petrolio e dal carbone viene attribuito un univoco numero di identificazione CAS e un univoco numero di indice CE, classificando circa 600 sostanze come cancerogene (R45), a meno che il produttore non possa dimostrare che contengono (D.P.R. n. 52/97):

- meno dello 0,1% peso/peso di 1,3-butadiene;
- meno dello 0,1% peso/peso di benzene;
- meno del 3% di estratto Dmsò (Dimetilsolfossido) secondo la misurazione IP 346;
- meno dello 0,005% peso/peso di benzo (a) pirene.

oppure, conoscendo l'intero iter di raffinazione, possa dimostrare che la sostanza da cui il prodotto è derivato non è cancerogena.

Quindi, anche in questo caso, è fondamentale la lettura dell'etichetta e della scheda dei dati di sicurezza; queste devono essere correttamente compilate.

La prevenzione consiste nell'utilizzare oli minerali del tipo meno pericoloso (oli severamente raffinati) e di evitare l'imbrattamento, specie durante il prelievo degli oli esausti. È pertanto necessario utilizzare D.P.I. (guanti, tuta, grembiuli, occhiali) ed evitare di tenere in tasca stracci o utilizzare guanti impregnati di olio minerale. È importante un'adeguata informazione, formazione, e sorveglianza sanitaria degli esposti.

### Esposizione ad acidi di accumulatori elettrici

Durante la ricarica delle batterie di carrelli a trazione elettrica i lavoratori possono essere esposti ad acidi, che possono provocare irritazione e ustione chimica della cute e delle mucose con cui vengono in contatto.

L'inalazione di vapori degli acidi presenti negli accumulatori elettrici viene limitata effettuando la ricarica in locale separato e adeguatamente aerato. Se l'aerazione naturale non è sufficiente è necessario un sistema di aspirazione. In alternativa possono essere utilizzati apparecchi di ricarica chiusi e posti sotto aspirazione.

Un'ulteriore soluzione può essere quella di mettere sotto carica la batteria del muletto lasciandola a bordo del mezzo stesso. In questo caso il carica batterie viene posto all'interno di un locale apposito mentre il mezzo sosta sotto una tettoia nel piazzale in prossimità della parete esterna del suddetto locale; questa soluzione evita anche il problema della movimentazione dei carichi per la sostituzione delle batterie.

Per evitare il contatto degli acidi con la pelle, durante le operazioni di movimentazione per la sostituzione delle batterie i tappi devono essere chiusi e i lavoratori devono indossare guanti antiacido. L'aggiunta dell'acqua demineralizzata agli elementi delle batterie può avvenire tramite un sistema automatico, con valvola di ritegno che eviti la fuoriuscita della soluzione acida.

### Sviluppo di sostanze capaci di creare miscele esplosive

L'operazione di ricarica degli accumulatori dei carrelli a trazione elettrica comporta il pericolo di incendio-esplosione. Infatti, durante la ricarica, il passaggio della corrente elettrica determina un processo di elettrolisi con sviluppo di idrogeno. Si ha anche una parziale evaporazione degli acidi forti contenuti nella batteria. Pertanto, in assenza di idonea aerazione, si può arrivare a un livello di saturazione ambientale che può determinare la formazione di una miscela esplosiva.

Se avviene l'esplosione si può anche verificare la proiezione violenta degli acidi forti contenuti nella batteria.

In caso di incendio-esplosione, gli addetti possono riportare gravi ustioni, lesioni traumatiche, intossicazioni. Se investiti da schizzi di acido della batteria, possono riportare anche ustioni cutanee e lesioni agli occhi.

Per ridurre i rischi derivanti dalla ricarica degli accumulatori elettrici è necessario effettuare questa operazione in locale separato e adeguatamente aerato. L'impianto elettrico deve rispondere alle norme per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio (CEI 64-8).

È opportuno che in tale locale non siano presenti altri materiali infiammabili.

In caso di ricarica sotto aspirazione localizzata, i parametri geometrici dell'impianto di aspirazione devono essere adeguatamente dimensionati in relazione alla velocità di aspirazione, per evitare che si formino miscele esplosive con l'aria.

La protezione antincendio deve prevedere la presenza almeno di estintori a polvere, del tipo omologato. Nei casi a rischio più elevato può essere opportuno installare un impianto di spegnimento automatico (ad esempio del tipo a CO<sub>2</sub>).

È necessaria la valutazione dettagliata del rischio d'incendio in base a quanto previsto dal D.M. del 10.03.98.

#### Lavoro in prossimità di carichi sospesi

L'utilizzo di gru, carro ponte argani e paranchi (Fig. 3.17.2), comporta il rischio di caduta di carichi dall'alto. Inoltre, specie quando alla manovra partecipa più di un addetto, esiste il rischio di presa delle mani a contrasto tra le catene e di investimento da parte del carico, per le oscillazioni che esso può compiere durante la sua movimentazione. Il binario sul quale scorre il carro ponte deve essere dotato di apposito dispositivo di fine corsa, per eliminare il rischio che la parte mobile possa cadere dal binario.

Per ridurre il rischio di investimento e schiacciamento da parte del carico, è necessario che si manovri in modo da ridurre le oscillazioni. Inoltre, sia chi manovra la gru (gruista) sia chi provvede all'imbracatura del carico non si deve mai posizionare tra l'oggetto da sollevare ed eventuali ostacoli fissi.

Il gancio della gru deve essere dotato di chiusura di sicurezza (Fig. 3.17.1) o conformato in modo da garantire l'impossibilità della caduta accidentale del carico. In aziende di altri comparti sono accaduti diversi infortuni mortali proprio per la mancanza di questo semplice dispositivo di sicurezza.

Per evitare il rischio di urti è anche necessario che, quando non utilizzato, il gancio non sia mai lasciato ad altezza d'uomo e che l'ambiente di lavoro sia sufficientemente illuminato e dotato di illuminazione di emergenza. Anche la cabina di manovra della gru - carro ponte deve essere provvista di illuminazione normale e di emergenza.

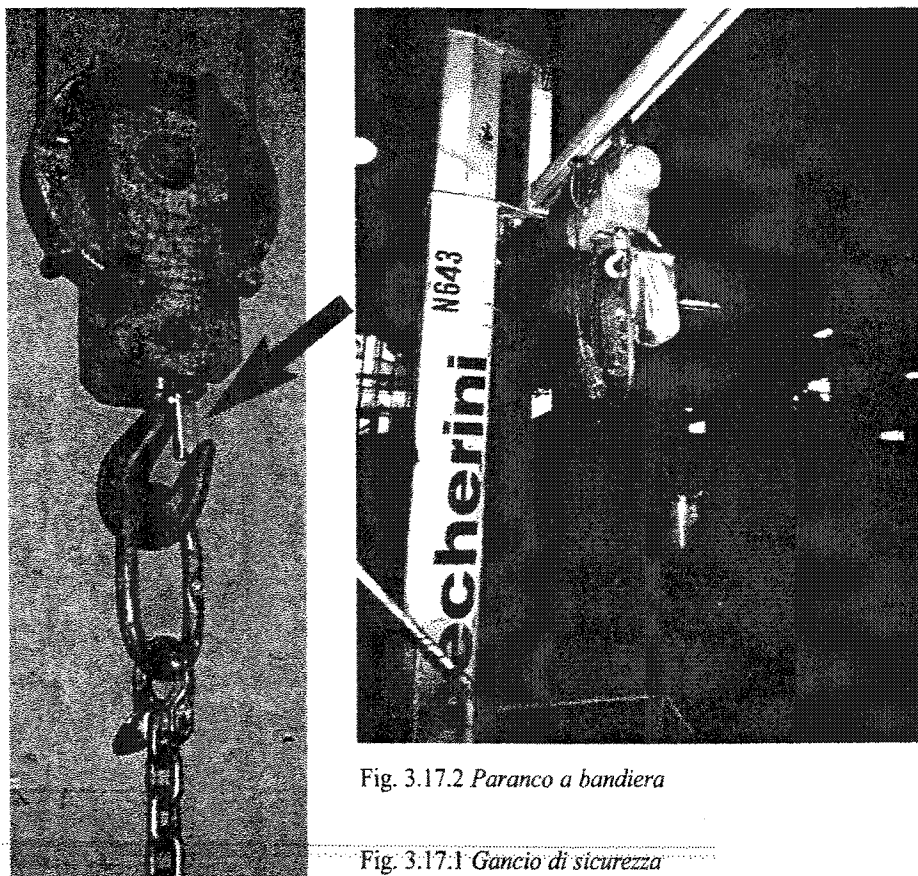


Fig. 3.17.2 Paranco a bandiera

Fig. 3.17.1 Gancio di sicurezza

È necessario che l'apparecchio di sollevamento abbia portata idonea rispetto al peso del pezzo da sollevare, e venga sottoposto alle verifiche preventive e periodiche delle apparecchiature nel loro insieme o di loro parti (ad esempio le funi). Gli esiti degli accertamenti vanno riportati sull'apposito registro tenuto dall'azienda. In particolare, se la portata è superiore a 200 Kg, l'impianto è soggetto a denuncia e visita preventiva di primo impianto da parte di ISPESL, a controlli annuali da parte della A.S.L. al fine di verificare le condizioni di efficienza dei dispositivi meccanici e di scorrimento, e a verifiche trimestrali da parte di tecnici incaricati dall'azienda, riguardo alle funi metalliche impiegate per il sollevamento dei carichi (da registrare sull'apposito libretto).

L'impianto di sollevamento deve essere utilizzato solo da personale appositamente formato e munito di D.P.I. (scarpe di sicurezza con punta rinforzata, guanti, elmetto).

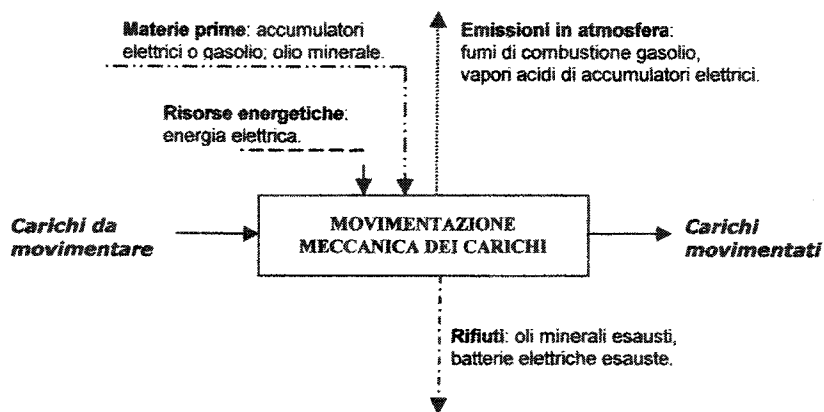
Tab. 3.17.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Movimentazione meccanica dei carichi

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Movimentazione meccanica dei carichi con carrelli elevatori.</b>	Durante le operazioni di movimentazione può avvenire il <i>ribaltamento del carrello elevatore</i> , l' <i>investimento</i> di altri lavoratori da parte dei carrelli elevatori o dal materiale trasportato. Quando viene accatastato in modo non corretto, <i>il materiale può cadere</i> e investire gli addetti.	Gravi lesioni traumatiche per urto e schiacciamento, con possibili conseguenze mortali.	Sistemi di protezione dell'addetto in caso di ribaltamento (cabina, trattenuta ecc.) Mettere in sicurezza pavimenti e dislivelli, percorsi dei mezzi e pedonali distinti, buona illuminazione, specchi parabolici, segnaletica, organizzazione spaziale e/o temporale del magazzino, idonei ancoraggi, indicazione del peso dei prodotti, dispositivi acustici e luminosi di segnalazione, limitazione della velocità, mantenimento della visibilità dal posto di guida, protezione degli organi di comando contro l'avviamento accidentale, protezione del posto di guida da corpi che possono cadere dall'alto, manutenzione periodica del mezzo, informazione e formazione dei lavoratori.
<b>Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento.</b>	Si tratta degli organi meccanici mobili del carrello elevatore.	Lesioni traumatiche temporanee e permanenti per presa, trascinarsi, taglio, amputazione, schiacciamento degli arti.	Le parti pericolose devono essere rese inaccessibili tramite adeguati ripari fissi.
<b>Movimentazione manuale dei carichi.</b>	Movimentazione delle batterie dei <i>muletti</i> durante la loro sostituzione.	Disturbi muscoloscheletrici (vedere il <i>Glossario</i> ).	Utilizzare ausili di sollevamento per le batterie. Mettere sotto carica la batteria del <i>muletto</i> lasciandola a bordo del mezzo stesso. Valutazione del rischio. Informazione e formazione.
<b>Esposizione a prodotti della combustione diesel.</b>	Qualora vengano utilizzati pala meccanica o carrelli elevatori diesel, gli addetti possono essere esposti ai prodotti della combustione, costituiti prevalentemente da idrocarburi incombusti, ossidi di azoto (NO, NO <sub>2</sub> ), anidride solforosa (SO <sub>2</sub> ), ossido di carbonio (CO), formaldeide (HCHO), idrocarburi aromatici e alifatici, sostanze organiche volatili (S.O.V.).	Broncopneumopatie, ossicarbonismo, sindrome irritativa delle estremità cefaliche, asma bronchiale, emopatie, epatopatie, neuropatie, nefropatie, miocardiopatie, dermatiti, irritazione delle congiuntive oculari e delle vie respiratorie. Inoltre, alcune delle sostanze presenti nei prodotti della combustione diesel sono sospetti cancerogeni.	Dotare i carrelli elevatori diesel di marmitta catalitica (valida per NO <sub>2</sub> e CO) o ad acqua (valida per il particolato); il loro impiego deve essere limitato all'esterno dei locali di lavoro (nel piazzale antistante lo stabilimento produttivo), mentre all'interno è necessario utilizzare muletti a trazione elettrica.
<b>Esposizione a rumore.</b>	Guida dei mezzi meccanici rumorosi (carrello elevatore diesel, pala meccanica) e ingresso in reparti dove sono presenti lavorazioni rumorose (ad esempio distaffatura, sbavatura, granigliatura, smaterozzatura ecc.).	Danni uditivi (ipoacusia da rumore) ed extra uditivi (disturbi psichici, alterazioni circolatorie e a carico dell'apparato digerente).	Valutazione dell'esposizione e adozione delle relative misure di prevenzione Accurata manutenzione dei mezzi. Valutare la possibilità di sostituire i carrelli elevatori diesel con i carrelli elettrici che sono meno rumorosi.

... segue tabella precedente

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a vibrazioni.</b>	Guida dei mezzi meccanici (carrello elevatore, pala meccanica).	Sindrome da vibrazioni (vedere il <i>Glossario</i> ). Il freddo aggrava i danni da vibrazioni.	Scelta di mezzi a ridotta vibrazione o minore impatto vibratorio. Regolare manutenzione dei mezzi.
<b>Manipolazione di oli minerali.</b>	Sostituzione degli oli minerali lubrificanti degli organi meccanici dei carrelli elevatori. Il rischio maggiore è per gli oli esausti e gli oli non severamente raffinati.	Allergie, dermatiti, tumori.	Esame delle schede di sicurezza dei prodotti, utilizzare oli minerali del tipo meno pericoloso (oli severamente raffinati), evitare l'imbrattamento, utilizzare D.P.I. (guanti, tuta, grembiuli), evitare di tenere in tasca stracci o utilizzare guanti impregnati di olio minerale. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
<b>Esposizione ad acidi di accumulatori elettrici.</b>	Movimentazione e ricarica delle batterie di carrelli a trazione elettrica.	Irritazione delle vie respiratorie, ustione chimica della cute e delle mucose.	Effettuare la ricarica in locale separato adeguatamente aerato o sotto aspirazione, o in apparecchi di ricarica chiusi e posti sotto aspirazione, o mettere sotto carica la batteria del <i>muletto</i> lasciandola a bordo del mezzo stesso parcheggiato esternamente. Chiudere i tappi della batteria durante la movimentazione e indossare guanti antiacido. Utilizzare un sistema automatico con valvola di ritegno per l'aggiunta di acqua nella batteria.
<b>Sviluppo di sostanze capaci di creare miscele esplosive con l'aria.</b>	L'operazione di ricarica degli accumulatori dei carrelli a trazione elettrica può determinare la formazione di una miscela esplosiva con l'aria. Se avviene l'esplosione si può anche verificare la proiezione violenta degli acidi forti contenuti nella batteria.	Gravi ustioni, lesioni traumatiche e intossicazioni in caso di incendio - esplosione. Ustioni chimiche cutanee e lesioni agli occhi per contatto con acido.	Effettuare la ricarica secondo le indicazioni di cui al punto precedente, con particolare attenzione alla separazione dai restanti locali di lavoro, aerazione e/o aspirazione, dimensionare correttamente l'impianto di aspirazione, non tenere materiali infiammabili nello stesso locale. Valutazione rischio d'incendio e misure conseguenti. Impianto elettrico a norma per luoghi a maggior rischio in caso di incendio (CEI 64-8). Squadre di emergenza, mezzi estinguenti, formazione e informazione.
<b>Lavoro in prossimità di carichi sospesi.</b>	L'utilizzo di argani, gru e carroponte comportano i rischi: - caduta di carichi dall'alto; - investimento da parte del carico dovuto a oscillazioni; - presa delle mani a contrasto tra le catene.	Lesioni traumatiche per caduta di materiale, urto o investimento, schiacciamento.	Manovrare in modo da ridurre le oscillazioni e senza interporre tra l'oggetto da sollevare ed eventuali ostacoli fissi. Dotare la gru di gancio di sicurezza. Non lasciare il gancio ad altezza d'uomo. Dotare di dispositivo di fine corsa il binario del carro ponte. Utilizzare mezzi di portata idonea. Effettuare le verifiche periodiche. Utilizzare D.P.I. (scarpe di sicurezza con punta rinforzata, guanti, elmetto). Informazione e formazione.

### 3.17.3 Impatto ambientale



I principali fattori di impatto ambientale di questa fase lavorativa sono sotto elencati.

#### Emissioni in atmosfera

Sono costituite dalle emissioni dei mezzi a trazione diesel e da quelle dei vapori degli acidi emessi durante la ricarica delle batterie. Si tratta di emissioni che hanno un impatto ambientale relativamente basso.

#### Produzione di rifiuti

I principali rifiuti prodotti in questa fase sono gli oli esausti e le batterie esauste dei carrelli elevatori. Tali rifiuti vengono ritirati da ditte specializzate (vedere il Paragrafo 4.1).

L'olio esausto va tenuto, prima del conferimento alla ditta incaricata al ritiro, in modo idoneo e in condizioni di sicurezza per l'ambiente e per gli addetti (Fig. 4.1.2). Devono pertanto essere utilizzati contenitori adatti a eliminare i rischi di rottura e sversamento che, a questo scopo, devono rispondere a regole precise. In particolare devono essere provvisti di:

- idonee chiusure per impedire la fuoriuscita del contenuto;
- accessori e dispositivi atti a effettuare in condizioni di sicurezza il riempimento e lo svuotamento;
- bacini di contenimento in caso di rotture o sversamenti;
- mezzi di presa per rendere sicure le operazioni di movimentazione.

La sistemazione dei contenitori deve essere studiata per evitare al massimo gli urti accidentali e altri gravi inconvenienti.

In procinto di raggiungere la capacità massima del contenitore di olio usato, chiamare esclusivamente l'incaricato del *Consorzio Obbligatorio degli oli usati* e conferirgli l'olio in condizioni di sicurezza (il conferimento al Consorzio di olio usato non inquinato avviene a titolo gratuito), ponendo la massima attenzione alla movimentazione dei contenitori e alla situazione di lavoro intorno alle operazioni di trasferimento del liquido.

Le batterie al piombo esauste sono pericolose per l'uomo e per l'ambiente perché contengono il 60-65% in peso di piombo e il 20-25% di acido solforico diluito. Il piombo interferisce sui processi biochimici vitali e la sua azione attacca fegato, sistema nervoso e apparato riproduttivo; l'acido solforico provoca ustioni e contamina le acque. Inoltre l'acido solforico è classificato dalla ACGIH come sospetto cancerogeno.

Le batterie esauste devono essere conferite al raccoglitore incaricato COBAT.

### 3.17.4 Rischio ambientale

I principali fattori di rischio ambientale di questa fase lavorativa sono sotto elencati.

#### Sversamenti di acido solforico e contaminazione del suolo con piombo

In caso di rottura delle batterie durante la loro movimentazione si possono verificare sversamenti della soluzione acida; sversamenti sono possibili anche durante la ricarica delle batterie e durante lo stoccaggio provvisorio delle batterie esauste nell'attesa del ritiro da parte dello smaltitore. In caso di sversamento si può verificare l'inquinamento del suolo e delle acque. La batteria al piombo esausta è pericolosa per l'uomo e per l'ambiente perché, come detto sopra, contiene il 60-65% in peso di piombo e il 20-25% di acido solforico diluito. Il piombo interferisce sui processi biochimici vitali e la sua azione attacca fegato, sistema nervoso e apparato riproduttivo; l'acido solforico provoca ustioni e contamina le acque. Inoltre l'acido solforico in nebbie di acidi forti è classificato dalla ACGIH come sospetto cancerogeno.

L'aggiunta dell'acqua demineralizzata agli elementi delle batterie può avvenire tramite un sistema automatico, con valvola di ritenimento che eviti la fuoriuscita della soluzione acida; durante le operazioni di movimentazione per la sostituzione delle batterie, i tappi

devono essere chiusi.

I luoghi di ricarica devono essere conformati in modo da evitare sversamenti, ad esempio può essere predisposto un apposito canale di raccolta, coperto da grigliato in materiale antiacido, e dotato di pozzetto di accumulo e neutralizzazione; l'acido raccolto nel pozzetto deve essere neutralizzato e rimosso.

I lavoratori devono essere adeguatamente formati per la gestione dell'evento accidentale, sia per quanto riguarda la protezione dell'ambiente, sia per le norme di prevenzione di salute e sicurezza.

In attesa dell'arrivo del raccoglitore incaricato COBAT, le batterie esauste vanno depositate temporaneamente in *contenitori mobili* costituiti in materiale antiacido e dotati delle seguenti caratteristiche (deliberazione Comitato interministeriale 27 luglio 1984):

- idonee chiusure per impedire la fuoriuscita del contenuto;
- maniglie per rendere sicure e agevoli le operazioni di movimentazione;
- accessori e dispositivi atti a effettuare in condizioni di sicurezza le operazioni di riempimento e svuotamento;
- sponde più alte di almeno 20 cm dall'altezza massima dell'accumulo previsto;
- contrassegno con etichetta o targa visibili, apposte sui recipienti stessi o collocate nelle aree di stoccaggio;
- i recipienti che hanno contenuto le batterie e non reimpiegati per gli stessi tipi di rifiuti devono essere sottoposti a trattamenti di bonifica appropriati ai nuovi usi. Non possono però essere mai utilizzati per contenere prodotti alimentari.

#### Sversamenti di oli minerali sul suolo o nelle acque

La sostituzione dell'olio usato dei muletti e le operazioni di rabbocco devono essere effettuate in condizioni di massima sicurezza e igiene per evitare che operazioni approssimative o mezzi tecnici non adeguati producano spandimenti e sversamenti sul suolo o nelle acque; vanno perciò usate tutte le cautele e le professionalità necessarie per eseguire il lavoro a regola d'arte.

È indispensabile che i datori di lavoro impartiscano adeguate istruzioni al personale dipendente e agli apprendisti per la corretta gestione degli oli usati ai fini della protezione ambientale, senza trascurare le disposizioni igieniche e sanitarie a protezione della salute e della sicurezza: gli oli sono fonte di rischi (scivolamenti, incendi, intossicazioni) che vanno valutati e ridotti secondo le norme previste dagli appositi decreti legislativi 626/94 e 242/96.

#### Incendio – esplosione

Le conseguenze ambientali in caso di incendio sono essenzialmente determinate dall'emissione in atmosfera dei fumi di combustione e dal rischio dello spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento.

Per le indicazioni generali di prevenzione vedere il Paragrafo 4.2.2.

## 3.18 Manutenzione meccanica

### 3.18.1 Descrizione

Ogni fonderia realizza il proprio ciclo produttivo utilizzando macchine, impianti complessi, e una serie di attrezzature e dispositivi meccanici di varie dimensioni. Inoltre vi sono le parti che completano gli stessi, ad esempio tramogge, scivoli, deviatori e altro. Tali accessori sono, il più delle volte, costituiti in lamiera nera. Questo comporta un logoramento dei silos e delle tramogge presenti nell'impiantistica, tali da imporre la sostituzione di tali componenti. Anche gli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera richiedono manutenzione.

In genere, tutte le opere di manutenzione, preventiva e non, vengono programmate dall'azienda ed eseguite da apposite squadre di manutenzione.

La presenza o meno di un'officina interna dipende dalla politica aziendale. Per piccole aziende, in via generale e vista la complessità e l'ambiente in cui operano gli impianti e tutte le parti accessorie, almeno una o due persone sono comunque capaci di rimediare ai più comuni episodi di fermo impianto. In casi più complessi viene richiesto il supporto esterno di ditte specializzate. Per aziende di medie dimensioni si possono avere:

- *fonderie con manutentori interni*: generalmente sono dotate di un'officina dove gli addetti durante l'orario di lavoro eseguono riparazioni, preparazioni di attrezzature, interventi su guasti imprevisti. In genere i suddetti lavoratori usufruiscono di un riposo ~~infrasettimanale, per dedicare il sabato, giorno di fermo impianto, alla manutenzione delle macchine.~~
- *fonderie che scelgono di affidare la manutenzione a personale esterno*: si rivolgono a ditte esterne per chiamate urgenti o per impegni programmati. Esistono anche fonderie che fanno eseguire le manutenzioni di routine fuori dal normale orario di lavoro, ad esempio dopo le ore 17.00, o anche il sabato e la domenica.

Talvolta possono essere eseguiti lavori di officina meccanica sui pezzi prodotti dalla fonderia, per aggiustare difetti o per applicare parti saldate di completamento del pezzo.

### 3.18.2 Rischi lavorativi, danni e prevenzione

Nel 1999, in Toscana, gli addetti a questa fase erano circa 22 su 319 lavoratori del comparto. Le squadre dei meccanici sono sottoposte a vari fattori di rischio: esposizione a polveri, rumore, vibrazioni, fumi di saldatura, radiazioni non ionizzanti generate dal cannelo ossiacetilenico o dall'elettrodo delle saldatrici elettriche, calore, sostanze pericolose per la salute, movimentazione manuale e meccanica dei carichi, lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento, posture incongrue, utilizzo di attrezzature manuali.

Gli addetti sono sottoposti a rischi di maggiore entità quando eseguono interventi di manutenzione in vecchi stabilimenti produttivi, dove gli impianti erano stati installati e disposti in luoghi non appositamente e adeguatamente progettati e quindi scomodi per effettuare manutenzioni e riparazioni. Spesso devono essere rimosse masse metalliche usurate, nastri ecc., o spostate parti di macchine, per poi ricollocare il tutto nella posizione primitiva. In genere, a causa della mole degli oggetti da manipolare o per gli ingombri voluminosi, vi sono grosse difficoltà anche nella fase di imbracatura per la rimozione o per il rimontaggio.

I rischi possono essere ancora maggiori per i manutentori esterni. Infatti ad essi può succedere di non essere informati di tutto quanto è successo agli impianti durante la giornata o durante la settimana precedente al momento dell'intervento. Nell'officina meccanica sono spesso presenti anche operatori elettromeccanici, che intervengono su apparecchiature elettriche e pertanto soggetti a rischio di contatti diretti e indiretti con parti sotto tensione elettrica.

#### Esposizione a rumore

Spesso le riparazioni vengono eseguite durante la settimana, mentre il ciclo produttivo della fonderia è attivo. Può quindi capitare di eseguire un intervento su una macchina ferma, ma vicino a un'altra in funzione, che genera rumore. In altri casi l'esposizione può avvenire alla fine della riparazione nella fase dell'accensione del macchinario. In queste situazioni, in genere, gli schermi fonoassorbenti quando presenti, sono stati tolti per la riparazione e quindi si può verificare un'elevata esposizione al rumore. Per i manutentori interni il rumore presente nell'ambiente di fonderia è costante. Anche se gli impianti sono fermi, infatti, gli addetti alla manutenzione sono esposti al rumore a causa dell'utilizzo di utensili portatili elettrici (trapano, flessibile, avvitatori ecc.) o manuali (martelli ecc.).

Inoltre gli addetti alla manutenzione eseguono lavorazioni nell'officina meccanica con macchine utensili de per sé rumorose (sega circolare, trapano a colonna, tornio, fresa ecc.).

Ad esempio, un'azienda del comparto ha effettuato le seguenti misurazioni di livello equivalente (Leq):

- flessibile: 105 dB(A);
- manutenzione impianto formatura automatica: 94,2 dB(A)
- utilizzo attrezzi vari di officina (martello, mola, trapano ecc.): 93,5 dB(A);
- riparazione / regolazione granigliatrice: 92,5 dB(A);
- riparazione del vaglio e della catena dei nastri trasportatori delle terre: 91,3 dB(A);
- sega circolare: 90,5 dB(A);
- riparazione dei nastri trasportatori delle terre: 77 dB(A);
- trapano a colonna: 70 dB(A);

Nella stessa azienda, i livelli di esposizione personale giornaliera (Lep,d) degli addetti alle suddette lavorazioni sono risultati compresi tra 89,8 e 90,8 dB(A).

L'esposizione continuata a tali livelli di rumore, in mancanza di adeguate misure di prevenzione, rende probabile l'insorgenza di danni uditivi (vedere il *Glossario*).

Inoltre l'esposizione a rumore e la conseguente difficoltà di comunicazione verbale durante gli interventi di manutenzione, possono essere fattori che favoriscono il verificarsi di infortuni. Come ulteriore conseguenza della necessità di parlare ad alta voce per le comunicazioni verbali in presenza di rumore, si può verificare l'affaticamento delle corde vocali, che può essere una concausa (insieme all'esposizione a microclima sfavorevole, vapori, polveri e sostanze chimiche) per l'insorgenza di laringopatie con ipofonesi.

Per diminuire l'esposizione al rumore è necessaria una riduzione alla fonte e l'attuazione delle misure di prevenzione in base ai livelli di esposizione personale e ai *valori limite* (vedere il *Glossario*); in particolare è opportuno effettuare la manutenzione preventiva programmandola nei giorni o negli orari di fermo impianto e utilizzare utensili del tipo meno rumoroso; gli addetti devono indossare D.P.I. (cuffie, tappi) ed essere informati, formati e sottoposti a sorveglianza sanitaria.

#### Esposizione a vibrazioni mano-braccio

Le operazioni di manutenzione con utensili portatili (mola, trapano, avvitatori ecc.) sono causa di esposizione a vibrazioni dell'apparato mano-braccio e possono determinare un insieme di disturbi neurologici e circolatori delle dita e lesioni osteoarticolari a carico degli arti superiori (sindrome da vibrazioni mano-braccio - vedere il *Glossario*). Il freddo aggrava il danno da vibrazioni.

Per ridurre l'esposizione alle vibrazioni localizzate al sistema mano-braccio è necessario utilizzare utensili caratterizzati da bassi livelli di vibrazione o a minore impatto vibratorio e impugnature che smorzino le vibrazioni, riscaldare l'ambiente di lavoro nei mesi freddi, ridurre i tempi di esposizione alternando le lavorazioni tra più addetti. È importante l'informazione, la formazione e la sorveglianza sanitaria del personale.

### Esposizione a polveri

Le operazioni di manutenzione sul posto espongono i meccanici a inalazione di polveri aerodisperse dovute alla terra di fonderia che può essere fuoriuscita dall'impianto posto in manutenzione o aerodispersa da lavorazioni attigue. Anche le operazioni di molatura e lavori di riparazione/manutenzione in luoghi particolari con utensili portatili (trapani, mole ecc.) espongono gli addetti all'officina meccanica all'inalazione di polveri di metallo e materiali abrasivi delle mole.

Per i possibili danni dovuti all'inalazione di questo tipo di polveri vedere rispettivamente la fase *stoccaggio e preparazione terre* e la fase *sbavatura*. Inoltre l'esposizione a polveri durante gli interventi di manutenzione può essere un fattore concomitante che favorisce il verificarsi di infortuni.

Pertanto è necessario eseguire preventivamente la pulizia degli impianti con aspiratori industriali evitando di utilizzare scope o aria compressa per soffiare via la polvere.

È importante esaminare le schede di sicurezza dei composti abrasivi delle mole e valutare la sostituzione dei prodotti più pericolosi con altri meno pericolosi.

Durante interventi con utensili che possono dare luogo a diffusione di polveri, è opportuno utilizzare apparecchi mobili di aspirazione localizzata con braccio flessibile (proboscide) per captare l'inquinante il più vicino possibile alla fonte di emissione, ed eventualmente indossare anche D.P.I. idonei alla protezione dalle polveri (maschere filtranti, occhiali a tenuta) delle vie respiratorie e indumenti adeguati (tute, guanti).

È importante osservare le norme igieniche, tra le quali non bere, mangiare, fumare durante il lavoro e mettere a disposizione degli addetti adeguati servizi igienico assistenziali: i lavoratori, soci compresi, quando effettuano lavorazioni insudicanti o con esposizione a polveri o altri agenti nocivi, devono disporre di armadietti a doppio scomparto per l'alloggiamento distinto degli abiti civili e da lavoro; le installazioni e gli arredi destinati a refettori, spogliatoi, latrine, bagni, locali di riposo, devono essere mantenuti puliti, ben aerati e riscaldati durante la stagione fredda; le docce devono essere in quantità sufficiente e ben attrezzate affinché tutti i lavoratori che lo desiderino possano lavarsi appena terminato il proprio turno di lavoro. In considerazione al tipo di attività lavorativa può essere disposto l'obbligo per i lavoratori di fare la doccia per la tutela della propria salute in relazione ai rischi ai quali sono esposti.

È importante l'informazione, la formazione e la sorveglianza sanitaria degli esposti.

### Esposizione a fumi e/o vapori

Le manutenzioni in fonderia sono spesso condotte in luoghi con presenza di fumi e/o vapori, ad esempio nelle fasi *formatura, fusione, colata, animisteria ecc.*

Inoltre può avvenire che si debbano eseguire saldature (T.I.G., M.I.G., elettrodo) per riparazione in luoghi scarsamente aerati. Le operazioni di saldatura ad arco elettrico con elettrodi rivestiti espongono gli operatori addetti a inalazioni di fumi. I fumi di saldatura possono essere di diversa natura a seconda del tipo del metallo da saldare (leghe varie), del rivestimento (vernici a base di piombo, cromature, zincature ecc.), della composizione dell'elettrodo utilizzato (floruri, silice ecc.), pertanto anche i rischi connessi all'esposizione sono di tipo diverso in relazione alla composizione dei fumi. L'esposizione può provocare irritazione delle vie respiratorie o danni più gravi a seconda della natura dei fumi.

La prevenzione consiste, in primo luogo, nell'effettuare una manutenzione preventiva nei giorni o negli orari di fermo impianto, in modo da evitare l'esposizione indiretta per la presenza di inquinanti provenienti dalle varie lavorazioni di fonderia.

Durante interventi di saldatura è necessario utilizzare apparecchi mobili di aspirazione localizzata con braccio flessibile di captazione (proboscide) e filtri idonei al tipo di inquinante aspirato, e indossare D.P.I. (maschere filtranti idonee per la protezione delle vie respiratorie dai fumi di saldatura, tute, occhiali a tenuta). L'aspirazione localizzata deve avvenire in modo che l'operatore non si trovi tra l'aspirazione e il punto di emissione. In caso di saldature effettuate all'aperto è necessario che l'addetto si tenga "sopravvento". Prima di effettuare la saldatura è necessario togliere, per quanto possibile, i rivestimenti del materiale da saldare scrostando le pitture. Altre persone non coinvolte nella lavorazione devono essere allontanate. È necessario esaminare la scheda di sicurezza del produttore dell'elettrodo, utilizzare elettrodi appropriati al tipo di saldatura e informare gli addetti sulla natura dell'elettrodo e dei pezzi da saldare e sui relativi rischi ai quali sono esposti; è altresì necessario che gli addetti siano formati alle corrette procedure di lavorazione e sottoposti a sorveglianza sanitaria.

### Esposizione a sostanze e prodotti pericolosi per la salute

Le manutenzioni in fonderia possono essere condotte in impianti, precedentemente descritti ai paragrafi relativi alle varie fasi di lavorazione, che utilizzano sostanze e prodotti liquidi pericolosi per la salute (resine, vernici, solventi, oli minerali, prodotti utilizzati negli impianti di abbattimento a umido delle emissioni in atmosfera ecc.).

Sono pertanto possibili imbrattamenti e sversamenti le cui conseguenze dannose per i lavoratori dipendono dalla natura delle sostanze e dei prodotti presenti; ad esempio gli addetti possono riportare danni cutanei e agli occhi in caso di schizzi (vedere le fasi di lavorazione dove sono trattati i vari prodotti e sostanze).

La prevenzione consiste in primo luogo nell'informazione e formazione degli addetti alla manutenzione riguardo alle informazioni contenute nelle schede di sicurezza dei prodotti, alle procedure di lavoro corrette e alle norme igieniche a cui attenersi, nonché nell'adottare tutti gli accorgimenti necessari per evitare imbrattamenti, sgocciolamenti, sversamenti e spargimenti. È necessario che i lavoratori indossino D.P.I. adeguati alla sostanza o prodotto a cui sono esposti (guanti, tute, occhiali o visiere, grembiuli ecc.).



### Esposizione a radiazioni infrarosse e ultraviolette

Le operazioni di officina che richiedono la saldatura espongono i meccanici a radiazioni infrarosse e ultraviolette che possono danneggiare la vista. Lo stesso fattore di rischio sussiste per manutenzioni in prossimità dei forni o sugli stessi, durante la giornata lavorativa, per la presenza delle masse di metallo liquido incandescente. Per le operazioni di manutenzione in questo caso è opportuno schermare la sorgente di emissione e indossare D.P.I. (occhiali scuri specifici per la protezione dalle radiazioni).

Per ridurre l'esposizione indiretta è opportuno effettuare la manutenzione preventiva programmandola nei giorni o negli orari di fermo impianto.

È importante l'informazione, la formazione e la sorveglianza sanitaria degli addetti (visita e controlli oculistici).

### Esposizione a schegge incandescenti

I lavori di saldatura possono essere causa di esposizione alla proiezione di materiale incandescente, con possibili danni alla pelle e agli occhi. È necessaria l'informazione e formazione degli addetti, che sono tenuti a indossare guanti, tuta e visiere protettive.

### Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento

Le operazioni di manutenzione e in genere le mansioni di officina, comprese le mansioni elettromeccaniche, comportano rischi di presa, trascinamento, urti e schiacciamento, le cui possibili conseguenze sono contusioni, ferite e amputazioni.

Occorre in primo luogo accertarsi che gli impianti siano conformi alle norme di sicurezza. Le macchine e gli impianti devono essere dotati di dispositivo di arresto di emergenza e di dispositivo che impedisca il riavvio intempestivo della macchina in caso di ritorno dell'alimentazione elettrica dopo una sua sospensione.

Gli operatori addetti all'officina meccanica devono conoscere in anticipo la parte di macchina o impianto che vanno a manipolare, attraverso la consultazione del manuale di uso e manutenzione in sicurezza. Pertanto l'azienda deve fornire al personale tutte le informazioni necessarie oltre a quelle dettate dalla pratica di esperienza giornaliera.

È anche necessario scongiurare il pericolo di avviamento intempestivo della macchina da parte di un addetto mentre un altro sta effettuando l'intervento di manutenzione. Per questo è risultata utile l'attuazione nelle aziende del comparto di procedure *Blocca e Segnala* (vedere il *Glossario*).

Devono essere vietati interventi a macchina in moto con protezioni rimosse, a meno che non vengano utilizzati dispositivi che garantiscano lo stesso livello di sicurezza (ad esempio pulsantiera a uomo presente che permetta solo l'avanzamento a impulsi e che, una volta inserita, escluda il quadro di comando della macchina).

Gli addetti devono indossare indumenti idonei, privi di parti svolazzanti che potrebbero essere causa di impigliamento e conseguente presa e trascinamento da parte degli organi meccanici in movimento. Perciò le tute sono da preferire ai grembiuli ed è bene che le maniche siano chiuse al polso.

### Esposizione a calore radiante e microclima sfavorevole

Le operazioni di pronto intervento su macchine e/o impianti possono sottoporre gli addetti a condizioni microclimatiche gravose.

Le manutenzioni in fonderia, oltre che nei periodi estivi, possono essere gravose anche in inverno, specie se condotte nei pressi dei forni fusori o vicino a linee di formatura, con forme riempite da poco tempo di metallo fuso o nei cunicoli sotterranei. Inoltre gli addetti si spostano in ambienti a diversa temperatura.

L'esposizione a microclima sfavorevole può provocare danni da calore (vedere il *Glossario*), malattie da raffreddamento e osteoartrite (per esposizione a sbalzi termici), oltre a costituire un fattore concomitante che può favorire il verificarsi di infortuni.

Per ridurre l'esposizione è necessaria una corretta organizzazione del lavoro, ad esempio svolgendo le manutenzioni quando il ciclo produttivo è fermo e/o facendo alternare a intervalli regolari più addetti, i quali devono comunque disporre di indumenti adeguati. In buche o sotterranei, prima di intervenire, è sempre necessario aerare bene l'ambiente, ad esempio portando al massimo l'impianto di aspirazione nella zona d'intervento. Per operazioni in condizioni disagiate, è necessario che l'addetto indossi un autorespiratore e sia sempre sotto la stretta sorveglianza di un collega. È opportuno programmare modalità di acclimatamento e pause di riposo in ambienti non sovrariscaldati, oltre alla possibilità di reintegrare i liquidi bevendo spesso bevande fresche arricchite di sali minerali.

### Movimentazione meccanica e manuale dei carichi

Le fasi di riparazione e manutenzione richiedono, in talune circostanze, sollevamento e trasporto di grandi componenti di impianto (ventilatori, tramogge, parti meccaniche o macchine stesse) con rischi infortunistici per urti e schiacciamenti con conseguenti ferite e contusioni. Può avvenire anche il cedimento di un'imbracatura o della struttura imbracata.

Per le indicazioni generali di prevenzione vedere le indicazioni di sicurezza riportate nella fase specifica su *movimentazione meccanica dei carichi*. Si ricorda, in particolare, l'importanza di verificare gli impianti di sollevamento e di indossare scarpe di sicurezza ed elmetto. Quest'ultimo diviene indispensabile per impianti o accessori d'impianto composti; infatti, in tali spostamenti, possono cadere parti di impianto di peso considerevole, accidentalmente non ben fissate.

Durante la movimentazione manuale di lamiere sono inoltre possibili ferite da taglio, pertanto è necessario indossare guanti adeguatamente resistenti.

La movimentazione manuale delle attrezzature di lavoro (valigie degli attrezzi, saldatrici, bombole per saldatura ossiacetilica

ecc.) può causare disturbi muscoloscheletrici (vedere il *Glossario*). È pertanto opportuno l'utilizzo di carrelli porta attrezzi e carrelli per le bombole di saldatura.

Sono fondamentali l'organizzazione del lavoro, la formazione e l'informazione degli addetti.

#### **Lavoro in prossimità di parti elettriche**

Durante le manutenzioni è possibile che l'intervento riguardi parti elettriche sotto tensione; esiste quindi il rischio di contatti diretti e indiretti.

Occorre in primo luogo accertarsi che gli impianti rispettino le norme di sicurezza. Gli interventi devono essere eseguiti su macchine/impianti disinseriti ed esclusivamente da parte di personale specializzato e formato per intervenire in sicurezza nei casi specifici che il lavoro richiede.

Per gli apparecchi elettrici portatili (trapano, mola flessibile, saldatrici elettriche), è anche necessario controllare, a ogni utilizzo, il buono stato dei cavi di alimentazione.

#### **Lavoro su impianti alimentati a gas**

La riparazione/manutenzione su macchine/impianti con circuito di alimentazione a gas o altra sostanza esplosiva può esporre al rischio di esplosione, specie in caso di non corretta esecuzione di operazioni di saldatura su tubazioni o dispositivi contenenti sostanze gassose.

Occorre in primo luogo accertarsi che gli impianti siano conformi alle norme di sicurezza. Per ridurre il rischio è necessario che l'addetto conosca bene la macchina/impianto su cui esegue la riparazione e segua le regole di buon comportamento impartite dalle informative aziendali. È vietato usare o manipolare grasso lubrificante in prossimità di dispositivi in cui circola ossigeno libero.

#### **Utilizzo del cannello ossiacetilenico**

L'utilizzo del cannello ossiacetilenico per la saldatura può costituire per gli addetti il rischio di ustioni; inoltre, in caso di scoppio delle bombole, le conseguenze per gli addetti potrebbero essere fatali; si ha anche esposizione a calore radiante e radiazioni luminose, che possono provocare danni alla vista, e ai fumi di combustione, che possono provocare intossicazioni e danni all'apparato respiratorio.

L'attrezzatura ossiacetilenica deve essere dotata di valvole di sicurezza, applicate quanto più possibile vicine ai cannelli, in modo tale da impedire il ritorno di fiamma e l'afflusso dell'ossigeno o dell'aria nelle tubazioni del gas combustibile; deve permettere un sicuro controllo in ogni momento del suo stato di efficienza e impedire la possibilità che avvenga uno scoppio per ritorno di fiamma.

Per ridurre l'esposizione ai fumi di combustione sono necessari impianti di aspirazione localizzata, fissi o portatili.

Gli addetti devono essere adeguatamente informati e formati alle corrette modalità di lavoro e all'utilizzo dei D.P.I. (tuta, guanti, maschere filtranti, occhiali o visiere) e sottoposti a sorveglianza sanitaria.

#### **Stoccaggio e movimentazione bombole per cannello ossiacetilenico**

Lo stoccaggio delle bombole per il cannello ossiacetilenico comporta il rischio di fughe di gas e di scoppio, quest'ultimo dovuto in particolare al fatto che l'acetilene disciolto può decomporre in idrogeno e carbonio. L'energia di attivazione della reazione di decomposizione dell'acetilene è relativamente bassa; ad esempio può essere sufficiente un'esposizione prolungata al calore, e/o un forte urto della bombola. La reazione di composizione può durare anche diverse ore, tanto che l'esplosione può avvenire anche il giorno successivo a quello in cui il contenitore ha subito l'insulto; in altri comparti produttivi si sono verificati infortuni mortali a causa dell'esplosione di bombole di acetilene, pertanto è necessaria la massima attenzione nello stoccaggio, movimentazione e utilizzo di bombole di acetilene. Depositi con quantitativi maggiori o uguali a 75 Kg sono soggetti a controllo obbligatorio di prevenzione incendi (D.M.I. del 16.02.1982).

Le bombole devono essere dotate della prescritta etichettatura ed essere stoccate in luogo separato, ventilato, al riparo dalle intemperie e lontane da fonti di calore. Nel locale di stoccaggio deve essere disposto e segnalato il divieto di fumare e usare fiamme libere. L'impianto elettrico deve essere idoneo alla classificazione di pericolosità del luogo secondo le norme CEI, e deve essere rispettata la normativa generale antincendio. Sono necessari idonei sistemi di ancoraggio (ad esempio catene) per evitare la caduta accidentale delle bombole, sia durante lo stoccaggio che nell'utilizzo; qualora le bombole siano poste su carrelli, questi ultimi devono essere stabili e conformati in modo da evitare rischi di ribaltamento. È opportuno predisporre una procedura di emergenza in caso si sospetti che le bombole di acetilene abbiano subito un insulto tale che possa dare fuoco a esplosione. Gli addetti devono essere informati e formati.

#### **Lavoro in prossimità di nidi di insetti o rettili**

Talvolta i lavori di manutenzione meccanica, specie sugli impianti esterni o in locali sotterranei, possono avvenire in prossimità di nidi, non sempre ben visibili, di insetti o rettili (in una azienda ubicata in una zona di campagna è accaduto che nei cunicoli sotterranei avessero nidificato le vipere, attratte dal calore della terra di fonderia).

Le uniche specie di serpenti velenosi esistenti nel nostro paese appartengono alla famiglia dei viperidi; in caso di morso di vipera, esiste una classificazione per gradi:

Grado 0	Avvelenamento assente	Tracce di morso, assenza di segni locali
Grado 1	Avvelenamento minimo	Edema localizzato alla zona del morso, assenza di segni generali
Grado 2	Avvelenamento moderato	Edema regionale esteso a parte dell'arto colpito, ipotensione senza shock, vomito, diarrea
Grado 3	Avvelenamento severo	Edema esteso fino al tronco, ipotensione prolungata o stato di shock, sanguinamento

Non sempre il morso di una vipera è seguito dall'inoculazione del veleno. L'iniezione del veleno è seguita, dopo 30 minuti, dalla comparsa di edema e intenso dolore nella zona colpita (segni locali). L'assenza di tali manifestazioni dopo 2-3 ore dal morso indica che non vi è stata inoculazione del veleno.

Il comportamento di primo soccorso di fronte ad un morso di vipera è il seguente: immobilizzare l'arto colpito, al pari di un arto fratturato; evitare incisioni, nel tentativo di drenare il veleno; evitare di succhiare il sangue direttamente con la bocca; non applicare lacci emostatici; utili semmai bande elastiche che, esercitando una pressione locale moderata, ritardano la diffusione del veleno; accompagnare l'infortunato in ospedale. Nei casi di avvelenamento da morso di vipera, il soccorso tardivo può determinare la morte dell'infortunato. Il siero antivipera deve essere utilizzato solo se necessario e sotto controllo medico, per evitare rischi da shock anafilattico. La coesistenza di altri serpenti non velenosi pone il problema, non sempre facile, dell'identificazione del rettile, momento di fondamentale importanza per la terapia. Se l'infortunato ha ucciso il rettile che lo ha morso, è bene che lo porti con sé in ospedale per la sua identificazione. Caratteristica della vipera comune è la punta del muso rivolta all'insù; testa larga e triangolare, occhi piccoli e pupilla verticale; corpo slanciato con una larga striscia ondulata sul dorso, in genere marrone intenso con bordi scuri, che può anche essere spezzettata in macchie ovali; coda appuntita ben distinta dal corpo cilindrico. Il morso della vipera è caratterizzato dall'impronta dei due denti a uncino del rettile, mentre il morso di altre specie di serpenti lascia il segno di diversi denti disposti a semicerchio.

In caso di puntura di insetti si possono riportare irritazioni o danni tissutali localizzati. In soggetti allergici si possono verificare casi di shock anafilattico. Se l'addetto alla manutenzione si trova in luoghi elevati (su scale, tetti, o altre postazioni sopraelevate), la presenza di insetti può rendere maggiore il rischio di caduta dall'alto con conseguenti lesioni traumatiche.

Per evitare il rischio di puntura di insetti o morso di rettili, è necessario:

- accedere con la massima cautela ai luoghi dove si deve effettuare la manutenzione;
- verificare la presenza di nidi di vespe o altri insetti e, nel caso, far bonificare il luogo prima di accedervi;
- indossare adeguati indumenti di lavoro che minimizzino le parti del corpo scoperte;
- indossare guanti, scarpe di sicurezza, elmetto e, per i lavori in altezza, anche l'imbracatura con cintura di sicurezza come dispositivo di protezione contro la caduta dall'alto;
- acquisire informazioni sul personale addetto in merito a eventuali allergie alla puntura di insetti;
- predisporre una procedura standardizzata e scritta, oltre al materiale di pronto soccorso necessario in caso di puntura di insetto o morso di rettile, informando e formando gli addetti.

#### Lavoro notturno

Come descritto al Paragrafo 3.18.1, spesso la manutenzione viene eseguita al di fuori dell'orario di lavoro ed eventualmente in orario notturno.

Per quanto riguarda i possibili danni e prevenzione vedere quanto riportato al Paragrafo 3.12.2 relativo alla fase *distaffatura*.

Tab. 3.18.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Manutenzione meccanica

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
Esposizione a rumore.	Esposizione indiretta per riparazioni eseguite in reparti rumorosi.	Danni uditivi. Affaticamento delle corde vocali per comunicazioni verbali in presenza di rumore, possibile laringopatie con ipofonesi. Maggior rischio di accadimento di infortuni.	Ridurre il rumore alla fonte, svolgere la manutenzione preventiva programmandola nei giorni o negli orari di fermo impianto. Valutare l'esposizione personale e attuare le misure di prevenzione in base ai livelli ed ai valori limite di esposizione (vedere il <i>Glossario</i> ), con particolare attenzione ai D.P.I. (cuffie, tappi) e alla informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
	Esposizione diretta per utilizzo di utensili (mole, trapani, avvitatori, martelli, ecc..)		
Esposizione a vibrazioni mano - braccio.	Vibrazioni generate da attrezzature di lavoro manuali ad alimentazione elettrica (mola, trapano, avvitatori, ecc..)	Sindrome da vibrazioni mano-braccio (vedere il <i>Glossario</i> ). Il freddo aggrava i danni da vibrazioni.	Utilizzare pestelli a bassi livelli di vibrazione o minore impatto vibratorio, utilizzare impugnature smorzanti le vibrazioni, riscaldare l'ambiente di lavoro nei mesi freddi, ridurre i tempi di esposizione alternando le lavorazioni tra più addetti. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli esposti.
Esposizione a polveri.	Polveri di <i>terra di fonderia</i> che può essere fuoriuscita dall'impianto sul quale si effettua la manutenzione o aerodispersa nell'ambiente da impianti e lavorazioni attigue.	Vedere la fase <i>stoccaggio e preparazione terre</i> . Per i possibili danni dovuti alla inalazione di questo tipo di polveri vedere la fase <i>sbavatura</i> . L'esposizione a polveri può favorire l'accadimento di infortuni.	Manutenzione preventiva e programmata nei giorni o negli orari di fermo impianto. Prima di interventi di riparazione o manutenzione eseguire la pulizia degli impianti con aspiratori industriali anziché con scope o soffiando aria compressa. Esaminare le schede di sicurezza dei composti abrasivi delle mole e valutare la sostituzione dei prodotti più pericolosi. Durante la lavorazione utilizzare apparecchi mobili di aspirazione localizzata con braccio flessibile di captazione e filtri idonei; indossare D.P.I. (maschere antipolvere tute, occhiali a tenuta, guanti); osservare le norme igieniche (non bere, mangiare, fumare durante il lavoro), servizi igienico assistenziali (armadietti, lavabi, docce). Informazione, formazione e sorveglianza degli addetti.
	Polveri di metallo e dei composti abrasivi delle mole, durante operazioni di molatura e di lavori riparazioni / manutenzioni di impianti in luoghi particolari, con utensili portatili.		
Esposizione a fumi e/o vapori.	Fumi e/o vapori provenienti da lavorazioni attigue al luogo ove viene effettuato l'intervento di riparazione o manutenzione. Possono inquinanti provenienti da <i>fusione, colata, raffreddamento staffe, animisteria, verniciatura, flambatura</i> , ecc. (vedere le rispettive fasi lavorative).	Irritazione delle vie respiratorie o danni più gravi a seconda della natura dei fumi.	Manutenzione preventiva e programmata nei giorni o negli orari di fermo impianto. Utilizzare correttamente apparecchi mobili di aspirazione localizzata con braccio flessibile. Prima di saldare, togliere i rivestimenti scrostando le pitture, allontanare i non addetti. Utilizzare D.P.I. (maschere, tute, occhiali). In caso di saldature effettuate all'aperto tenersi sopravvento. Esaminare le schede di sicurezza degli elettrodi, utilizzare elettrodi appropriati al tipo di saldatura. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
	Interventi di saldatura (T.I.G., M.I.G., elettrodo) di riparazione in luoghi scarsamente aerati.		

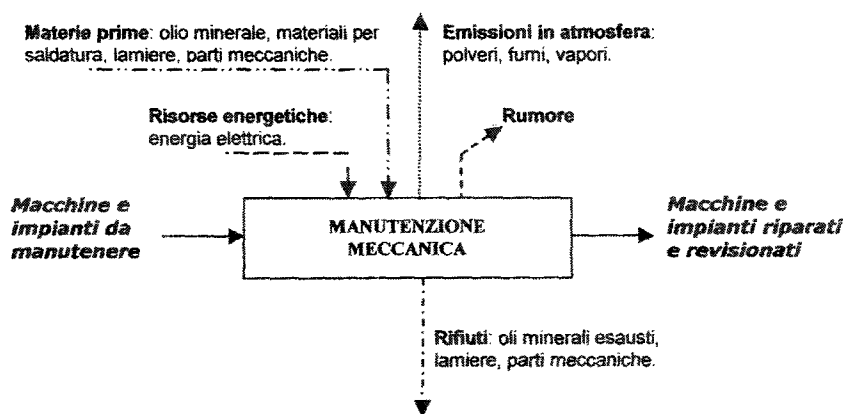
... segue tabella precedente

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
Esposizione a sostanze e prodotti liquidi pericolose per la salute.	Manutenzioni su impianti che utilizzano sostanze e prodotti liquidi pericolose per la salute (resine, vernici, solventi, oli minerali, ecc.) con possibili imbrattamenti e sversamenti.	Danni cutanei ed agli occhi, intossicazioni, o altro. (in relazione alla natura delle sostanze e dei prodotti presenti).	Corretta organizzazione del lavoro. Esame delle schede di sicurezza dei prodotti. Attuare le norme igieniche. Prevedere sistemi per evitare imbrattamenti, sgocciolamenti e sversamenti, spargimenti. Utilizzare D.P.I. Informazione e formazione degli addetti.
Esposizione a radiazioni infrarosse e ultraviolette.	Radiazioni provenienti dalle masse di metallo liquido incandescente a cui gli addetti alle manutenzioni possono essere esposti per interventi in prossimità dei forni e dei reparti di <i>colata</i>	Danni alla vista.	Manutenzione preventiva e programmata nei giorni o negli orari di fermo impianto. Utilizzare schermi e occhiali protettivi. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
	Radiazioni provenienti da lavori di saldatura.		
Esposizione a scaglie incandescenti.	Materiale proiettato durante i lavori di saldatura.	Ustioni, lesioni agli occhi.	Indossare D.P.I. (guanti, tuta e visiere protettive). Informazione e formazione degli addetti.
Esposizione a calore radiante e microclima sfavorevole.	Manutenzione su impianti in ambienti sovrarisaldati e/o vicinanza di fonti di calore radiante. Inoltre gli addetti si spostano in ambienti a diversa temperatura.	Ustioni. Danni da calore (vedere il <i>Glossario</i> ). Osteoartropatie e malattie da raffreddamento per esposizione a sbalzi termici. Maggiore rischio di infortuni.	Corretta organizzazione del lavoro. Indossare D.P.I., operare sotto la sorveglianza di un collega. Programmare modalità di acclimatamento e pause di riposo. Disponibilità di bevande fresche. Informazione e formazione degli addetti.
Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento.	Manutenzione su impianti e utilizzo di macchine da officina, con rischi di presa, trascinarsi, urti e schiacciamento.	Lesioni traumatiche (contusioni, ferite, amputazioni).	Accertarsi che gli impianti rispettino le norme di sicurezza; applicare procedure di tipo <i>Blocca e Segnala</i> . Vietare interventi a macchina in moto con protezioni rimosse a meno di non utilizzare dispositivi che garantiscano lo stesso livello di sicurezza. Indossare indumenti non svolazzanti. Informazione e formazione degli addetti.
Movimentazione meccanica e manuale dei carichi.	Sollevamento e trasporto di grandi componenti di impianto (ventilatori, tramogge, parti meccaniche o macchine stesse) per riparazione e manutenzione.	Disturbi muscoloscheletrici (vedere il <i>Glossario</i> ). Lesioni traumatiche, ferite da taglio.	<i>Vedere anche la fase "movimentazione meccanica dei carichi"</i> . Effettuare controlli periodici. Indossare D.P.I. (scarpe di sicurezza, guanti elmetto). Corretta organizzazione del lavoro, formazione e informazione degli addetti.
Lavoro in prossimità di parti elettriche.	Interventi di manutenzione su apparecchiature elettriche, con il rischio di contatti diretti e indiretti.	Folgorazione per elettrocuzione.	Accertarsi che gli impianti rispettino le norme di sicurezza. Effettuare gli interventi solo su macchine / impianti disinseriti; riservare gli interventi a personale specializzato.
	Utilizzo di attrezzi portatili ad alimentazione elettrica (trapano, mola flessibile, saldatrici elettriche, ecc.)		Controllare ad ogni utilizzo il buono stato dei cavi di alimentazione. Informazione e formazione degli addetti.

... segue tabella precedente

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
Lavoro su impianti alimentati a gas.	Riparazione / manutenzione su macchine / impianti con circuito di alimentazione a gas o altra sostanza infiammabile o esplosiva.	Esplosione – incendio, ustioni e intossicazioni.	Accertarsi che gli impianti rispettino le norme di sicurezza. Vietato di usare o manipolare grasso lubrificante in prossimità di dispositivi in cui circola ossigeno. Informazione e formazione degli addetti.
Utilizzo del cannello ossiacetilenico.	L'utilizzo del cannello ossiacetilenico per il taglio delle materozze: esposizione a fiamme libere, calore radiante, radiazioni luminose, fumi di combustione, proiezione di materiale incandescente, pericolo di scoppio.	Ustioni, stress termico, danni agli occhi, intossicazioni, danni all'apparato respiratorio, lesioni traumatiche, incendi – esplosioni.	Valvole di sicurezza applicate quanto più possibile vicine ai cannelli, in modo tale da impedire il ritorno di fiamma e l'afflusso dell'ossigeno o dell'aria nelle tubazioni del gas combustibile. Controllo periodico della attrezzatura. Impianti di aspirazione localizzata. D.P.I. (tuta, guanti, maschere, visiere). Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.
Stoccaggio e movimentazione bombole per cannello ossiacetilenico.	Lo stoccaggio delle bombole per il cannello ossiacetilenico comporta il rischio di fughe di gas e di scoppio, specie in caso di forti urti delle bombole o esposizione prolungata al calore.	Intossicazioni, ustioni, lesioni traumatiche, incendi – esplosioni.	Stoccaggio in luogo separato, ventilato, al riparo dalle intemperie e lontano da fonti di calore. Divieto di fumare e usare fiamme libere. Sistemi di ancoraggio anti caduta delle bombole. Etichettatura e segnaletica. Impianto elettrico idoneo. Attuare la normativa generale antincendio. Predisporre procedure di movimentazione e di emergenza. Informazione e formazione degli addetti.
Lavoro in prossimità di nidi di insetti o rettili.	Talvolta, alcuni lavori di manutenzione meccanica, possono avvenire in prossimità di nidi, non sempre ben visibili, di insetti o rettili.	<i>Puntura di insetti:</i> irritazioni o danni tissutali localizzati, eventuale shock anafilattico. Rischio di caduta dall'alto (per lavori in altezza) con conseguenti lesioni traumatiche. <i>Morso di vipera :</i> avvelenamento. In caso di soccorso tardivo: morte.	Accedere con la massima cautela, verificare la presenza di nidi, far bonificare il luogo prima di accedervi; Indossare adeguati indumenti di lavoro, guanti, scarpe di sicurezza, casco, e per i lavori in altezza, imbracatura di sicurezza. Verificare eventuali allergie degli addetti. Predisporre una procedura standardizzata e scritta, oltre al materiale di pronto soccorso, informando e formando gli addetti.
Lavoro notturno.	Talvolta la manutenzione viene eseguita durante la notte o nelle primissime ore del mattino, oltre che per esigenze produttive, anche per ridurre l'esposizione a polveri e rumore degli addetti ad altre lavorazioni che possono svolgersi nella stessa area dello stabilimento produttivo.	Alterazioni dei ritmi sonno-veglia e in generale dei bioritmi circadiani, squilibrio delle abitudini alimentari, irritabilità, inclinazione alla depressione, oltre a possibili ripercussioni sulla vita familiare e sociale del lavoratore. Il disagio è maggiore per la concomitanza con gli altri fattori di rischio presenti, in particolare l'esposizione a polveri e rumore.	Organizzare il lavoro per ridurre quello notturno, turni appropriati. Adibire al lavoro notturno i lavoratori che ne facciano richiesta, tenuto conto delle necessità aziendali e della particolari situazioni familiari dei lavoratori come stabilito dalle norme in materia. Misure di protezione per i rischi aggiuntivi derivanti dal lavoro notturno. Informazione, formazione e sorveglianza sanitaria degli addetti.

### 3.18.3 Impatto ambientale



I principali fattori di impatto ambientale in questa fase lavorativa sono sotto elencati.

#### Emissioni in atmosfera

Polveri, fumi e vapori, che si sviluppano durante le riparazioni meccaniche sugli impianti, possono diffondere nell'ambiente esterno. Si tratta di emissioni saltuarie, in quanto dovute a manutenzioni e riparazioni e non direttamente connesse con il ciclo produttivo; in genere sono emissioni diffuse (cioè non convogliate) e, quando vengono utilizzati dispositivi mobili di aspirazione localizzata, l'aria filtrata viene nuovamente immessa nell'ambiente di lavoro.

#### Diffusione di rumore all'esterno

Alcune lavorazioni, specie quelle che necessitano l'utilizzo di attrezzature manuali (quali ad esempio martelli) e utensili elettrici (mole, trapani ecc.) possono provocare diffusione di rumore nell'ambiente esterno con conseguente disturbo della popolazione. La soluzione può consistere in primo luogo nel cercare di ridurre il rumore alla fonte, effettuare le lavorazioni più rumorose in orari diurni, posizionare i reparti dove sono effettuate le lavorazioni più rumorose nella parte dell'insediamento produttivo che è la più lontana dalle abitazioni, utilizzare schermature fonoisolanti - fonoassorbenti, tenere porte e finestre chiuse durante la lavorazione (climatizzando i locali di lavoro ove necessario per il benessere dei lavoratori).

#### Produzione di rifiuti

I principali rifiuti prodotti in questa fase sono:

- lamiere e parti meccaniche derivate dalla sostituzione e/o demolizione di parti di macchine e impianti meccanici;
- oli minerali esausti utilizzati per la lubrificazione delle macchine, sostituiti durante la manutenzione.

#### Consumo delle risorse

I consumi principali in questa fase riguardano oli minerali per la lubrificazione delle macchine, materiali per saldatura (elettrodi, gas per cannello ossiacetilenico), lamiere e parti metalliche. Inoltre si ha consumo di energia elettrica per l'alimentazione delle macchine utensili fisse o portatili.

### 3.18.4 Rischio ambientale

I principali fattori di rischio ambientale in questa fase lavorativa sono sotto elencati.

#### Sversamenti

Durante le operazioni di manutenzione, in particolare di smontaggio e sostituzione di parti meccaniche, possono avvenire sversamenti di eventuali prodotti chimici utilizzati negli impianti (resine, vernici, solventi, reagenti per abbattimento a umido di emissioni in atmosfera ecc.), e di oli minerali durante la sostituzione in macchine e impianti.

Lo sversamento di tali inquinanti può provocare la contaminazione del suolo e delle acque, pertanto sono necessarie misure organizzative, procedurali e impiantistiche, atte a contenere e raccogliere eventuali sversamenti, e per lo smaltimento corretto dei prodotti recuperati.

#### Esplosione - Incendio

Lo stoccaggio di bombole ossiacetileniche e l'attività di saldatura possono determinare rischi di esplosione e incendio che può estendersi a tutta l'azienda, con conseguente inquinamento dovuto all'emissione in atmosfera dei prodotti di combustione e il rischio di spargimento delle acque utilizzate per lo spegnimento. Per le indicazioni di prevenzione più generali vedere il Paragrafo 4.2.2.

## 4 IMPATTO E RISCHIO AMBIENTALE DEL COMPARTO

### Premessa

In questo capitolo si considerano gli aspetti riassuntivi per l'intero comparto produttivo relativi all'inquinamento ambientale, al consumo delle risorse e agli effetti sul territorio, cercando di individuare, per ogni fattore di impatto, gli interventi adottabili per migliorare la situazione dal punto di vista ambientale o dello sfruttamento incontrollato delle risorse.

I rischi ambientali vengono qui riassunti succintamente, essendo stati trattati fase per fase nel capitolo precedente.

### 4.1 Inquinamento ambientale

#### 4.1.1 Emissioni in atmosfera

Le principali emissioni in atmosfera del ciclo produttivo delle fonderie di ghisa di seconda fusione derivano dalle lavorazioni sotto elencate.

##### Fumi, gas e vapori

- Prodotti di combustione; si tratta di emissioni derivanti da:
  - Forni fusori alimentati a combustibile:
    - forni cubilotto alimentato a carbone coke metallurgico;
    - forni rotativi alimentati a GPL o metano.
  - Forni per trattamento termico dei getti, alimentati a GPL o metano.
  - Impianti di raffreddamento in olio minerale dei getti dopo il trattamento termico.
  - Forni per l'essiccazione delle anime verniciate, alimentati a GPL o metano.
  - Macchine per animisteria di tipo *hot box*, alimentate a GPL o metano.
  - Flambatori per trattamento termico del refrattario, alimentati a GPL o metano.
  - Combustione della vernice refrattaria tramite flambatura.
  - Centrale termica (per riscaldamento dei locali di lavoro):
    - impianti di riscaldamento a metano;
    - impianti di riscaldamento a olio combustibile.

La combustione del metano e del GPL produce un impatto sensibilmente inferiore rispetto alla combustione del carbone e dell'olio combustibile.

- Emissioni dal bagno di metallo fuso; si tratta di emissioni provenienti dai forni fusori e dalle siviere durante fusione e colata.
- Prodotti che si sviluppano dalle forme dopo la colata: si tratta di inquinanti derivanti dal contatto del metallo fuso con le forme durante la colata e il successivo raffreddamento.
- S.O.V. e altri inquinanti che si sviluppano dalla produzione di anime.
- Solventi che si liberano durante la verniciatura.
- Fumi derivanti dalla saldatura.
- Prodotti che si sviluppano durante il trattamento termico dei getti e il loro raffreddamento in olio minerale.
- Aria calda e vapori d'acqua, derivanti dai compressori e dall'evaporazione dell'acqua per il raffreddamento dei forni.

##### Polveri

- Polveri di terra di fonderia; si tratta di polveri derivanti da:
    - carico, scarico, recupero, setacciatura, preparazione e trasporto terre;
    - preparazione forme e anime;
    - distaffatura;
    - disterratura.
  - Polveri di metallo e prodotti abrasivi; si tratta di polveri derivanti da:
    - sabbiatura - granigliatura;
    - smaterozzatura e sbavatura.
  - Polveri di legno derivanti dalla fase modelliera.
  - Polveri di residuo secco delle vernici.
- Per informazioni sulla natura degli inquinanti vedere le singole fasi lavorative al Capitolo 3.



### Limiti per le emissioni in atmosfera degli insediamenti produttivi

I limiti per le emissioni in atmosfera delle aziende del comparto sono:

- per gli insediamenti già esistenti all'entrata in vigore del D.P.R. 203/88, quelli fissati dalla Delibera del Consiglio Regionale della Toscana del n. 33 19.02.1991, e successive modificazioni;
- per gli insediamenti nuovi quelli fissati dalle autorizzazioni rilasciate dalle Amministrazioni Provinciali delegate dalla Regione Toscana con la L.R. n.33 del 05.05.1994.

I limiti alle emissioni in atmosfera stabiliti dalla delibera CR della Toscana n.33 del 19.02.1991, per le fonderie di ghisa, sono:

#### *Polveri*

L'effluente gassoso deve essere, per quanto possibile, convogliato a un impianto di abbattimento. Il valore di emissione (se il flusso di massa è uguale o superiore a 0.5 kg/h) è pari a 20 mg/m<sup>3</sup>.

Per gli impianti funzionanti con abbattimento a umido i valori di emissione sono:

- cubilotti con aspirazione alla bocca superiore: 25 mg/m<sup>3</sup>
- cubilotti con aspirazione applicata alla bocca inferiore: 50 mg/m<sup>3</sup>

#### *Monossido di carbonio*

Il valore di emissione per i cubilotti a vento caldo dotati di recuperatore è pari a 1000 mg/m<sup>3</sup>.

Per le emissioni dovute alle sostanze impiegate nel ciclo produttivo la normativa vigente prevede limiti variabili a seconda della pericolosità delle stesse. A tal fine è stata effettuata una suddivisione in classi delle sostanze sia secondo la tipologia (ad esempio: organiche, inorganiche, cancerogene ecc.), sia secondo lo stato fisico (solide, gassose ecc.). A ogni classe viene posto un limite di emissione definito come "flusso di massa" (espresso in grammi/ora di sostanza scaricata) e un limite di concentrazione (espresso in mg/m<sup>3</sup>) cui si ricorre in caso di superamento del limite di flusso di massa.

Ad esempio si riportano i limiti di alcune sostanze impiegate o che possono originarsi nel ciclo produttivo, che si possono ritrovare nelle emissioni dovute al comparto:

- *formaldeide e fenolo*: classe II delle "sostanze organiche sotto forma di gas, vapori o polveri" con limiti fissati per il flusso di massa uguale o superiore a 0.1 kg/h e per concentrazione di 20 mg/m<sup>3</sup>;
- *idrogeno solforato*: classe II delle "sostanze inorganiche che si presentano sotto forma di gas o vapore" con limiti fissati per il flusso di massa uguale o superiore a 50 g/h e per concentrazione di 5 mg/m<sup>3</sup>.

Per le *centrali termiche di riscaldamento* degli stabilimenti in esame alimentate con combustibili liquidi o gassosi:

- per gli impianti nei quali sono utilizzati combustibili liquidi (olio combustibile) i valori di emissione, che si riferiscono a un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 3%, sono:
  - *polveri*: 100 mg/m<sup>3</sup> (per impianti di potenza termica  $\geq$  di 5 MW)  
150 mg/m<sup>3</sup> (per impianti di potenza termica < di 5 MW)
  - *ossidi di azoto*: 100 mg/m<sup>3</sup>
  - *ossidi di zolfo*: 1700 mg/m<sup>3</sup> (si considera rispettato per combustibili contenenti zolfo  $\leq$  1%)
- per gli impianti nei quali sono utilizzati combustibili gassosi (metano) i valori di emissione, che si riferiscono a un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 3%, sono:
  - *polveri*: 5 mg/m<sup>3</sup> (si considera rispettato se viene usato metano o GPL)
  - *ossidi di azoto*: 350 mg/m<sup>3</sup>
  - *ossidi di zolfo*: 35 mg/m<sup>3</sup> (si considera rispettato se viene usato metano o GPL).

Quando gli insediamenti produttivi utilizzano come combustibile il metano, l'Autorità competente al rilascio delle autorizzazioni alle emissioni delle centrali termiche non pone particolari prescrizioni tendenti al contenimento delle emissioni in atmosfera. Il personale dei Dipartimenti provinciali ARPAT effettua comunque sistematici controlli sulle emissioni delle centrali termiche di tutte le aziende che operano sul territorio, per verificare il rispetto dei valori limite stabiliti dalla normativa vigente.

### Emissioni in atmosfera da traffico veicolare indotto

Un contributo non indifferente alle immissioni in atmosfera dei gas di scarico è dovuto al traffico veicolare indotto (per materie prime, rifiuti e prodotti finiti), che porta ad un peggioramento della qualità locale dell'aria alterandone la composizione originale. Per maggiori dettagli sui singoli inquinanti emessi dal traffico veicolare vedere il *Glossario*.

Per una stima del traffico indotto di mezzi pesanti vedere il Paragrafo 4.4.1.

## 4.1.2 Inquinamento olfattivo

Come si è detto al Paragrafo 3.10.3 sull'impatto ambientale della fase *colata*, un aspetto sensibile delle emissioni in atmosfera riguarda l'inquinamento olfattivo. Dalle aziende del comparto, l'inquinamento olfattivo deriva principalmente dai vapori di resina che si sviluppano durante la preparazione delle terre di fonderia per la formatura a resina, e dalle forme e anime una volta che esse vengono a contatto con la lega metallica fusa.

Anche se sono presenti impianti di abbattimento dei fumi provenienti dalla colata e dal raffreddamento delle staffe, talvolta tali

impianti sono idonei per ridurre le emissioni di inquinanti entro i limiti di Legge, ma non risolvono il problema degli odori molesti.

Il disturbo alla popolazione circostante è maggiore nel caso vi siano insediamenti civili in prossimità della fonderia; di questo aspetto si deve tenere conto per la scelta della soluzione tecnico – impiantistica più indicata.

#### 4.1.3 Scarichi idrici

Nelle aziende del comparto gli scarichi idrici sono essenzialmente costituiti dagli scarichi per usi civili, dato che non sono presenti scarichi idrici direttamente imputabili al processo produttivo, infatti:

- l'acqua utilizzata dagli impianti di abbattimento a umido delle emissioni in atmosfera viene recuperata a ciclo chiuso, salvo la parte che evapora o che resta come parte umida dei fanghi, che poi vengono smaltiti tramite ditte esterne specializzate, ma comunque senza scarico;
- l'acqua utilizzata per il raffreddamento dei forni viene recuperata in ciclo chiuso, salvo la parte evaporata, ma comunque senza scarico.

Tuttavia possono essere eseguite operazioni di lavaggio su alcuni macchinari (ad esempio molazze, tramogge ecc.) che possono dare luogo a scarichi idrici inquinanti per la presenza dei solidi contenuti in sospensione nell'acqua scaricata; tali acque inquinate devono essere pertanto raccolte e depurate prima di essere scaricate (anche le acque di lavaggio dei piazzali aziendali possono determinare inquinamento idrico come descritto al Paragrafo 4.2.1).

#### 4.1.4 Produzione rifiuti

Il ciclo produttivo del comparto in esame dà origine principalmente ai rifiuti sotto elencati:

- terre di fonderia esauste
  - polveri captate da impianti di abbattimento a secco dei fumi di fonderia
  - fanghi prodotti da impianti di abbattimento a umido
  - scorie di fusione e refrattario esausto
  - polveri di legno recuperate da impianti di aspirazione
  - sfridi e trucioli di legno
  - oli esauriti da motori, trasmissioni e ingranaggi
  - accumulatori elettrici a piombo (batterie)
  - contenitori vuoti sporchi di vernice, stucco, solventi, resine
  - materiale metallico proveniente da demolizioni e sostituzione pezzi di macchinari e impianti.
- Approfondiamo qui di seguito alcuni aspetti relativi ai rifiuti più significativi per il comparto.

##### Terre di fonderia esauste

Si tratta della terra di fonderia tolta dall'impianto perché eccedente, come descritto al Paragrafo 3.2.

Come si è detto, sempre al Paragrafo 3.2, le terre possono essere rigenerate mediante specifici impianti, oppure riciclate in altri cicli produttivi (esempio: fabbricazione laterizi, fondi stradali, copertura di discariche), o smaltite in discarica. Inoltre si hanno le polveri fini di terra di fonderia recuperate dai filtri di abbattimento a secco relativi agli impianti di aspirazione sugli impianti di recupero e preparazione terre, formatura, distaffatura, disterratura.

##### Polveri captate dai filtri di abbattimento fumi di fonderia

Questo rifiuto deriva dall'aspirazione delle polveri dal reparto fusorio e dagli altri ambienti della fonderia dove vengono effettuate tutte le lavorazioni che contemplano la manipolazione delle terre, delle sabbie e dei pezzi da rifinire. È composto prevalentemente da silice, ossidi di alluminio, di ferro, di magnesio e altri ossidi minori. La composizione e la quantità del rifiuto variano a seconda del tipo di rottame utilizzato (esempio: in caso di rottame verniciato con vernici contenenti piombo, esso si ritrova nelle polveri captate) oppure a seconda del tipo di forno (cubilotto/elettrico). In base al risultato dell'analisi chimica del contenuto delle polveri, esse possono essere smaltite mediante riciclaggio in altri cicli produttivi (esempio: fabbricazione laterizi, fondi stradali) o devono essere allocate in discarica di tipo relativo alla pericolosità del rifiuto (Delibera Interministeriale del 27.07.1984). In caso di riciclaggio il costo di smaltimento per la fonderia può essere di circa € 0,03/Kg, mentre in caso di conferimento in discarica diventa di € 0,05/Kg.

Un'azienda del comparto (A3), in seguito alla sostituzione dei forni a cubilotto con forni elettrici, è passata da una produzione di polveri di abbattimento da 60.000 a 500 Kg/anno.

È obbligatoria la tenuta del Registro di carico e scarico del rifiuto che può essere trasportato solo se accompagnato dal prescritto Formulario di identificazione rifiuto. Anche le polveri captate sono definite Rifiuti Speciali non pericolosi.

##### Fanghi dell'impianto di depurazione acque dell'abbattimento ad umido delle emissioni

In caso siano presenti impianti di abbattimento a umido delle emissioni si ha la produzione di fanghi, i quali vengono estratti dall'impianto stesso tramite una macchina chiamata dragafanghi che li immette in un container; questo, una volta pieno, viene ritirato da

un'azienda specializzata per lo smaltimento.

Essi sono classificati come Rifiuti Speciali, resi palabili mediante processi di disidratazione quali centrifugazione, filtropressatura, essiccazione ecc. Devono essere stoccati in luoghi idonei, al riparo delle intemperie, con possibilità di raccolta dei percolati al fine di impedire inquinamenti ambientali.

La composizione di questi fanghi è tale da non presentare particolari tossicità se il rottame utilizzato è di buona qualità. Questo tipo di rifiuto può essere smaltito mediante utilizzo in altri cicli produttivi (esempio: fabbricazione laterizi) o deve essere allocato in discarica (discarica di tipo 2B – Delibera Interministeriale in data 27 luglio 1984).

È obbligatoria la tenuta del Registro di carico e scarico del rifiuto che deve essere trasportato solo se accompagnato dal prescritto Formulario di identificazione rifiuto.

I fanghi derivanti dalla depurazione delle acque rappresentano un problema di smaltimento che riguarda solo gli insediamenti produttivi che dispongono di impianti di abbattimento di fumi e polveri a umido.

#### Scorie di fusione e refrattario esausto

Le scorie di fusione hanno origine durante la fusione dei vari componenti della lega metallica (pani di ghisa, rottami metallici, correttivi ecc.) e sono dovute a diverse cause: impurezze presenti nelle cariche; elementi accompagnanti il ferro delle ghise che si ossidano durante il processo di fusione; progressivo deterioramento del rivestimento refrattario dovuto alle alte temperature (oltre 1500 °C); ceneri del combustibile solido (coke metallurgico) impiegato nei forni a cubilotto. Le scorie di fusione sono composte in genere per la maggior parte da biossido di silicio, ossido di calcio, di magnesio, di alluminio, ossidi di ferro e manganese; possono rappresentare, in peso, fino al 15 – 20% della ghisa di seconda fusione lavorata. Le fonderie che hanno sostituito i forni di fusione a cubilotto con forni elettrici producono quantitativi di scorie molto minori.

Anche il refrattario esausto dei forni che periodicamente viene demolito per essere ricostruito rientra in questa categoria di rifiuto (stesso codice CER). A seguito del Decreto "Ronchi" questi rifiuti vengono quasi del tutto riutilizzati. Sono classificati come Rifiuti Speciali non pericolosi, necessitano della tenuta del Registro di carico e scarico del rifiuto e devono essere trasportati solo se accompagnati dal prescritto Formulario di identificazione rifiuto.

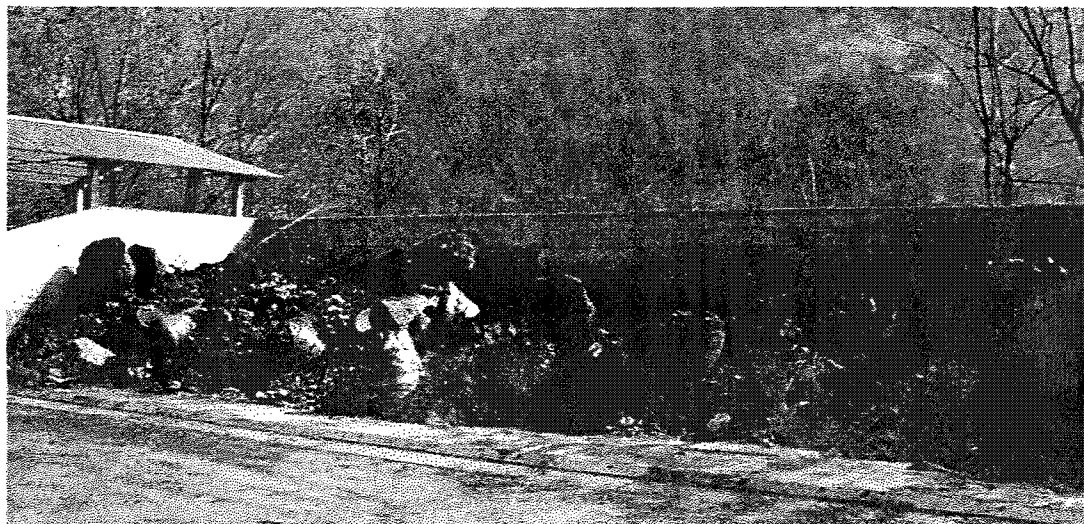


Fig. 4.1.1 Stoccaggio temporaneo esterno delle scorie di fusione con forni a cubilotto

#### Accumulatori a piombo

Sono costituiti da numerose batterie, collegate in serie tra di loro, stivate in contenitori metallici. Servono per il funzionamento dei carrelli elevatori a trazione elettrica usati per le operazioni di movimentazione carichi negli ambienti interni delle aziende. Questi accumulatori pesano circa 20 quintali, vengono "ricaricati" tutti i giorni e in generale vengono utilizzati per molto tempo (anche 10 anni). Le aziende tendono ad affidare le operazioni di manutenzione (controllo funzionale, rabbocco acqua, ricarica ecc.) a ditte esterne.

Gli accumulatori non più utilizzabili sono considerati Rifiuti pericolosi (CER 160601) e devono essere smaltiti solo consegnandoli al Consorzio Batterie (CO.BAT.); è obbligatoria la tenuta del Registro di carico e scarico e possono essere trasportati solo in presenza del Formulario di identificazione rifiuto.

L'abbandono e/o il non corretto stoccaggio di questo tipo di rifiuto, per l'alto contenuto di piombo, potrebbe gravemente inquinare il terreno e le falde freatiche.

#### Oli esausti

Provengono dalla sostituzione dell'olio motore e di lubrificazione di carrelli elevatori e pale meccaniche, dell'olio dei meccanismi a comando oleodinamico e dalla fase di separazione olio/acqua del ciclo di depurazione delle acque di scarico.

Per quanto riguarda il codice CER, gli oli esauriti da motori, trasmissioni e ingranaggi non contenenti composti organici clorurati sono identificati dal codice 130202; qualora manchi l'analisi che certifica l'assenza dei composti organici clorurati, il codice è 130201.

Sono definiti rifiuti pericolosi e il loro stoccaggio è disciplinato dall'Art. 2 del D.M. n.392 del 16.05.1996 che stabilisce il tipo di recipiente per lo stoccaggio, i mezzi di presa del rifiuto dal contenitore e la loro etichettatura.

Questo tipo di rifiuto deve essere smaltito solo da ditte specializzate aderenti al Consorzio obbligatorio oli esausti.

Il Formulario di identificazione rifiuto deve accompagnare tutti i trasporti, mentre la tenuta del Registro di carico e scarico è obbligatoria solo nel caso di produzioni superiori a 300 Kg/anno.

Gli oli esausti sono rifiuti particolarmente pericolosi e deve essere sempre evitato il loro sversamento sul terreno. La falda freatica inquinata da idrocarburi è difficilmente bonificabile e il ritorno alle condizioni normali richiede tempi molto lunghi.

Per questo tipo di rifiuti lo stoccaggio, il trasporto e altre precauzioni da adottare sono molto ben definite dalla normativa vigente e quindi vincolanti.

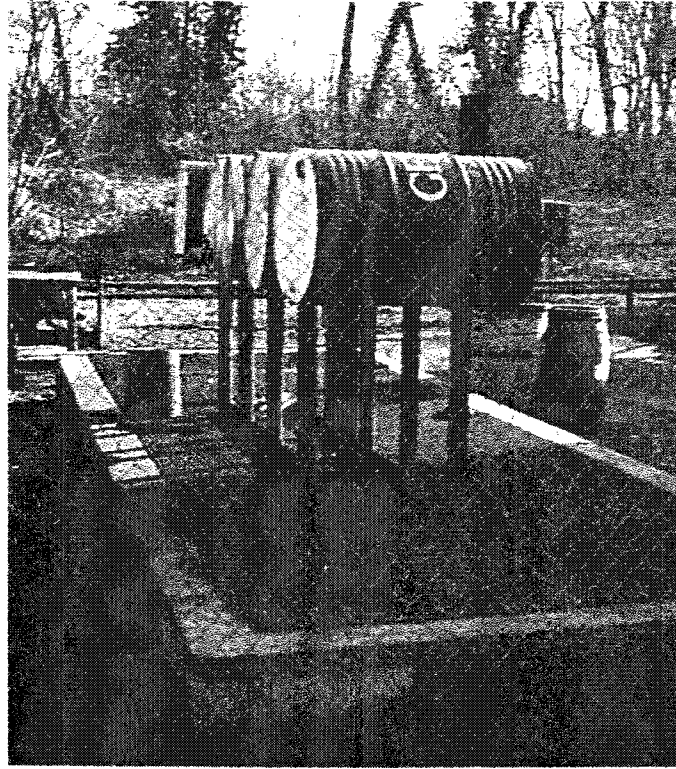


Fig. 4.1.2 Stoccaggio esterno degli oli

Per quanto riguarda i quantitativi di rifiuti prodotti, riportiamo di seguito una tabella ottenuta dai dati ufficiali M.U.D. delle Camere di commercio. Per le stime quantitative dei rifiuti prodotti nelle singole fasi lavorative, vedere i valori riportati nei paragrafi sull'impatto ambientale nel Capitolo 3.

Tab. 4.1.4.1 Rifiuti prodotti in Toscana dalle fonderie di ghisa di seconda fusione (aziende identificate dal codice ISTAT ATECO '91: 27.51), 1999

Codice Rifiuto	Pericolosità	Descrizione Tipo di rifiuto	Comune	Prov.	Quantità rifiuti prodotti (t)
100203		Rifiuti solidi derivanti dal trattamento dei fumi	Marradi	FI	38,600
			<b>Totale Toscana</b>		<b>38,600</b>
100204		Fanghi derivanti dal trattamento dei fumi	Marradi	FI	34,800
			<b>Totale Toscana</b>		<b>34,800</b>
100299		Altri rifiuti non specificati altrimenti	Barberino Val D'elsa	FI	13,200
			Collesalveti	LI	745,660
			Monteriggioni	SI	105,000
			<b>Totale Toscana</b>		<b>863,860</b>
100901		Forme di scarto contenenti leganti organici inutilizzate	Calenzano	FI	1.725,940
			Marradi	FI	234,100
			<b>Totale Toscana</b>		<b>1.960,040</b>
100902		Forme contenenti leganti organici utilizzate	Barberino Val D'elsa	FI	4.258,046
			Marradi	FI	135,000
			<b>Totale FI</b>		<b>4.393,046</b>
<b>Totale Toscana</b>					<b>4.393,046</b>

... segue tabella precedente

Codice Rifiuto	Pericolosità	Descrizione Tipo di rifiuto	Comune	Prov.	Quantità rifiuti prodotti ( t )
100903		Scorie di fusione	Barberino Val D'elsa	FI	1.446,600
			Calenzano	FI	407,500
			Firenze	FI	157,000
			Marradi	FI	444,000
			<b>Totale FI</b>		<b>2.455,100</b>
			Altopascio	LU	232,000
			Pontedera	PI	30,000
			Monteriggioni	SI	1.360,000
			Grosseto	GR	126,000
<b>Totale Toscana</b>		<b>4.203,100</b>			
100904		Polveri di fornace	Calenzano	FI	1,720
<b>Totale Toscana</b>		<b>1,720</b>			
100999		Rifiuti non specificati altrimenti	Barberino Val D'elsa	FI	20,000
			Calenzano	FI	1,800
			<b>Totale Toscana</b>		<b>21,800</b>
101003		Scorie di fusione	Capannori	LU	0,742
			<b>Totale Toscana</b>		<b>0,742</b>
110302	P	Altri rifiuti	Collesalveti	LI	1,180
<b>Totale Toscana</b>		<b>1,180</b>			
120101		Limatura, scaglie e polveri di metalli ferrosi	Calenzano	FI	12,350
			<b>Totale Toscana</b>		<b>12,350</b>
120201		Polvere per sabbiatura esausta	Calenzano	FI	241,000
			<b>Totale Toscana</b>		<b>241,000</b>
120299		Rifiuti non specificati altrimenti	Barberino Val D'elsa	FI	0,800
			<b>Totale Toscana</b>		<b>0,800</b>
130105	P	Emulsioni non contenenti composti organici clorurati	Barberino Val D'elsa	FI	0,970
			<b>Totale Toscana</b>		<b>0,970</b>
130106	P	Oli per circuiti idraulici a formulazione esclusivamente minerale	Calenzano	FI	1,720
			<b>Totale Toscana</b>		<b>1,720</b>
130202	P	Oli esauriti da motori, trasmissioni ed ingranaggi non contenenti composti organici clorurati	Marradi	FI	0,520
			<b>Totale Toscana</b>		<b>0,520</b>
130203	P	Altri oli da motori, trasmissioni e ingranaggi	Barberino Val D'elsa	FI	0,145
			<b>Totale Toscana</b>		<b>0,145</b>
150101		Carta e cartone	Barberino Val D'elsa	FI	2,100
			<b>Totale Toscana</b>		<b>2,100</b>
150104		Imballaggi in metallo	Calenzano	FI	1,940
			<b>Totale Toscana</b>		<b>1,940</b>
150106		Imballaggi in più materiali	Barberino Val D'elsa	FI	5,525
			Calenzano	FI	13,850
			<b>Totale FI</b>		<b>19,375</b>
			Collesalveti	LI	19,380
<b>Totale Toscana</b>		<b>38,755</b>			
170405		Ferro e acciaio	Barberino Val D'elsa	FI	46,490
			Calenzano	FI	64,350
			Firenze	FI	4,000
			Marradi	FI	45,500
			<b>Totale FI</b>		<b>160,340</b>
			Collesalveti	LI	80,350
Monteriggioni	SI	54,610			
<b>Totale Toscana</b>		<b>295,300</b>			

... segue tabella precedente

Codice Rifiuto	Pericolosità	Descrizione Tipo di rifiuto	Comune	Prov.	Quantità rifiuti Prodotti ( t )
170407		Metalli misti	Calenzano	FI	22,960
			<b>Totale Toscana</b>		<b>22,960</b>
200106		Altri tipi di metallo	Monteriggioni	SI	14,260
			<b>Totale Toscana</b>		<b>14,260</b>
200104		Altri tipi di plastica	Barberino Val D'elsa	FI	0,010
			<b>Totale Toscana</b>		<b>0,010</b>
200304		Fanghi di serbatoi settici	Barberino Val D'elsa	FI	5,000
			Calenzano	FI	0,010
			<i>Totale FI</i>		<i>5,010</i>
			Monteriggioni	SI	2,000
			<b>Totale Toscana</b>		<b>7,010</b>
150201		Assorbenti, materiali filtranti, stracci, indumenti protettivi	Collesalveti	LI	0,050
			<b>Totale Toscana</b>		<b>0,050</b>
160301		Prodotti fuori specifica inorganici	Collesalveti	LI	1,222
			<b>Totale Toscana</b>		<b>1,222</b>
160601	P	Accumulatori al piombo	Collesalveti	LI	0,194
			<b>Totale Toscana</b>		<b>0,194</b>
<b>Totale complessivo in Toscana (tonnellate)</b>					<b>12.160,194</b>

Fonte: elaborazione a cura di ARPAT (Settore tecnico SIRA) su dati delle Camere di Commercio (Unioncamere).

#### 4.1.5 Inquinamento acustico

##### Inquinamento acustico da conduzione degli impianti produttivi

Il rumore diffuso all'esterno dell'ambiente di lavoro dalle aziende del comparto deriva principalmente da: impianti di formatura, postazioni di sbavatura manuale; impianti di caricamento automatico dei forni fusori; distaffatura; impianti di aspirazione e abbattimento delle emissioni; lavori di manutenzione meccanica. Per la prevenzione vedere le singole fasi di lavorazione al Capitolo 3.

Per quanto riguarda i valori limite di immissione di rumore nell'ambiente vedere il *Glossario*.

##### Inquinamento acustico da traffico veicolare indotto

Altra fonte considerevole di inquinamento acustico è rappresentata dal traffico di mezzi pesanti per la movimentazione di materiale (materie prime, rifiuti e prodotti finiti) relativa all'attività produttiva.

Per una stima quantitativa del traffico indotto di mezzi pesanti, vedere il Paragrafo 4.4.1.

## 4.2 Rischio ambientale

Riportiamo qui la sintesi dei rischi ambientali dovuti a possibili incidenti o cattiva conduzione dell'attività produttiva del comparto, riassumendo quanto si è trattato nelle varie fasi lavorative e indicando i rischi trasversali alle varie fasi.

### 4.2.1 Rilascio di inquinanti

Dall'attività di fonderia si possono avere rilasci accidentali dei seguenti inquinanti:

- fumi, vapori, gas e polveri, rilasciati per inefficienza o cattiva gestione degli impianti di aspirazione localizzata e di abbattimento delle emissioni in atmosfera. Particolarmente pericolose sono le possibili emissioni di diossina e radioattività nel caso che per la fusione vengano utilizzati rottami metallici non adeguatamente controllati;
- liquidi, derivanti da sversamenti accidentali sul suolo di vernici, solventi, oli minerali, acidi, prodotti utilizzati per gli impianti di abbattimento a umido delle emissioni in atmosfera.

È opportuno che i piazzali aziendali siano dotati di un sistema di drenaggio delle acque meteoriche per evitare che esse possano dare luogo alla dispersione dei vari inquinanti nel caso essi si trovino sui piazzali stessi. Per la natura degli inquinanti, i danni attesi e/o rilevati e le relative misure di prevenzione vedere anche la trattazione delle singole fasi lavorative nel Capitolo 3. Il sistema di drenaggio sopra descritto è utile anche per la captazione delle acque di spegnimento in caso di incendio, come descritto al Paragrafo 4.2.2.

### 4.2.2 Incendi – esplosioni

L'attività di fonderia comporta rischi di esplosione – incendio derivanti principalmente da:

- conduzione di forni fusori;

- conduzione di macchinari e impianti a gas;
- movimentazione di metallo fuso;
- utilizzo e stoccaggio di prodotti facilmente infiammabili;
- utilizzo e stoccaggio di materiali combustibili;
- aspirazione e abbattimento di prodotti capaci di costituire miscele esplosive con l'aria.

Le misure di prevenzione e protezione consistono nell'attuare gli accorgimenti impiantistici e organizzativi precedentemente indicati per ogni fase lavorativa, nell'eventuale compartimentazione dei locali e nella predisposizione di sistemi di spegnimento idonei in relazione alla natura e alla quantità dei prodotti stoccati e degli impianti presenti.

Nei reparti dove eventuali incendi possono essere domati con acqua, è necessario predisporre una riserva idrica e una rete antincendio con impianto di spinta, il cui funzionamento sia assicurato anche in mancanza di alimentazione elettrica tramite gruppi elettrogeni, oppure tramite pompe ad alimentazione non elettrica (motopompe), in rapporto agli standard che devono essere garantiti.

Per ridurre il rischio di inquinamento ambientale da spargimento delle acque di spegnimento degli eventuali incendi, è opportuno che i luoghi a maggior rischio di incendio e i piazzali esterni antistanti a essi, dispongano di sistemi di drenaggio, costituiti da una pavimentazione conformata in modo da permettere la raccolta e il convogliamento delle acque fino a vasche di accumulo, opportunamente dimensionate in relazione alla quantità di acqua presumibilmente necessaria per l'estinzione di eventuali incendi.

Il sistema di drenaggio sopra descritto è opportuno anche per la raccolta delle acque meteoriche che possono trascinare vari inquinanti eventualmente presenti sui piazzali aziendali (vedere il Paragrafo 4.2.1).

Si ricorda nuovamente l'importanza della formazione delle squadre per la gestione delle emergenze.

Secondo le interviste alle aziende del comparto effettuate dal Settore tecnico CEDIF di ARPAT, confermate anche dai comandi provinciali dei Vigili del Fuoco, non si ha notizia di incendi nel periodo dal 1995 al 1999. In un'azienda del comparto si sono verificati due casi di esplosione del forno senza conseguenze ambientali (vedere il Paragrafo 3.9.2).

### 4.3 Consumo delle risorse

Riportiamo nelle tabelle seguenti i totali dei consumi di energia e materie prime degli insediamenti produttivi del comparto. Il totale non è necessariamente la somma dei consumi riportati nel Capitolo 3 relativamente alle singole fasi in quanto, oltre ai consumi strettamente legati al ciclo produttivo, vi sono quelli dovuti a servizi e impianti generali comuni alle varie fasi lavorative (ad esempio riscaldamento, illuminazione ecc.).

I dati dei consumi complessivi sono stati ottenuti grazie a questionari inviati alle aziende; essi esprimono stime da considerare con le dovute riserve per le possibili differenze dovute agli impianti produttivi, alla tipologia dei prodotti finali e alle specifiche scelte di mercato.

Tab. 4.3.1 Alcune stime dei consumi complessivi di energia e risorse fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana (anno 1999)

AZIENDA	Metano (m <sup>3</sup> /anno)	GPL (litri/anno)	Energia elettrica (KW/anno)	Acqua (m <sup>3</sup> /anno)
A2	8.750	n.r.	n.r.	n.r.
A4	899.967	1.350	2.480.760	3.714
A5	62.000	n.r.	2.395.000	12.000
A6	51.336	-	140.000	100
A8	n.s.	-	9.300.000	n.r.
A9	n.r.	n.r.	140.000	n.r.
A10	600.000	-	5.196.690	n.r.

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT

Nella tabella seguente si riportano alcune stime del rapporto tra il consumo complessivo e il prodotto finale per quanto riguarda energia elettrica e gas metano. La prima colonna della tabella seguente rappresenta il denominatore del rapporto stimato (vedere la Tabella 3.9.3.4) mentre il numeratore è ricavato dalla tabella precedente.

Tab. 4.3.2 Alcune stime dei consumi di energia elettrica e metano per unità di prodotto, fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana (anno 1999)

AZIENDA	Lega colata al netto delle scorie (tonnellate/anno)	Consumo di metano per tonnellata di lega colata al netto delle scorie (m <sup>3</sup> /t)	Consumo di energia elettrica per tonnellata di lega colata al netto delle scorie (KW/t)
A2	2.200	4,0	n.r.
A4	3.825	235,3	649
A5	1.675	37,0	1.430
A6	251	204,5	558
A8	3.850	n.s.	2.416
A9	398	n.r.	352
A10	3.600	166,7	1.444

Fonte: elaborazione a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT

La diversità nei consumi complessivi per unità di prodotto dipende dalla diversità dei cicli produttivi delle varie aziende da considerare nel complesso delle varie fasi lavorative e non solo della fase fusione, pur essendo quest'ultima di importanza prevalente per la determinazione dei consumi a seconda della tipologia dei forni fusori (vedere Tabella 3.9.3.2). Altra fase significativa per i consumi è il trattamento termico per la manutenzione di forni e siviere e dei getti prodotti (vedere i Paragrafi 3.11 e 3.15).

## 4.4 Effetti sul territorio

### 4.4.1 Impatto sulla viabilità da traffico veicolare indotto

Per i materiali i cui quantitativi sono più significativi al fine della valutazione del traffico indotto di mezzi pesanti, si è cercato di stimarne la quantità mediamente trasportata a ogni viaggio. Per la stima del traffico veicolare complessivo si deve poi aggiungere quello derivante dal trasporto di altri materiali e quello per lo spostamento del personale.

Tab. 4.4.1.1 *Alcune stime della quantità di carico medio per viaggio di alcuni mezzi pesanti che trasportano materie prime, rifiuti e prodotti finiti relativi all'attività produttiva delle fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana (anno 1999)*

CARICO MEDIO MEZZI PESANTI PER ALCUNE MATERIE PRIME	
Sabbia nuova per terra di fonderia: autocisterna da 25 - 30 t.	
Ghisa in pani: autotreno da 30 t.	
Rottami metallici: autotreno da 30 t.	
Resine camion da 1- 4 t	
Ossigeno liquido: autocisterna da 15 t.	
CARICO MEDIO MEZZI PESANTI PER ALCUNE TIPOLOGIE DI RIFIUTI	
Terre di fonderie esauste inviate allo smaltimento: autotreno da 11 o 25 t.	
Terre di fonderie esauste inviate allo recupero: autotreno da 20 t.	
Scorie di fusione: autotreno da 12 o 22 o 30 t.	
CARICO MEDIO MEZZI PESANTI PER ALCUNE TIPOLOGIE DI PRODOTTI FINITI	
Pezzi ottenuti dalla fusione (getti): autotreno da 26 t.	

*Nota:* si tratta di valori stimati che possono variare da azienda ad azienda.  
*Fonte:* elaborazione a seguito delle interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT.

Quando non è disponibile un'indicazione diretta, è possibile stimare il traffico indotto dei mezzi pesanti (per l'approvvigionamento delle materie prime, la spedizione dei prodotti finiti, lo smaltimento dei rifiuti) attraverso un calcolo a partire dalla conoscenza di: carico medio trasportato dai mezzi in entrata e in uscita e quantità di materie prime, rifiuti e prodotti (vedere i valori riportati nella trattazione delle singole fasi lavorative nel Capitolo 3).

In particolare, il traffico veicolare di mezzi pesanti per il rifornimento di serbatoi (ossigeno liquido, anidride carbonica, GPL, resina, induritore) può essere stimato dal rapporto tra consumo e capacità dei serbatoi, tenendo conto che, per evitare il blocco della produzione, il rifornimento avviene in genere prima che la riserva sia terminata.

Si deve anche tenere conto del fatto che ogni mezzo transita due volte: all'andata carico e al ritorno vuoto se il trasporto riguarda materie prime, viceversa se si tratta di rifiuti o prodotti finiti.

Una stima numerica dei mezzi pesanti in transito per alcune aziende del comparto è riportata nella tabella seguente:

Tab. 4.4.1.2. *Alcune stime del traffico veicolare pesante indotto per l'attività produttiva delle fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana (anno 1999)*

AZIENDA	Numero medio di mezzi pesanti in transito all'anno	Numero medio di mezzi pesanti in transito al giorno
A2	787	3 - 4
A4	1.100	5
A8	660	1 - 5
A10	110	0 - 1

*Fonte:* interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT

Più in dettaglio, per quanto riguarda il traffico veicolare pesante, vediamo a titolo di esempio come si è arrivati alla stima per due aziende.

Azienda A2, numero mezzi pesanti in transito:

- ingresso materie prime: n. 3 camion da 25 t / settimana. Stima calcolata: 141 mezzi / anno;
- movimentazione pezzi dati in appalto per la fase sbavatura: n. 2 camion da 15 t / giorno. Stima calcolata: 440 mezzi / anno;
- fornitura terra di fonderia ad altre fonderie che lavorano in appalto per l'azienda A2: n. 1 camion / settimana.



Stima calcolata: 48 mezzi / anno.

- rifiuti:

- n. 7 camion da 20 t / anno, per terre di fonderia avviate al recupero,
- n. 94 camion da 10 t / anno, per terre di fonderia avviate allo smaltimento;
- n. 57 camion da 12 t / anno, per lo smaltimento delle scorie di fusione.

Totale numero mezzi pesanti per rifiuti: 158 mezzi / anno

Totale stimato numero mezzi pesanti azienda A2: 787 mezzi / anno

Azienda A10, numero mezzi pesanti in transito:

- n. 2 autotreni / settimana per le materie prime;
- n.1 autotreno / mese per i rifiuti.

Totale stimato numero mezzi pesanti azienda A10: 110 mezzi / anno.

Il traffico veicolare di mezzi pesanti comporta inquinamento atmosferico, acustico, vibrazioni, polveri. Il disturbo alla popolazione è maggiore nel caso che i mezzi debbano attraversare centri abitati; inoltre, nel caso che le aziende si trovino in aree servite da una viabilità secondaria, la carreggiata limitata e le curve della strada possono favorire il verificarsi di incidenti stradali. Il rischio è maggiore quando il trasporto riguarda prodotti infiammabili o inquinanti (GPL, resine, vernici, ossigeno liquido, anidride carbonica, sabbia silicea ecc.), in quanto si possono verificare esplosioni, incendi, sversamenti, diffusione di polveri.

Al fine di minimizzare questi inconvenienti dovranno essere tenute presenti almeno le seguenti indicazioni:

- ubicare questi insediamenti in zone industriali;
- prevedere strade confacenti al transito di mezzi pesanti, evitando per quanto possibile l'attraversamento dei centri abitati;
- considerare altre soluzioni per il trasporto (ferrovia).

Lo stoccaggio di maggiori quantità di materie prime può comportare il vantaggio di ridurre il traffico veicolare per l'approvvigionamento, ma presenta una serie di svantaggi, primo tra tutti il fatto che, in caso di prodotti infiammabili o combustibili, maggiori sono le quantità stoccate e più elevato è il rischio di esplosioni - incendi. Pertanto è necessario organizzare la produzione e il magazzino tenendo conto dei due aspetti contrastanti e cercando di ottimizzare il processo.

#### 4.4.2 Occupazione di superficie

Riportiamo qui i dati di occupazione di superficie degli insediamenti produttivi di alcune aziende del comparto.

Tab. 4.4.2.1 Alcune stime dell'occupazione di superficie fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana (anno 1999)

AZIENDA	SUPERFICIE OCCUPATA	
	COPERTA (mq.)	SCOPERTA (mq.)
A2	14.080 di cui: 10.400 produzione + 3.680 magazzino modelli	n.d.
A4	4.500	5.750
A5	5.370	16.630
A6	800	n.d.
A8	8.000	n.d.
A10	8.800	8.000
A11	3.000	1.000

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT

#### 4.4.3 Elevazione in altezza degli impianti

Riportiamo qui i dati di elevazione in altezza degli insediamenti produttivi di alcune aziende del comparto.

Tab. 4.4.3.1 Alcune stime della massima elevazione in altezza degli impianti fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana (anno 1999)

AZIENDA	ALTEZZA MASSIMA DA TERRA (metri)	TIPO DI IMPIANTO
A4	12	Impianto stoccaggio e lavorazione terre.
A6	10	Camini emissioni in atmosfera.
A8	12	Tetto dello stabilimento produttivo.

Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT

## 5 IMPIANTI ELETTRICI, IMPIANTI A GAS, APPARECCHI A PRESSIONE

In questo capitolo si trattano sinteticamente alcuni aspetti trasversali alle varie fasi lavorative per quanto riguarda impianti elettrici, impianti a gas ed apparecchi a pressione con riferimento alle aziende del comparto.

### 5.1 Impianti elettrici

I rischi derivanti dal mancato rispetto delle norme riguardante gli impianti elettrici sono:

- *elettrocuzione*: per contatti diretti o indiretti con parti sotto tensione elettrica;
- *esplosione*: nei locali ove è richiesto il rispetto delle norme CEI 64-2, CEI 31-30 e guida CEI 31-35, in quanto si possono determinare miscele esplosive tra aria e sostanze utilizzate negli impianti produttivi; ciò dove l'impianto elettrico installato nel locale possa essere causa di scintille costituenti l'innesco;
- *incendio*: per i restanti locali persiste il generico pericolo di incendio.

Tali rischi devono comunque ritenersi ridotti al minimo se gli impianti elettrici in luoghi pericolosi sono stati denunciati (Mod. C) e annualmente verificati dall'Azienda Sanitaria Locale competente per territorio, e se l'impianto di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche è stato denunciato a ISPESL (Mod. A e Mod. B) e sottoposto a verifica periodica biennale da parte della ASL competente per territorio.

Inoltre è necessario porre attenzione ai livelli di illuminamento, che devono essere garantiti nei locali di lavoro in relazione al tipo di attività che vi viene svolto. Una scarsa illuminazione può essere causa di affaticamento visivo e rende maggiore il rischio di infortuni.

È quindi necessario garantire che le superfici finestate dello stabilimento produttivo e gli schermi trasparenti delle lampade siano mantenuti in adeguato stato di pulizia. I valori minimi di illuminazione sono stabiliti dal D.P.R. n. 303/1956 e dalle norme UNI 10380. L'illuminazione di emergenza deve possedere i requisiti richiesti dalla norma UNI EN 1838/2000.

I componenti dell'impianto elettrico e gli apparecchi utilizzatori elettrici sono in genere dotati di un involucro di protezione, contraddistinto da un *grado di protezione* (vedere *Glossario*) che viene scelto diversamente a seconda del luogo di installazione. Gli involucri di protezione degli impianti e apparecchi elettrici in genere, oltre a proteggere i componenti interni dagli agenti nocivi esterni, impediscono l'ingresso dell'acqua e dei corpi solidi, schermano le parti elettriche rispetto all'ambiente circostante, riducendo il pericolo di incendio e, inoltre, proteggendo le persone dal rischio di contatto diretto con parti attive in tensione pericolosa.

Gli impianti elettrici presenti nelle aziende del comparto sono soggetti alla Legge 46/90 e devono essere adeguati alle norme di buona tecnica (norme CEI). Non è pertanto ammissibile la mancata protezione contro i contatti diretti, la presenza di cavi volanti aggiuntati con nastri adesivi, la non idoneità del grado di protezione dei componenti elettrici, la totale o parziale assenza dell'impianto di terra e degli interruttori differenziali ad alta sensibilità (i cosiddetti *salvavita*).

Si tenga infine presente che, se l'impianto elettrico è stato realizzato dopo il 13.03.1990, deve risultare disponibile presso l'azienda la dichiarazione di conformità alla regola dell'arte dell'impianto elettrico, rilasciata dall'installatore (Art. 9 Legge n. 46/1990).

La dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico deve essere corredata del relativo progetto, così come previsto dall'Art. 4 del D.P.R. n. 447/1991 (Regolamento di attuazione della Legge n. 46/1990).

Le caratteristiche dell'impianto elettrico variano a seconda dell'impiego e delle caratteristiche dei locali ove è installato. In particolare prendiamo in esame i seguenti locali:

- Locale centrale termica
- Locale ricarica batterie
- Locale stoccaggio modelli
- Locale stoccaggio terre
- Cunicoli sotterranei nell'impianto di recupero terre
- Locale stoccaggio vernici e solventi
- Locale stoccaggio bombole GPL
- Locale stoccaggio bombole ossiacetileniche
- Locale stoccaggio bombole anidride carbonica
- Locale fusione e colata
- Postazioni di sbavatura - smaterozzatura

#### Centrali termiche

A seconda della potenzialità al focolare e del tipo di combustibile bruciato dalle centrali termiche, varia notevolmente il tipo di impianto elettrico richiesto dalle norme CEI.

In base al tipo di combustibile utilizzato, gli impianti elettrici nelle centrali termiche si differenziano come segue.

- *Centrali termiche a metano*: gli impianti elettrici nelle centrali termiche alimentate a metano devono rispettare le disposizioni contenute nella norma CEI 64-2 Fascicolo 2960C 4ª edizione "Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione", CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) "Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 10: classificazione dei luoghi pericolosi" e la norma CEI 31-35 "Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi".  
La classificazione di pericolo della centrale termica (Classe C1 o C3) e la determinazione del tipo di zona pericolosa (Z0, Z1, Z2) dipendono dalla portata del gas che alimenta la centrale termica, dal tipo di perdita di metano che può essere prevista, dal grado di ventilazione (alto, medio, basso) presente nel locale stesso.  
In conseguenza della classe di pericolo (C1 o C3) e delle zone (Z0, Z1, Z2) determinate nella centrale termica, potrà essere definito il tipo di impianto elettrico a sicurezza idoneo nella stessa, secondo le indicazioni contenute nella tabella IV della norma CEI 64-2 (Antideflagrante a prova di esplosione "AD-PE", Antideflagrante a sicurezza funzionale contro le esplosioni "AD-FE", Antideflagrante a sicurezza funzionale a tenuta "AD-FT").
- *Centrali termiche a olio combustibile o a gasolio*: gli impianti elettrici nelle centrali termiche alimentate a olio combustibile fluido 3-5 °E o a gasolio devono rispettare le disposizioni di protezione contro gli incendi contenute nella norma CEI 64-8, parte 7, Sezione 751 "Ambienti a maggior rischio in caso di incendio" e nella parte 4, Sezione 422 "Protezione contro gli incendi".

Ritenendo che nelle aziende del comparto non siano presenti impianti termici con potenza termica al focolare inferiore o uguale a 35 KW, le caratteristiche richieste dagli impianti elettrici si riferiscono solo agli impianti termici con potenza termica al focolare superiore a 35 KW.

Tali impianti termici necessitano di apposito e separato locale, nel quale possono accedere solo persone autorizzate come il manutentore o il bruciatorista.

I quantitativi che fanno rientrare o meno l'impianto elettrico nella necessità di essere conforme alle norme CEI 64-2, CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) oppure, più semplicemente nel rispetto della norma CEI 64-8, parte 7, Sezione 751 "Ambienti a maggior rischio in caso di incendio", sono indicati nella Tabella I della norma CEI 64-2.

In particolare, gli impianti elettrici nei locali adibiti a impianti termici con potenza termica al focolare superiore a 35 Kw devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- *Centrali termiche a metano*: secondo la norma CEI 64-2/A, Appendice B, Art. B.3, per i componenti elettrici pericolosi (cioè quelli che nel loro funzionamento normale producono archi, scintille e temperature pericolose), è richiesto nella zona C3Z2 il grado di protezione minimo di IP4X, a esclusione della fascia di 0,5 m situata al di sotto del limite superiore delle aperture di ventilazione del locale, nella quale è richiesto il grado di protezione IP 44.  
Trattandosi di impianti termici per uso tecnologico è richiesta anche l'installazione di uno più sensori di rilevazione gas metano, posti in corrispondenza del soffitto della centrale termica. Essi devono essere in grado di bloccare, mediante elettrovalvola a riarmo manuale installata sulla tubazione di adduzione metano all'esterno della centrale termica, l'adduzione del metano all'interno del locale in caso di rilevazione di perdite di gas.
- *Centrali termiche a GPL*: secondo la norma CEI 64-2/A, Appendice B, Art. B.3, per i componenti elettrici pericolosi, è richiesto nella zona C3Z2 il grado di protezione minimo di IP4X, a esclusione della fascia di 0,5 m situata al di sopra del pavimento del locale, nella quale è richiesto il grado di protezione IP 44.
- *Centrali termiche a gasolio o a olio combustibile*: secondo la norma CEI 64-8, parte 7, Sezione 751, Art. 751.04.4, per le condutture in vista e per i componenti elettrici pericolosi, inclusi i motori, gli apparecchi di illuminazione e i bruciatori, è richiesto, nel volume compreso entro 3 m di altezza a partire dalla soglia rialzata della porta del locale caldaia, il grado di protezione minimo di IP4X.

Nella pratica il grado di protezione minimo con cui vengono realizzati gli impianti elettrici in tali centrali termiche è IP44.

#### *Locale ricarica batterie*

Gli impianti elettrici nei locali di ricarica batterie devono rispettare le disposizioni contenute nella norma CEI 64-2, CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) e la norma CEI 31-35.

La classificazione di pericolo del locale (Classe C1 o C3), la determinazione del tipo di zona pericolosa (Z0, Z1, Z2) dipendono dal tipo e dal numero di batterie in fase di ricarica e quindi dalla quantità di idrogeno che può essere liberato dalle stesse e dal grado di ventilazione (alto, medio, basso) presente nel locale stesso.

In conseguenza della classe di pericolo (C1 o C3) e delle zone (Z0, Z1, Z2) determinate nel locale ricarica batterie, potrà essere definito il tipo di impianto elettrico a sicurezza idoneo nello stesso, secondo le indicazioni contenute nella Tabella IV della norma CEI 64-2 (AD-PE, AD-FE, AD-FT).

#### *Locale stoccaggio modelli*

Per quanto riguarda il locale stoccaggio modelli, quando esso non sia caratterizzato da particolari lavorazioni o da elevati carichi di incendio, è sufficiente che l'impianto elettrico sia protetto contro gli urti fino a un'altezza di circa 3 metri e rispetti le norme CEI 64-8 con grado di protezione minimo di IP44. E' comunque necessaria la valutazione del carico di incendio per stabilire le caratteristiche di sicurezza richieste per l'impianto elettrico.

*Locale stoccaggio terre*

Anche per questo locale, che non è caratterizzato da particolari lavorazioni o da elevati carichi di incendio, è sufficiente che l'impianto elettrico sia protetto contro gli urti fino ad un'altezza di circa 3 metri e rispetti le norme CEI 64-8 con grado di protezione minimo di IP44.

*Cunicoli sotterranei nell'impianto di recupero terre*

Trattandosi di cunicoli presumibilmente umidi non caratterizzati da particolari lavorazioni o da elevati carichi di incendio, è sufficiente che l'impianto elettrico sia protetto contro gli urti e rispetti le norme CEI 64-8 con grado di protezione minimo di IPX5.

*Locale stoccaggio vernici e solventi*

A seconda che il quantitativo dei solventi presenti nel locale superi o meno 500 litri, ai sensi dell'Art. 15 del D.M. 16.02.1982 "Modificazioni del DM 27/9/65, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi", deve essere presentata domanda di certificato di prevenzione incendi anche per tale attività. Per quanto riguarda invece le caratteristiche dell'impianto elettrico, i quantitativi che lo fanno rientrare o meno nel rispetto delle norme CEI 64-2, CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) oppure, più semplicemente, nel rispetto della norma CEI 64-8, parte 7, Sezione 751, sono indicati nella Tabella I della norma CEI 64-2.

*Locale stoccaggio bombole gpl*

A seconda che il quantitativo delle bombole di GPL presenti nel locale superi o meno 75 kg, ai sensi dell'Art. 3 b) del DM 16.02.1982 "Modificazioni del DM 27/9/65, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi", deve essere presentata domanda di certificato di prevenzione incendi anche per tale attività.

Per quanto riguarda invece le caratteristiche dell'impianto elettrico, i quantitativi che lo fanno rientrare o meno nel rispetto delle norme CEI 64-2, CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) oppure, più semplicemente, nel rispetto della norma CEI 64-8, parte 7, Sezione 751, sono indicati nella Tabella I della norma CEI 64-2.

*Locale stoccaggio bombole ossiacetileniche*

A seconda che il quantitativo delle bombole di acetilene presenti nel locale superi o meno 75 kg, ai sensi dell'Art. 3 b) del D.M. 16.02.1982 "Modificazioni del D.M. 27.09.1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi", deve essere presentata domanda di certificato di prevenzione incendi anche per tale attività.

Per quanto riguarda invece le bombole di ossigeno il DM 16.02.1982 non prevede nessun limite.

Per quanto riguarda invece le caratteristiche dell'impianto elettrico, i quantitativi di acetilene che fanno rientrare o meno l'impianto elettrico nel rispetto delle norme CEI 64-2, CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) oppure, più semplicemente, nel rispetto della norma CEI 64-8, parte 7, Sezione 751, sono indicati nella Tabella I della norma CEI 64-2.

*Locale stoccaggio bombole anidride carbonica*

Per quanto riguarda le bombole di anidride carbonica il D.M. 16.02.1982 non prevede nessun limite.

Non essendo tale locale caratterizzato da particolari lavorazioni o da elevati carichi di incendio, è sufficiente che l'impianto elettrico sia protetto contro gli urti e rispetti le norme CEI 64-8 con grado di protezione minimo di IP44.

*Locale fusione e colata*

Non essendo tale locale caratterizzato da elevati carichi di incendio, è sufficiente che l'impianto elettrico sia protetto contro gli urti e rispetti le norme CEI 64-8 con grado di protezione minimo di IP44.

*Postazioni di sbavatura - smaterozzatura*

Per la tipologia di lavorazione e il carico di incendio non elevato, in queste postazioni è sufficiente che l'impianto elettrico sia protetto contro gli urti e rispetti le norme CEI 64-8 con grado di protezione minimo di IP44.

## 5.2 Impianti a gas

Gli impianti a gas nelle aziende del comparto riguardano gli impianti per l'alimentazione di:

- centrale termica;
- forni fusori a gas metano e GPL;
- macchine per animisteria hot box;
- impianti di flambatura per il trattamento termico del refrattario di forni e siviere;
- forni per il trattamento termico dei getti;
- impianti per la rigenerazione di terre dall'impianto di formatura a resina.

Gli impianti a gas possono comportare pericoli di fughe di gas e di esplosione - incendio, pertanto è necessario che venga applicata la normativa vigente, in particolare le norme UNI-CIG. Per i serbatoi fissi di GPL di capacità fino a 5 m<sup>3</sup> si applica il D.M.I. del 31.03.1984, mentre per quelli di capacità superiore a 5 m<sup>3</sup> si applica il D.M.I. del 13.10.1994.

### 5.3 Apparecchi a pressione

Gli apparecchi a pressione presenti nelle aziende del comparto in esame sono:

- serbatoi per aria compressa;
- serbatoi per ossigeno liquido;
- serbatoi per GPL;
- serbatoi per anidride carbonica;
- caldaia della centrale termica.

Detti apparecchi vengono sottoposti da ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro) alle verifiche di omologazione facendo rispettare le norme di costruzione e di esercizio che seguono:

- Raccolta M, per le caratteristiche dei materiali da impiegare negli apparecchi a pressione.
- Raccolta VSR, per le verifiche di stabilità dei recipienti a vapore e a gas.
- Raccolta VSG, per le verifiche di stabilità dei generatori di vapore.
- Codice PIVG, per le varie normative riguardanti l'esercizio dei generatori di vapore e dei recipienti a pressione.

Allo stato attuale, le verifiche periodiche sugli impianti a pressione, nel rispetto di quanto previsto nel Codice PIVG, devono essere effettuate annualmente dai tecnici della prevenzione della ASL competente per territorio.

## 6 PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI

Riportiamo di seguito un elenco non esaustivo dei principali riferimenti normativi in relazione a quanto esposto nel testo. Le norme citate si intendono comprensive delle "successive modificazioni ed integrazioni" che possono aver subito nel corso degli anni (ad esempio le normative D.Lgs. n.758/1994, D.Lgs. n.626/1994, D.Lgs. n.242/1996, D.Lgs. 66/2000 hanno modificato e integrato normative precedenti). In fondo al capitolo si trova una tabella contenente la lista delle abbreviazioni utilizzate.

### 6.1 Ambiente di lavoro

#### 6.1.1 Leggi fondamentali

La *Costituzione della Repubblica Italiana*, legge fondamentale dello Stato, inquadra il problema dell'igiene e della sicurezza del lavoro con tre articoli:

- Art. 32 "La Repubblica tutela la salute come fondamentale diritto dell'individuo e interesse della collettività, e garantisce cure gratuite agli indigenti".
- Art. 35 "La Repubblica tutela il lavoro in tutte le sue forme ed applicazioni"
- Art. 38 secondo e terzo comma: "I lavoratori hanno diritto che siano preveduti ed assicurati mezzi adeguati alle loro esigenze di vita in caso di infortunio, malattia, invalidità e vecchiaia, disoccupazione involontaria. Gli inabili ed i minorati hanno diritto all'educazione e all'avviamento professionale".

Nel *Codice Civile* vi sono due articoli particolarmente rilevanti:

- Art. 2087 (Tutela delle condizioni di lavoro) "L'imprenditore è tenuto ad adottare nell'esercizio della impresa le misure che, secondo la particolarità del lavoro, l'esperienza e la tecnica, sono necessarie a tutelare l'integrità fisica e la personalità morale dei prestatori del lavoro".
- Art. 2050 (Responsabilità per l'esercizio di attività pericolosa) "Chiunque cagiona danno ad altri nello svolgimento di una attività pericolosa, per sua natura o per la natura dei mezzi adoperati, è tenuto al risarcimento, se non prova di avere adottato tutte le misure idonee ad evitare il danno".

Il *Codice Penale*, a sua volta, contiene una serie di articoli importanti, dei quali, per brevità, citiamo soltanto i titoli:

- Art. 437 Rimozione od omissione dolosa di cautela contro infortuni sul lavoro.
- Art. 451 Omissione colposa di cautele o difese contro disastri o infortuni sul lavoro.
- Artt. 582-583 Lesione personale e circostanze aggravanti.
- Art. 590 Lesioni personali colpose.

*Testo unico delle leggi sanitarie* (1934).

Negli ultimi quaranta anni sono state approvate numerose e importanti leggi, ognuna di esse ha rappresentato un passo avanti sulla strada dello sviluppo civile del paese.

#### 6.1.2 Normative di carattere generale

- D.P.R. n. 547 del 27.04.1955 (G.U. n. 158 del 02.07.1955) "Norme generali per la prevenzione degli infortuni. Norme per prevenzione degli infortuni sul lavoro".
- D.P.R. n. 302 del 19.03.1956 "Norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro integrative di quelle generali emanate con D.P.R. n. 547/1955".
- D.P.R. n. 303 del 19.03.1956 "Norme generali per l'igiene del lavoro".
- D.M.L. del 28.07.1958 "Presidi chirurgici e farmaceutici aziendali".
- D.M.L. del 12.09.1958 "Istituzione del registro degli infortuni".
- D.P.R. n. 1124 del 30.06.1965 "Testo unico delle disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali".
- Legge n. 977 del 17.10.1967 "Tutela del lavoro dei fanciulli e degli adolescenti".
- Legge n. 300 del 20.05.1970 "Norme sulla tutela della libertà e dignità dei lavoratori, della libertà sindacale e dell'attività sindacale nei luoghi di lavoro e norme sul collocamento".
- D.M.L. del 18 aprile 1973 "Elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali".
- Legge n. 833 del 23.12.1978 "Istituzione del Servizio Sanitario Nazionale".
- Legge n. 46 del 05.03.1990 "Norme per la sicurezza degli impianti".

- D.Lgs. n. 277 del 15.08.1991 "Attuazione delle Direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizioni ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro a norma dell'Art. 7 della Legge n. 212 del 30.07.1990".
- D.Lgs. n. 77 del 25.01.1992 "Attuazione della Direttiva 88/364/CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici".
- D.Lgs. n.626 del 19.09.1994 (con successive modifiche e integrazioni) "Attuazione delle Direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, 93/88/CEE, 97/42/CE e 99/38/CE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro" (così modificato dall'Art. 1 del D.Lgs. n. 66 del 25.02.2000).
- D.Lgs. 17-3-1995 n. 230 "Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti".
- D.Lgs. n. 242 del 19.03.1996 "Modifiche e integrazioni al D.Lgs. n. 626/1994, recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro".
- Circolare Ministero del Lavoro n. 89 del 27.06.1996 "Direzione generale dei rapporti di lavoro Divisione VII - D.Lgs. n. 242/1996, contenente modificazioni ed integrazioni al D.Lgs. n. 626/1994, in materia di sicurezza e salute dei lavoratori sul luogo di lavoro. Direttive per l'applicazione".
- D.P.R. n. 459 del 24.07.1996 "Regolamento per l'attuazione delle Direttive 89/392/CEE, 81/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento degli stati membri relative alle macchine".
- D.Lgs. n. 493 del 14.08.1996 "Attuazione della Direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sui luoghi di lavoro".
- D.Lgs. n. 494 del 14.08.1996 "Attuazione della Direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e/o di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili".
- D.Lgs. n. 645 del 25.11.1996 "Recepimento della Direttiva 92/85/CEE concernente il miglioramento della sicurezza e della salute sul lavoro delle lavoratrici gestanti, puerpere o in periodo di allattamento".
- Circolare n. 172 del 20.12.1996 "Ulteriori indicazioni in ordine di applicazione del D.Lgs. n. 626/1994, come modificato dal D.Lgs. n. 242/1996".
- D.M.L. del 16.01.1997 "Individuazione dei contenuti minimi della formazione dei lavoratori, dei rappresentanti per la sicurezza e dei datori di lavoro che possono svolgere direttamente i compiti propri del Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione".
- D.Lgs. n. 359 del 04.08.1999 "Attuazione della Direttiva 95/63/CE, che modifica la Direttiva 89/394/CEE, relativa ai requisiti minimi di sicurezza e salute per l'uso di attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori".
- D.Lgs. n. 66 del 25.02.2000 "Attuazione delle Direttive 97/42/CE e 99/38/CE, che modificano la Direttiva 90/394/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro".
- D.Lgs. n.262 del 18.08.2000 "Disposizioni integrative e correttive del D.Lgs. n. 345 del 04.08.1999, in materia di protezione dei giovani sul lavoro a norma dell'Art. 1, comma 4 della Legge n. 128 del 24.04.1998."
- D. Lgs 26-3-2001 n. 151 "Testo unico delle disposizioni legislative in materia di tutela e sostegno della maternità e della paternità, a norma dell'Art. 15 della Legge 8 marzo 2000, n. 53".

### 6.1.3 Normative riguardanti aspetti specifici

#### 6.1.3.1 Ambienti, posti di lavoro e di passaggio (pavimenti, solai, aperture nel suolo, scale, parapetti ecc.)

- Tit. II del D.P.R. n.547 del 27.04.1955 "Norme per la prevenzione degli infortuni".
- Norma UNI 9289 (vedere 6.1.4).

#### 6.1.3.2 Incendio – esplosioni

- D.M. del 31.07.1934 "Approvazione delle norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego o la vendita di oli minerali, e per il trasporto degli oli stessi".
- Tit. II, Art. 13 "Vie d'uscita e di emergenza", Art. 14 "Porte e portoni" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. II, Capo VI "Difesa contro gli incendi e le scariche atmosferiche" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. VII, Capo X "Installazioni elettriche in luoghi dove esistono pericoli di esplosione o incendio" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. VIII "Materie e prodotti pericolosi o nocivi" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Parte II della Circolare M.I. n° 74 del 20.09.1956 "D.P.R. 28 giugno 1955, n. 620 - Decentrato competenze al rilascio di concessioni per depositi di oli minerali e gas di petrolio liquefatti - Norme di sicurezza".
- Circolare M.I. n.73 del 29.07.1971 "Impianti termici ad olio combustibile o a gasolio "Istruzioni per l'applicazione delle norme contro l'inquinamento atmosferico; disposizioni ai fini della prevenzione incendi".
- D.M. del 16.02.1982 "Modificazioni del D.M. 27.09.1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi".
- D.P.R. n.577 del 29.07.1982 "Approvazione del regolamento concernente l'espletamento dei servizi antincendio".

- D.M.I. del 31.03.1984 "Norme di sicurezza per la progettazione, la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 5 m<sup>3</sup>".
- D.M.I. del 02.08.1984 "Norme e specificazioni per la formulazione del rapporto di sicurezza ai fini della prevenzione incendi nelle attività a rischio di incidenti rilevanti di cui al D.M.I. del 16.11.1983.
- D.M.I. del 24.11.1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8".
- D.M.I. del 08.03.1985 "Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla legge 7 dicembre 1984, n. 818".
- D.P.C.M. 31.03.1989 "Applicazione dell'Art. 12 del D.P.R. 17 maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti connessi a determinate attività industriali."
- D.M. del 13.10.1994 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di G.P.L. in serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 5 m<sup>3</sup> e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5.000 kg".
- D.M.A. 14.04.1994 "Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di gas di petrolio liquefatto ai sensi dell'Art. 12 del D.P.R. 17 maggio 1988, n. 175".
- D.M. del 12.04.1996 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi."
- Art. 4 "Obblighi del datore di lavoro, del dirigente e del preposto", comma 5 lettera a) e lettera q) del D.Lgs. n.626 del 19.09.1994 (con successive modifiche e integrazioni) "Attuazione delle Direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, 93/88/CEE, 97/42/CE e 99/38/CE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro".
- Art. 12 e 13 "Prevenzione incendi ed evacuazione dei lavoratori" D.Lgs. n.626/1994.
- D.M. del 10.03.1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro".
- Norme UNI-VV.FF su impianti antincendio, impianti di rivelazione degli incendi, impianti di evacuazione fumo e calore ecc.
- D.M. del 10.5.2001 "Depositi di GPL in serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 5 m<sup>3</sup>, siti in stabilimenti a rischio di incidente rilevante soggetti all'obbligo di presentazione del rapporto di sicurezza".
- D.M. del 16.5.2001 "Regolamento di attuazione della Direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose".
- D.M. del 3.9.2001 "Modifiche ed integrazioni al D.M. 26.6.1984 concernente classificazione di reazioni al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione degli incendi".
- Vedere anche 6.1.3.14 - "Incidenti rilevanti".

### 6.1.3.3 Apparecchi a pressione

- Legge del 21.11.1972 "Norme di costruzione degli apparecchi a pressione" (autorizza l'A.N.C.C. - oggi I.S.P.E.S.L. - a emanare norme e regolamenti tecnici).
- Tit. IV, Capo XIII, Art. 167 "Compressori" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. VI, Capo II, Art. 241 "Requisiti di resistenza e di idoneità" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- D.Lgs. n.334 del 17.08.1999 "Attuazione della Direttiva 96/82/CEE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose" (anche chiamata Direttiva Seveso II).
- D.Lgs. n. 93 del 2000 (recepimento Direttiva 97/23/CE - anche chiamata PED).
- Norme UNI EN 1012/1, 1012/2 (vedere 6.1.4)

### 6.1.3.4 Contenitori, recipienti, silos, tubazioni, vasche

- Tit. II, Capo II, Art. 18 "Difesa dalle sostanze nocive", D.P.R. n.303 del 19.03.1956 "Norme generali per l'igiene del lavoro".
- Tit. VI, Capo III "Vasche, canalizzazioni, tubazioni, serbatoi, recipienti, silos", D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. VI, Capo I, Art. 235 "Aperture di entrata nei recipienti", D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. VI, Capo I, Art. 236 "Lavori entro tubazioni, canalizzazioni, recipienti, e simili nei quali possono esservi gas e vapori tossici o asfissianti", D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. VIII "Materie e prodotti pericolosi o nocivi"; Capo I, Art. 355 "Indicazioni per i recipienti" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.

### 6.1.3.5 Classificazione imballaggio ed etichettatura di sostanze e preparati pericolosi

- D.Lgs. n. 52 del 03.02.1997 "Attuazione della Direttiva 92/32/CEE concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose".
- D.M.S. del 04.04.1997 "Attuazione dell'Art. 25, commi 1 e 2, del D.Lgs. n. 52 del 03.02.1997, concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose, relativamente alla scheda informativa in materia di sicurezza".
- D.M.S. del 28.04.1997 "Attuazione dell'Art. 37, commi 1 e 2, del D.Lgs. n. 52 del 03.02.1997, concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose".
- D.Lgs. n. 90 del 25.02.1998 "Modifiche al D.Lgs. n.52/1997".



- D.Lgs. n. 285 del 16.07.1998 "Attuazione di Direttive comunitarie in materia di classificazione, imballaggio e etichettatura dei preparati pericolosi, a norma dell'Art. 38 della Legge n. 128 del 24.04.1998".
- D.M.S. del 01.09.1998 "Disposizioni relative alla classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose in recepimento della Direttiva 97/69/CE".
- D.M.S. del 07.07.1999 "Disposizioni relative alla classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose in recepimento della Direttiva 98/73/CE".
- D.M.S. del 10.04.2000 "Recepimento delle Direttive 98/73/CE e 98/98/CE recanti rispettivamente il ventiquattresimo e venticinquesimo adeguamento alla Direttiva 67/548/CEE".
- D.M.S. del 30.10.2000 "Rettifica al D.M.S. del 10.04.2000 di recepimento della Direttiva 98/98/CE della Commissione del 15.12.1998 e delle rettifiche alle Direttive 98/73/CE e 98/98/CE della Commissione recanti rispettivamente il ventiquattresimo e venticinquesimo adeguamento al progresso tecnico della Direttiva 67/548/CEE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative relative alla classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose".
- D.M.S. del 26.01.2001 "Disposizione relative alla classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose in recepimento alla Direttiva 2000/32/CE".

#### 6.1.3.6 Esposizione ad amianto

- Capo III "Protezione dei lavoratori contro i rischi connessi all'esposizione ad amianto durante il lavoro" del D.Lgs. n.277 del 15.08.1991 "Attuazione delle Direttive 80/1107/CEE, 82/605/CEE, 83/477/CEE, 86/188/CEE e 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'Art. 7 Legge n.212 del 30.07.1990".
- Legge n.257 del 27.03.92 "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto".
- D.M. del 06.09.94 "Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'Art. 6, comma 3, e dell'Art. 12, comma 2, della Legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto".
- D.M. del 20.08.99 "Ampliamento delle normative e delle metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'Art. 5, comma 1, lettera f), della L. 27 marzo 1992, n. 257, recante norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto".
- Legge n.93 del 23.3.2001 Art. 20 "Disposizioni in campo ambientale".

#### 6.1.3.7 Esposizione a campi elettrici e magnetici

- D.P.C.M. del 23.04.1992 "Limiti massimi di esposizione al campo elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", pubblicato nella G.U. n. 104 del 06.05.1992.
- D.P.C.M. del 28.09.1995 "Norme tecniche procedurali di attuazione del D.P.C.M. del 23.04.1992 relativamente agli elettrodotti", pubblicato nella G.U. n. 232 del 04.10.1995.
- Raccomandazione CE n. 519 del 12.07.1999 "1999/519/CE: Raccomandazione del Consiglio, relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz".
- Legge n. 36 del 22.02.2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".
- Norme CEI 211-4, 211-6.

#### 6.1.3.8 Esposizione a prodotti chimici, oli minerali, gas di combustione e inquinanti aerodispersi

- R.D. n.147 del 09.01.1927 "Approvazione del regolamento speciale per l'impiego dei gas tossici".
- T.U. 1265/34 e D.M. Sanità 05.09.94 (Industrie insalubri).
- Art. 236 "Lavori entro tubazioni, canalizzazioni, recipienti e simili nei quali possono esservi gas e vapori tossici o asfissianti" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. VIII "Materie e prodotti pericolosi o nocivi" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. II, Art. 9 "Aerazione dei luoghi di lavoro chiusi" e Capo II "Difesa dagli agenti nocivi" del D.P.R. n.303 del 19.03.1956 "Norme generali per l'igiene del lavoro".
- Art. 3 "Misure generali di tutela" del D.Lgs. n.626 del 19.09.1994.
- Art. 4 "Obblighi del datore di lavoro, del dirigente e del preposto" D.Lgs. n.626 del 19.09.1994.
- Tit. IV del D.Lgs. n.626 del 19.09.1994 "Uso dei Dispositivi di Protezione Individuale".
- Tit. VII del D.Lgs. n.626/94 "Protezione da agenti cancerogeni", così come modificato dal D.Lgs. n. 66 del 25.02.2000.
- Norme UNI EN 626/1, 626/2, 1093/4, UNI 9293 (vedere 6.1.4).
- DPR n. 336 del 1994 (Malattie professionali).
- D.Lgs. n. 66 del 25.02.2000 "Attuazione delle Direttive 1997/42/CE e 1999/38/CE, che modificano la Direttiva 90/394/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro".
- D.M. del 9.5.2001 "Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante".

**6.1.3.9 Esposizione a microclima sfavorevole e lavoro in prossimità di superfici calde**

- Art. 9 "Ricambio dell'aria", Art. 11 "Temperatura" e Art. 13 "Umidità" D.P.R. n.303 del 19.03.1956.
- Art. 240 "Protezione delle pareti esterne a temperatura elevata" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Art. 378 "Abbigliamento" e Art. 379 "Indumenti di protezione" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Norma UNI EN 563 (vedere 6.1.4)
- D.M. del 17.4.2001 "Attuazione dell'Art. 78 L. 23.12.2000 n.388; benefici a favore dei lavoratori che risultino aver svolto prevalentemente mansioni particolarmente usuranti per le caratteristiche di maggior gravità dell'usura."

**6.1.3.10 Esposizione a rumore**

- Art. 24 "Rumori e scuotimenti" D.P.R. n.303 del 19.03.1956.
- Capo IV "Protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione al rumore durante il lavoro" D.Lgs. n.277 del 15.08.1991.
- D.P.R. n.459 del 24.07.1996 "Regolamento per l'attuazione delle Direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relativa alle macchine" (Direttiva macchine).
- D.Lgs del 14.8.1996 n.494 "Attuazione della Direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei e mobili".

**6.1.3.11 Esposizione a vibrazioni**

- D.M.L. del 18.04.1973 "Elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali"
- Art. 46, capo I, Tit. III "Scuotimenti e vibrazioni delle macchine" D.P.R. n. 547 del 27.04.1955.
- Art. 24, capo II, Tit. II "Rumori e scuotimenti" D.P.R. n. 303 del 19.3.1956.
- 9.9.3 Direttiva CEE/CEEA/CE n. 663 del 22.12.1986 "Direttiva del Consiglio del 22 dicembre 1986 per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai carrelli semoventi per movimentazione".
- 1.5.9 Direttiva CEE/CEEA/CE n. 392 del 14.06.1989 "Direttiva del Consiglio del 14 giugno 1989 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine".
- 1.5.9 "Campo di applicazione e definizioni" e 3.2.2 "Norme armonizzate e disposizioni di carattere equivalente" D.P.R. n. 459 del 24.07.1996.
- Comunicazione CE 22 marzo 1997 (CEN-EN 1032) "Comunicazione della Commissione nel quadro dell'applicazione della Direttiva 89/392/CEE del Consiglio, del 14 giugno 1989, relativa alle macchine, modificata dalle Direttive del Consiglio 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE".
- Norma UNI-EN n. 30326-1 del 01.04.1997 (vedere 6.1.4) "Vibrazioni meccaniche - Metodo di laboratorio per la valutazione delle vibrazioni sui sedili dei veicoli - Requisiti di base".
- D.M. 30.05.1997 (UNI-EN 1033, 1997) "Elenco delle norme armonizzate adottate ai sensi del comma 2 dell'Art. 3 del D.P.R. 24 luglio 1996, n. 459 (2): «Regolamento per l'attuazione delle Direttive del Consiglio 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle medesime»".
- Comunicazione CE del 04.06.1997 (CEN-EN 1299, 1997) "Comunicazione della Commissione nel quadro dell'applicazione della Direttiva 89/392/CEE del Consiglio del 14 giugno 1989 relativa alle macchine, modificata dalle Direttive 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE".

**6.1.3.12 Dispositivi di Protezione Individuale (D.P.I.)**

- Tit. VIII, Capo IV, Art. 369 "Maschere ed apparecchi respiratori" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. X, Capo I "Disposizioni di carattere generale", Capo II "Abbigliamento e indumenti di protezione", Capo III "Protezioni particolari" D.P.R. n. 547 del 27.04.1955.
- Art. 26 "Mezzi personali di protezione" D.P.R. n. 303 del 19.03.1956.
- D.Lgs. n. 475 del 04.12.1992 "Attuazione della Direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21.12.1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale".
- Art. 4 "Obblighi del datore di lavoro, del dirigente e del preposto", comma 5 lettera d) del D.Lgs. n. 626 del 19.09.1994.
- Tit. IV del D.Lgs. n. 626 del 19.09.1994 "Uso dei Dispositivi di Protezione Individuale".
- All. IV del D.Lgs. n. 626 del 19.09.1994 "Elenco indicativo e non esauriente delle attrezzature di protezione individuale".
- All. V del D.Lgs. n. 626 del 19.09.1994 "Elenco indicativo e non esauriente delle attività e dei settori di attività per i quali può rendersi necessario mettere a disposizione attrezzature di protezione individuale".
- Norme UNI-EN n. 344 "Requisiti e metodi di prova per calzature di sicurezza, calzature di protezione e calzature da lavoro per uso professionale", 345 "Specifiche per calzature di sicurezza per uso professionale", 346: "Specifiche per calzature di protezione per uso professionale, 347 "Specifiche per calzature da lavoro per uso professionale" del 31.01.94.
- Comunicazione CE del 30.08.1995 (CEN-EN 139, 1994; CEN-EN 270, 1994): "Comunicazione della Commissione nel quadro dell'applicazione della Direttiva 89/686/CEE del Consiglio, del 21 dicembre 1989, relativa ai «Dispositivi di protezione individuale», modificata dalle Direttive del Consiglio 93/68/CEE e 93/95/CEE".
- D.Lgs. n. 493 del 14.08.1996 "Attuazione della Direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di

sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro”.

- Comunicazione CE del 13.12.1996 (CEN-EN 344-2, 1996) “Calzature di sicurezza, calzature di protezione e calzature da lavoro per uso professionale. Parte 2: requisiti supplementari e metodi di prova”.
- D.M.Ind. del 17.01.1997 “Elenco di norme armonizzate concernente l’attuazione della Direttiva 89/686/CEE relativa ai dispositivi di protezione individuale”.
- Comunicazione CE del 14.06.1997 (CEN-EN 344, UNI-EN 244, 1996) “Comunicazione della Commissione nel quadro dell’applicazione della Direttiva 89/686/CEE del Consiglio, del 21 dicembre 1989, relativa ai «dispositivi di protezione individuale», modificata dalle Direttive 93/68/CEE, 93/95/CEE, e 96/58/CE”.
- D.M. 04.06.2001 “Secondo elenco di norme armonizzate concernente l’attuazione della Direttiva 89/686/CEE relativa ai dispositivi di protezione individuale”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 152 del 03.07.2001.
- Comunicazione della Commissione Europea nel quadro dell’applicazione della Direttiva 89/686/CEE relativa ai D.P.I. OJ C 367 del 21.12.2001, pubblicata su GUCE C 367/3. La Comunicazione riporta la pubblicazione dei titoli e dei riferimenti alle norme armonizzate europee nell’ambito della Direttiva. Nella Comunicazione si avverte che la lista riportata sostituisce tutte le precedenti liste pubblicate nelle GUCE.

#### 6.1.3.13 Formazione e informazione dei lavoratori

- Art. 4 e 5 “Obblighi dei datori di lavoro, dirigenti e preposti” D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Art. 42 “Informazione e formazione (esposti al rumore)” D.Lgs. n.277 del 15.08.1991.
- Tit. I, Capo VI “Informazione e formazione dei lavoratori” D.Lgs. n.626 del 19.09.1994.
- Tit. III “Uso delle attrezzature di lavoro”, Art. 37 e Art. 38 D.Lgs. n.626 del 19.09.1994.
- Tit. V “Movimentazione manuale dei carichi”, Art. 49 D.Lgs. n.626 del 19.09.1994.
- Tit. VI “Uso di attrezzature munite di videoterminali”, Art. 56 D.Lgs. n.626 del 19.09.1994.
- Tit. VII “Protezione da agenti cancerogeni”, Art. 66 D.Lgs. n.626 del 19.09.1994.
- Tit. VIII “Protezione da agenti biologici”, Art. 85 D.Lgs n.626 del 19.09.1994.

#### 6.1.3.14 Incidenti rilevanti

- D.P.R. n.175 del 17.05.88 “Attuazione della Direttiva CEE n. 82/501, relativa ai rischi di incidenti rilevanti connessi con determinate attività industriali, ai sensi della legge 16 aprile 1987, n. 183”.
- D.P.C.M. del 13.03.1989 “Applicazione dell’Art. 12 del D.P.R. n.175/1988 concernente rischi di incidenti rilevanti connesse a determinate attività industriali”.
- D.M. 20.05.1991 “Modificazioni al D.P.R. n.175/1998 in recepimento della Direttiva 88/610/CEE sui rischi di incidenti rilevanti connesse a determinate attività industriali”.
- L.R. n.41 del 12.08.1991 “Esercizio delle competenze regionali in materie di rischi di incidenti rilevanti connessi a determinate attività industriali di cui al D.P.R. n. 175/1988”.
- D.M. del 23.12.1993 “Osservanza delle prescrizioni in materia di sicurezza e valutazione dei rischi di incidenti rilevanti connessi alla detenzione e utilizzo di sostanze pericolose previste dal DPR n.175/1988 e successive modifiche e integrazioni”
- D.Lgs. n.334 del 17.08.1999 “Attuazione della Direttiva 96/82/CEE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose” (anche chiamata Direttiva Seveso II).
- D.M. del 9.8.2000 “Linee guida per l’attuazione del sistema di gestione della sicurezza”
- D.M. del 19.3.2001 “Procedure di prevenzione incendi relative ad attività a rischio di incidenti rilevanti”.
- D.M. del 09.05.2001 “Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidenti rilevanti”.

#### 6.1.3.15 Illuminazione

- Tit. II, capo I “Disposizioni di carattere generale”; Tit. V, capo V “Mezzi ed apparecchi di trasporto meccanici”; Tit. VII, capo VI “Impianti di illuminazione elettrica”, X “Installazioni elettriche in luoghi dove esistono pericoli di esplosione o di incendio”, XI “Schemi dell’impianto” del D.P.R. n. 547/1955.
- Art. 8 “Locali sotterranei”, Art. 10 “Illuminazione naturale ed artificiale dei luoghi di lavoro”, capo I, Tit. II del D.P.R. n. 303/1956.
- All. VII “Prescrizioni minime” del D.Lgs. n. 626/1994.
- Art. 1 “Campo di applicazione e definizioni” del D.Lgs. n. 493/1996.
- Art. 1.1.4 “Illuminazione”, Allegato I “Requisiti essenziali di sicurezza e di salute relativi alla progettazione e alla costruzione delle macchine e dei componenti di sicurezza”, D.P.R. n. 459 del 24.07.1996 (Direttiva macchine).
- Norme UNI 10380 del 31.05.1994, UNI 10530 del 28.02.1997, UNI 10380:1994/A1 del 31.10.1999, UNI EN 1838 del 31.03.2000 (vedere 6.1.4).

#### 6.1.3.16 Impianti e materiali elettrici

- Legge n. 791 del 18.10.1977 “Attuazione della Direttiva del consiglio delle Comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garan-

- zie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”.
- Titolo VII del D.P.R. n. 547/1955 “Impianti macchine ed apparecchi vari”.
  - D.M.Ind. del 13.03.1987 “Pubblicazione della lista riassuntiva di norme armonizzate unitamente al recepimento e pubblicazione di ulteriori (4° gruppo) testi italiani di norme C.E.I. armonizzate corrispondenti, di cui all’Art. 3 della Legge 18 ottobre 1977, n. 791, sull’attuazione della Direttiva n. 73/23/CEE relativa alle garanzie di sicurezza del materiale elettrico”.
  - D.M. (Industria) 12.02.1996 “Pubblicazione della lista riassuntiva di norme armonizzate unitamente al recepimento e pubblicazione di ulteriori (4° gruppo) testi italiani di norme C.E.I. armonizzate corrispondenti, di cui all’Art. 3 della Legge 18 ottobre 1977, n. 791, sull’attuazione della Direttiva n. 73/23/CEE relativa alle garanzie di sicurezza del materiale elettrico”.
  - D.Lgs. n. 626 del 25.11.1996 “Attuazione della Direttiva 93/68/CEE, in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”.
  - D.Lgs. n. 277 del 31.07.1997 “Modificazioni al D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626 (2), recante attuazione della Direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”.
  - D.M.Ind. del 13.06.1989 “Liste degli organismi e dei modelli di marchi di conformità, pubblicazione della lista riassuntiva di norme armonizzate, unitamente al recepimento ed alla pubblicazione di ulteriori (5° gruppo) testi italiani di norme C.E.I., in applicazione della L. 18 ottobre 1977, n. 791, sull’attuazione della Direttiva n. 73/23/CEE, relativa alla garanzia di sicurezza del materiale elettrico”.
  - D.M.Ind. del 01.03.1989 “Recepimento della Direttiva CEE/88/571, sull’aggiornamento al progresso tecnico dei metodi di protezione del materiale elettrico antideflagrante”.
  - Art. 5, 6, 7 sez. II; Art. 9 sez. III, della Direttiva CEE/CEEA/CE n. 656 del 30.11.1989 “Direttiva del Consiglio del 30 novembre 1989 relativa alle prescrizioni minime in materia di sicurezza e salute per l’uso da parte dei lavoratori di attrezzature di protezione individuale durante il lavoro (D.P.I.) (terza Direttiva particolare ai sensi dell’articolo 16, paragrafo 1 della Direttiva 89/391/CEE)”.
  - Legge n. 46 del 05.03.1990 “Norme per la sicurezza degli impianti”
  - D.M. n. 322 del 24.6.1991 “Regolamento dei servizi dell’Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro”.
  - D.P.R. n. 447 del 06.12.1991 “Regolamento di attuazione della L. n.46 del 05.03.1990 in materia di sicurezza degli impianti”.
  - Norme CEI.

#### 6.1.3.17 Lavori faticosi

- Legge n. 653 del 26.04.1934 “Tutela del lavoro delle donne e dei fanciulli”.
- Legge n. 977 del 17.10.1967 “Tutela del lavoro dei bambini e degli adolescenti”.
- Legge n. 1204 del 30.12.1971 “Tutela delle lavoratrici madri”.
- D.P.R. n. 1026 del 25.11.1976 “Regolamento di esecuzione della L. 30 dicembre 1971, n. 1204, sulla tutela delle lavoratrici madri”.
- Titolo V “Movimentazione manuale dei carichi”, All. VI “Elementi di riferimento” del D.Lgs. n. 626/1994.
- D.Lgs. n. 645 del 25.11.1996 “Recepimento della Direttiva 92/85/CEE concernente il miglioramento della sicurezza e della salute sul lavoro delle lavoratrici gestanti, puerpere o in periodo di allattamento”.
- D.Lgs. n. 151 del 26.3.2001 “Testo Unico in materia di tutela e sostegno della maternità e paternità a norma della L. n.53 del 8.3.2000”.

#### 6.1.3.18 Lavoro in postazioni sopraelevate

- Art. 386 “Cinture di sicurezza” D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. II “Ambienti, posti di lavoro e di passaggio” D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Norme UNI EN 361, 363, 795 (vedere 6.1.4).
- All. IV, part B, sez. II Direttiva CEE/CEEA/CE n. 57 del 24.06.1992 “Direttiva del Consiglio del 24 giugno 1992 riguardante le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili (ottava Direttiva particolare ai sensi dell’articolo 16, paragrafo 1 della Direttiva 89/391/CEE).”
- D.Lgs. del 14.8.1996 n.494 “Attuazione della Direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei e mobili”.

#### 6.1.3.19 Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento

- Art. 6 “Doveri dei lavoratori” D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Art. 41 “Protezione e sicurezza delle macchine” D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. III, Capo III “Trasmissioni e ingranaggi” D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Art. 68 “Protezione degli organi lavoratori e delle zone di operazione delle macchine” D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Art. 72 “Blocco degli apparecchi di protezione” D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Art. 73 “Aperture di alimentazione e di scarico delle macchine” D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Art. 76 e 77 “Organi di comando per la messa in moto delle macchine” D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Art. 81 “Comando con dispositivo di blocco multiplo” D.P.R. n.547 del 27.04.1955.

- Art. 82 "Blocco della posizione di fermo della macchina" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Art. 233 "Organi di comando e di manovra" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. IX "Manutenzione e riparazione" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Art. 4 "Obblighi del datore di lavoro, del dirigente e del preposto" D.Lgs. n.626 del 19.09.1994.
- Tit. III "Uso delle attrezzature di lavoro" D.Lgs. n.626 del 19.09.1994.
- D.P.R. n.459 del 24.07.1996 (Direttiva macchine).
- Norme UNI EN 291/2, 291/2, 614/1, 294, 349, 811, 418, 1037, 1088, 574, 982, 983, 1012/1, 1012/2 (vedere 6.1.4).

#### 6.1.3.20 Lavoro notturno

- D.Lgs. n.532 del 26.11.1999 "Disposizioni in materia di lavoro notturno, a norma dell'Art. 17, comma 2, della Legge n.25 del 05.02.1999". Il Decreto applica allo stato italiano i principi della Direttiva Europea 93/104/CE in riferimento ad alcuni aspetti dell'organizzazione dell'orario di lavoro. Il decreto si applica a tutti i datori di lavoro pubblici e privati che utilizzano lavoratori con prestazioni di lavoro notturno, ad eccezione di quelli dei settori dei trasporti nonché delle "attività dei medici in formazione".
- D.Lgs. del 26.3.2001 n.151 "Testo Unico delle disposizioni in materia di tutela e sostegno della maternità e paternità a norma della L. 8.3.2000 n.53".

#### 6.1.3.21 Movimentazione manuale dei carichi

- Tit. V e All. 6 del D.Lgs. n.626 del 10.09.1994.
- Norma UNI ISO 938 (vedere 6.1.4).
- D.P.R. del 24.7.1996 n. 459 "Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE, 93/68/CEE concernenti il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relativi alle macchine".

#### 6.1.3.22 Movimentazione meccanica dei carichi e carichi sospesi

- Art. 8 "Vie di circolazione, zone di pericolo, pavimenti e passaggi" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Art. 11 "Posti di lavoro e di passaggio e luoghi di lavoro esterni" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. X, Capo III, Art. 381 "Protezione del capo" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. V "Mezzi ed apparecchi di sollevamento, trasporto e immagazzinamento" (Capo I "Disposizioni generali", Capo II "Gru, argani, paranchi e simili", Capo III "Ascensori e montacarichi", Capo V "Mezzi ed apparecchi di trasporto meccanici") D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Art. 10 "Illuminazione naturale e artificiale dei luoghi di lavoro" D.P.R. n. 303 del 19.03.1956.
- Tit. II, Capo V "Illuminazione" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- All. I "Requisiti essenziali di sicurezza e di salute relativi alla progettazione e alla costruzione delle macchine e dei componenti di sicurezza" D.P.R. n.459 del 24.07.1996.
- Norme UNI 9288, 9289, 9290, 9291, 9292, 9293, UNI EN 281, 614/1, UNI ISO 1074, 2328, 2330, 2331, 3287, 3691, 5053, 5767, 6055 (vedere 6.1.4).

#### 6.1.3.23 Postura

- Art. 52 "Obblighi del datore di lavoro.", Tit. V, del D.Lgs. n. 626/1994.
- D.P.R. n. 336 del 13.04.1994 "Nuove tabelle delle malattie professionali in industria e in agricoltura".
- Circolare n. 19 del 08.06.1994 "D.P.R. n. 336 del 13 aprile 1994. Nuove tabelle delle malattie professionali in industria e in agricoltura".
- Norma ISO/CD 11226 del 21.12.2000 "Ergonomia - Valutazione delle posture di lavoro".
- D.M. 2.10.2000 "Linee guida d'uso dei videoterminali".

#### 6.1.3.24 Radiazioni ionizzanti

- D.M.L n. 449 del 13.07.1990 "Regolamento concernente le modalità di tenuta della documentazione relativa alla sorveglianza fisica e medica della protezione dalle radiazioni ionizzanti e la sorveglianza medica dei lavoratori esposti al rischio di tali radiazioni".
- D.Lgs. n. 230 del 17.03.1995 "Attuazione delle Direttive EURATOM 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti", e s.m.i.
- O.P.G.R. n.57671 del 20.06.1997 - Ordinanza del Presidente della Giunta della Regione Lombardia, finalizzata alla definizione delle modalità temporanee di attuazione della sorveglianza radiometrica, prevista dal D.Lgs. n.230 del 17.03.1995, su rottamazioni o su altri materiali metallici di risulta destinati alla fusione.
- D.M. 05.02.1998 "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli Art. 31 e 33 del D.Lgs. n. 22 del 05.02.1997", pubblicato nella G.U. del 16.04.1998, n. 88, S.O.
- D.Lgs. n. 241 del 26.05.2000 "Attuazione della Direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti", pubblicato nella G.U. del 31.08.2000, n. 203, S.O. (entrato

in vigore il 01.01.2001 modifica il D.Lgs. n. 230 / 1995).

- D.Lgs. 04.01.2001 (pubblicato sulla G.U. 3 aprile 2001 n.78) "Attuazione dell'Art. 62, comma 4, del D.Lgs. n. 230 del 17.03.1995, modificato dal D.Lgs. n.241 del 26.05.2000, che stabilisce l'obbligo di notifica o di autorizzazione delle attività di datore di lavoro di imprese esterne".
- Circolare Ministero del Lavoro n. 5 del 08.01.2001 "D.Lgs. n. 241 del 26.05.2000: attuazione della Direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria dei lavoratori e della popolazione contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti".
- Comunicato di errata corrige e avviso di rettifica al D.Lgs. n. 241/2000 (pubblicati nella G.U. 22 marzo 2001 n.68).
- D.Lgs. n.257 del 09.05.2001 "Disposizioni integrative e correttive del D.Lgs. n. 241 del 26.05.2000, recante attuazione della Direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti" (pubblicato sulla G.U. n. 153 del 4.07.2001).
- Circolare ISPESL n. 40 del 03.01.2002, Lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti - Trasmissione documentazione.

#### 6.1.3.25 Ricarica batterie dei carrelli elevatori

- Art. 19 "Separazione dei locali nocivi" D.P.R. n. 303 del 19.03.1956.
- Art. 20 "Difesa dell'aria dagli inquinamenti con prodotti nocivi" D.P.R. n. 303/56.
- Art. 303 "Accumulatori elettrici" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.

#### 6.1.3.26 Scale

- Art. 18, 20, 21, 22, 25 capo III; Art. 16, 17 capo II; Titolo II D.P.R. n. 547 del 27 Aprile 1955.
- Art. 7 capo I, Tit. II D.P.R. n. 303 del 19 marzo 1956.
- Art. 5, Tit. II D.M.L. del 12.09.1959.
- All. I, Art. 12, 13 Direttiva CEE/CEEA/CE n. 654 del 30.11.1989.
- Norma UNI-EN n. 131-1, 131-2 del 30.04.1994 (vedere 6.1.4).

#### 6.1.3.27 Sedili, cinture di sicurezza e organi di comando dei carrelli elevatori

- Art. 182 "Posti di manovra" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Art. 183 "Organi di comando" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- All. I - punto 3.2.2 "Sedili", punto 3.3 "Comandi" D.P.R. n.459 del 24.07.1996.
- Direttiva 95/63/CEE (in corso di recepimento a seguito alla Legge n. 128 del 24.04.98, individua ulteriori misure per i posti di manovra).

#### 6.1.3.28 Segnalazione acustica e luminosa alle macchine

- Tit. III, Capo II "Motori", Art. 53 e Art. 54 D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. III, Capo III, Art. 67 "Preavviso di avviamento di trasmissioni" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. III, Capo IV, Art. 80 "Preavviso di avviamento di macchine complesse" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Tit. V, Capo I, Art. 175 "Dispositivi di segnalazione" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- All. I - punto 1.2.2. "Dispositivi di comando" D.P.R. n.459 del 24.07.1996
- Norme UNI EN 457, 842, 981 (vedere 6.1.4)

#### 6.1.3.29 Segnaletica di sicurezza

- Tit. VIII, Capo I, Art. 352 "Affissioni di norme di sicurezza" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- D.Lgs. n.493 del 14.08.1996 "Attuazione della Direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro".
- Norma UNI 9289 (vedere 6.1.4).
- D.M. del 10.3.1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro".

#### 6.1.3.30 Servizi igienico assistenziali (docce, lavabi ecc.)

- Tit. II, Capo IV "Servizio igienico assistenziali" D.P.R. n.303 del 19.03.1956.

#### 6.1.3.31 Servizi sanitari e sorveglianza sanitaria

- Tit. II, Capo III "Servizi sanitari" D.P.R. n.303 del 19.03.1956.
- Art. 44 "Controllo sanitario (esposti al rumore)" D.Lgs. n.277 del 15.08.1991.
- Tit. I, Capo IV "Sorveglianza sanitaria" D.Lgs. n.626 del 10.09.1994.
- Tit. V "Movimentazione manuale dei carichi", Art. 48 "Obblighi del datore di lavoro", comma 4, lettera c) "Sorveglianza sanitaria", D.Lgs. n.626/1994.
- Circolare del Ministero del Lavoro n. 533 del 31.07.1958: "Direttiva del Consiglio, del 20 giugno 1972, relativa alle perturbazioni radioelettriche (compatibilità elettromagnetica) dei veicoli a motore".

**6.1.3.32 Stress**

- Art. 2087 del Codice Civile.
- 1.1.2 D.P.R. n. 459 del 24.07.1996 "Regolamento per l'attuazione delle Direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine".

**6.1.3.33 Transito in ambiente con aperture sul pavimento**

- Art. 10 "Aperture nel suolo e nelle pareti" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.

**6.1.3.34 Transito in ambiente scivoloso**

- Art. 7, comma 2 e comma 4 "Pavimenti" D.P.R. n. 303 del 19.03.1956.

**6.1.3.35 Uscite di emergenza**

- Art. 29 "Accessi e porte delle cabine" D.P.R. n. 1497 del 29.05.1963.
- Art. 13 "Vie e uscite di emergenza" capo I, titolo II D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Art. 32 "Obblighi del datore di lavoro" Tit. II, D.Lgs. n. 626/1994.
- Art. 2 "Obblighi del datore di lavoro" D.Lgs. n. 493 del 14.08.1996.
- D.M. del 10.3.1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro".

**6.1.3.36 Utilizzo di attrezzature manuali taglienti (esempio: trincetto)**

- Art. 383 "Protezione delle mani" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.

**6.1.3.37 Utilizzo di attrezzature munite di videoterminali**

- Tit. VI e All. VII del D.Lgs. n.626 del 19.09.1994 così come modificato dalla Legge Comunitaria del 2000 (Legge n. 422 del 29.12.2001).
- D.M.L. del 02.10.2000 "Linee guida d'uso dei videoterminali" (Attuazione dell'Art. 56 del D.Lgs. n.626/94 e s.m.i).
- Circolare n.16 del 25.01.2001 del Ministero del Lavoro e Previdenza Sociale "Modifiche al titolo VII del D.Lgs. 626/1994 - Chiarimenti operativi in ordine alla definizione di lavoratore esposto e sorveglianza sanitaria".
- D.Lgs n.242 del 19.3.1996 "Modifiche e integrazioni al D.Lgs. n. 626/1994".
- D.M. del 2.10.2000 "Linee guide d'uso dei videoterminali".
- Norme U.N.I. 7367, 9095, 7498.

**6.1.3.38 Vaccinazione antitetanica**

- Legge n. 292 del 05.03.1963 "Vaccinazione antitetanica obbligatoria".

**6.1.4 Norme tecniche**

ISO 666 del 1996

Mole a disco.

Titolo: Machine tools — Mounting of plain grinding wheels by means of hub flanges.

Descrittori: dimensions, flanges, grinding wheels, hub-type flange, machine tools, marking, mountings, operating requirements, specifications, tools.

ISO 5349 del 1986

Vibrazioni.

Titolo: Mechanical vibration — Guidelines for the measurement and the assessment of human exposure to hand-transmitted vibration.

ISO 7243 del 1989

Ambienti caldi - stress da calore.

Titolo: Hot environments — Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature).

Descrittori: ergonomics, human body, operating areas, thermal comfort, work safety.

ISO 7933 del 1989

Ambienti caldi - Determinazioni analitiche.

Titolo: Hot environments — Analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate.

UNI 7249 del 31.12.1995

Statistiche sugli infortuni sul lavoro.

Sostituisce la UNI 7249-1, 2 e 3.

## UNI EN 292/1 del 01.11.92

Sicurezza del macchinario. Concetti fondamentali, principi generali di progettazione. Terminologia, metodologia di base.

Definisce la terminologia di base e specifica i metodi generali di progettazione per aiutare i progettisti e i costruttori ad ottenere la sicurezza in fase di progettazione delle macchine (vedere 3.1) ad uso professionale o non professionale. Può essere anche utilizzata per altri prodotti tecnici che presentano rischi simili. Si raccomanda di inserire la presente norma nei corsi e nei manuali di formazione per portare a conoscenza dei progettisti la terminologia di base e i metodi generali di progettazione.

## UNI EN 292/2 del 30.11.92

Sicurezza del macchinario. Concetti fondamentali, principi generali di progettazione. Specifiche e principi tecnici.

Definisce le specifiche e i principi tecnici per aiutare i progettisti e i costruttori ad ottenere la sicurezza in fase di progettazione delle macchine ad uso professionale o non professionale. Essa può essere anche utilizzata per altri prodotti tecnici che presentano rischi simili. Aggiornata nel 1995.

## UNI EN 614/1 del 31.03.97

Sicurezza del macchinario. Principi ergonomici di progettazione. Terminologia e principi generali.

Stabilisce i principi ergonomici da seguire durante il processo di progettazione delle attrezzature di lavoro, in particolare del macchinario.

## UNI EN 294 del 31.07.93

Sicurezza del macchinario. Distanze di sicurezza per impedire il raggiungimento di zone pericolose con gli arti superiori.

È stata preparata in modo da essere una norma armonizzata, ai sensi della Direttiva "Macchine" e degli equivalenti Regolamenti EFTA. Stabilisce i valori delle distanze di sicurezza per impedire che persone di età uguale o maggiore di tre anni possano raggiungere zone pericolose con gli arti superiori. Tali distanze si applicano quando è possibile ottenere un adeguato livello di sicurezza con il solo allontanamento. Non necessita di essere applicata alle macchine disciplinate da norme sugli aspetti elettrici che riportano procedure di verifica specifiche, per esempio mediante il dito di prova.

## UNI EN 349 del 30.06.94

Sicurezza del macchinario. Spazi minimi per evitare lo schiacciamento di parti del corpo.

Scopo della norma è consentire di prevenire i pericoli derivanti dalle zone di schiacciamento. Specifica gli spazi minimi per parti del corpo, ed è applicabile quando sia possibile ottenere un adeguato livello di sicurezza adottando questo metodo. È applicabile soltanto ai rischi derivanti dai pericoli di schiacciamento, e non per altri possibili pericoli, per esempio urto, cesoiamento, trascinamento.

## UNI EN 811 del 28.02.98

Sicurezza del macchinario. Distanze di sicurezza per impedire il raggiungimento di zone pericolose con gli arti inferiori.

La norma stabilisce i valori delle distanze di sicurezza per impedire l'accesso e le distanze per ostacolare il libero accesso degli arti inferiori delle persone di età uguale o maggiore di 14 anni. I valori sono basati sull'esperienza pratica che è stata riscontrata adeguata a questo gruppo di persone.

## UNI EN 418 del 30.06.94

Sicurezza del macchinario. Dispositivi di arresto d'emergenza, aspetti funzionali. Principi di progettazione.

È stata preparata a fronte di un mandato dato al CEN dalla Commissione delle Comunità Europee e dall'Associazione Europea per il libero Commercio, ed è di supporto ai requisiti essenziali della "Direttiva Macchine" CEE e degli equivalenti regolamenti EFTA. Specifica i principi per la progettazione dei dispositivi di arresto d'emergenza delle macchine. Non è presa in considerazione la natura della fonte d'energia. Figure illustranti le fasi funzionali del dispositivo d'arresto d'emergenza e della collocazione di tale dispositivo sulla macchina.

## UNI EN 1037 del 30.04.97

Sicurezza del macchinario. Prevenzione dell'avviamento inatteso.

Specifica le misure di sicurezza integrate destinate a impedire l'avviamento inatteso di una macchina in modo tale che gli interventi umani nelle zone pericolose possano aver luogo in sicurezza.

## UNI EN 1088 del 30.11.97

Sicurezza del macchinario. Dispositivi di interblocco associati ai ripari. Principi di progettazione e di scelta.

Specifica i principi di progettazione e scelta, indipendentemente dalla natura della sorgente di energia, dei dispositivi di interblocco associati ai ripari e fornisce i requisiti specificatamente destinati ai dispositivi di interblocco elettrici.



## UNI EN 563 del 30.06.95

Sicurezza del macchinario. Temperature delle superfici di contatto. Dati ergonomici per stabilire i valori limite di temperatura per le superfici calde.

Presenta i dati ergonomici e il loro uso per stabilire i valori limite di temperatura per superfici calde e per la valutazione dei rischi di ustione.

## UNI EN 574 del 31.12.98

Sicurezza del macchinario. Dispositivi di comando a due mani. Aspetti funzionali. Principi per la progettazione.

Specifica i requisiti di sicurezza per un dispositivo di comando a due mani e per la sua unità logica. La norma descrive le principali caratteristiche dei dispositivi di comando a due mani per l'ottenimento della sicurezza e stabilisce delle combinazioni di caratteristiche funzionali per tre tipi.

## UNI EN 626/1 del 30.09.96

Sicurezza del macchinario. Riduzione dei rischi per la salute derivanti da sostanze pericolose emesse dalle macchine. Principi e specifiche per i costruttori di macchine.

Tratta i principi per il controllo dei rischi per la salute derivanti da sostanze pericolose emesse dalle macchine a eccezione delle sostanze che costituiscono un pericolo per la salute unicamente a causa della loro natura esplosiva, infiammabile, radioattiva o dalle loro condizioni di temperatura (alta o bassa) o di pressione (alta o bassa).

## UNI EN 626/2 del 30.06.97

Sicurezza del macchinario. Riduzione dei rischi per la salute derivanti da sostanze pericolose emesse dalle macchine. Metodologia per la definizione delle procedure di verifica.

Definisce una procedura per la selezione dei fattori critici legati alle emissioni di sostanze pericolose ai fini della formulazione di procedure di verifica adeguate.

## UNI EN 1093/3 del 30.06.97

Sicurezza del macchinario. Valutazione dell'emissione di sostanze pericolose trasportate dall'aria. Portata di emissione di uno specifico inquinante. Metodo di prova al banco tramite l'inquinante reale.

Descrive un metodo di prova al banco per la misurazione della portata di emissione dalle macchine di una specifica sostanza pericolosa trasportata dall'aria, utilizzando una cabina di prova e in condizioni definite di funzionamento della macchina.

## UNI EN 1093/4 del 30.06.97

Sicurezza del macchinario. Valutazione dell'emissione di sostanze pericolose trasportate dall'aria. Rendimento della captazione di un impianto di aspirazione – Metodo mediante l'uso di traccianti.

Descrive un metodo per la misurazione del rendimento di captazione di un impianto di aspirazione installato su una macchina. Questo metodo si basa sulla tecnica mediante l'uso di traccianti e può essere impiegato in ogni ambiente di prova.

## UNI EN 457 del 31.01.93

Sicurezza del macchinario. Segnali acustici di pericolo. Requisiti generali, progettazione e prove.

Specifica i requisiti di sicurezza ed ergonomici e i relativi metodi di prova per i segnali acustici di pericolo, e fornisce le linee guida per la progettazione dei segnali in modo che siano nettamente percepiti e discriminati.

## UNI EN 842 del 31.05.97

Sicurezza del macchinario. Segnali visivi di pericolo. Requisiti generali, progettazione e prove.

Descrive i criteri per la percezione di segnali visivi di pericolo nell'area in cui è previsto che persone percepiscano tali segnali e reagiscano ad essi. La norma specifica i requisiti di sicurezza ed ergonomici, le corrispondenti misurazioni fisiche e il controllo visivo soggettivo.

## UNI EN 981 del 31.03.98

Sicurezza del macchinario. Sistemi di segnali di pericolo e di informazione uditivi e visivi.

La norma è applicabile a tutti i segnali di pericolo e di informazione che devono essere chiaramente percepiti e differenziati, come specificato al punto 5.3 della UNI EN 292-2, mediante altri requisiti o mediante la situazione di lavoro, e a tutti i livelli di emergenza – dall'estrema urgenza a una situazione di cessato pericolo. Nei casi in cui segnali visivi debbano integrare segnali sonori, il carattere del segnale viene specificato per entrambi.

## UNI EN 982 del 31.07.97

Sicurezza del macchinario. Requisiti di sicurezza relativi a sistemi e loro componenti per trasmissioni oleoidrauliche e pneumatiche. Oleoidraulica.

Si applica ai sistemi oleoidraulici e ai loro componenti integrati nel macchinario. Essa identifica i pericoli e i fattori che influiscono sulla sicurezza dei sistemi e dei loro componenti impiegati nelle condizioni di uso previste.

## UNI EN 983 del 31.07.97

Sicurezza del macchinario. Requisiti di sicurezza relativi a sistemi e loro componenti per trasmissioni oleoidrauliche e pneumatiche. Pneumatica.

Si applica ai sistemi pneumatici e ai loro componenti integrati nel macchinario. Essa identifica i pericoli e i fattori che influiscono sulla sicurezza dei sistemi e dei loro componenti impiegati nelle condizioni di uso previste.

## UNI ISO 938 del 30.04.94

Carrelli elevatori a mano per pianali. Dimensioni principali.

Fissa le dimensioni dei carrelli elevatori a mano per pianali, che sono in diretto rapporto con quelle dei corrispondenti pianali. Le specifiche dimensionali dei pianali, che possono essere trasportati dai carrelli elevatori a mano per pianali, sono fissate nella ISO 1756 "Carrelli industriali".

## UNI ISO 1074 del 29.02.96

Carrelli elevatori a forche con carico a sbalzo. Prove di stabilità.

Specifica le prove fondamentali per la verifica della stabilità dei carrelli elevatori a forche con carico a sbalzo, con portata non maggiore di 50 000 kg. Si applica ai carrelli che operano nelle stesse condizioni muniti di altre attrezzature per la movimentazione del carico. Non si applica ai carrelli muniti di dispositivi retrattili (montanti a forche) e ai carrelli elevatori attrezzati per movimentare carichi sospesi che possono oscillare liberamente.

## UNI ISO 2328 del 01.12.85

Carrelli elevatori a forche. Bracci di forca ad aggancio e piastre portadispositivi di supporto del carico. Dimensioni di montaggio.

Specifica le caratteristiche dimensionali delle piastre portadispositivi di supporto del carico e dei bracci di forca ad aggancio per carrelli elevatori a forche che ammettono l'intercambiabilità dei bracci di forca con altri dispositivi, nel rispetto della portata nominale dei carrelli, indicata dal costruttore.

## UNI ISO 2330 del 01.12.85

Carrelli elevatori a forche. Bracci di forca. Caratteristiche tecniche e prove.

Specifica le prescrizioni relative alla costruzione, alle prove ed alle modalità di prova dei bracci di forca a sezione piena, le cui dimensioni sono indicate nella ISO 2329. Si applica ai bracci di forca a sezione piena destinati a tutti i tipi di carrelli elevatori a forca.

## UNI ISO 2331 del 01.12.85

Carrelli elevatori a forche. Bracci di forca ad aggancio. Terminologia.

Definisce il termine relativo ai bracci di forca ad aggancio per carrelli elevatori a forche, conformi alle UNI ISO 2328, UNI ISO 2330 e ISO 2329.

## UNI ISO 6055 del 01.07.84

Carrelli industriali semoventi a grande sollevamento con guidatore a bordo. Tetto di protezione per guidatore. Prescrizioni e prove.

Specifica i requisiti e le prove inerenti ai tetti di protezione per guidatore, destinati a proteggere il guidatore contro la caduta di oggetti, ma non contro l'urto di un carico pari alla portata nominale del carrello. Si applica ai tetti di protezione per guidatore per tutti i tipi di carrelli industriali semoventi a grande sollevamento con guidatore a bordo, a eccezione dei carrelli elevatori con posto di guida elevabile per i quali saranno previste normative particolari.

## UNI 9290 del 01.11.87

Carrelli elevatori a forche. Tacche di posizionamento delle forche.

Definisce le caratteristiche geometriche relative alla disposizione delle tacche di posizionamento delle forche per i carrelli elevatori a forche.

## UNI 9293 del 01.11.87

Carrelli industriali semoventi. Scarico gas combusti.

Integra quanto già prescritto in UNI ISO 3691 per quanto riguarda le regole che devono essere osservate per la realizzazione e disposizione del tubo di scarico per carrelli elevatori industriali semoventi con motore endotermico.

## UNI 9292 del 30.11.87

Carrelli industriali semoventi con operatore seduto. Tensione elettrica nominale.

Prescrive il valore massimo della tensione elettrica nominale per i carrelli industriali semoventi e indica la serie dei valori di tensione relativa alle batterie di trazione.

UNI 9291 del 30.11.87

Carrelli industriali semoventi. Ruote scomponibili.

Fornisce le regole di sicurezza che devono essere osservate nell'adozione di ruote in esecuzione con cerchio scomponibile per carrelli industriali semoventi.

UNI 9288 del 30.11.87

Carrelli industriali semoventi con operatore seduto. Protezione del guidatore in posizione di lavoro.

Prescrizioni supplementari relative al tetto di protezione e schermi relativi alla protezione del guidatore in posizione di lavoro nei confronti del gruppo di sollevamento dei carrelli industriali semoventi con operatore seduto.

UNI 9289 del 30.11.87

Carrelli industriali semoventi. Sicurezza del personale a terra.

Indica la segnaletica da adottare per la sicurezza del personale a terra che opera nelle vicinanze di carrelli industriali semoventi dotati di elevatore.

UNI ISO 1074 del 29.02.96

Carrelli elevatori a forche con carico a sbalzo. Prove di stabilità.

Specifica le prove fondamentali per la verifica della stabilità dei carrelli elevatori a forche con carico a sbalzo, con portata non maggiore a 50.000 Kg. Si applica ai carrelli che operano nelle stesse condizioni muniti di altre attrezzature per la movimentazione del carico. Non si applica ai carrelli muniti di dispositivi retrattili (montanti a forche) e ai carrelli elevatori attrezzati per movimentare carichi sospesi che possono oscillare liberamente.

UNI EN 281 del 30.09.89

Carrelli semoventi per la movimentazione con operatore seduto. Regole di costruzione e di disposizione dei pedali.

Stabilisce i requisiti dei pedali utilizzati per il comando della traslazione e della frenatura dei carrelli semoventi di seguito definiti. Questi carrelli possono essere dotati di ulteriori pedali per funzioni ausiliarie. La disposizione non è codificata dalla presente norma, ma deve essere tale da non ostacolare l'utilizzazione dei pedali oggetto della norma stessa. Si applica ai carrelli semoventi per movimentazione con operatore seduto, con portata non maggiore 10.000 Kg, e ai trattori con sforzo al gancio minore di 20.000 n.

UNI ISO 3287 del 31.10.86

Carrelli industriali semoventi. Segni grafici per organi di comando.

Definisce i segni grafici che servono allo sviluppo del linguaggio grafico degli organi di comando sui carrelli industriali semoventi.

UNI ISO 3691 del 01.03.83

Carrelli industriali semoventi. Codice di sicurezza.

Specifica le regole di sicurezza per la costruzione, l'impiego, la manovra e la manutenzione di carrelli industriali semoventi.

UNI ISO 5053 del 30.11.90

Carrelli industriali semoventi. Terminologia.

Stabilisce la classificazione e le definizioni dei vari tipi di carrelli semoventi. Comprende termini e definizioni dei principali elementi costitutivi e accessori dei carrelli.

UNI ISO 5767

Carrelli operanti in condizioni speciali con montanti inclinati in avanti. Prove di stabilità.

Definisce le prove speciali atte a verificare la stabilità dei carrelli in posizione di impilamento con montanti inclinati in avanti.

UNI EN 30326-1 del 01.04.1997

Vibrazioni meccaniche. Metodo di laboratorio per la valutazione delle vibrazioni sui sedili dei veicoli. Requisiti di base.

Versione in lingua italiana della Norma Europea EN 30326-1 (edizione maggio 1994). Specifica i requisiti di base per le prove di laboratorio sulla trasmissione delle vibrazioni al corpo umano, attraverso il sedile di un veicolo. Questi metodi, per la misurazione e l'analisi, rendono possibile il confronto dei risultati di prove eseguite in laboratori diversi.

UNI ISO 4310 del 28.02.1988

Apparecchi di sollevamento. Codice e metodi di prova.

Versione in lingua italiana della Norma ISO 4310 (edizione mag. 1981), adottata senza varianti. Stabilisce le prove ed i procedimenti da seguire al fine di verificare la conformità di un apparecchio di sollevamento alle proprie finalità operative, e la sua capacità di sollevare carichi predeterminati. Quando i carichi predeterminati comportano problemi di stabilità, vengono indicati procedimenti e carichi di prova che consentono di verificarne facilmente i margini di stabilità. Si applica ai tipi di apparecchi di sollevamento seguen-

ti: gru a ponte sospesa; gru a ponte; gru a portale, gru a cavalletto; gru mobile, gru escavatrice; gru a torre; gru ferroviaria; gru a fune o blondin; altri tipi da determinare.

UNI EN 1012-1 del 31-12-97

Compressori e pompe per vuoto. Requisiti di sicurezza. Compressori.

Elenca i pericoli significativi associati ai compressori e ne specifica i requisiti di sicurezza applicabili alla loro progettazione, installazione, funzionamento, manutenzione e smantellamento.

UNI EN 1012-2 del 31-12-97

Compressori e pompe per vuoto. Requisiti di sicurezza. Pompe per vuoto.

Elenca i pericoli significativi associati alle pompe per vuoto e ne specifica i requisiti di sicurezza applicabili alla loro progettazione, installazione, funzionamento, manutenzione e smantellamento.

UNI EN 361 del 30.11.93

Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Imbracature per il corpo.

Specifica i requisiti, i metodi di prova, le istruzioni per l'uso, la marcatura e l'imballaggio per le imbracature per il corpo. Altri tipi di supporti per il corpo sono definiti nella EN 358. I dispositivi anticaduta sono specificati nella EN 263.

UNI EN 363 del 31.12.93

Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Sistemi di arresto caduta.

Specifica la terminologia e i requisiti generali per i sistemi di arresto caduta che servono da dispositivo di protezione contro le cadute dall'alto. Fornisce inoltre gli esempi su come si possono collegare componenti o gruppi di componenti a un sistema di arresto caduta. Questi esempi dovrebbero consentire all'acquirente o all'utilizzatore, di montare tutti i componenti in modo corretto e di costruire un sistema di arresto caduta.

UNI EN 795 del 01.05.98

Protezione contro le cadute dall'alto. Dispositivi di ancoraggio. Requisiti e prove.

Specifica i requisiti, i metodi di prova e le istruzioni per l'uso e la marcatura di dispositivi di ancoraggio progettati esclusivamente per l'uso con dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto.

UNI-EN n. 131-1 del 30.04.1994

Scale. Terminologia, tipi, dimensioni funzionali.

Versione in lingua italiana della Norma Europea EN 131/1 (edizione feb. 1993) con errata corrige maggio 1993 (AC: 1993). Fornisce le definizioni e i termini generali, e stabilisce le caratteristiche costruttive generali che sono importanti per la sicurezza, l'uso e la costruzione delle scale, così come per l'informazione dell'utilizzatore. Si applica alle scale portatili. Non si applica a quelle per uso specifico professionale quali: le scale per i Vigili del fuoco, per la copertura dei tetti e rimorchiabili. Tutte le scale sono determinate per un carico statico verticale massimo di 150 kg nella posizione di utilizzazione e sono destinate a essere utilizzate da una sola persona per volta.

UNI EN 131-2 del 30.04.1994

Scale. Requisiti, prove, marcatura.

Versione in lingua italiana della norma europea EN 131/2 (edizione feb. 1993) con errata corrige maggio 1993 (AC:1993). Stabilisce le caratteristiche generali di progettazione, i requisiti ed i metodi di prova per le scale. Si applica alle scale portatili. Non si applica a quelle per uso professionale specifico, quali le scale per i Vigili del fuoco e le rimorchiabili. La norma deve essere letta insieme alla EN 131/1.

UNI 10530 del 28.02.1997

Principi di ergonomia della visione. Sistemi di lavoro e illuminazione.

Definisce i principi di ergonomia della visione e identifica i fattori che influenzano le prestazioni visive. Essa fornisce inoltre i criteri che devono essere soddisfatti per ottenere un ambiente visivo che risponde alle finalità dell'ergonomia.

UNI 473 del 31.03.1982

Modelli per fonderia e relative attrezzature ausiliarie.

Riguarda i modelli per fonderia e relative attrezzature ausiliarie, classificandoli e indicandone i criteri di costruzione e le condizioni tecniche di fornitura e di accettazione. Si applica ai modelli propriamente detti, alle casse d'anima inerenti e a tutte le relative attrezzature ausiliarie, atte a realizzare forme e anime non permanenti. Classificazione dei modelli in categorie sulla base del materiale impiegato per la loro costruzione (legno, metallo, materie plastiche, multistrato resinato (compensato), misto) e suddivisione in rapporto al grado della loro precisione.

UNI 5883 del 30.11.1966

Collaudo funzionale delle molazze impiegate in fonderia per la preparazione delle terre di formatura.

La norma non riguarda le macchine per la preparazione delle sabbie agglomerate per anime, sebbene qualche volta le molazze vengano usate anche per questo scopo. Le molazze sono utilizzate allo scopo di omogeneizzare e preparare le terre naturali e sintetiche di formatura. Le prescrizioni servono per determinare l'efficienza di una molazza ai fini del solo collaudo funzionale, che riguarda soltanto le caratteristiche della macchina per lo scopo cui è destinata e non quelle costruttive e meccaniche. Le molazze si distinguono in: lente, con mole pesanti; veloci, con mole leggere; a ciclo continuo; a ciclo discontinuo o intermittente. Nelle molazze sono introdotti: terre esauste da rigenerare, sabbie, terre naturali, leganti, nero minerale, additivi diversi, acqua. Criteri di collaudo. La terra sintetica da impiegare per il collaudo è composta da: 85% di sabbia silicea con meno del 3% di contenuto di polvere, con indice di finezza da 40 a 60; 6% di bentonite; 5% di minerale; 4% di acqua. Procedimento.

UNI 6764 del 31.12.1970

Attrezzi per fonderia. Proporzionamento dimensionale, tipi e designazione delle staffe di formatura.

Stabilisce il proporzionamento dimensionale e i concetti relativi alla costruzione e all'impiego delle staffe di fonderia, allo scopo di assicurare la funzionalità, l'intercambiabilità e facilitare la programmazione. Materiale: per le staffe in profilati, acciaio Fe 37 b UNI 5334-64, oppure acciaio avente caratteristiche simili con c minore o uguale 0,20%; per le staffe in getti, acciaio Fe g 45 UNI 3158-68 oppure ghisa a grafite sferoidale per getti secondo UNI 4544 o similare.

UNI 6765 del 31.12.1970

Attrezzi per fonderia. Staffe di formatura con riferimenti longitudinali.

Esempio e prospetto con designazione. Materiale: per le staffe in profilati, acciaio Fe 37 b UNI 5334-64 o similare; per le staffe in getti, ghisa secondo UNI 4544 o acciaio Fe g 45 UNI 3158-68.

UNI 6766 del 31.12.1970

Attrezzi per fonderia. Staffe di formatura con riferimenti a triangolo.

Esempio e prospetto con designazione. Materiale: per le staffe in profilati, acciaio Fe 37 b UNI 5334-64 o similare; per le staffe in getti, ghisa secondo UNI 4544 o acciaio Fe g 45 UNI 3158-68.

UNI 6767 del 31.12.1970

Attrezzi per fonderia. Bussole di riferimento per staffe di formatura.

Esempio e prospetto con designazione. Tipo c: con foro circolare; tipo o: con foro oblungo. Materiale: acciaio 12 NiCr 3 UNI 5331-64 cementato e temprato con durezza hrc maggiore o uguale a 55.

UNI 6768 del 31.10.1970

Attrezzi per fonderia. Blocchetti a cuneo e morsetti di chiusura per staffe di formatura.

Esempio e prospetti con designazione. Tipo h: per staffe con interasse fino a 600 mm; tipo i: per staffe con interasse oltre 600 mm. Materiale: per i blocchetti, acciaio da bonifica con r maggiore o uguale a 80 kgf/mm<sup>2</sup>; per i morsetti, acciaio da bonifica con r maggiore o uguale a 80 kgf/mm<sup>2</sup> oppure ghisa sferoidale.

UNI 6769 del 31.12.1970

Attrezzi per fonderia. Spine per staffe di formatura.

Esempio e prospetto con designazione. Materiale: acciaio UNI 5331-64 cementato di cm 5 secondo UNI 5381-70 e temprato.

UNI 6770 del 31.12.1970

Attrezzi per fonderia. Placche modello metallico con riferimenti longitudinali.

Esempio e prospetto con designazione. Materiale: ghisa, ovvero acciaio, ovvero lega leggera.

UNI 6771 del 31.12.1970

Attrezzi per fonderia. Placche modello metallico con riferimenti a triangolo.

Esempio e prospetto con designazione. Materiale: ghisa, ovvero acciaio, ovvero lega leggera.

UNI 6772 del 31.12.1970

Attrezzi per fonderia. Perni di riferimento per placche modello metallico.

Esempio e prospetto con designazione. Materiale: acciaio secondo UNI 5331-64 cementato di cm 5 secondo UNI 5381-70 e temprato.

UNI 9941 del 28.02.1992

Cabine di verniciatura a spruzzo. Requisiti di sicurezza per la progettazione e la costruzione.

Indica i criteri e i requisiti di sicurezza per la progettazione, la costruzione, l'installazione e la manutenzione delle cabine per la ver-

niciatura a spruzzo di oggetti posti nel loro interno. Non si applica alle cabine di verniciatura a polvere, alle cabine forno e alle apparecchiature ausiliarie installate in cabina. Prende invece in considerazione ai fini della sicurezza i rischi aggiuntivi che possono derivare dalla presenza e dall'uso di tali mezzi ausiliari in cabina. Non prende in considerazione la progettazione e la costruzione della struttura portante in muratura o in calcestruzzo della cabina. Appendice A: schema funzionale gruppo immissione aria in cabina di verniciatura. Appendice B: metodologia per la misura della velocità dell'aria.

UNI 7415 del 30.06.1975

Forni industriali. Termini, definizioni e classificazione.

Prospetto termini e definizioni. Forno industriale: apparecchio nel quale, a mezzo di somministrazione di calore, è possibile mantenere un ambiente limitato a temperatura più alta di quella esterna, allo scopo di ottenere trasformazioni chimiche o fisiche su determinati materiali. Comprende tutte o alcune delle seguenti parti: mezzi per la produzione e l'adduzione di calore al materiale sottoposto al trattamento e mezzi per la sottrazione di calore dal materiale stesso; ambienti nei quali si effettuano le operazioni tecnologiche connesse con il riscaldamento; mezzi per il movimento del materiale nell'interno di tali ambienti; accessori di misura, di regolazione e di protezione; accessori per l'alimentazione, il movimento e lo scarico di materiali primari e intermediari elaborati; mezzi per il recupero di calore; mezzi per la produzione, l'immissione e la tenuta dell'atmosfera controllata; mezzi per la produzione ed il controllo del vuoto; mezzi per il trattamento e la depurazione dei materiali, dei prodotti e degli scarichi. I forni industriali sono classificati secondo: il settore industriale; le operazioni fondamentali da compiere; la sorgente termica impiegata; le modalità di somministrazione del calore dalla sorgente termica al materiale da trattare; la forma dell'ambiente nel quale si effettuano le operazioni tecnologiche connesse con il riscaldamento; il modo di funzionamento.

UNI 7416 del 28.02.1995

Forni industriali. Norme per l'ordinazione, il collaudo e l'accettazione.

Indica gli elementi da considerare per regolare i rapporti che intercorrono fra committente e fornitore di forni industriali, dalla richiesta dell'offerta fino all'accettazione della fornitura. Per i termini, le definizioni e la classificazione dei forni industriali, vedere UNI 7415.

UNI 8129-1 del 31.12.1980

Materiali refrattari destinati ai forni industriali. Classificazione, formati e metodi di prova.

Riguarda i materiali refrattari compatti per i forni industriali, formati e non formati, dei tipi: silicei e siliciosi, silico-alluminosi, alluminosi, basici altri. Prospetto prove e metodi di prova secondo le norme italiane e straniere.

UNI 8129-2 del 31.12.1980

Materiali refrattari destinati ai forni industriali. Dati per l'offerta, l'ordinazione, il collaudo e l'accettazione.

Indica le condizioni che è normalmente utile precisare per regolare i rapporti contrattuali tra committente e fornitore di materiali refrattari, dalla richiesta di offerta all'offerta, ordinazione, collaudo e accettazione dei materiali, con relative garanzie. In tali fasi devono essere adottate le nomenclature dei materiali, dei formati e dei procedimenti di prova e di analisi statistica specificati salvo diverso accordo. Dati che il committente deve precisare nella richiesta di offerta, e che il fornitore deve precisare nell'offerta di fornitura. Requisiti, collaudo e accettazione. Appendice A: procedimenti di collaudo statistico. Appendice B: condizioni contrattuali.

UNI 9022 del 31.12.1987

Forni a combustione. Determinazione delle prestazioni energetiche.

Ha lo scopo di determinare le prestazioni energetiche in modo da verificare (o stabilire) i valori delle grandezze da garantire. Si applica ai forni industriali in cui la fonte energetica è costituita da combustibile.

UNI 8491 del 31.03.1984

Prodotti refrattari formati per fonderia. Filtri per colata.

Riguarda i filtri di materiale refrattario utilizzati in fonderia nei dispositivi di colata al fine di impedire alle scorie l'entrata nel getto. Riferimenti: UNI 4678. Materiale, dimensioni, indicazioni per l'impiego, designazione. Appendice: consigli per il dimensionamento dei piedi e imbuto di colata per filtri.

UNI 4012 del 30.06.1958

Seghe circolari per materiali metallici. Forma dei denti, angoli di spoglia, tolleranze.

Figure di forma dei denti: a (per seghe con dentatura fine, UNI 4013); b (per seghe con dentatura grossa, UNI 4014); c; d. Prospetto angoli di spoglia gamma in base alla forma dei denti e alle esecuzioni (UNI 3899). Tolleranze sulle dimensioni delle seghe. Procedimento per la misura della concentricità e dello scostamento di un fianco della sega.

UNI 4013 del 30.06.1958

Seghe circolari per materiali metallici, con dentatura fine.

Esempio e tabella con designazione. Materiale: acciaio rapido ux 90 w 8 UNI 2955, ovvero ux 75 w 18 UNI 2955, ovvero acciaio di rendimento simile.

UNI 4014 del 30.06.1958

Seghe circolari per materiali metallici, con dentatura grossa.

Esempio e tabella con designazione. Materiale: acciaio rapido u x 90 w 8 UNI 2955 (2 edizione), ovvero u x 75 w 18 UNI 2955 (2 edizione), ovvero acciaio di rendimento simile. Prospetto dei fori di trascinamento per seghe con diametri maggiori o uguali 250 mm.

UNI 7749 del 31.12.1977

Mole a disco senza incavi per sbavatura e affilatura in genere.

Esempio e prospetto con designazione. Forma 1a: per impiego a velocità normale su macchina fissa. Forma 1b: per molatrici portatili. Forma 1c: per impiego ad alta velocità su molatrici fisse o pensili.

UNI 5758 del 30.09.1986

Macchine utensili. Montaggio delle mole a disco su flange portamola.

Versione in lingua italiana della ISO 666 (edizione lug. 1975), adottata senza varianti. Stabilisce, in funzione delle condizioni di sicurezza, le dimensioni di intercambiabilità tra le flange portamola e le mole, nei casi di montaggio delle mole con flange. Si applica ai tipi di mole a disco con diametri del foro centrale compresi tra 76,2 e 508 mm: mole a disco per sbavatura e affilatura; a disco per rettifica cilindrica esterna (escluse le mole per rettificatrici senza centri); a disco per spalmatura.

UNI 4628 del 31.03.1976

Terre e sabbie per fonderia. Campionamento e metodi di prova.

Definisce il campionamento e le prove da eseguirsi sulle terre e sabbie per fonderia, stabilendo le modalità di esecuzione e indicando le attrezzature occorrenti. I metodi sono da applicarsi nei controlli sistematici e in quelli delle forniture in relazione agli accordi fra fornitore e committente: di terre e sabbie di cave, per controllare la costanza delle caratteristiche col progredire dello scavo in un dato banco; di terre e sabbie proposte per l'uso in fonderia e delle quali si ignorano le proprietà di miscele provenienti dalla fonderia. La norma stabilisce, oltre al campionamento, i seguenti metodi di prova: determinazione dell'umidità; della permeabilità; della resistenza a compressione; della resistenza a taglio; della resistenza a flessione; della resistenza a trazione; del tenore di argilloide; granulometrica e calcolo dell'indice di finezza. La norma considera in appendice anche i seguenti metodi di prova, dati a titolo informativo, sui quali si ritiene opportuna la sperimentazione: determinazione del punto di sinterizzazione di una terra o di una sabbia (appendice A); della superficie specifica di una sabbia (appendice B); dell'assorbimento di acido di una sabbia (appendice C); dell'argilla attiva in una terra di formatura sintetica con il metodo del blu di metilene (appendice D).

UNI 6716 del 30.11.1970

Bentoniti per fonderia. Caratteristiche e prove.

Si riferisce alle bentoniti da usare come leganti per sabbie per formatura e per anime. Ai fini della presente norma si definisce bentonite una roccia argillosa costituita essenzialmente da montmorillonite, originatasi di regola per trasformazioni di ceneri vulcaniche o vulcaniti vetrose.

UNI 7309 del 28.02.1984

Prodotti ausiliari di fonderia. Classificazione, termini e definizioni.

Classifica, elenca e definisce i termini relativi ai prodotti ausiliari di fonderia. Prospetto dei termini italiani, con i corrispondenti termini in inglese, francese e tedesco.

UNI EN 1559-1 del 31.03.1999

Fonderia. Condizioni tecniche di fornitura. Generalità.

La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della Norma Europea EN 1559-1 (edizione giugno 1997). La norma stabilisce le condizioni tecniche generali di fornitura per i getti ottenuti a partire da materiali metallici fusi, ad eccezione dei getti di lega di rame.

UNI EN 1559-3 del 31.03.1999

Fonderia. Condizioni tecniche di fornitura. Requisiti addizionali per i getti di ghisa.

La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della Norma Europea EN 1559-3 (edizione giugno 1997). La norma riguarda le condizioni tecniche di fornitura dei getti prodotti con tutti i tipi di ghisa da fonderia, colati in sabbia o in conchiglia, oppure prodotti mediante centrifugazione, colata continua o con il procedimento a cera persa.

UNI EN 1560 del 30.11.1998

Fonderia. Sistema di designazione per i getti di ghisa. Designazione simbolica e numerica.

La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della Norma Europea EN 1560 (edizione giugno 1997). La norma stabilisce un sistema di designazione del materiale, mediante simboli o numeri, per i getti di ghisa.

## UNI EN 1561 del 30.11.1998

Fonderia. Getti di ghisa grigia.

La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della Norma Europea EN 1561 (edizione giugno 1997). La norma stabilisce le caratteristiche della ghisa grigia non legata e legata, utilizzata in getti prodotti mediante colature in forme di sabbia, oppure in forme aventi un comportamento termico ad esse paragonabile.

## UNI EN 1562 del 30.04.1999

Fonderia. Getti di ghisa malleabile.

La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della Norma Europea EN 1562 (edizione giugno 1997). La norma stabilisce le prescrizioni per i getti di ghisa malleabile utilizzata nella fabbricazione di getti.

## UNI EN 1563 del 30.11.1998

Fonderia. Getti di ghisa a grafite sferoidale.

La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della Norma Europea EN 1563 (edizione giugno 1997). La norma definisce i tipi di getti di ghisa a grafite sferoidale e le corrispondenti prescrizioni.

## UNI EN 1564 del 30.04.1999

Fonderia. Getti di ghisa duttile austemperata (bainitica).

La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della Norma Europea EN 1564 (edizione giugno 1997). La norma definisce i tipi di getti di ghisa duttile austemperata e le corrispondenti caratteristiche.

## UNI SPERIMENTALE 5883 del 30.11.1966

Collaudo funzionale delle molazze impiegate in fonderia per la preparazione delle terre di formatura.

La norma non riguarda le macchine per la preparazione delle sabbie agglomerate per anime, sebbene qualche volta le molazze vengano usate anche per questo scopo. Esse sono utilizzate per omogeneizzare e preparare le terre naturali e sintetiche di formatura. Le prescrizioni servono per determinare l'efficienza di una molazza ai fini del solo collaudo funzionale. Quest'ultimo riguarda soltanto le caratteristiche della macchina per lo scopo cui è destinata e non le caratteristiche costruttive e meccaniche. Le molazze si distinguono in: lente, con mole pesanti; veloci, con mole leggere; a ciclo continuo; a ciclo discontinuo o intermittente. Nelle molazze sono introdotte: terre esauste da rigenerare, sabbie, terre naturali, leganti, nero minerale, additivi diversi, acqua. Criteri di collaudo. La terra sintetica da impiegare per il collaudo è composta da: 85% di sabbia silicea con meno del 3% di contenuto di polvere, con indice di finezza da 40 a 60; 6% di bentonite; 5% di minerale; 4% di acqua. Procedimento.

## UNI 10755 del 30.04.1999

Manufatti di rifiuti radioattivi condizionati. Colorazione, marcatura, schedatura e registrazione.

La norma stabilisce le modalità di colorazione, marcatura, schedatura e registrazione di manufatti di rifiuti radioattivi condizionati. Per ogni manufatto prodotto si deve provvedere a: colorare e marcare; istituire una scheda; compilare un registro di dati. La norma sostituisce la UNI 9108.

## UNI 10380 del 31.05.1994

Illuminotecnica. Illuminazione di interni con luce artificiale.

Fornisce le prescrizioni relative all'esecuzione, l'esercizio e la verifica degli impianti di illuminazione artificiale negli ambienti interni civili e industriali, con esclusione di ambienti e zone per cui esistono specifiche normative. Si applica integralmente agli impianti nuovi e alle trasformazioni radicali di quelli esistenti. Stabilisce le modalità per scegliere, valutare e misurare le grandezze foto-colorimetriche necessarie per definire le caratteristiche di un impianto di illuminazione artificiale per interni. La misura e la valutazione possono riguardare sia la verifica delle progettazioni di impianti nuovi, sia il controllo dello stato di quelli esistenti, al fine di ottenere livelli qualitativi omogenei in relazione ai diversi compiti visivi. Non si applica agli aspetti elettrici, acustici e termici legati agli impianti di illuminazione artificiale di interni, per i quali si rimanda ad altre norme specifiche. Appendice A: Limitazione dell'abbagliamento diretto; Appendice B: Limitazione dell'abbagliamento riflesso; Appendice C: Modalità per la determinazione dell'illuminamento medio degli ambienti di lavoro e dell'uniformità di illuminamento; Appendice D: Modalità per la determinazione dell'abbagliamento diretto e riflesso prodotto dall'impianto di illuminazione; Appendice E: Modalità per il calcolo del CRF di un impianto.

## UNI 10380:1994/A1 del 31.10.1999

Illuminotecnica. Illuminazione di interni con luce artificiale.

L'aggiornamento prevede l'aggiunta di alcuni valori di illuminazione di ambienti interni e la modifica di alcuni criteri di misurazione.



UNI EN 1838 del 31.03.2000

Applicazione dell'illuminotecnica. Illuminazione di emergenza.

Versione ufficiale in lingua italiana della Norma Europea EN 1838 (edizione aprile 1999). La norma definisce i requisiti illuminotecnici dei sistemi di illuminazione di emergenza, installati in edifici o locali in cui tali sistemi sono richiesti. Essa si applica principalmente ai luoghi destinati al pubblico o ai lavoratori.

CENELEC EN IEC 60110-1:1998 del 01.05.2001

Condensatori per forni a induzione. Parte 1: generalità.

CEI 211-6 - CT 211 - Fascicolo 5908 del gennaio 2001

*Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 KHz, con riferimento all'esposizione umana.*

La presente Guida fornisce indicazioni per la scelta della strumentazione e delle modalità di esecuzione delle misure dei campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (0 Hz - 10 KHz), in vista della caratterizzazione dell'esposizione umana.

La Guida è essenzialmente basata sulla Norma IEC 61786 del 1998, ma integra le prescrizioni in essa contenute sulla strumentazione e sulle modalità di misura con altre informazioni ritenute di estrema utilità per l'esecuzione corretta e accurata delle misure. Tali informazioni riguardano essenzialmente:

- le caratteristiche fisiche dei campi;
- i meccanismi di interazione tra i campi elettrici e magnetici e il corpo umano;
- le caratteristiche fondamentali di diversi tipi di sorgente (impianti elettrici, apparecchiature elettriche ed elettroniche);
- i metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici prodotti da linee e stazioni elettriche.

La Guida è rivolta a diversi tipi di utilizzatori, quali: i costruttori di strumenti di misura; i progettisti e gli esercenti di impianti elettrici; i costruttori di apparecchiature elettriche ed elettroniche; i laboratori di prova; gli organismi di certificazione e gli enti di verifica.

## 6.2 Ambiente esterno

### 6.2.1. Normative riguardanti aspetti specifici

#### 6.2.1.1 Emissioni in atmosfera

- Legge n.615 del 13.07.1966 "Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico".
- D.P.R. n. 322 del 15.04.1971 "Regolamento per l'esecuzione della L. n. 615 del 13.07.1966, recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore delle industrie.
- D.P.R. n.203 del 24.05.1988 e successive modificazioni e integrazioni "Attuazione delle direttive CEE n. 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali ai sensi dell'Art. 15 della Legge n.183 del 16.04.1987".
- D.P.C.M. del 21.07.1989 "Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni, ai sensi dell'Art. 9 della Legge n.349 del 08.07.1986, per l'attuazione e l'interpretazione del DPR n. 203 del 24.05.1988, recante norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto da impianti industriali".
- D.M. del 12.07.1990 "Linee guida per le emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione".
- Del. C.R. della Toscana n.33 del 19.02.1991 e successive modificazioni "Adozione valori di emissioni in atmosfera ai sensi del D.P.R. n.203/88 e del D.M. 12.07.1990 per gli impianti esistenti e individuazione delle attività a ridotto inquinamento atmosferico".
- D.G.R.T. n.4356 del 17.05.91 "Del. C.R. n.33 del 19.02.1991 - Adozione modelli e schede per la predisposizione dei progetti di adeguamento per gli impianti esistenti e per la presentazione delle domande di autorizzazione ai sensi degli Articoli 6 e 15 DPR 203/88 e dei certificati di analisi alle emissioni".
- D.P.R. 25.07.1991 "Modifiche all'atto di indirizzo e coordinamento in materia di emissioni poco significative e di attività a ridotto inquinamento atmosferico".
- D.G.R.T IV A/17539 del 12.07.1993 "DPR 203/88 - DPR 25/7/91. Circolare per alcune attività ad inquinamento atmosferico poco significativo".
- L.R. della Toscana n.33 del 05.05.1994 "Norme per la tutela della qualità dell'aria", così come modificata dalla L.R. n.19 del 03.02.1995.
- D.M. del 12.07.1994 "Modificazione al D.M. del 12.07.1990 concernente linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione".
- Del. G.R. n.7385 del 26.07.1994 "L.R. n.33 del 05.05.1994 Norme per la tutela della qualità dell'aria - Adozione modelli di dichiarazione di cui agli Articoli 13 e 19".

- D.M. del 10.08.1994 "Norme tecniche per il riutilizzo come fonte di energia dei residui derivanti da cicli di produzione o di consumo".
- D.M. del 16.01.1995 "Norme tecniche per il riutilizzo in un ciclo di combustione per la produzione di energia dai residui derivanti da cicli di produzione o di consumo".
- Doc. del 23.03.1995 Comitato Coordinatore Art. 18 L.R. n.33/1994 "Modalità tecniche ed amministrative relative alle autorizzazioni ex D.P.R. n.203 del 24.05.1988".
- D.R.G.T. n. Prot. IV A/19338/6.6.4 del 26.07.1995 "Applicazione L.R. n.33/1994 Norme per la tutela della qualità dell'aria - modificata con L.R. n.19 del 03.02.1995".
- D.P.C.M. del 02.10.1995 (con rettifica) "Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione".
- D.L. n.508 del 30.11.1995 "Disposizioni urgenti in materia di prevenzione dell'inquinamento atmosferico da benzene, nonché di esercizio, manutenzione e controllo degli impianti termici".
- D.M. del 21.12.1995 "Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali".
- Direttiva 97/68/CEE "Controllo tecnico dei veicoli a motore e dei loro rimorchi", recepita con D.M. del 14.11.1997.
- Direttiva 96/61/CE "Prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento", (I.P.P.C.) recepita con D.M.A. n.503 del 19.11.1997 - Legge n.128 del 24.04.1998.
- D.Lgs. n. 351 del 04.08.1999 "Attuazione della Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente".
- D.Lgs. n. 372 del 04.08.1999 "Attuazione della Direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (I.P.P.C.)".
- Autorizzazioni espresse rilasciate dalle Amministrazioni Provinciali.
- D.M. del 25.8.2000 "Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti ai sensi del DPR 24.05.1988 n.203".

#### 6.2.1.2 Inquinamento acustico

- D.P.C.M. del 01.03.1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".
- Legge n.447 del 26.10.1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico".
- D.M. del 11.12.1996 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo".
- D.G.R.T. n.6893 del 12.11.1997 "Legge quadro sull'inquinamento acustico 26.10.1995 n.447 Istituzione di un elenco dei tecnici competenti in acustica ambientale di cui all'Art. 2 commi 6 e 7 L.447/1995".
- D.P.C.M. del 14.11.1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".
- D.M. del 16.03.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".
- L.R. n.89 del 01.12.1998 "Norme in materia di inquinamento acustico".
- D.G.R.T. n.788 del 13.07.1999 "Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'Art. 12, comma 2 e 3 della Legge Regionale n.89/1998".
- Del. C.R. del 22.2.2000 n. 77.

#### 6.2.1.3 Rifiuti

- D.P.R. n. 915 del 10.09.1982 "Attuazione delle Direttive CEE n. 75/442, n. 76/403 e n. 78/319 relative ai rifiuti".
- Delibera Comitato Interministeriale per i Rifiuti del 27/07/1984 "Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del D.P.R. n. 915 del 10.09.1982", concernente lo smaltimento dei rifiuti.
- Direttiva 91/157/CEE "Pile ed accumulatori elettrici contenenti sostanze pericolose", modificata dalla Direttiva 93/86/CEE.
- D.Lgs. n.95 del 27.01.1992 "Attuazione delle Direttive 75/439/CEE e 87/101/CEE relative all'eliminazione degli oli usati" - D.M. n.392 del 16.05.1996.
- Direttiva 86/278/CEE "Protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione in agricoltura dei fanghi di depurazione delle acque", recepita con D.Lgs. n.99 del 27.01.1992.
- D.M. n.392 del 26.07.1993 "Modificazioni ed integrazioni al regolamento recante modalità organizzative e di finanziamento dell'albo nazionale delle imprese esercenti servizi di smaltimento dei rifiuti nelle varie fasi, nonché dei requisiti, dei termini, delle modalità e dei diritti di iscrizione, adottato con D.M. n. 324 del 21.6.1991".
- D.Lgs. n. 114 del 17.03.1995 Recepimento della Direttiva 87/217/CEE "Riduzione e prevenzione dell'inquinamento causato dall'amianto".
- D.Lgs. n. 22 del 05.02.1997 "Attuazione delle Direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio", così come modificato dal D.Lgs. n.389 del 08.11.1997.
- D.M. del 31.07.1997 "Istituzione Osservatorio Nazionale Rifiuti/Costituzione Comitato nazionale Albo imprese rifiuti".
- D.M. del 20.11.1997 "Regolamento recante norme per il recepimento delle Direttive 91/157/CEE e 93/68/CEE in materia di pile ed accumulatori contenenti sostanze pericolose (G.U. n. 9 del 13.01.1998)".
- D.M. del 5.02.1998 "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del D.Lgs. n. 22 del 05.02.1997".

- Direttiva 96/61/CEE "Prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento", (I.P.P.C.) recepita con D.M.A. n. 503 del 19.11.1997 - Legge n. 128 del 24.04.1998.
- D.M. n. 141 del 11.03.1998 "Regolamento recante norme per lo smaltimento in discarica dei rifiuti e per la catalogazione dei rifiuti pericolosi smaltiti in discarica".
- D.M. n. 145 del 01.04.1998 "Regolamento recante la definizione del modello e dei contenuti del formulario di accompagnamento dei rifiuti, ai sensi degli Articoli 15, 18 comma 2 lettera 3, e comma 4 D.Lgs. n.22/1997".
- DM n. 148 del 01.04.1998 "Regolamento recante approvazione del modello di registri di carico e scarico dei rifiuti ai sensi degli Articoli 12, 18 D.Lgs. n.22/1997".
- L.R. n. 25 del 18.05.1998 "Norme per la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati", così come modificata dalla L.R. n.34 del 18.06.1998.
- Circ. MA/MICA del 04.08.1998 n. GAB/DEC/812/98 "Circolare esplicativa sulla compilazione dei registri di carico e scarico dei rifiuti e dei formulari di accompagnamento dei rifiuti trasportati individuati, rispettivamente, dal D.M. n.145 del 01.04.1998 e dal D.M. n.148 del 01.04.1998".
- Legge n. 426 del 09.12.1998 "Nuovi interventi in campo ambientale".
- L.R. n. 91 del 11.12.1998 "Norme per la difesa del suolo".
- D.L. n. 500 del 30.12.1999 "Proroga termini per le comunicazioni relative ai PCB".
- D.M. n. 471 del 25.10.1999 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'Art. 17 del D.Lgs. n.22/1997 e successive modificazioni e integrazioni".
- D.Lgs. n. 372 del 04.08.1999 "Attuazione della Direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (I.P.P.C.)".  
(Vedere anche 6.1.3.5 - Classificazione imballaggio ed etichettatura di sostanze e preparati pericolosi).
- D.M. del 25.10.1999 n.471 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'art. 17 del D.Lgs 22/97 e successive modificazioni e integrazioni".
- L. n. 93 del 23.3.2001 "Disposizioni in campo ambientale".

#### 6.2.1.4 Radiazioni ionizzanti

- Vedere il Paragrafo 6.1.3.24.

#### 6.2.1.5 Risparmio energetico

- Legge n.10 del 09.01.1991 "Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia".
- D.Lgs. n. 79 del 16.3.1999 "Attuazione della Direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato dell'energia elettrica".
- D.M. del 11/11/1999 "Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica e fonti rinnovabili di cui al D.Lgs. 79/1999.
- D.M. del 24.4.2001 "Individuazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetici e sviluppo delle fonti rinnovabili di cui all'Art. 16 comma 4 del D.Lgs 23.5.2000 n. 164.

#### 6.2.1.6 Scarichi idrici

- Regio Decreto n. 1775 del 11.12.1933 "Testo unico sulle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici".
- Legge n.319 del 10.05.1976 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento".
- Del. C.I. del 04.02.1977 "Scarichi idrici di piccole unità (< 50 abitanti equivalenti)".
- Legge n.650 del 24.12.1979 "Integrazioni e modifiche delle Leggi n.171 del 16.04.1973 e n.319 del 10.05.1976, in materia della tutela delle acque dall'inquinamento".
- L.R. n.5 del 23.01.1986 "Disciplina regionale degli scarichi delle pubbliche fognature e degli insediamenti civili che non recapitano in pubbliche fognature (Art. 14 L. 319/1976)".
- Legge n.36 del 05.01.1994 "Disposizioni in materia di risorse idriche (legge Galli)"
- Legge n.172 del 17.05.1995 "Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. n.79 del 17.03.1995, recante modifiche alla disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli insediamenti civili che non recapitano in pubbliche fognature".
- Direttiva 96/61/CEE "Prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento", (I.P.P.C.) recepita con D.M.A. n.503 del 19.11.1997 - Legge n.128 del 24.04.1998.
- D.Lgs. n.152 del 11.05.1999 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole" (Testo Unico sulle acque).
- D.Lgs. n. 372 del 04.08.1999 "Attuazione della Direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (I.P.P.C.)".
- Decreto Legislativo n.258 del 18.08.2000 "Disposizioni correttive e integrative del Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n.152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'Articolo 1, comma 4, della Legge 24 aprile 1998, n.128".

**6.2.1.7 Serbatoi interrati**

- D.M.A. del 20.10.1998 "Requisiti tecnici per la costruzione, l'installazione e l'esercizio di serbatoi interrati".
- D.M.A. n. 246 del 24.05.1999 "Regolamento recante norme concernenti i requisiti tecnici per la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei serbatoi interrati".
- D.M. del 25.10.1999 n. 471 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati ai sensi dell'art.17 del D.Lgs 22/1997 e successive modifiche e integrazioni".

**6.2.1.8 Sversamento sostanze chimiche sul suolo**

- Art. 353 "Isolamento delle operazioni", Art. 357 "Pavimenti e pareti", Art. 363 "Depositi e diverse qualità di materie o prodotti pericolosi", Art. 368 "Spandimenti di liquidi corrosivi" D.P.R. n.547 del 27.04.1955.
- Art. 7, comma 2 e comma 4 (Pavimenti), Art. 18 "Difesa dalle sostanze nocive", Art. 20 "Difesa dell'aria dall'inquinamento con prodotti nocivi" D.P.R. n.303 del 19.03.1956.

**6.2.1.9 Trasporto merci pericolose**

- Art. 1, 2, 3, Cap. I, Direttiva CEE/CEEA/CE n. 49 del 23.07.1996: "Direttiva del Consiglio del 23 luglio 1996 per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al trasporto di merci pericolose per ferrovia".
- D.M.T del 04.09.1996 "Attuazione della Direttiva 94/55/CE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al trasporto di merci pericolose su strada".
- Direttiva CEE/CEEA/CE n. 86: "Direttiva del Consiglio del 23 luglio 1996 per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al trasporto di merci pericolose per ferrovia" e 87: "Direttiva della Commissione del 13 dicembre 1996 che adegua al progresso tecnico la Direttiva 96/49/CE del Consiglio per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al trasporto di merci pericolose per ferrovia" del 13.12.1996.
- D.Lgs. n. 52 del 03.02.1997 "Attuazione della Direttiva 92/32/CEE concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose".
- D.M.T. 15.05.1997 "Attuazione della Direttiva 96/86/CE del Consiglio dell'Unione europea che adegua al progresso tecnico la Direttiva 94/55/CE".
- Circ. M.T. n. 75 del 07.07.1997: "Disposizioni applicative relative ai marginali 211179 e 211980 dell'allegato B al Decreto Ministeriale 15 maggio 1997".
- Direttiva 2001/26/CE del 7 maggio 2001 che modifica la Direttiva 95/50/CE del Consiglio sull'adozione di procedure uniformi in materia di controllo dei trasporti su strada di merci pericolose.
- D.M. del 3.5.2001 "Recepimento della Direttiva 2000/61/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 10.10.2000 che modifica la Direttiva 94/55/CE del Consiglio, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al trasporto di merci pericolose su strada".

**6.2.1.10 Valutazione di impatto ambientale e controllo integrato dell'inquinamento**

- L.R. n.79 del 03.11.1998 "Norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale".
- Direttiva 96/61/CEE "Prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento", (I.P.P.C.) recepita con D.M.A. n.503 del 19.11.1997 - Legge n. 128 del 24.04.1998.
- D.Lgs. n. 372 del 04.08.1999 "Attuazione della Direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (I.P.P.C.)".
- D.M. del 9.5.2001 "Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriali per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidenti rilevanti".

*Lista delle abbreviazioni utilizzate nei riferimenti normativi*

AA.PP.	Amministrazioni Pubbliche
All.	Allegato
Art.	Articolo
C.I.	Comitato Interministeriale
Circ.	Circolare
C.R.	Consiglio Regionale
Del.	Delibera
D.L.	Decreto Legge
D.Lgs.	Decreto Legislativo
D.M.	Decreto Ministeriale
D.M.A.	Decreto Ministero dell' Ambiente
D.M.I.	Decreto Ministero dell' Interno
D.M.Ind.	Decreto Ministero dell' Industria
D.M.L.	Decreto Ministero del Lavoro
D.M.S.	Decreto Ministero della Sanità
D.M.T.	Decreto Ministero dei Trasporti
D.P.C.M.	Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri
D.P.R.	Decreto del Presidente della Repubblica
L.	Legge
L.R.	Legge Regionale (se non altrimenti specificato si intende della Regione Toscana).
O.P.G.R.	Ordinanza del Presidente della Giunta Regionale
M.I.	Ministero dell' Interno
R.D.	Regio Decreto
s.m.i.	Successive modifiche e integrazioni.
Tit.	Titolo

## GLOSSARIO

Riportiamo di seguito il significato dei termini particolari che possono essere stati utilizzati o a cui si fa riferimento nel testo. Si è cercato di dare spiegazioni sintetiche, quindi per ogni precisazione o approfondimento, è bene consultare testi specifici, nonché le norme tecniche e legislative.

**Acetone:** è classificato facilmente infiammabile (F), R11 (facilmente infiammabile), Xi (irritante), R36 (irritante per gli occhi), R66 (l'esposizione ripetuta può provocare secchezza o screpolatura della pelle), R67 (l'inalazione dei vapori può provocare sonnolenza e vertigini).

**A.C.G.I.H.:** American Conference of Governmental Industrial Hygienist (U.S.A.).

**Acido fluoridrico:** è classificato come segue:

- in concentrazioni maggiore al 7% è classificato T+ (molto tossico), C (corrosivo), R26/27/28 (molto tossico per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione), R35 (provoca gravi ustioni);
- in concentrazioni comprese tra l'1 e il 7% è classificato T (tossico), C (corrosivo), R23/24/25 (nocivo per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione), R34 (provoca ustioni);
- in concentrazioni comprese tra lo 0,1 e l'1% è classificato Xn (nocivo), R20/21/22 (nocivo per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione), R36/37/38 (irritante per gli occhi, le vie respiratorie e la pelle).

**Affaticamento da calore:** è il carico netto fisiologico derivante dallo *stress da calore* (vedere la voce di *Glossario*). Le variazioni fisiologiche (ritmo cardiaco, sudorazione) tendono a dissipare l'eccesso di calore dal corpo. L'acclimatazione consiste nel graduale adattamento fisiologico che migliora la capacità individuale di tollerare lo stress da calore; può richiedere alcune settimane e viene persa quando si interrompe l'attività in condizioni di *stress da calore* (anche solo dopo 3-4 giorni), pertanto è necessario garantire ai lavoratori un adeguato periodo di acclimatazione sia all'assunzione che al rientro al lavoro dopo lunghe assenze. Il rischio e la gravità dell'affaticamento da calore possono variare molto da individuo a individuo, anche in condizioni identiche di *stress da calore*. Un eccessivo *affaticamento da calore* può essere segnalato da uno o più dei seguenti sintomi e l'esposizione individuale allo stress termico deve essere interrotta quando si presenta uno qualsiasi dei seguenti casi:

- il ritmo cardiaco del lavoratore supera per parecchi minuti i 180 battiti al minuto, ridotti in base all'età del soggetto espressa in anni, in soggetti con funzionalità cardiaca dichiarata normale;
- la temperatura corporea interna supera i 38,5°C in persone selezionate e acclimate, o i 38 °C in lavoratori non selezionati e non acclimatati;
- il recupero del ritmo cardiaco, un minuto dopo uno sforzo da lavoro di picco, è superiore a 110 battiti al minuto;
- vi sono sintomi di affaticamento improvviso e grave, nausea, vertigini, svenimento.

Un individuo corre un rischio maggiore se si verifica uno dei seguenti casi:

- la sudorazione profusa dura più ore;
- la perdita di peso in un turno supera l'1,5% del peso corporeo;
- l'eliminazione urinaria di sodio nelle 24 ore è inferiore a 50 millimoli.

Se il lavoratore appare disorientato o confuso, oppure soffre d'inspiegabile irritabilità, malessere, sintomatologia di tipo influenzale, deve essere fatto riposare in locale fresco con buona circolazione d'aria sotto sorveglianza da parte di persona esperta. E' necessario attuare immediatamente una procedura di emergenza. Se la sudorazione si interrompe e la pelle diviene calda e secca, è indispensabile attuare un soccorso immediato di emergenza con ospedalizzazione (vedere anche *Danni da esposizione a calore*).

**Agente cancerogeno (o carcinogeno):** sostanza chimica o agente fisico in grado di provocare il cancro.

Ai sensi del D.Lgs. n. 66/2000, si definisce agente cancerogeno:

- 1) una sostanza che risponde ai criteri relativi alla classificazione quali categorie cancerogene 1 o 2, stabiliti ai sensi del D.Lgs. n. 52 del 03.02.1997 e successive modificazioni;
- 2) un preparato contenente una o più sostanze di cui al punto 1), quando la concentrazione di una o più delle singole sostanze risponde ai requisiti relativi ai limiti di concentrazione per la classificazione di un preparato nelle categorie cancerogene 1 o 2 in base ai criteri stabiliti dai D.Lgs. n. 52 del 03.02.1997 e n. 285 del 16.07.1998;
- 3) una sostanza, un preparato o un processo di cui all'allegato VIII, nonché una sostanza od un preparato emessi durante un processo previsto dall'allegato VIII;

A livello internazionale esistono varie Enti che trattano i problemi degli agenti tossici e cancerogeni, tra le quali: CE, ACGIH, IARC, EPA, CCTN, NTP, DFG, OSHA, SCOEL.

Ogni Ente utilizza una propria classificazione a secondo della documentata cancerogenicità delle sostanze:

- Comunità Europea (per l'Italia vedere il D.M. Sanità del 24.04.1997), 3 categorie:
  - Cat. 1: sostanze note per gli effetti cancerogeni sull'uomo; esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'e-

- esposizione dell'uomo a una sostanza e lo sviluppo di tumori;
- Cat. 2: sostanze che dovrebbero considerarsi cancerogene per l'uomo. Esistono elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo a una sostanza possa provocare lo sviluppo di tumori, in generale sulla base di adeguati studi a lungo termine effettuati su animali e/o altre informazioni specifiche;
- Cat. 3: sostanze da considerare con sospetto per i possibili effetti cancerogeni sull'uomo, per le quali tuttavia le informazioni disponibili non sono sufficienti per procedere a una valutazione soddisfacente; esistono alcune prove ottenute da adeguati studi sugli animali che non bastano tuttavia per classificare la sostanza nella categoria 2.
- ACGIH: 5 categorie (A1: cancerogeno riconosciuto per l'uomo; A2: cancerogeno sospetto per l'uomo, A3: cancerogeno riconosciuto per gli animali con rilevanza non nota per l'uomo; A4: non classificabile come cancerogeno per l'uomo; A5: non sospetto come cancerogeno per l'uomo);
- Altri Enti: IARC: 4 categorie; CCTN: 5 categorie; NTP: 5 categorie; EPA: 6 categorie; DFG: 3 categorie.

**Agente mutageno:** sostanza chimica o agente fisico in grado di provocare mutazioni genetiche.

Ai sensi del D.Lgs. n. 66/2000, si definisce agente mutageno:

- 1) una sostanza che risponde ai criteri relativi alla classificazione nelle categorie mutagene 1 o 2, stabiliti dal D.Lgs. n. 52 del 03.02.1997 e successive modificazioni;
- 2) un preparato contenente una o più sostanze di cui al punto 1), quando la concentrazione di una o più delle singole sostanze risponde ai requisiti relativi ai limiti di concentrazione per la classificazione di un preparato nelle categorie mutagene 1 o 2 in base ai criteri stabiliti dai D.Lgs. n. 52 del 03.02.1997 e n. 285 del 16.07.1998;

**Alcool furfurilico:** in concentrazioni superiori al 5% è classificato come Xn (nocivo), R20/21/22 (nocivo per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione); se inalato può provocare irritazione polmonare, vomito, diarrea, narcosi, depressione; a contatto con la cute può provocare irritazione, eczema, delipidizzazione; a contatto con gli occhi può provocare irritazione.

**Alcool isopropilico (isopropanolo):** è classificato facilmente infiammabile (F), R11 (facilmente infiammabile), Xi (irritante), R36 (irritante per gli occhi), R67 (l'inalazione dei vapori può provocare sonnolenza e vertigini).

**Alcool isobutilico (isobutanolo):** è classificato R10 (infiammabile), Xi (irritante), R37/38 (irritante per le vie respiratorie e la pelle), R41 (rischio di gravi lesioni oculari), R67 (l'inalazione dei vapori può provocare sonnolenza e vertigini).

**Alcool metilico (metanolo):** è classificato F (facilmente infiammabile), frasi di rischio: R11 (facilmente infiammabile). Inoltre, è classificato come segue:

- per concentrazioni superiori al 20% è classificato tossico (T) e l'etichettatura riporta le frasi di rischio: R23/24/25 (tossico per inalazione, tossico a contatto con la pelle, tossico per ingestione), R39/23/24/25 (tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione);
- per concentrazioni comprese tra il 10 e il 20% è classificato tossico (T) e l'etichettatura riporta le frasi di rischio: R20/21/22 (nocivo per inalazione, nocivo a contatto con la pelle, nocivo per ingestione), R39/23/24/25 (tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione);
- per concentrazioni comprese tra il 3 e il 10% è classificato nocivo (Xn) e l'etichettatura riporta le frasi di rischio: R20/21/22 (nocivo per inalazione, nocivo a contatto con la pelle, nocivo per ingestione), R40/20/21/22 (nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione).

**ANPA:** Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente, con sede a Roma.

**Analisi dei flussi di materia** (in inglese *Material Flow Analysis* abbreviato con M.F.A.): strumento di analisi che contabilizza in unità fisiche (tonnellate) tutti i flussi di sostanze, materie vergini, prodotti di base, rifiuti, emissioni atmosferiche, scarichi idrici relativi a un processo produttivo in un dato territorio o in un dato stabilimento produttivo.

**Aria ambiente:** aria esterna presente nella troposfera, a esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro (D.Lgs. n. 351/1999).

**Autorizzazione integrata ambientale:** provvedimento che autorizza l'esercizio di un impianto industriale (o parte di esso) a determinate condizioni che devono garantire la conformità dell'impianto ai requisiti del D.Lgs. n. 372/1999. Un'autorizzazione integrata ambientale può valere per uno o più impianti o parti di essi che siano localizzati sullo stesso sito e gestiti dalla medesima persona fisica o giuridica.

**B.A.T. (Best Available Technology):** vedere *Migliori tecnologie disponibili*.

**Bilancio Ecologico Territoriale (B.E.T.):** strumento di raccolta dati e di analisi finalizzato a quantificare, in una data area territoriale, i consumi di risorse naturali, di energia e i livelli globali di emissioni di inquinanti in aria, acqua e suolo, individuando i casi di superamento del carico ambientale sostenibile.

**Campo elettrico:** è una entità fisica che determina una modificazione delle proprietà elettriche dello spazio a causa della presenza di cariche elettriche, le quali costituiscono la sorgente del campo. È prodotto dalla tensione elettrica (V) la quale si misura in Volt (V). Il campo elettrico si indica con la lettera **E** e misura in Volt/metro (V/m). In ogni punto di una data regione di spazio dove è presente, il campo elettrico si manifesta come una forza **F** che agisce sulle cariche elettriche  $q$ . In formula:  $E = F / q$ . Le lettere in grassetto rappresentano grandezze vettoriali (vedere la voce *vettore*).

**Campo elettromagnetico:** è una entità fisica che si manifesta con la contemporanea presenza di *campo elettrico* (E) e *campo magnetico* (H) intimamente legati tra loro, e dovuto alla presenza di correnti elettriche variabili nel tempo che costituiscono la sorgente del campo. Infatti quando un campo elettrico non è statico, cioè è tempo-variante, esso genera un campo magnetico e viceversa.

Ciò implica la possibilità di esistenza di un *onda elettromagnetica* (anche chiamata *radiazione elettromagnetica*) che si propaga a partire dalla sorgente. Nella zona dello spazio dove si propaga l'onda elettromagnetica si dice che è presente un campo elettromagnetico. Tra i parametri caratteristici di un'onda elettromagnetica vi sono la *frequenza* (vedere il *Glossario*), la *lunghezza d'onda* e la *densità di potenza*.

La lunghezza d'onda è la distanza tra due massimi (o tra due minimi) successivi dell'onda. La lunghezza d'onda si indica con la lettera **l** e si misura in metri.

La densità di potenza di un'onda elettromagnetica è una grandezza vettoriale (che si indica con la lettera **S**) si misura in Watt/metro-quadro ( $W/m^2$ ). Lo *spettro* di un campo elettromagnetico è l'insieme di tutte le radiazioni con diversa *frequenza* che esso contiene (vedere la voce *Radiazioni*).

Alle frequenze più basse (per esempio alle frequenze industriali 50/60 Hz) quando i campi sono caratterizzati da variazioni lente nel tempo, o più in generale quando ci si trova in una zona a piccola distanza rispetto alla lunghezza d'onda, i campi elettrici e magnetici possono essere considerati indipendentemente.

Alle frequenze più alte (ad esempio alle radiofrequenze che vanno dai 10 KHz in su), o più in generale quando ci si trova in una zona a grande distanza rispetto alla lunghezza d'onda, il campo elettrico, il campo magnetico e la densità di potenza sono strettamente legati tra loro e dalla misura di uno si può risalire alla misura dell'altro e viceversa; infatti in tali condizioni il campo elettrico e il campo magnetico sono in rapporto costante tra loro pari a  $Z_0 = 377 \text{ Ohm (W)}$  e valgono le relazioni:  $S = E^2 / Z_0$ ;  $S = Z_0 H^2$ ;  $E / H = Z_0$ .

**Campo magnetico:** è una entità fisica data dal rapporto tra l'*induzione magnetica* e la *permeabilità magnetica* del mezzo dove agisce il campo magnetico. L'*induzione magnetica* è una grandezza vettoriale che determina una modificazione delle proprietà magnetiche dello spazio a causa della presenza di magneti naturali o correnti elettriche che ne costituiscono la sorgente. Il campo magnetico si indica con la lettera **H** e si misura in Ampere/metro (A/m). L'*induzione magnetica* si indica con la lettera **B** e si misura in Tesla (T) o più comunemente in mT (pari a  $10^{-3}$  T) o in  $\mu T$  (pari a  $10^{-6}$  T). La permeabilità magnetica si indica con la lettera  $\mu$ ; nel vuoto si indica con  $\mu_0$  e vale  $4\pi \cdot 10^{-7}$  Henry/metro. In ogni punto di una data regione di spazio dove è presente, l'induzione magnetica si manifesta come una forza **F** che agisce sulle cariche elettriche  $q$  in movimento con velocità **v**. In formula:  $F = q (v \times B)$ . Le lettere in grassetto rappresentano grandezze vettoriali (vedere la voce *vettore*).

**Catalogo Europeo Rifiuti (C.E.R.):** è un elenco di rifiuti stilato al fine di creare una terminologia univoca per tutta la Comunità Europea, come stabilito dalla Direttiva 75/442/CEE. Un materiale indicato nel C.E.R. è da considerarsi rifiuto solo quando esso soddisfa la definizione di rifiuto. Il C.E.R. individua 20 classi di rifiuto e cataloga tutti i rifiuti con una sequenza numerica di sei cifre del tipo AB XY WZ aventi il seguente significato: AB = classe di appartenenza del rifiuto; XY = sottoclasse; WZ = identificazione del rifiuto vero e proprio. Delle 20 classi del C.E.R., 19 identificano i rifiuti dei processi produttivi riportati nella tabella seguente.

CLASSE 01 - rifiuti derivanti dalla prospezione, l'estrazione, il trattamento e l'ulteriore lavorazione di minerali e materiali da cava.

CLASSE 02 - rifiuti provenienti da produzione, trattamento e preparazione di alimenti in agricoltura, orticoltura, caccia, pesca e acquicoltura.

CLASSE 03 - rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di carta, polpa, cartone, pannelli e mobili.

CLASSE 04 - rifiuti dalla produzione conciaria e tessile.

CLASSE 05 - rifiuti dalla raffinazione del petrolio, dalla purificazione del gas naturale e trattamento pirolitico del carbone.

CLASSE 06 - rifiuti da processi chimici inorganici.

CLASSE 07 - rifiuti da processi chimici organici.

CLASSE 08 - rifiuti da produzione, formulazione, fornitura e uso (PPFU) di rivestimenti (pitture, vernici e smalti vetriati), sigillanti e inchiostri per stampa.

CLASSE 09 - rifiuti dell'industria fotografica.

CLASSE 10 - rifiuti inorganici provenienti da processi termici.

CLASSE 11 - rifiuti inorganici contenenti metalli provenienti dal trattamento e ricopertura di metalli; idrometallurgia non ferrosa.

CLASSE 12 - rifiuti di lavorazione e di trattamento superficiale di metalli e plastica.

CLASSE 13 - oli esauriti (tranne gli oli commestibili delle classi 05 e 12).

CLASSE 14 - rifiuti di sostanze organiche utilizzate come solventi (tranne i rifiuti appartenenti alle classi 07 e 08).

CLASSE 15 - imballaggi, assorbenti: stracci, materiali filtranti e indumenti protettivi (non specificati altrimenti).

CLASSE 17 - rifiuti di costruzioni e demolizioni (compresa la costruzione di scale).



**CLASSE 18** - rifiuti di ricerca medica e veterinaria (tranne rifiuti di cucina e ristorazione che non derivino direttamente dai luoghi di cura).

**CLASSE 19** - rifiuti da impianti di trattamento rifiuti, impianti di trattamento acque reflue fuori sito e industrie dell'acqua.

**CLASSE 20** - rifiuti solidi urbani e assimilabili da commercio, industria e istituzioni, inclusi i rifiuti della raccolta differenziata.

La **CLASSE 16** è l'unica che non rappresenta un processo produttivo ed è identificata come "rifiuti non specificati altrimenti nel catalogo".

**C.C.T.N.:** Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale.

**C.E.:** Comunità Europea (C.E.E.: Comunità Economica Europea).

**Certificazione ambientale:** procedimento in base al quale viene attribuito un certificato di qualità ambientale alle imprese che dimostrano di essere organizzate per ridurre gli impatti sull'ambiente, previa verifica di conformità agli standard ambientali fissati dalle norme EMAS o ISO14000, effettuata da organismi autorizzati.

**Ciclo produttivo chiuso:** ciclo produttivo che non si limita al processo di trasformazione delle materie prime in prodotti, ma tende a minimizzare i rifiuti ed il consumo delle risorse naturali, grazie all'assorbimento degli scarti generati nel corso dell'attività produttiva.

**Classificazione dei rifiuti:** i rifiuti sono classificati secondo l'origine (rifiuti *urbani* e rifiuti *speciali*) o secondo le caratteristiche (rifiuti *pericolosi* e rifiuti *non pericolosi*). Esistono poi rifiuti appartenenti a categorie a sé stanti: imballaggi, beni durevoli, veicoli a motore e rimorchi. (Articolo 7 del D.Lgs. n° 22 del 05.02.1997, così come modificato e integrato con il D.Lgs. n° 389 del 08.11.1997).

**C.O.D. (Chemical Oxygen Demand):** fabbisogno chimico di ossigeno per la degradazione degli inquinanti.

**Codice colori per i pulsanti** (norma CEI EN 602041): i colori dei pulsanti delle macchine devono essere conformi al Codice dei colori, a seconda della funzione del pulsante, ad esempio: *Avviamento:* sono ammessi il bianco, grigio, nero, verde, con una preferenza per il bianco; non è ammesso il rosso. *Emergenza:* rosso. *Arresto:* nero, grigio, bianco, rosso con una preferenza per il nero; non è ammesso il verde.

**Colpo di calore:** quando la temperatura ambientale supera quella corporea, l'organismo disperde il calore soprattutto mediante la sudorazione; questa, specie se l'esposizione al caldo si protrae, può risultare insufficiente al mantenimento dell'equilibrio termico. Il colpo di calore è provocato sostanzialmente dall'arresto della sudorazione. La temperatura corporea si innalza rapidamente fino a raggiungere livelli considerevoli (41 - 43 °C).

Ci sono alcuni fattori favorenti: grado di umidità elevato dell'aria; scarsa ventilazione ambientale; indumenti particolari (come abiti impermeabili, di lana, specie se stretti); scarsa assuefazione al caldo; età (anziani e bambini sono più vulnerabili); obesità; gravidanza; varie malattie (cardiache, renali, epatiche ecc.); intensa attività muscolare; denutrizione; alcolismo.

*Sintomi e segni del colpo di calore:* sensazione di malessere e sete intensa; cefalea, vertigini, disturbi visivi; cute calda e secca; innalzamento della temperatura corporea (40 - 43 °C); tachicardia; ipotensione; alterazione dello stato di coscienza, confusione mentale, coma; convulsioni.

*Trattamento del colpo di calore:* collocare il paziente in luoghi freschi o ventilati; rimuovere gli indumenti; avvolgere con lenzuola e salviette bagnate il soggetto quindi versare acqua fredda sulle lenzuola; applicare borse di ghiaccio sul capo, collo, sotto le ascelle, in corrispondenza dei polsi, nelle pieghe inguinali e sotto le ginocchia. Se il trasporto verso l'ospedale dovesse essere ritardato immergere il paziente in una vasca con acqua fredda.

**Comburenti:** sostanze che a contatto con altre, soprattutto se infiammabili, provocano una forte reazione esotermica.

**Comparto produttivo:** insieme di unità locali di luoghi di lavoro ove si svolgono cicli di lavorazione simili o affini, riferito a una determinata area geografica.

**Corrosivi:** sostanze e preparati che, a contatto con i tessuti vivi, possono esercitare su di essi un'azione distruttiva.

**Danni da esposizione a radiazione laser:** l'utilizzo dei laser può comportare dei rischi associati al danneggiamento dei tessuti biologici. La radiazione laser, che ricopre un intervallo di lunghezze d'onda che va da 180 nm a 1 mm e che può essere sia in regime continuo che impulsato, si distingue dagli altri tipi di radiazione per la collimazione del fascio: un fascio collimato e di elevata potenza trasmette una quantità notevole di energia ai tessuti biologici. Il principale rischio riguarda gli occhi ma, all'aumentare della potenza, anche quello relativo alla pelle deve essere considerato. Ci sono, comunque, altri potenziali rischi per gli organi interni poiché la radiazione laser può anche penetrare attraverso la pelle. La tabella seguente schematizza gli effetti patologici in caso di eccessiva esposizione alla radiazione laser.

*Effetti patologici associati ad un'esposizione eccessiva della radiazione laser*

Regione Spettrale	Effetti sull'occhio	Effetti sulla pelle
UV-C: 180 - 280 nm	Fotocheratite.	Eritema; accelerazione del processo d'invecchiamento.
UV-B: 280 - 315 nm		Aumento della pigmentazione.
UV-A: 315 - 400 nm	Cataratta fotochimica.	Annerimento del pigmento.
Visibile: 400 - 780 nm	Lesione fotochimica e termica.	Reazioni fotosensibili; bruciatura della pelle.
IR-A: 780 - 1400 nm	Cataratta, bruciatura della retina.	
IR-B: 1,4 - 3 µm	Infiammazione acquosa, cataratta, bruciatura della cornea.	Bruciatura della pelle.
IR-C: 3,0 µm - 1 mm	Bruciatura della sola cornea.	

Fonte: M.D. Falco, M. Lepore, P.L. Indovina, *Valutazione dell'esposizione alla radiazione laser*, Medicina del Lavoro, 2001; 92, 3; pag. 187-202.

**Danni da inalazione di polveri di legno:** la polvere di legno è composta prevalentemente da cellulosa, poliossi e lignina, e da un folto e variabile numero di sostanze di massa molecolare relativamente bassa, a cui si legano le proprietà del legno. Vi si trovano estratti organici non polari (acidi grassi, acidi resinici, cere, alcoli, terpeni, steroli, esteri stearilici e gliceroli), estratti organici polari (tannini, flavonoidi, chinoni e lignani) e estratti idrosolubili (carboidrati, alcaloidi, proteine e materiali inorganici). Gli alberi botanicamente si distinguono in gimnospermi (conifere principalmente, conosciuti come legni teneri) e angiosperme (alberi cedui, principalmente, conosciuti come legni duri). I legni duri tendono ad avere un maggior contenuto in estratti polari rispetto ai teneri. L'inalazione di polvere di legno può alterare la funzionalità nasale e respiratoria, determinando nei lavoratori la comparsa di sintomi polmonari e di asma. Sono possibili anche patologie irritative e allergiche della cute e della congiuntiva, in rapporto a legni particolari. Molti studi epidemiologici hanno investigato il rischio cancerogeno fra i lavoratori del legno, riportando un eccesso di casi di tumori delle cavità nasali e dei seni paranasali associato con esposizione a polvere di legno. L'adenocarcinoma delle cavità nasali e dei seni paranasali è chiaramente associato a esposizione a polvere di legno duro, è però difficile attribuire il rischio a un particolare tipo di legno e anche valutare come la concentrazione e la durata dell'esposizione possono contribuire al rischio di comparsa di tumore. La I.A.R.C. ha classificato la polvere di legno come agente cancerogeno per l'uomo (gruppo 1, I.A.R.C. *Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Volume 62, wood dust and formaldehyde*, 1995). Il lavoro comportante l'esposizione a polveri di legno duro è fra i processi e le attività produttive che comportano rischio cancerogeno (a seguito del D.Lgs. n. 66 del 2000) ed è soggetto al titolo VII del D.Lgs. n. 626 del 1994.

**Danni da inalazione di silice libera cristallina:** la silice libera cristallina ha frasi di rischio / consigli di prudenza: R20 (dannoso alla salute se inalato) / S22 (non inalare polvere). La silice cristallina inalata in forma di quarzo o di cristobalite è classificata dalla I.A.R.C. come agente cancerogeno per l'uomo (gruppo 1, I.A.R.C. *Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Volume n. 68, 1997*), in quanto associata con sufficiente evidenza all'aumento del rischio per tumore polmonare nei lavoratori. Il TLV ACGIH della silice libera cristallina (quarzo) respirabile è 0,1 mg/m<sup>3</sup> per un periodo di esposizione di 8 ore. La silice cristallina si trova altresì nella lista di priorità della Commissione Europea per fissare valori limite a tutela dei lavoratori. (Vedere anche la voce *silicosi*).

**Danni extra uditivi da esposizione a rumore:** il rumore può provocare, oltre a danni uditivi, anche effetti extrauditivi che compaiono già per livelli di 60-70 dB(A). Si tratta di disturbi psichici (astenia, irritabilità, depressione, insonnia), di alterazione circolatorie (vasocostrizione arteriolare e aumento delle resistenze periferiche) e di alterazioni a carico dell'apparato digerente (spasmi pilorici, ipersecrezione acida).

*Effetti extrauditivi: principali evidenze*

Pressione arteriosa	Aumento
Resistenze vascolari periferiche	Angiospasma
Indici biochimici ed umorali	Aumento ematico ed urinario di noradrenalina e adrenalina; aumento di glicemia, colesterolemia, lipemia ed uricemia; diminuzione dei trigliceridi; aumento di corticoidi ed ACTH ematici e di 17-OHCS
Apparato gastrointestinale	Aumento motilità e secrezione gastrica, disturbi dispeptici.
Sistema endocrino	Iperattività ipofisi, tiroide e surrene
Sistema Nervoso Centrale e psiche	Alterazioni varie
Sistema respiratorio	Aumento della frequenza respiratoria e volume corrente
Sistema immunitario	Alterazioni varie

Fonte: Atti seminario nazionale *Linee guida ISPESL sull'esposizione a rumore e vibrazioni* - Roma, gennaio 2001

**Danni da esposizione a calore:** la patologia da calore comprende manifestazioni cliniche di tipo acuto e cronico. Le prime sono le più conosciute e comprendono i *crampi da calore*, il *collasso cardiocircolatorio da calore (sincope da calore)* e il *colpo di calore*. I *crampi da calore* sono il risultato della perdita di sali e liquidi causata dall'imponente sudorazione; possono essere prevenuti dalla somministrazione di bevande fresche saline che è bene contengano, oltre al sale da cucina, anche un sale di potassio. Il *colpo da calore* rappresenta il più grave dei disturbi correlati con il calore e può essere letale se non si interviene tempestivamente (vedere *Colpo di calore*).

Con l'aumentare del livello di *stress da calore* aumenta anche la possibilità di infortuni e incidenti. Un aumento protratto nel tempo della temperatura corporea interna ed esposizioni croniche ad alti livelli di stress da calore sono associati con altri disturbi quali: sterilità temporanea (maschile e femminile), ritmi cardiaci elevati, disturbi del sonno, affaticamento e irritabilità. Durante il primo trimestre di gravidanza una temperatura interna costante superiore a 39° C può danneggiare il feto (vedere *Stress da calore*). Ai fini del controllo dei danni da calore è necessario monitorare l'*affaticamento da calore* (vedere la relativa voce di *Glossario*).

**Danni uditivi da esposizione a rumore:** vedere la voce *Ipoacusia da rumore*.

**Deviazione standard ( $\sigma$ ):** grandezza statistica che, in una distribuzione di dati, esprime la dispersione degli stessi rispetto alla loro media; per una distribuzione normale (gaussiana) nell'intervallo di valori compresi tra  $-\sigma$  e  $+\sigma$  ricadono il 68,3% dei dati.

**D.F.G.:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (Germania).

**Diossine:** nell'uso corrente, il termine improprio di "diossine" indica un gruppo di sostanze chimiche etero-aromatiche polialogenate che appartengono alle due famiglie chimiche molto simili identificate come PCDD (N = 75) e PCDF (N = 135). Anche i PCB costituiscono un gruppo di sostanze alogenate (N = 209), provenienti dalla clorurazione del bifenile.

Nella sperimentazione animale, la più studiata delle "diossine" (la 2,3,7,8-TCDD o TCDD) è risultata potentemente immunotossica (es. immunodepressione), teratogena e cancerogena. Il gran numero di risultati sperimentali disponibili hanno fatto collocare la TCDD nel Gruppo I dalla IARC (1997).

La TCDD risulta indurre effetti tossici nei processi riproduttivi e dello sviluppo. Essa è altresì considerata un pericoloso "modulatore" o "sregolatore" endocrino (*endocrine disruptor*).

Per analogia con le proprietà chimico-fisiche e tossicologiche della TCDD, altre 16 "diossine" (tutte clorosostituite alle posizioni C2, C3, C7, e C8) vengono considerate rilevanti ai fini della gestione del pertinente rischio tossicologico e ambientale. Esse sono ritenute in genere meno pericolose della TCDD, ma additive a essa in quanto l'azione tossica si esercita secondo meccanismi simili.

La capacità delle "diossine" d'indurre effetti tossici anche a esposizioni molto basse, dà a tali sostanze grande rilevanza sanitaria.

I livelli analitici delle diverse "diossine" possono essere espressi in equivalenti di tossicità di TCDD (unità TE o TEQ) tramite l'impiego di fattori di conversione analitico-tossicologici: in uso in Italia, è il sistema I-TEF. Una volta convertiti, tutti i 17 valori TE possono essere sommati in un unico dato TE.

Anche i PCB sono sostanze molto tossiche, per le quali viene riportato un ampio spettro di effetti nocivi. Alcuni PCB sono noti per produrre effetti tossici con gli stessi meccanismi delle "diossine" (PCB "diossina"-simili); nella valutazione del rischio, essi vengono convertiti in unità TE ed eventualmente sommati agli altri livelli TE misurati.

I PCB contengono in genere minute quantità di "diossine", i cui livelli possono però aumentare anche di alcuni ordini di grandezza.

In tutte le specie animali, la principale via d'esposizione a PCB, PCDD, e PCDF è l'alimentazione. Nel caso dell'essere umano, la dieta copre più del 95 % dell'assunzione giornaliera media.

**Dispositivo di arresto di emergenza** (D.P.R. n. 459/1996 - Direttiva Macchine): è un dispositivo di cui deve essere dotata una macchina per fare fronte a situazioni di pericolo imminente o in caso di incidente. Su una stessa macchina possono essere presenti più dispositivi di arresto di emergenza.

Detto dispositivo deve:

- comprendere dispositivi di comando chiaramente individuabili, ben visibili e rapidamente accessibili;
- provocare l'arresto del processo pericoloso nel tempo più breve possibile, senza creare rischi supplementari;
- avviare eventualmente, o permettere di avviare, alcuni movimenti di salvaguardia.

Quando si smette di azionare il comando dell'arresto di emergenza, l'ordine di arresto deve essere mantenuto da un blocco del dispositivo di arresto di emergenza, sino al suo sblocco; non deve essere possibile ottenere il blocco del dispositivo senza che quest'ultimo generi un ordine di arresto; lo sblocco del dispositivo deve essere possibile soltanto con un'apposita manovra e non deve riavviare la macchina, ma soltanto autorizzarne la rimessa in funzione.

**Dispositivo di arresto normale** (D.P.R. n. 459/1996 - Direttiva Macchine): è un dispositivo di cui deve essere dotata una macchina per consentire l'arresto in condizioni di sicurezza. Ogni posto di lavoro deve essere munito di un dispositivo di comando che consenta di arrestare, in funzione dei rischi esistenti, tutti gli elementi mobili della macchina o unicamente parti di essi, in modo che la macchina sia posta in situazione di sicurezza. L'ordine di arresto deve essere prioritario rispetto agli ordini di avviamento. Ottenuto l'arresto della macchina o dei suoi elementi pericolosi, si deve interrompere l'alimentazione degli azionatori.

**Dispositivo di interblocco** (norma UNI EN 1088 del 30.11.97, CEI EN 60947-5-1 del 1991, Art. 72 D.P.R. 547/55): dispositivo ad apertura positiva che impedisce l'apertura del riparo posto sulla zona pericolosa finché la macchina è in movimento, e non consente l'avvio della macchina se il riparo è aperto.

**Disturbi muscoloscheletrici:** i disturbi muscolo scheletrici coprono un'ampia gamma di problemi di salute. I due gruppi principali sono i dolori / le lesioni dorsali e le lesioni dovute a continuo stress. Possono essere interessati sia gli arti inferiori che quelli supe-

riori; inoltre è evidente che i *disturbi muscoloscheletrici* sono fortemente legati all'attività lavorativa. Le cause fisiche dei *disturbi muscoloscheletrici* includono: lavori manuali, carichi pesanti, posizioni non corrette, movimenti scomodi, movimenti altamente ripetitivi, impiego della forza delle mani, pressione meccanica diretta su tessuti corporei, vibrazioni, ambienti di lavoro freddi. Le cause dovute all'organizzazione del lavoro comprendono: i ritmi di lavoro, il lavoro ripetitivo, il sistema di orari, il sistema di pagamento, il lavoro monotono e anche fattori psicosociali. Alcuni tipi di disturbi sono connessi a mansioni o occupazioni particolari. Le donne risultano più soggette degli uomini, in gran parte a causa del genere di lavoro che svolgono. *Fonte*: FACTS n. 4 – Agenzia Europea per la Sicurezza e la Salute sul Lavoro - <http://osha.eu.int>

**Durata media dell'inabilità temporanea ( $G_{A_{med}}$ ):** durata media dell'inabilità temporanea per infortuni accaduti con inabilità di almeno 1 giorno escluso il giorno di accadimento. Si calcola dividendo il numero di giornate lavorative perse, escluso il giorno di accadimento ( $G_A$ ), diviso il numero di infortuni accaduti che hanno comportato l'astensione dal lavoro di almeno 1 giorno, escluso il giorno di accadimento ( $A^*$ ), ai sensi della Norma UNI 7249 del 22.12.95:  $G_{A_{med}} = G_A / A^*$ . I due valori utilizzati per il calcolo ( $G_A$  e  $A^*$ ) devono essere omogenei nel tempo e nello spazio, cioè riferiti allo stesso periodo di tempo (anno, mese ecc.) e alla stessa area (territorio, stabilimento, reparto ecc.).

**D.P.I. (Dispositivi di protezione individuale):** qualsiasi attrezzatura destinata a essere indossata o tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggersi contro i rischi derivanti dalla sua attività lavorativa.

**EMAS (Eco-Management and Audit Scheme):** standard di riferimento definito con il Regolamento CE 1836/93 per l'applicazione del sistema di gestione ambientale a imprese che gestiscono uno o più siti industriali. Il Regolamento viene adottato su base volontaria da parte delle aziende che intendono avvalersene e prevede un controllo da parte del Comitato Nazionale EMAS.

**Emissione:** scarico diretto o indiretto, da fonti puntiformi o diffuse dell'impianto, di sostanze, vibrazioni, calore o rumore nell'aria, nell'acqua e nel suolo (D.Lgs. n. 372/1999).

**Emissione in atmosfera:** qualsiasi sostanza solida, liquida o gassosa introdotta nell'atmosfera, proveniente da un impianto che possa produrre inquinamento atmosferico (Art. 2, comma 4, D.P.R. n.203 del 24.05.1988); in genere le emissioni in atmosfera sono convogliate ed espulse nell'ambiente esterno mediante ciminiera o camini, collegati a impianti di aspirazione.

**Emissione in atmosfera scarsamente significativa:** emissioni provenienti dalle attività descritte nell'Allegato 1 del D.P.R. del 25.07.91.

**Emissione in atmosfera a ridotto inquinamento:** emissioni provenienti dalle attività descritte nell'All. 2 del DPR del 25.07.91.

**Emissioni in atmosfera da motori diesel:** i motori a combustione interna con ciclo Diesel, che utilizzano gasolio da autotrazione reperibile presso la normale rete di distribuzione carburanti, determinano l'immissione in atmosfera delle sostanze indicate nella tabella seguente. I valori delle concentrazioni riportate in tabella rappresentano una media dei valori che possono essere reperiti in letteratura. Tali valori variano in funzione della composizione del petrolio greggio utilizzato nella produzione del combustibile, dalle caratteristiche costruttive del motore diesel considerato e dai sistemi di depurazione installati sullo scarico dell'automezzo.

**E.P.A.:** Environmental Protection Agency (U.S.A.).

TABELLA EMISSIONI ALLO SCARICO - MOTORE DIESEL		
SOSTANZA	Quantità minima (grammi/m <sup>3</sup> )	Quantità massima (grammi/m <sup>3</sup> )
CO <sub>2</sub>	0.60	13.00
CO	tracce	8.00
O <sub>2</sub>	0.45	20.00
H <sub>2</sub>	tracce	2.65
Idrocarburi	tracce	0.60
NO <sub>x</sub>	tracce	0.18
SO <sub>2</sub>	0.01	0.04

**Esplosivi:** sostanze che possono esplodere per effetto della fiamma o che sono sensibili agli urti e agli attriti.....

**Etichettatura:** insieme delle indicazioni da riportare su apposita etichetta o direttamente sull'imballaggio o sulla confezione, a mezzo stampa, rilievo o incisione. Ai sensi del D.Lgs. n. 493/96 devono essere muniti dell'etichettatura prescritta anche recipienti e tubazioni destinati a contenere o trasportare sostanze e preparati pericolosi.

**Fenolo:** è classificato come segue:

- in concentrazioni superiori al 5% come T (tossico), R24/25 (tossico a contatto con la pelle e per ingestione), C (corrosivo), R34 (provoca ustioni); l'inalazione di vapori organici può provocare bruciori agli occhi e irritazioni della gola;
- in concentrazioni comprese tra l'1 e il 5% come nocivo (Xn), R21/22 (nocivo a contatto con la pelle e per ingestione), R36/38 (irritante per gli occhi e la pelle).

**Formaldeide** (aldeide formica): è classificata dalla I.A.R.C. nel gruppo 2A dei cancerogeni (probabile cancerogeno per l'uomo) e dalla Comunità Europea nella categoria 3 dei cancerogeni; inoltre la formaldeide è classificata come segue:

- in concentrazioni superiori al 25% come T (tossico), C (corrosivo) e l'etichettatura riporta le frasi di rischio R23/24/25 (tossico per inalazione/ingestione/contatto con la pelle), R34 (provoca ustioni), R40 (possibilità di effetti irreversibili), R43 (può provocare sensibilizzazione per contatto con la pelle);
- in concentrazioni comprese tra il 5 e il 25% come Xn (nocivo), R20/21/22 (nocivo per inalazione, a contatto con la pelle, per ingestione), R36/37/38 (irritante per gli occhi, le vie respiratorie e la pelle), R40 (possibilità di effetti irreversibili), R43 (può provocare sensibilizzazione per contatto con la pelle);
- in concentrazioni comprese tra l'1 e il 5% come Xn (nocivo), R40 (possibilità di effetti irreversibili), R43 (può provocare sensibilizzazione per contatto con la pelle);
- in concentrazioni comprese tra lo 0,2 e l'1% è come Xi (irritante), R43 (può provocare sensibilizzazione per contatto con la pelle).

**Fraresi R** (frasi di rischio): indicazioni contenute nelle schede di sicurezza di sostanze e prodotti chimici pericolosi informative sui rischi a cui può essere esposto il lavoratore in loro presenza o durante il loro utilizzo, ai sensi del D.P.R. n. 927 del 24.11.1981. Esempio "R20: nocivo per inalazione".

**Fraresi S** (consigli di prudenza): indicazioni contenute nelle schede di sicurezza di sostanze e prodotti chimici pericolosi informative sui consigli di prudenza a cui il lavoratore deve attenersi in loro presenza o durante il loro utilizzo. Esempio: "S26: in caso di contatto con gli occhi lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare il medico".

**Frequenza**: quante volte un evento si ripete nell'unità di tempo. La frequenza di un'onda è il numero di oscillazioni al secondo. Si misura in Hertz (1 Hz = 1 oscillazione al secondo) o in KHz (pari a  $10^3$  Hz) o in MHz (pari a  $10^6$  Hz) o in GHz (pari a  $10^9$  Hz).

**Grado di protezione degli involucri dei componenti elettrici**: si tratta di un codice composto dalle lettere IP (iniziali di *International Protection*) seguite da due cifre. Recentemente, al codice sono state aggiunte altre due lettere che seguono le cifre. L'indicazione del grado di protezione dell'involucro deve essere riportata su ciascun componente o apparecchiatura elettrica. La 1ª cifra (che varia da 0 a 6) indica il grado di protezione crescente contro la penetrazione dell'involucro da parte dei corpi solidi. La 2ª cifra (che varia da 0 a 8) indica il grado di protezione crescente contro l'ingresso dell'acqua nell'involucro. Il numero 0 indica la mancanza di qualsiasi protezione. La cifra che non interessa, nel senso che non importa quale sia, viene sostituita con una X. L'eventuale 1ª lettera addizionale (che può essere A, B, C, D) indica il grado di protezione crescente contro l'accesso a parti pericolose all'interno dell'involucro. L'eventuale 2ª lettera addizionale (che può essere H, M, S, W) indica particolari caratteristiche di idoneità e di prove dell'involucro.

**I.A.R.C.**: (International Agency of Research on Cancer): Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro, con sede a Lione (Francia).

**Impatto ambientale**: alterazione dell'ambiente o delle sue caratteristiche di fruibilità, causata dall'interazione con fattori legati all'antropizzazione e/o alle attività antropiche. Ai fini della definizione del profilo di impatto ambientale di *comparto* si considerano le cause di alterazione dell'ambiente (*fattori di impatto ambientale*) legate al normale funzionamento di regime delle attività produttive.

**Indice di frequenza degli infortuni** ( $F_A$ ): indice di frequenza degli infortuni accaduti con astensione dal lavoro di almeno 1 giorno escluso quello di accadimento. Si calcola moltiplicando per un milione il rapporto tra numero degli infortuni accaduti con astensione dal lavoro di almeno 1 giorno escluso quello di accadimento ( $A'$ ) e numero delle ore lavorate ( $H$ ), ai sensi della Norma UNI 7249 del 22.12.95:  $F_A = (A' / H) 10^6$ . I due valori utilizzati per il calcolo ( $A'$  e  $H$ ) devono essere omogenei nel tempo e nello spazio, cioè riferiti allo stesso periodo di tempo (anno, mese ecc.) e alla stessa area (territorio, stabilimento, reparto ecc.).

**Indice di gravità degli infortuni** ( $S_A$ ): indice di gravità degli infortuni accaduti con inabilità di almeno un giorno escluso il giorno di accadimento. Si calcola moltiplicando per mille il rapporto tra il numero di giornate lavorative perse escluso il giorno di accadimento ( $G_A$ ) e le ore lavorate ( $H$ ), ai sensi della Norma UNI 7249 del 22.12.95:  $S_A = (G_A / H) 10^3$ . I due valori utilizzati per il calcolo ( $G_A$  e  $H$ ) devono essere omogenei nel tempo e nello spazio, cioè riferiti allo stesso periodo di tempo (anno, mese ecc.) e alla stessa area (territorio, stabilimento, reparto ecc.).

**Inquinamento**: introduzione diretta o indiretta, a seguito di attività umana, di sostanze, vibrazioni, calore o rumore nell'aria, nell'acqua o nel suolo, che potrebbero nuocere alla salute umana o alla qualità dell'ambiente, causare il deterioramento di beni materiali, oppure danni o perturbazioni a valori ricreativi dell'ambiente o ad altri suoi legittimi usi (D.Lgs. n. 372/1999).

**Inquinamento atmosferico**: ogni modificazione alla normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità o caratteristiche tali da: alterare le normali condizioni ambientali o di salubrità dell'aria;

costituire un pericolo o pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; compromettere le attività ricreative o gli altri usi legittimi dell'ambiente; alterare le risorse biologiche, gli ecosistemi e i beni materiali pubblici e privati.

**Inquinanti dell'aria e salute:** ad esempio in agricoltura: aratura e bruciatura per disporre di superfici coltivabili.

Inquinante	Fonte principale	Principali effetti per la salute
<b>Benzene</b>	Veicoli a motore. Industria chimica	Cancro Incidenza sul sistema nervoso centrale
<b>Metalli pesanti</b> (ad esempio arsenico, cadmio, piombo, mercurio e nickel)	Processi industriali Produzione di energia Veicoli a motore	Cancro Problemi digestivi Danni al sistema nervoso
<b>Biossido di azoto</b>	Veicoli a motore Altri processi di combustione	Malattie respiratorie Danni ai tessuti polmonari
<b>Ozono</b>	Trasformazione di ossidi di azoto e di composti organici volatili prodotti dal traffico in presenza della luce solare	Problemi respiratori Menomazione della funzione dei polmoni Peggioramento dell'asma Irritazione degli occhi e del naso Minore resistenza alle infezioni
<b>Particelle</b>	Combustione: ad esempio diesel e legno Industria Agricoltura: ad esempio aratura, bruciatura per disporre di superfici coltivabili Reazioni chimiche secondarie	Cancro Problemi cardiaci Malattie respiratorie Aumento del rischio di mortalità infantile
<b>Biossido di zolfo</b>	Combustione del combustibile	Problemi respiratori

Fonte: Commissione europea, l'U.E. e l'Aria pulita, 2000

**Inquinante:** qualsiasi sostanza immessa direttamente o indirettamente dall'uomo nell'aria ambiente che può avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso (D.Lgs. n. 351/1999).

**Infiammabile:** sostanza che allo stato liquido ha il punto di infiammabilità tra i 21°C ed i 55°C. Si definisce inoltre *facilmente infiammabile:* sostanza che a contatto con l'aria, a temperatura normale e senza ulteriore apporto di energia, può riscaldarsi e infiammarsi; *allo stato solido* può facilmente infiammarsi per la rapida azione di una sorgente di accensione e continuare a bruciare o a consumarsi anche dopo l'allontanamento da essa; *allo stato liquido* ha il punto di infiammabilità sotto i 21°C; *allo stato gassoso* si infiamma a contatto con l'aria a pressione normale; *a contatto con l'acqua o l'aria umida*, sprigiona gas facilmente infiammabili in quantità pericolose. *Altamente infiammabile* (o estremamente infiammabile): sostanza o preparato liquido il cui punto di infiammabilità è inferiore a 0°C e il cui punto di ebollizione è inferiore o pari a 35°C.

**Infortunio sul lavoro:** evento lesivo avvenuto per causa violenta, durante il lavoro, da cui sia derivata la morte o un'inabilità permanente al lavoro assoluta o parziale, ovvero un'inabilità temporanea assoluta per un tempo maggiore della rimanente parte della giornata o del turno nel quale si è verificato l'evento (dalla norma UNI 7249 *Statistiche degli infortuni sul lavoro*).

**Ipoacusia da rumore:** l'ipoacusia, cioè la diminuzione fino alla perdita della capacità uditiva, è il danno da rumore meglio conosciuto e più studiato. L'esposizione a rumori di elevata intensità e per lungo periodo di tempo provoca una serie di alterazioni a carico delle strutture neuro-sensoriali dell'orecchio interno. I meccanismi riparativi non possono instaurarsi se l'esposizione a rumore è continuativa. Anche esposizioni di carattere impulsivo prolungate nel tempo possono comportare danni irreversibili, che si manifestano con un innalzamento permanente della soglia uditiva. Il danno da rumore si manifesta tipicamente come ipoacusia percettiva bilaterale. Il rumore a intensità più elevata (non inferiore a 120-130 dB secondo alcuni Autori) determina effetti anche sulla porzione vestibolare con vertigini, nausea, disturbi dell'equilibrio, di solito reversibili dopo la cessazione dello stimolo sonoro. Il rumore determina, inoltre, un effetto di mascheramento, che disturba le comunicazioni verbali e la percezione di segnali acustici di sicurezza (con un aumento di probabilità degli infortuni sul lavoro), favorisce l'insorgenza della fatica mentale, diminuisce l'efficienza del rendimento lavorativo, provoca turbe dell'apprendimento e interferenze sul sonno e sul riposo.

**Irritante:** sostanza o preparato che, pur non essendo corrosivo, al contatto immediato o prolungato della pelle e delle mucose può produrre una reazione infiammatoria.

**I.C.N.I.R.P.:** International Commission Non-Ionizing Radiation Protection.

**I.S.P.E.S.L.:** Istituto Superiore per la Prevenzione e Sicurezza del Lavoro.

Le ricerche su "Profili di rischio nei comparti produttivi" possono essere visionate sul sito Internet:  
[http://www.ispesl.it/profili\\_di\\_rischio/index.htm](http://www.ispesl.it/profili_di_rischio/index.htm)

**Lavoro notturno:** attività lavorativa svolta nel corso di un periodo di almeno sette ore consecutive comprendenti l'intervallo fra la mezzanotte e le cinque del mattino (definizione ai sensi del D.Lgs. n. 532 del 26.11.1999).

**Lavoratore notturno:** lavoratore che durante il periodo notturno svolga, in via non eccezionale, almeno tre ore del suo tempo di lavoro.

ro giornaliero oppure una parte del suo normale orario di lavoro secondo le norme definite dal CCNL (definizione ai sensi del D.Lgs. n. 532 del 26.11.1999).

**Lep<sub>d</sub>** (livello di esposizione quotidiana al rumore): esposizione quotidiana personale di un lavoratore al rumore, espressa in dB(A), misurata, calcolata e riferita a 8 ore giornaliere (il pedice "d" sta per *day*).

**Lep<sub>w</sub>** (livello di esposizione settimanale al rumore): esposizione settimanale professionale di un lavoratore al rumore, calcolata come media settimanale dei valori quotidiani Lep<sub>d</sub> e valutata sui giorni lavorativi della settimana (il pedice "w" sta per *week*).

**M.F.A.** (*Material Flow Analysis*): vedere *Analisi dei flussi di materia*.

**Microclima sfavorevole**: condizioni dell'ambiente di lavoro i cui parametri ambientali sono al di fuori dell'intervallo di normalità, identificabile in modo generico con i valori 18, 22°C di temperatura e 40, 60% di umidità relativa dell'aria.

**Migliori tecniche disponibili** (*in inglese "Best Available Technology" abbreviato con B.A.T.*): la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio indicante l'idoneità pratica di determinate tecniche nella costituzione, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione; valori intesi a evitare oppure, ove ciò si riveli impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso. Nel determinare le migliori tecniche disponibili, occorre tenere conto, in particolare, degli elementi di cui all'allegato IV del D.Lgs. n.372 del 1999. In particolare si intende per: *tecniche*, sia le tecniche impiegate sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e chiusura dell'impianto; *disponibili*, le tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte in ambito nazionale, purché il gestore possa avervi accesso a condizioni ragionevoli; *migliori*, le tecniche più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso (D.Lgs. n. 372/1999).

**Nafta**: parzialmente raffinato o non raffinato è un prodotto ottenuto dalla prima distillazione del petrolio greggio. È costituito da idrocarburi con punto di ebollizione nell'intervallo 100 – 200 ° C. La nafta è un prodotto classificato dalla Comunità Europea nella categoria 2 dei cancerogeni. In concentrazione maggiore o uguale al 10% è classificato come T (tossico), R45 (può provocare il cancro), R65 (può causare danni polmonari se ingerito). In concentrazione tra lo 0,1% e il 10% è classificato come T (tossico), R45 (può provocare il cancro).

**Nocivo**: sostanza o preparato che per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea può causare danni alla salute di gravità limitata.

**N.T.P.**: National Toxicology Program.

**O.S.H.A.**: Occupational Safety and Health Administration (European Agency for Safety and Health at Work). Sito Internet: <http://agency.osha.eu.int>

**Pericolo**: proprietà o qualità intrinseca di un determinato fattore avente il potenziale di causare danni.

**Pericolosi per l'ambiente**: le sostanze e i preparati la cui utilizzazione presenta o può presentare rischi immediati o differiti per l'ambiente.

**Pneumoconiosi**: malattia causata dall'accumulo di polveri minerali nei polmoni e dalle reazioni tissutali conseguenti.

**Preparati**: miscele o soluzioni costituiti da due o più sostanze.

**Procedura "Blocca e Segnala" (Lock-out & Tag-out)**: procedura stabilita e standardizzata, utilizzata specialmente per gli interventi di manutenzione o pulizia, finalizzata a *bloccare* la macchina o l'impianto, e al tempo stesso *segnalare* il pericolo e i divieti. La procedura serve a evitare che, mentre un addetto effettua l'intervento, qualcun altro avvii intempestivamente la macchina. È opportuno che la procedura sia specifica per i diversi tipi di macchine e impianti, che il blocco neutralizzi tutte le forme di energia (elettrica, meccanica, oleodinamica, pneumatica) e che assicuri tutte le parti che si potrebbero muovere a causa del proprio peso.

Una procedura in uso consiste nel dotare il quadro di controllo della macchina di un dispositivo a chiave, in modo che l'addetto alla manutenzione, prima di intervenire, si impossessi della chiave fino al termine del lavoro. Altri sistemi possono essere ugualmente efficaci purché precedentemente definiti; ad esempio: eventuali manovre straordinarie e regolazioni che richiedano che l'intervento a impianto in moto possa avvenire sotto la supervisione del responsabile del reparto, ed essere effettuato tramite pulsantiera a uomo presente con avanzamento a impulsi che, una volta inserita, escluda il quadro comando.

La segnalazione del pericolo e la disposizione del divieto di attivazione e/o utilizzo può avvenire ponendo un cartello sul quadro di comando della macchina, ad esempio recante la scritta *Lavori in corso - Divieto di effettuare manovre*.

**Profilo:** descrizione breve, concisa e compendiosa, eventualmente corredata da grafici, tabelle, fotografie ecc., che risulti esaustiva ai fini della caratterizzazione dell'oggetto.

**Punto limite di sviluppo:** punto della zona di lavoro più distante dalla cappa aspirante ove è possibile avere sviluppo dell'inquinante.

**Radiazioni:** le radiazioni possono essere classificate come segue:

- **Radiazioni non ionizzanti** dette NIR (*Non Ionizing Radiation*). Gli effetti sul corpo umano di queste radiazioni non sono tali da determinare direttamente la rottura dei legami molecolari delle cellule, perché non possiedono energia sufficiente e producono principalmente effetti termici o induzione di correnti. All'interno delle radiazioni non ionizzanti si distinguono per importanza applicativa i seguenti intervalli di frequenza:
  - frequenze estremamente basse (*ELF - Extra Low Frequency*). La principale sorgente è costituita dagli elettrodotti a 50-60 Hz che trasportano energia elettrica dalle centrali di produzione agli utilizzatori;
  - radiofrequenze (*RF - Radio Frequency*). Le principali sorgenti sono costituite dagli impianti di ricettazione radiotelevisivi;
  - microonde (*Microwaves*). Le principali sorgenti di microonde sono costituite dagli impianti di telefonia cellulare e dai ponti radio.
- **Radiazioni ionizzanti** dette IR (*Ionizing Radiation*). Queste radiazioni, per la loro elevata energia, sono in grado di rompere i legami molecolari delle cellule e possono indurre mutazioni genetiche. Le *radiazioni ionizzanti* includono le radiazioni da particelle (ad esempio: particelle alfa e beta emesse da materiali radioattivi, neutroni da reattori e acceleratori nucleari) e le radiazioni elettromagnetiche con energia superiore a 12,4 eV, corrispondenti a lunghezze d'onda inferiori a 100 nm (ad esempio: raggi X da acceleratori di elettroni e macchine a raggi X).

In base alla frequenza, le radiazioni elettromagnetiche possono essere classificate come in tabella seguente:

*Spettro delle radiazioni elettromagnetiche e relativa classificazione dei TLV secondo ACGIH*

Tipo	Radiazioni Non Ionizzanti											Radiazioni Ionizzanti	
	Sub-frequenze		Radio frequenze	Micro onde	Infrarossi			Visibile	Ultravioletti			Raggi X	
Banda d'onda	ELF				IR-A	IR-B	IR-C			UV-A	UV-B	UV-C	
Lunghezza d'onda	1.000 Km	10 Km	1 m	1 mm	3 μm	1,4 μm	760 nm	400 nm	315 nm	280 nm	180 nm	10 nm	
Frequenza	300 Hz	30 KHz	300 KHz	300 GHz									
TLV ACGIH dato per →	Sub-frequenze		Radio frequenze e microonde		Visibile e vicino infrarosso			Ultravioletti			Ionizzanti		

Fonte: Valori limite di soglia. Indici biologici di esposizione. ACGIH 2000 - Giornale degli Igienisti Industriali, Associazione Italiana Degli Igienisti Industriali (A.I.D.I.I.), supplemento al volume 26, n. 1 del gennaio 2001.

In particolare, le *radiazioni infrarosse* corrispondono a un ampio spettro elettromagnetico con lunghezze d'onda che vanno da 760 nm a 1 mm. Le radiazioni infrarosse sono comunemente chiamate *radiazione termica* o *calore radiante* e sono emesse da oggetti caldi nonché da dispositivi elettrici ed elettronici. I principali organi bersaglio delle radiazioni infrarosse sono l'occhio e la cute. L'esposizione a lunghezze d'onda comprese tra 80 nm e 3000 nm, con irradiazioni ripetute significativamente superiori a quelle solari ( $10 \text{ W/m}^2$ ), provoca opacità del cristallino (*cataratta da calore*). Altri danni sono possibili in presenza di una elevata potenza, come nel caso del laser (vedere *Danni da esposizione a radiazione laser*). Le radiazioni infrarosse contribuiscono ai danni da microclima sfavorevole, sia in ambiente caldo che freddo.

**Riciclaggio:** recupero dei materiali destinati ad essere trasformati in rifiuto, per essere invece riutilizzati come "materia prima" in nuovi cicli produttivi o nel medesimo ciclo che li ha generati.

**Rifiuto:** qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi (Art. 6, comma 1, D.Lgs. n° 22 del 05.02.1997, così come modificato e integrato con il D.Lgs. n° 389 del 08.11.1997).

**Riparo interbloccato** (Norma EN 292-1): riparo associato a un dispositivo di interblocco in modo che:

- le funzioni pericolose della macchina interessata dal riparo non possano essere svolte finché esso non sia stato chiuso;
- se il riparo viene aperto durante lo svolgimento delle funzioni pericolose della macchina, venga dato un ordine di arresto;
- la chiusura del riparo consenta l'esecuzione delle funzioni pericolose della macchina interessata, ma non ne comandi l'avvio.

**Rischio ambientale:** probabilità che l'ambiente vada incontro a un'alterazione che risulti dannosa e che sia stata causata da un evento accidentale, occasionale o ripetuto. Ai fini della definizione del profilo di rischio ambientale di *comparto* si considerano quindi le



cause (*fattori di rischio ambientale*) di possibile degrado dell'ambiente per malfunzionamenti, errori di gestione o incidenti che, anche se frequenti, non ricorrono nelle condizioni corrette di funzionamento a regime delle unità produttive.

**Rischio lavorativo:** probabilità che il lavoratore vada incontro a un danno fisico o psichico, transitorio o permanente, a seguito della interazione con fattori potenzialmente nocivi (*fattori di rischio lavorativo*).

**RISOL:** banca dati regionale delle *soluzioni*, presso il Settore tecnico CEDIF di ARPAT.

**Saturnismo:** intossicazione cronica da piombo caratterizzata classicamente da una fase iniziale di abnorme assorbimento del tossico, da una fase acuta e da una fase cronica.

**Scheda di sicurezza** (scheda informativa in materia di sicurezza): documento contenente informazioni specifiche, relativo a sostanze e prodotti pericolosi al fine di proteggere la salute e sicurezza dei lavoratori. La scheda contiene 16 voci obbligatorie tra le quali l'identificazione del preparato e dell'azienda produttrice, le proprietà chimico-fisiche, le frasi di rischio (frasi R), i consigli di prudenza (frasi S), informazioni ecologiche ecc.

**S.C.O.E.L.:** comitato scientifico europeo che si occupa dello studio dei limiti di esposizione negli ambienti di lavoro.

**Sensibilizzante:** sostanza o preparato che può dare luogo a sensibilizzazione, per inalazione e/o contatto cutaneo, per cui una successiva esposizione produce reazioni avverse caratteristiche.

**Seni paranasali:** cavità ricoperte di mucosa situate intorno al naso e a esso collegate.

**Segnaletica di sicurezza:** cartelli, segnali acustici, luminosi, verbali e gestuali aventi lo scopo di vietare comportamenti pericolosi, avvertire di rischi o pericoli, fornire indicazioni per la sicurezza o il soccorso, prescrivere comportamenti sicuri e indicare ulteriori elementi di prevenzione.

**Silicosi:** fibrosi polmonare diffusa causata dall'inalazione di polveri contenenti silicio biossido ( $\text{SiO}_2$ ) allo stato libero (*silice libera*). Vedere anche la voce *danni da inalazione di silice libera cristallina*.

**Simboli di sostanze e preparati pericolose:** esplosivo (E), carburante (O), facilmente infiammabile (F), altamente infiammabile (F+), corrosivo (C), irritante (Xi), nocivo (Xn), tossico (T), altamente tossico (T+) ai sensi del D.Lgs. n. 52 del 03.02.1997.

**Sindrome da vibrazioni mano-braccio:** l'esposizione a vibrazioni mano-braccio generate da utensili portatili e/o da manufatti impugnati e lavorati su macchinario fisso è associata a un aumentato rischio di insorgenza di lesioni vascolari, neurologiche e muscoloscheletriche a carico del sistema mano-braccio. L'insieme di tali lesioni è definito *Sindrome da vibrazioni mano-braccio*. La componente vascolare della sindrome è rappresentata da una forma di *fenomeno di Raynaud* definita *vibration-induced white finger* (VWF) dagli autori anglosassoni (dito bianco indotto da vibrazioni); la componente neurologica è caratterizzata da una neuropatia periferica prevalentemente sensitiva (intorpidimento, formicolio, alterata sensibilità tattile); la componente osteoarticolare comprende lesioni cronicodegenerative a carico dei segmenti ossei e articolari degli arti superiori, in particolare a livello dei polsi e dei gomiti. Alcuni studi hanno anche riportato un aumentato rischio di alterazioni muscolotendinee e di intrappolamento dei tronchi nervosi, nei lavoratori che usano utensili vibranti. Secondo l'ACGIH il controllo della *Sindrome da vibrazioni* deve essere effettuato: tramite il rispetto del TLV, l'attuazione di misure di prevenzione (vedere quanto riportato nel Capitolo 3 del presente volume) e la sorveglianza sanitaria per la sensibilità individuale al fattore di rischio.

**Sindrome di Raynaud:** anche conosciuta come *fenomeno del dito bianco*, è una alterazione vasoplastica della microcircolazione delle mani per esposizione a vibrazioni, e favorita da esposizione alle basse temperature e dal fumo di sigaretta (vedere *Sindrome da vibrazioni mano-braccio*).

**Smog fotochimico:** alterazione negativa della qualità dell'aria determinata da "reazioni fotochimiche", cioè da reazioni che avvengono per assorbimento di energia radiante derivante dall'azione dei raggi ultravioletti emessi dal sole, che, agendo su alcuni inquinanti presenti in atmosfera, danno luogo alla formazione di altri composti anch'essi inquinanti. Infatti, la maggior parte del biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ) che si trova nell'atmosfera, deriva da trasformazioni fotochimiche, tramite cui il biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ) viene dissociato in ossidi di azoto (NO) e O (ossigeno atomico); quest'ultimo, in presenza di sostanze capaci di utilizzare l'energia liberata dal processo, determina la produzione di ozono ( $\text{O}_3$ ), il quale dà luogo alla riossidazione dell'ossido di azoto, che viene trasformato nuovamente in biossido di azoto. Si stabilisce così un equilibrio dinamico che, in presenza di idrocarburi ancora reattivi, viene alterato da altre reazioni fotochimiche che portano alla formazione di composti intermedi (aldeidi, chetoni, alcoli, anidride carbonica ecc.) e composti finali (radicali liberi, alchili, idrossili, alconili ecc.). Tutti questi composti costituiscono il cosiddetto smog fotochimico.

**Soglie di allarme e di pericolo per esposizione a calore:** la *soglia di allarme* è quella condizione limite di esposizione, al di sotto

della quale nessun soggetto, sano e fisicamente adatto all'attività svolta, corre il rischio di stress termico tale da deteriorare il suo stato di salute; la *soglia di pericolo* tutela invece la maggior parte dei soggetti esposti, non essendo escluso che alcuni di questi corrano tale rischio.

**Sorveglianza sanitaria per gli addetti a videoterminali (VDT):** Sulla rivista ISPEL *Prevenzione Oggi* (anno IX – numero 3-4, luglio - dicembre 1998) è riportato l'articolo *Screening ergofoalmologici in addetti a VDT*. Si tratta di linee guida per la sorveglianza sanitaria degli addetti a VDT a cura del medico competente e relativi strumenti di raccolta dati (questionario sugli aspetti ambientali negli uffici, scheda di individuazione dei difetti visivi, protocollo per la visita ergofoalmologica).

**Sostanze:** elementi chimici e loro composti, allo stato naturale o ottenuti mediante procedimenti di produzione, contenenti impurezze derivanti dal procedimento impiegato, oltre agli additivi necessari alla loro immissione sul mercato. Ai fini del D.Lgs. 372/1999, per "sostanze" si intende: gli elementi chimici e loro composti, escluse le sostanze radioattive di cui al D.Lgs. n. 230 del 17.03.1995, e gli organismi geneticamente modificati di cui ai D.Lgs. n. 91 e n. 92 del 03.03.1993.

**Stress da calore:** è il carico calorico corporeo netto al quale il lavoratore può essere esposto, derivante dai contributi combinati della produzione di calore metabolico da lavoro, dei fattori ambientali (per es., la temperatura e l'umidità dell'aria, i movimenti d'aria, lo scambio di calore radiante) e del tipo di vestiario. Il calore metabolico prodotto dipende dal tipo di attività fisica svolta dal lavoratore. Un leggero o moderato stress da calore può causare disagio e può influire negativamente sul rendimento e sulla sicurezza, ma non è pericoloso per la salute. Come esso si avvicina ai limiti di tolleranza umana, aumenta il rischio di disturbi correlati con l'aumento della temperatura (vedere *Danni da esposizione a calore*)

Le linee guida ACGIH per la gestione dello stress e l'affaticamento da calore, prevedono:

*Controlli generali:*

- fornire precise istruzioni verbali e scritte, frequenti programmi di addestramento e altre informazioni circa lo stress e l'affaticamento da calore;
- raccomandare di bere piccole quantità (ca. 1 tazza) di acqua fredda o tiepida ogni 20 minuti;
- permettere l'autolimitazione dell'esposizione e incoraggiare l'osservazione da parte dei compagni di lavoro per individuare segni o sintomi di affaticamento da calore negli altri;
- fornire consigli e monitorare coloro che assumono medicine in grado di compromettere le normali funzioni cardiovascolari, la pressione sanguigna, la regolazione della temperatura corporea, le funzioni renali e delle ghiandole sudorifere, e coloro che fanno uso o stanno disintossicandosi dall'alcool e da altri tossici;
- incoraggiare stili di vita salutari, il mantenimento del peso forma e del bilancio elettrolitico ideale;
- porre particolare attenzione a coloro che riprendono il lavoro dopo un'assenza da situazioni di esposizione al calore e incoraggiare il consumo di cibi salati (sotto il controllo medico se la persona segue una dieta povera di sali);
- prevedere screening medici di idoneità lavorativa all'assunzione, per identificare le persone suscettibili al danno sistemico da calore.

*Controlli specifici per le mansioni:*

- garantire controlli ingegneristici per ridurre, fra l'altro, il calore metabolico, garantire una buona ventilazione sia generale che localizzata, ridurre l'emissione di calore e di vapore d'acqua, schermare le sorgenti di calore radiante;
- attuare controlli organizzativi che permettano tempi di esposizione accettabili, un sufficiente recupero e limitino l'affaticamento fisiologico;
- fornire le protezioni individuali dimostrate efficaci per le condizioni e le modalità di lavoro della mansione.
- non sottovalutare mai segni o sintomi dei disturbi correlati con il calore.

**Sviluppo sostenibile:** sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri.

**TLV (Threshold Limit Value):** valori limite di soglia fissati dalla A.C.G.I.H. per l'esposizione a sostanze aerodisperse o radiazioni, forniti come raccomandazioni indicanti il livello al quale si ritiene possano essere esposti quotidianamente i lavoratori senza effetti negativi per la salute.

Tali limiti non hanno valore normativo e quindi non sono discriminanti per l'adozione delle misure di prevenzione stabilite dalle norme di igiene del lavoro, soprattutto nel caso di impiego di sostanze cancerogene, la cui concentrazione in ambiente di lavoro dovrebbe essere la minore possibile.

Inoltre si deve tenere conto che alcuni individui possono essere più sensibili all'esposizione di talune sostanze, e quindi non sufficientemente protetti anche nel caso che le concentrazioni siano inferiori ai TLV. Questo può essere dovuto a vari fattori: predisposizione genetica, età, esposizioni pregresse, assunzione di medicinali, fumo, alcool, droghe. Il medico del lavoro deve valutare il grado di protezione aggiuntiva consigliabile per tali soggetti.

In particolare si definisce:

- **TLV-TWA** concentrazione media ponderata nel tempo, su una giornata lavorativa convenzionale di 8 ore e su 40 ore lavorative settimanali, alla quale la maggior parte dei lavoratori possono essere ripetutamente esposti, giorno dopo giorno, senza effetti

negativi per la salute.

- **TLV-STEL** esposizione media ponderata su un periodo di 15 minuti che non deve mai essere superata nella giornata lavorativa, anche se la media ponderata su 8 ore è inferiore al TLV-TWA. Esposizioni al valore TLV-STEL non devono ripetersi più di 4 volte al giorno e fra esposizioni successive devono intercorrere almeno 60 minuti.
- **TLV-CEILING (TLV-C)** concentrazione che non deve essere superata durante l'attività lavorativa neppure per un brevissimo periodo di tempo.

**Tossico (T):** sostanza o preparato che per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, può comportare gravi danni acuti o cronici ed anche la morte; **altamente tossico (T+):** che per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, anche in piccole quantità, può comportare danni estremamente gravi, acuti o cronici e anche mortali.

**Valore limite:** livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso; tale livello deve essere raggiunto entro un dato termine e in seguito non superato (D.Lgs. n. 351/1999).

**Valori limite di esposizione dei lavoratori al rumore:** valori di esposizione che, se superati, comportano gli obblighi stabiliti dal D.Lgs. n. 277/1991. A titolo esemplificativo, uno schema di massima è dato dalla seguente tabella.

<i>Valori limite di esposizione al rumore</i>	<i>Principali misure da attuare al superamento dei valori limite</i>
Lep,d 80 dB(A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informare i lavoratori su:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- rischi per l'udito derivanti dall'esposizione al rumore;</li> <li>- le misure adottate in applicazione delle norme vigenti;</li> <li>- le misure di protezione cui i lavoratori debbono conformarsi;</li> <li>- la funzione dei Dispositivi Individuali di Protezione (D.P.I.) per la protezione dell'udito, le circostanze in cui ne è previsto l'uso e le modalità di uso;</li> <li>- il significato ed il ruolo del controllo sanitario per mezzo del medico competente;</li> <li>- i risultati ed il significato della valutazione del rumore.</li> </ul> </li> <li>- Sottoporre a controllo sanitario i lavoratori interessati che ne facciano richiesta ed il medico competente ne confermi l'opportunità, anche al fine di individuare eventuali effetti extrauditivi.</li> <li>- Privilegiare all'atto dell'acquisto di nuovi utensili, macchine, apparecchiature, quelli che producono, nelle normali condizioni di funzionamento, il più basso livello di rumore.</li> </ul>
Lep,d 85 dB(A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formare i lavoratori su:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- uso corretto dei mezzi individuali di protezione dell'udito;</li> <li>- uso corretto, ai fini della riduzione al minimo dei rischi per l'udito, degli utensili, macchine, apparecchiature che, utilizzate in modo continuativo, producono un Lep,d pari o superiore a 85 dB(A);</li> </ul> </li> <li>- Sottoporre a controllo sanitario i lavoratori esposti (indipendentemente dall'uso di D.P.I.). La frequenza delle visite successive è stabilita dal medico competente comunque ad intervalli non superiori a due anni.</li> <li>- Corredare da un'adeguata informazione relativa al rumore prodotto nelle normali condizioni di utilizzazione ed ai rischi che questa comporta, i nuovi utensili, macchine e apparecchiature destinati ad essere utilizzati durante il lavoro che possono provocare ad un lavoratore che li utilizza in modo appropriato e continuativo un'esposizione quotidiana personale al rumore pari o superiore al limite.</li> </ul>
Lep,d 90 dB(A) <i>oppure</i> Pressione acustica istantanea non ponderata 140 dB (200 Pa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esporre una segnaletica appropriata, perimetrare e limitare l'accesso ai luoghi di lavoro.</li> <li>- Fornire ai lavoratori i D.P.I. per la protezione dell'udito.</li> <li>- Consultare i lavoratori per la scelta dei modelli dei D.P.I. per la protezione dell'udito.</li> <li>- Utilizzare i D.P.I. per la protezione dell'udito per i lavoratori la cui esposizione quotidiana personale supera 90 dB(A).</li> <li>- Sottoporre a controllo sanitario i lavoratori esposti (indipendentemente dall'uso di D.P.I.). La frequenza delle visite successive è stabilita dal medico competente comunque ad intervalli non superiori ad un anno.</li> <li>- Adottare misure preventive e protettive per singoli lavoratori, in conformità al parere del medico competente, al fine di favorire il recupero audiologico. Tali misure possono comprendere la riduzione dell'esposizione quotidiana personale del lavoratore, conseguita mediante opportune misure organizzative.</li> <li>- Tenuta del registro degli esposti.</li> <li>- Comunicare all'organo di vigilanza, informando i lavoratori, le misure tecniche ed organizzative applicate, qualora l'esposizione quotidiana personale di un lavoratore al rumore risulti superiore ai limiti nonostante l'adozione delle misure preventive.</li> </ul>

**Valore obiettivo:** livello fissato al fine di evitare, a lungo termine, ulteriori effetti dannosi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso; tale livello deve essere raggiunto, per quanto possibile, nel corso di un dato periodo (D.Lgs. n. 351/1999).

**Valori limite assoluti di immissione di rumore nell'ambiente:** valori limite delle sorgenti sonore che immettono rumore nell'ambiente esterno ai luoghi di lavoro, definiti in funzione di una classificazione del territorio che i Comuni sono obbligati a stabilire, secondo quanto previsto dalla Legge quadro sull'inquinamento acustico e dai relativi decreti attuativi.

VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE (D.P.C.M. del 14.11.1997)		
Classi di destinazione d'uso del territorio	Orario diurno (06.00 – 22.00)	Orario notturno (22.00 – 06.00)
	dB(A)	dB(A)
Classe I – Aree particolarmente protette	50	40
Classe II – Aree prevalentemente residenziali	55	45
Classe III – Aree di tipo misto	60	50
Classe IV – Aree di intensa attività umana	65	55
Classe V – Aree prevalentemente industriali	70	60
Classe VI – Aree esclusivamente industriali	70	70

**Valori limite di accettabilità del rumore immesso nell'ambiente:** valori limite di accettabilità del livello equivalente di rumore nell'ambiente esterno ai luoghi di lavoro, che devono essere stabiliti dai Comuni. Nel caso in cui il Comune ove è insediata l'azienda non abbia ancora provveduto, restano validi i limiti di accettabilità definiti dall'Art. 6 del D.P.C.M. del 01.03.1991.

VALORI LIMITE DI ACCETTABILITÀ del LEQ (D.P.C.M. del 01.03.1991)		
Zonizzazione	Orario diurno (06.00 – 22.00)	Orario notturno (22.00 – 06.00)
	dB(A)	dB(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (D.M. 1444/68)	65	55
Zona B (D.M. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriali	70	70

**Valori limite differenziali di rumore:** valori limite utilizzati per la misurazione dei livelli di rumore nelle abitazioni, considerando la differenza tra il rumore ambientale di fondo e il rumore che deriva da attività esterne, come ad esempio un insediamento produttivo posto in vicinanza dell'abitazione. La normativa vigente sull'inquinamento acustico prevede valori limite differenziali, sia di immissione che di accettabilità, stabiliti in 5 dB(A) e in 3 dB(A) rispettivamente per i tempi di riferimento diurno e notturno.

**Valutazione del rumore nei luoghi di lavoro:** valutazione a carico del datore di lavoro al fine di identificare i lavoratori esposti, i livelli di esposizione personale e i luoghi di lavoro rumorosi onde attuare adeguate misure preventive e protettive in base ai valori misurati. Le modalità e gli obblighi sono stabiliti dal D.Lgs. n. 277/1991.

**Valutazione di impatto ambientale (V.I.A.):** analisi preliminare sui progetti, che consente di identificare, descrivere e valutare gli effetti sull'ambiente dell'iniziativa progettuale. La V.I.A. richiede la raccolta di informazioni che consentano di effettuare previsioni sulle possibili interazioni tra progetto e singole componenti dell'ambiente in cui il progetto viene realizzato.

**Velocità di cattura:** velocità (m/s) dell'aria aspirata, necessaria per captare l'inquinante, determinata dalla depressione prodotta dal sistema d'aspirazione.

**Vettore (o grandezza vettoriale):** si tratta di una quantità fisica caratterizzata da un'ampiezza (anche chiamata *modulo*), una *direzione* ed un *verso*. Per indicare un vettore nelle formule si usa una lettera sottolineata (ad esempio: E) oppure in grassetto (ad esempio: **E**), mentre nei grafici si usa una freccia.

**Videoterminale (VDT):** ai fini del titolo V del D.Lgs. 626/94, si intende per: a) *videoterminale*, uno schermo alfanumerico o grafico a prescindere dal tipo di procedimento di visualizzazione utilizzato; b) *posto di lavoro*: l'insieme che comprende le attrezzature munite di videoterminale, eventualmente con tastiera o altro sistema di immissione dati, o software per l'interfaccia uomo - macchina, gli accessori opzionali, le apparecchiature connesse, comprendenti l'unità a dischi, il telefono, il modem, la stampante, il supporto per i documenti, la sedia, il piano di lavoro, nonché l'ambiente di lavoro immediatamente circostanze; c) *lavoratore*: il lavoratore che utilizza un'attrezzatura munita di videoterminali, in modo sistematico o abituale, per venti ore settimanali, dedotte le interruzioni (pause o cambiamento di attività ai sensi dell'Art. 54 stesso D.Lgs.).



## BIBLIOGRAFIA

- *Fonderia. Elementi di tecnologia meccanica*, Alfredo Galassini, 6 Ed. riveduta e aggiornata dal Dott. Ing. Prof. Adolfo Carena, Milano, Hoepli, 1966, p. 259.
- *La fonderia e l'ambiente*, a cura di Franco Pilastro, Associazione Nazionale delle Fonderie, Milano, 1973.
- *Proposte di buona tecnica per fonderie di acciaio e ghisa di seconda fusione*, a cura di L. Arduini, F. Brunetti, P.A. Porta, Associazione dei Comuni del Legnanese, Unità Socio Sanitaria Locale n. 70 - Legnano, 1985, p. 57 (dattiloscritto).
- *Documentazione relativa al comparto fonderie*, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte, elaborato dal L.S.P. di Grugliasco.
- *Indagine sulle fonderie*, Dipartimento Sub-Provinciale di Grugliasco, (bozza).
- *Foundry health hazards*, National Occupational Health and Safety Commission, Camberra, Australian Government Publishing Service, 1989, p. 21.
- *Protocollo di comparto fonderie*, Unità Sanitaria Locale 10/G Sesto Fiorentino, (dattiloscritto).
- *Fonderie di 2° fusione dell'area Pistoiese: rischi ed indicazioni di bonifica*, Unità Sanitaria Locale n. 8 "Area pistoiese" - Servizio prevenzione igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro, 1990, p. 22 (dattiloscritto).
- *Indicazioni e soluzioni tecniche per la sicurezza e l'igiene del lavoro nelle officine meccaniche*, Regione Emilia Romagna - Unità Sanitaria Locale n. 9 - Servizio Medicina Preventiva e Igiene del Lavoro, Reggio Emilia, giugno 1993, p. 53 (dattiloscritto).
- *Ambiente e salute nel comparto delle fonderie di seconda fusione di ghisa e leghe metalliche non ferrose. Una guida pratica per le aziende*, Azienda U.S.L. Bologna nord, Distretto di San Giovanni in Persiceto, Servizio di medicina preventiva e igiene del lavoro - Servizio di igiene pubblica, 1994, p. 27 (dispensa).
- *Wood Dust*. Tratto da: IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, *Wood Dust and Formaldehyde*, Lyon 11-18 ottobre 1994, Lyon, IARC, 1995, p. 35-194.
- *Silica, some silicates, coal dust and para-aramid fibrils*. Tratto da: IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Lyon 15-22 October 1996, Lyon, IARC, 1997, p. 41-243.
- *Fonderie di seconda fusione: dall'analisi alla soluzione*, a cura di A. Borroni, R. Mondini, G. Passon [et al.], Azienda per i Servizi Sanitari n. 4 "Medio Friuli" - Servizio Prevenzione e Sicurezza degli Ambienti di Lavoro, Udine, 1996.
- *Documento congiunto ISPESL - ISS sulla problematica della protezione dei lavoratori e della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz* - (Allegato a) Fogli di informazione ISPESL - Trimestrale - anno X - numero 4/97.
- *Minimizzare i rifiuti in discarica, in atmosfera, nell'ambiente di lavoro. Evoluzione nell'industria della fonderia: nella struttura dell'azienda, nei processi produttivi, nei materiali e prodotti, nei mezzi di lavoro*, Associazione Nazionale delle Fonderie, Sessioni tecniche del XXIV Congresso di fonderia, Roma 1-2-3-ottobre 1998.
- *Un caso italiano: l'incidente di Alfa Acciai*, da "Conferenza internazionale. La radioattività nei rottami metallici: conseguenze e soluzioni", Giorgio Bonfadelli, Brescia, 23 giugno 1998.
- *I rottami metallici possono contenere radioattività*, manifesto informativo sulla radioattività a cura dell'Associazione Industriale Bresciana.
- *Screening ergofthalmologici in addetti a VDT: valutazione comparata di protocolli differenziati da applicare in funzione delle caratteristiche di esposizione a carico visivo*, D. Colombini, F. De Marco, M. Meroni, E. Occhipinti, A. Petri, A. Soccio, E. Tosatto, C. Vimercati, R. Scarselli, S. Palmi, Prevenzione Oggi - anno IX - numero 3-4, luglio - dicembre 1998, finito di stampare: giugno 1998 - ISPESL - Roma.
- *I nuovi solventi della Satef*, P.A. Fantini, da *Industria fusoria*, A. XXXIV, sett.-ott. 1998, n. 5, p. 34.
- *TWG 1 Smitheries and Foundries*. Note of meeting. Seville, 15 to 16 April 1999, European Commission, Directorate-General JRC, Institute for Prospective Technological Studies (Seville), European I.P.P.C. Bureau, <http://eippcb.jrc.es>
- *Linee guida per interventi analitici mirati al rilevamento di PCB, PCDD e PCDF in prodotti alimentari*, Istituto Superiore di Sanità, 1999, <http://www.iss.it/sanita/emergenze/diossina.htm>
- *Seminario nazionale. Presentazione progetto Safety-checks: versione italiana - Rischi lavorativi, valutazione del rischio, liste di controllo - Relazioni tematiche*, Venezia, 14 aprile 2000 a cura di R. Montagnani, D. Bontadi e D. De Merich, I.S.P.E.S.L., Commissione Europea, AUSL N. 12 Venezia, Padova, Cusi Nuova Vita, 2000, p. 71.
- *Definizione di un protocollo di approccio al rischio rumore in sede di commissione NIP*, Azienda U.S.L. 10 Firenze - Servizio Multizonale di Prevenzione Ambientale - U.O. di Fisica Ambientale.
- *Modifiche alla Direttiva 90/394/CEE e ricadute sul titolo VII del D.Lgs. 626/94*, M.C. Fondelli, F. Carnevale, A. Seniori Costantini, da "Medicina del lavoro", n. 2, 2000, p. 95-113.
- *Le polveri di legno sono cancerogene?* Articolo da "Professione verniciatore del legno. La rivista dalla parte del verniciatore", n. 34, maggio 2000, p. 20.
- *Linee guida per la raccolta e la valutazione delle informazioni sulle Buone Pratiche*. Seminario nazionale, ISPESL, Roma, Giugno 2000.
- *Atti del Seminario nazionale Linee guida ISPESL sull'esposizione professionale a rumore e vibrazioni* - Roma, 30 gennaio 2001

- Centro Congressi Frentani - a cura del Dott. Pietro Nataletti.
- *Linee guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro*, ISPESL, sito Internet (aggiornamento al 04.01.2001): [http://www.ispesl.it/linee\\_guida/fattore\\_di\\_rischio/rumore.htm](http://www.ispesl.it/linee_guida/fattore_di_rischio/rumore.htm).
- *Valori limite di soglia. Indici biologici di esposizione. ACGIH 2000* - Giornale degli Igienisti Industriali, Associazione Italiana Degli Igienisti Industriali (A.I.D.I.I.), supplemento al volume 26, n. 1 del gennaio 2001, IPSOA, Milano.

## IL PROGETTO ARPAT "Profili di rischio e soluzioni"

A cura del Settore tecnico CEDIF

L'unità operativa "Documentazione e Informazione" del Settore tecnico CEDIF di ARPAT, per quanto riguarda la documentazione e l'informazione sulle problematiche della salute e sicurezza negli ambienti di vita e di lavoro, costituisce il naturale proseguimento del primo Centro di Documentazione (CEDOC) che la Regione Toscana istituì nel 1987, con lo scopo di attuare la mediazione informativa tra produttori, depositari e utilizzatori di informazioni, al fine di aumentare il livello di consapevolezza e di partecipazione dei soggetti sociali interessati a migliorare la qualità del lavoro e dell'ambiente.

Già nel 1988 il CEDOC produsse un documento (n. 4) dal titolo *Piani mirati di prevenzione, profili di rischio e banca dati delle bonifiche*, riferito ai comparti *Escavazione e segazione lapidei, Vivaismo ornamentale e Filature tessili*, che iniziava a organizzare la documentazione disponibile sulle esperienze di prevenzione fino ad allora maturate (prima e dopo la Riforma Sanitaria del 1978), per poterle diffondere e socializzare, secondo uno schema messo a punto da un primo Gruppo di lavoro.

Successivamente, nel 1991, la Regione Toscana formalizzò il *Gruppo di lavoro per la validazione tecnico scientifica delle soluzioni* (per la realizzazione, presso il CEDOC, di due banche dati), di cui facevano parte operatori dei Servizi di prevenzione e il CEDOC stesso, che lo coordinava, ricercando il collegamento e la collaborazione con aziende e organizzazioni dei lavoratori.

Fu subito evidente agli operatori del CEDOC che se si fossero limitati alle esperienze della nostra Regione, se pur ricche e significative, non sarebbero stati in grado di dare risposte esaurienti ai vari problemi che si presentavano; fu quindi attuato il collegamento con ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione e Sicurezza del Lavoro). Già dal 1991/92 ISPESL iniziò ad avere interesse nei confronti della realizzazione a livello nazionale di questo progetto, istituendo un apposito Gruppo di lavoro, tuttora operante, in cui furono nominati tre membri dalla Regione Toscana, compreso Giuseppe Banchi per il CEDOC. Si arrivò alla formulazione di una *scheda* di valenza nazionale per la definizione delle *Soluzioni* insieme alla prima realizzazione della Banca dati nazionale delle soluzioni. Nella Banca dati confluirono, con altre, le *Soluzioni* validate dal Gruppo di lavoro della nostra Regione, visionabili sul sito web "<http://www.ispesl.it/soluzioni/index.htm>". Successivamente, si definì un modello di raccolta dati più ampio per la definizione dei contenuti dei *Profili di rischio per comparto produttivo*, sempre a partire da un'esperienza della Regione Toscana. Nel 1995 ISPESL incluse i *Profili di rischio* nel piano delle attività di ricerca ripetendo l'iniziativa negli anni successivi, andando a coprire diversi comparti. Molti dei *Profili di rischio*, realizzati con le ricerche finanziate da ISPESL, sono stati inseriti nella Banca dati nazionale dei profili di rischio di comparto visionabile su Internet al sito web "[http://www.ispesl.it/profili\\_di\\_rischio/index.htm](http://www.ispesl.it/profili_di_rischio/index.htm)".

Nel 1994 il CEDOC, in collaborazione con il Servizio di Prevenzione della ASL di Prato, realizzò il primo *quaderno* della collana *Profili di rischio*, dedicato alla *Filatura del cardato* (settore tessile). Il volume fu presentato alle parti sociali e le mille copie prodotte andarono esaurite nel giro di pochi mesi.

L'introduzione nella legislazione italiana di nuove norme in materia di igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro, con il recepimento delle direttive comunitarie e la promulgazione del D.Lgs. 277 del 1991 e poi del D.Lgs. 626 del 1994 (e s.m.i.), ha richiamato a una maggiore responsabilità in primo luogo le aziende e i rappresentanti dei lavoratori. La rilevanza data dalle nuove leggi alla formazione del personale ha fatto crescere l'esigenza di avere a disposizione strumenti di conoscenza del livello di prevenzione raggiungibile, per la valutazione dei rischi ancora presenti, delle soluzioni realizzate e risultate idonee per l'eliminazione o la riduzione dei rischi stessi, di standard potenzialmente raggiungibili (e già raggiunti in alcuni casi nella pratica), il più possibile uniformi anche in aree produttive diverse. In questo contesto, un numero sempre maggiore di soggetti, anche al di fuori delle Istituzioni, ha mostrato interesse verso il lavoro di definizione delle *Soluzioni* e dei *Profili di rischio* relativi alle attività produttive presenti nel territorio.

Con la nascita, nel 1995, dell'Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana (ARPAT) - facente parte della rete delle Agenzie consimili realizzate nelle altre Regioni italiane, che trovano momenti di coordinamento con l'Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente (ANPA) - il CEDOC ha trovato la sua nuova collocazione, arricchendosi di ulteriori funzioni, come dice la sua nuova sigla CEDIF (Comunicazione, Educazione, Documentazione, Informazione, Formazione) e di potenzialità, e ha potuto avviare l'impegno documentativo rispetto all'impatto ambientale degli insediamenti produttivi e sugli interventi di prevenzione conseguenti.

La Legge Regionale n. 66 del 1995 istitutiva dell'Agenzia toscana stabilisce che il Settore tecnico CEDIF di ARPAT, oltre a mantenere il suo ruolo di Centro di documentazione anche per i Dipartimenti di prevenzione delle ASL, porti avanti i progetti già avviati, tra i quali questo dei *Profili di rischio e Soluzioni* sia ambientali che lavorativi, nell'ottica del mantenimento di uno stretto collegamento tra la difesa della salute dei lavoratori e la ricaduta che gli insediamenti produttivi hanno sul territorio e sulla salute delle popolazioni; questo concetto, contemplato sia nel Piano Sanitario Regionale di recente approvazione che nel Piano Sanitario Nazionale, indica la necessità di trovare un raccordo a tutti i livelli possibili tra questi due momenti e nei lineamenti per lo sviluppo sostenibile. La Direzione ARPAT ha sostenuto il progetto e ha affiancato al Gruppo di lavoro regionale già costituito membri referenti dei diversi Dipartimenti provinciali ARPAT, un rappresentante dell'Area Industrie a Rischio di Incidente Rilevante ed EMAS, insieme alla partecipazione di un operatore dell'Agenzia Regionale Recupero Risorse. Il coordinamento del Gruppo di lavoro è rimasto a Giuseppe Banchi, operatore del Settore tecnico CEDIF, per garantirne la continuità.



Nel 1996 il Settore tecnico CEDIF di ARPAT ha pubblicato il *quaderno* "Profili di rischio e soluzioni n. 2", sul comparto *Sale operatorie* (prevenzione da gas anestetici) e nel 1997 il *quaderno* "Profili di rischio e soluzioni n. 3", sul comparto *Industria del vetro e del cristallo lavorati a mano*, prodotto in collaborazione con la ASL 7 della Val d'Elsa e la ASL 11 di Empoli.

Il progetto *Profili di rischio e soluzioni* ha trovato un riscontro d'interesse da parte delle altre Agenzie regionali per la protezione ambientale e di ANPA, e nel settembre del 1997 è stato istituito il Gruppo di lavoro nazionale ANPA-ARPA *Profili di rischio ambientale per comparto produttivo*, oggi chiamato Gruppo di lavoro nazionale ANPA-ARPA *Analisi ambientale per comparto produttivo*.

Il Settore tecnico CEDIF di ARPAT si trova in una situazione favorevole all'integrazione delle tematiche salute-ambiente, per aver potuto mantenere un legame durevole nel tempo tra le diverse esigenze di approfondimento documentativo e informativo su i due aspetti lavorativo e ambientale.

Questo approccio si è reso manifesto nel *quaderno* ARPAT-CEDIF "Profili di rischio e soluzioni n. 4" - *L'industria del cartone ondulato*, pubblicato nel 1998: l'apprezzamento che le parti sociali hanno espresso alla presentazione del volume ha evidenziato come l'aver affrontato in modo integrato le problematiche di sicurezza del lavoro e di protezione ambientale abbia ampliato il valore d'uso della pubblicazione.

Il Piano Sanitario Regionale 1999-2001 (*Deliberazione del Consiglio Regionale n. 41 del 17.02.1999 - B.U.R.T. Regione Toscana, parte 2*, 14.04.1999) nell'ambito della prevenzione collettiva ha stabilito che "L'ARPAT, ed in particolare il suo Settore tecnico CEDIF, è chiamata, in base all'Art. 29 della L.R. 66/95, a collaborare con i Dipartimenti di prevenzione delle Aziende U.S.L., specificamente in materia di documentazione, informazione, formazione sui rischi dei principali comparti produttivi presenti sul territorio regionale".

Nel gennaio 2000, il Settore tecnico CEDIF ha organizzato, insieme al Gruppo di lavoro nazionale ANPA-ARPA, il 1° Seminario nazionale *Profili di rischio ambientale per comparto produttivo*, tenutosi a Firenze il 28.01.2000, del quale sono stati anche pubblicati gli Atti.

Tutte le pubblicazioni ARPAT sull'argomento sono visionabili sul sito Internet " <http://www.arpat.toscana.it> ".

Nel corso degli anni il Settore tecnico CEDIF di ARPAT (in collaborazione con i Dipartimenti provinciali ARPAT, le ASL e le parti sociali), ha altresì curato la definizione - per la Banca dati nazionale ISPESL - dei *profili di rischio* dei comparti produttivi *filatura tessile, metalli preziosi, fonderie, autofficine, caseifici, cementifici, abbigliamento* e, dal 2001, sta definendo i *profili di rischio* per i comparti *produzione vino, industria conserviera, produzione di coloranti e vernici, piscicoltura, industria farmaceutica*.

Il Settore presta inoltre la propria collaborazione per la definizione di altri *profili di rischio* curati da alcune ASL della Toscana per la Banca dati nazionale ISPESL; di questi sono già disponibili, nella Banca dati nazionale ISPESL, quelli relativi ai *comparti: autocarrozzerie, produzione carta, cartone ondulato, cuoio (concerie), galvaniche, imbarcazioni in vetroresina, lapidei (taglio), ospedali reparti maternità, sale operatorie* e sono in corso di definizione i *profili di rischio* dei *comparti: cartotecnica, farmaci antiplastici, frantoi, vivaismo, industria del cotto*.

Un ulteriore impulso per lo sviluppo del Progetto ARPAT *Profili di rischio e soluzioni* sarà determinato dal progetto TELESICUR finanziato dalla Regione Toscana con il Fondo Sociale Europeo. TELESICUR prevede di inserire i *profili di rischio* in una *costituenda banca dati* - tenuta dal Settore tecnico CEDIF di ARPAT - appositamente progettata per consentire l'implementazione *on-line* dei contenuti e il loro aggiornamento dinamico, l'utilizzo di applicativi per il telelavoro e per la teleformazione. Il progetto prevede inoltre la formazione delle figure professionali atte al funzionamento del sistema.





**ARPAT**

*Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana*

Via Nicola Porpora, 22 - 50144 Firenze - tel. 055.32061

# I profili di rischio nei comparti produttivi dell'artigianato, delle piccole e medie industrie e pubblici esercizi

## BONIFICA AMIANTO

(cod. ISTAT 90.02.0 -  
45.25.0)

Rapporto di Ricerca

B/48 - 5/DOC/01

(Febbraio 2005)

Progetto di ricerca curato da:  
ASL VT - Dipartimento di Epidemiologia  
Laboratorio di Igiene Industriale  
Civita Castellana

Realizzazione e cura di:  
Dr. Fulvio Cavallani - ASL VT  
Laboratorio Igiene Industriale

Ha collaborato:  
Dr. Loredana Bedini, P. Franco Papefortas, Giamberto Cacciari  
Dr. Marcello De Renzi, Dr. Angelo Casoli - ASL PT  
Dr. A. Guerzio - INAIL Direzione Provinciale CONTARF  
Dr. F. D'Orsi - ASL MC



## **INDICE**

- **Riassunto**
- **Summary**
- **Scheda Comparto**
- **Profilo economico e danno atteso**
- **Analisi piani di lavoro provincia di Viterbo 2003**
- **Analisi piani di lavoro provincia di Viterbo 2004**
- **DPI, Attrezzature e macchinari utilizzati**
- **Descrizione bonifiche MCA in matrice compatta**
- **Descrizione bonifiche MCA in matrice friabile**
- **Descrizione bonifiche incapsulamento MCA**
- **Descrizione bonifiche confinamento MCA**
- **Bibliografia**
- **Riferimenti legislativi**
- **Allegato 1: Dati di esposizione a fibre di amianto durante le bonifiche**
- **Allegato 2: Stime di incidenza dei mesoteliomi nel Lazio**
- **Allegato 3: Procedure operative rifiuti contenenti amianto**

**CD ROM multimediale: Bonifica dell'amianto in edilizia**

**Riassunto**

Dopo la messa al bando dell'amianto con la legge 257/1992, il problema è quello di gestire i materiali contenenti amianto collocati, soprattutto nell'edilizia abitativa.

Sono state descritte e monitorate le attività di bonifica dell'amianto nella Provincia di Viterbo, dove vengono rimossi ogni anno oltre 500.000 kg da oltre 25 imprese.

Le attività sono state filmate e fotografate ed organizzate, insieme e a testi e spiegazioni, in un CD ROM multimediale.

Lo scopo del CD ROM è in particolare rispondere alle domande più frequenti circa l'amianto e fornire le informazioni necessarie ad orientare i lavoratori e le aziende verso una modalità più sicura nell'effettuare una bonifica dell'amianto.

### ***Summary***

In Italy after the ban of asbestos with the law n.° 257/1992 the biggest problem is to manage the asbestos-containing materials (ACM) in safety way in buildings.

Here are described e monitored the activities of removing asbestos in Viterbo – Latium Area, where each year almost 25 professional asbestos companies removed more than 500 tons of ACM's.

A multi-media CD ROM collected the photos and short movies to document the technology used to control exposure and the removal of ACM's.

The aim of this CD ROM is to respond to some frequently asked questions about asbestos and to provide information to help the workers and enterprises make informed decision about the safety way of removing asbestos.

## ISTITUTO SUPERIORE PER LA PREVENZIONE E LA SICUREZZA DEL LAVORO

I.S.P.E.S.L.

PROGETTO SI.PRE.

REGIONI

BANCA NAZIONALE DEI PROFILI DI RISCHIO DI COMPARTO1. COMPARTO 

2. CODICI ISTAT	9	0	0	2	0*			
	4	5	2	5	0**			

\* Raccolta e smaltimento dei rifiuti solidi

\*\* Rimozione di strutture ed elementi in amianto specializzata per l'edilizia

3. CODICE ISPESL   
(riservato all'ufficio)

## ZONA DI RILEVAZIONE

4. NAZIONALE: 5. REGIONALE 6. PROVINCIALE 7. AZIENDA USL 8. ANNO DI RILEVAZIONE    

9. NUMERO ADDETTI: 220

9A. IMPIEGATI:  uomini  donne9B. OPERAI:  uomini  donne10. NUMERO AZIENDE :



**11. STRUTTURA DI RILEVAZIONE**ASL VITERBO - LABORATORIO IGIENE  
INDUSTRIALE**12. REFERENTE: Dott.Cavariani Fulvio**INDIRIZZO: CAP: CITTA': PROVINCIA: TELEFONO: FAX: E-MAIL: **13. INFORTUNI:**TOTALE:  DI CUI MORTALI**14. MALATTIE PROFESSIONALI:**

DENOMINAZIONE	N° CASI	COD. INAIL

**NOTE:** Vedi profilo di rischio

**PROFILO ECONOMICO E DANNO ATTESO**

### ***Profilo economico-finanziario del comparto***

Dati recenti dell'ISTAT riportano che la quantità di lastre di cemento-amianto applicate nell'ultimo trentennio in Italia sia variabile tra 2 e 3 miliardi di mq.

L'estensione delle superfici di coperture sono valutabili nell'ordine di qualche milione di mq per le grandi città.

Assoamianto, l'associazione delle imprese del settore, riferisce che nell'anno 1996 esistevano in Italia circa 200 aziende che effettuavano bonifiche di beni contenenti amianto; di queste, circa 40 operavano sia sull'amianto friabile che sul compatto. Solamente poche decine di tali imprese svolgevano però questo lavoro in modo continuativo.

Nello stesso anno, alcuni milioni di mq di lastre di eternit sono state rimosse (*per un totale di circa 85.000 Kg di rifiuti pericolosi prodotti*) e circa un quinto del totale bonificate (*con incapsulamento o sopracopertura*). Da questi pochi dati, si desume che il mercato della bonifica del cemento amianto avrà ancora una lunga vita.

I costi dell'incapsulamento sono molto variabili e dipendono strettamente dalla quantità e dalla difficoltà di cantiere, nonché dalle attrezzature, dai D.P.I., dai materiali usati, dal trasporto e conferimento, al trattamento e stoccaggio dei RCA.

Nel 2004 è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il decreto relativo alle modalità e agli importi delle garanzie finanziarie che devono essere presentate per l'iscrizione alla categoria 10 dell'Albo Gestori rifiuti (*bonifica dei beni contenenti amianto*).

Si può acquisire l'elenco delle imprese che già hanno effettuato l'iscrizione e che sono state autorizzate, sul sito dell'Albo dei Gestori dei Rifiuti (<http://www.albogestoririfiuti.it>).

Nel Lazio, a febbraio 2005, risultano ben 110 le aziende che hanno presentato domanda e dichiarato di avere i requisiti per l'iscrizione all'Albo per la categoria 10.

Per ciò che riguarda l'amianto ancora presente in manufatti nell'edilizia civile ed industriale, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, con decreto del 18 marzo 2003, n.101, ha emanato un regolamento per la realizzazione di una mappatura delle zone del territorio nazionale interessate dalla presenza di amianto, ai sensi dell'articolo 20 della legge 23 marzo 2001, n. 93.

I dati in dettaglio non sono ancora fruibili.

### ***Danno atteso***

#### **Infortunati**

Lo studio del fenomeno infortunistico, relativo all'azienda oggetto di questa indagine, è stato condotto analizzando le informazioni contenute nel registro infortuni della imprese che hanno realizzato bonifiche d'amianto nella provincia di Viterbo nell'anno 2004.

Come si evince dai codici Istat di attività, attribuiti a questa attività, le imprese che effettuano bonifiche di amianto sono essenzialmente di due tipologie: imprese edili che si specializzano o aziende dello smaltimento dei rifiuti che acquisiscono capacità di operare nella rimozione e/o comunque nel trattamento di materiali contenenti amianto.

Questo si ripercuote nel riscontro di accadimenti che non risultano specifici dell'attività "*bonifica dell'amianto*" ma, i pochi casi recuperati dai registri infortuni, sono da riferirsi piuttosto o ad incidenti stradali durante il trasporto di rifiuti, o ad infortuni prettamente "*edili*", avvenuti durante lavori di costruzione di edifici, senza, ovviamente, uso di amianto.

In tal senso, anche estendendo il monitoraggio a diversi anni, non risultano in Provincia di Viterbo infortuni relativi alla bonifica di amianto.

Si sollecitano comunque gli enti competenti all'attivazione di un osservatorio particolare per tale attività, onde recuperare dati significativi attribuibili alle lavorazioni effettuate.

### Malattie professionali

Analogamente agli infortuni risulta difficile recuperare dati specifici in materia. Inoltre, le patologie amianto correlate, mostrano un latenza tale da essere complesso il loro monitoraggio con particolare riferimento a:

#### - *Quadri patologici correlati all'esposizione ad amianto*

Occorre distinguere due differenti tipologie: le malattie definibili "dose dipendenti", in particolare l'asbestosi, e quelle la cui insorgenza non può essere rigidamente riferibile ad una determinata dose, che sono rappresentate dalla patologia tumorale.

L'*asbestosi* è una grave malattia respiratoria caratterizzata da fibrosi polmonare a progressivo aggravamento che conduce ad insufficienza respiratoria con complicanze cardiocircolatorie

Nell'ambito della *patologia tumorale*, sono sicuramente da riferire all'esposizione ad amianto neoplasie maligne quali il *carcinoma polmonare*, il *mesotelioma della pleura* e, con casistica limitata, il *mesotelioma del peritoneo* ed il *carcinoma della laringe*.

Il *carcinoma polmonare* è stato il primo del quale è stata studiata la correlazione con l'esposizione ad amianto, pur nella difficoltà di precisare il nesso eziologico di una malattia clinicamente indistinguibile da analoghi quadri aventi diversa origine, e che compare dopo decenni dalla esposizione. Di tale correlazione oggi vi è assoluta certezza ed è ormai acquisito che una persona, che è stata esposta ad amianto in modo apprezzabile, ha una probabilità di contrarre tale malattia di circa 4 volte superiore a quella di un non esposto che sale ad oltre 50 volte se fumatore.

Il *mesotelioma della pleura* è un tumore altamente maligno e con una elevatissima specificità in riferimento all'esposizione ad amianto: nella quasi totalità dei casi diagnosticati è documentabile una effettiva esposizione e, nei pochissimi casi rimanenti, tale esposizione non può essere esclusa in termini assoluti. Recenti lavori scientifici di previsione dei casi di mesotelioma hanno stimato che tale crescita continuerà per circa 10-15 anni e che nei prossimi venti anni il numero di casi raddoppierà passando dai 5000 decessi del 1998 ai 9000 del 2018 in Europa occidentale.

#### - *Indicatori epidemiologici*

Su circa 3.500 casi di mesotelioma identificati in nove regioni, il 94 % dei casi è a localizzazione pleurica ed il rapporto fra mesoteliomi pleurici e peritoneali è 16:1. Sono presenti anche 8 casi di mesotelioma del pericardio e 5 della tunica vaginale del testicolo. Il rapporto fra casi di sesso maschile e femminile è di 2,7:1 e l'83,2 % dei casi è confermato da diagnosi istologica.

Le misure di incidenza e sopravvivenza dei casi di mesotelioma del Registro Nazionale sono state pubblicate con riferimento all'anno 1997 mentre sono in corso di elaborazione i dati del triennio 1998-2000. Per i 429 casi di mesotelioma incidenti nelle regioni del Piemonte, Liguria, Emilia-Romagna, Toscana e Puglia nel 1997 il tasso standardizzato di incidenza è pari a 2,21 per 100.000 residenti (3,24 negli uomini e 1,22 nelle donne) per tutte le sedi e 2,03 per i mesoteliomi della pleura (3,00 nei maschi e 1,07 nelle donne).

La mediana di sopravvivenza risulta pari a 275 giorni (95% CI = 241-309; 279 negli uomini e 263 nelle donne) e la quota di sopravvissuti ad uno e a tre anni dalla diagnosi di mesotelioma pleurico è pari rispettivamente al 35,3% e al 7,1%. I fattori prognostici determinanti risultano l'età e il tipo istologico (età avanzata e tipo istologico fibroso sono associati a sopravvivenze significativamente più brevi).

Nel Lazio non è al momento attivo un Registro dei Mesoteliomi, ma è possibile ricavare i dati

Nel Lazio non è al momento attivo un Registro dei Mesoteliomi, ma è possibile ricavare i dati dalle elaborazioni ISTAT dei flussi informativi regionali.

*Dati ISTAT, desunti dall'esame dei certificati di morte, relativi alle morti per mesoteliomi tra i residenti dei comuni della provincia di Viterbo (Fonte: Regione Lazio, ASP- Rencam)*

anno	1997	1998	1999	2000	2001	2002
N.° mesoteliomi	0	2	1	2	3	1

Sono state anche effettuate stime di incidenza del mesotelioma pleurico nel Lazio, sulla base dei dati del Sistema Informativo Ospedaliero delle AA.SS.LL., per il periodo 1997 – 2000 (*vedi Allegato n.°1*), pari a 1.73 per 100.000 anni persona per i maschi e 0.47 per 100.000 anni persona per le femmine: tali risultati indicano per il Lazio stime molto vicine ai tassi di incidenza nazionali (*1.54 per i maschi e 0.54 per le femmine*).

*- Anagrafe dei luoghi di lavoro con potenziale esposizione ad amianto e registro degli esposti*

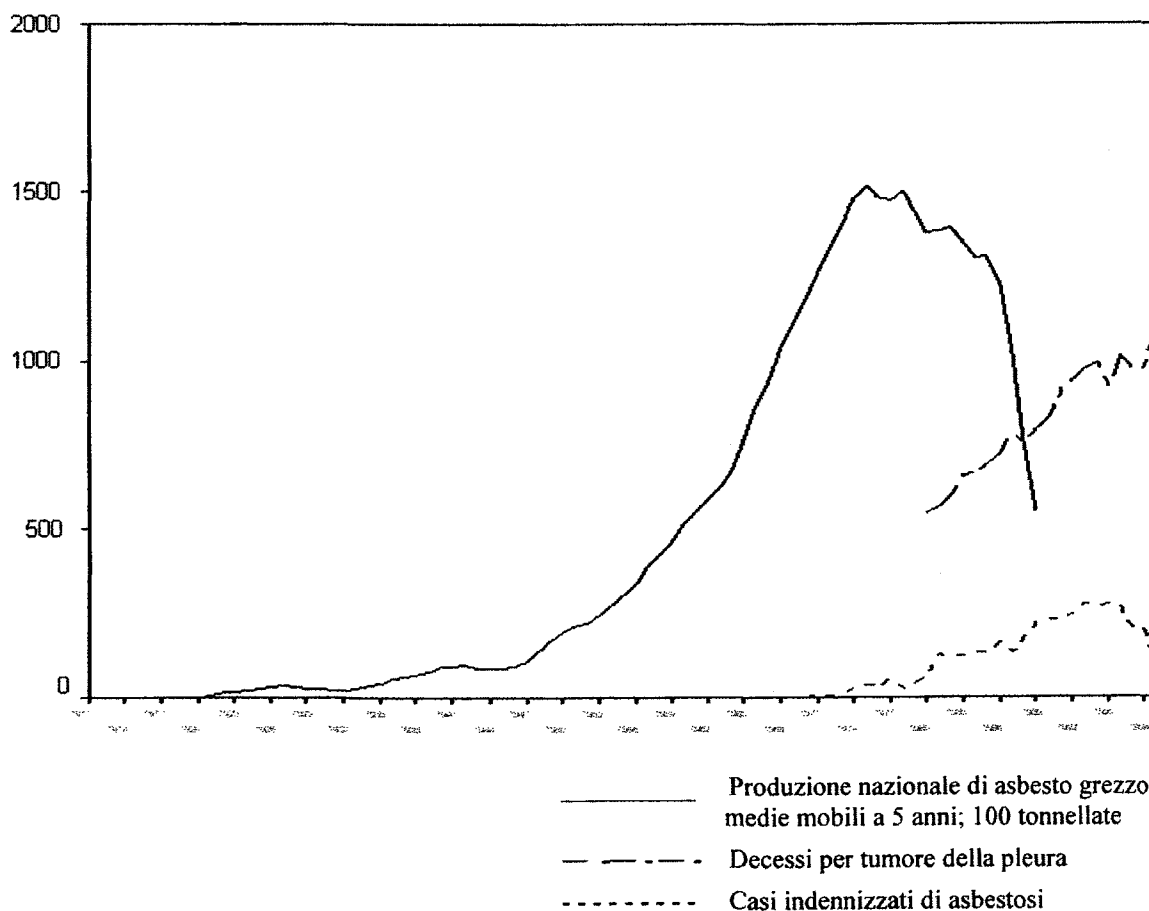
L'anagrafe si riferisce al 1991 (*appena prima della messa al bando dell'amianto*) ed è costruita tramite procedure di linkage tra gli archivi delle aziende registrate presso le Camere di Commercio e le informazioni dell'Istituto Nazionale per la Previdenza Sociale (INPS).

Il numero di potenziali esposti (*in quanto occupati nelle aziende "maggiormente interessate dalla possibile presenza di amianto" secondo il DPR 8 agosto del 1994*) risultava pari a circa 209.000 addetti di cui 120.000 operai.

L'anagrafe è stata aggiornata all'anno 1999 eliminando le attività con utilizzazione diretta dell'amianto, bandite dal decreto legislativo 257/92, introducendo le nuove attività a rischio (*in particolare la decoibentazione*), considerando i settori nei quali è possibile la presenza di amianto come contaminante ambientale o nelle strutture e nei cicli produttivi ed infine utilizzando i risultati delle attività di censimento nel frattempo condotte in Emilia-Romagna, Liguria, Lazio e Veneto.

L'identificazione nominativa delle aziende così individuate e la stima dei lavoratori addetti in tali aziende, costituisce una base dati utile per definire il quadro quantitativo degli esposti ad amianto in Italia prima del bando, per avviare una verifica territoriale delle informazioni e per bonificare e mettere in sicurezza delle situazioni di rischio.

**Produzione nazionale di amianto 1900-2000 (medie mobili a 5 anni; centinaia di tonnellate), casi indennizzati di asbestosi e decessi per tumore maligno della pleura in Italia.**



**Casi di mesotelioma registrati negli archivi del Registro Nazionale (ReNaM) per Regione e periodo di incidenza (ISPESL)**

Regione	Periodo di incidenza	Numero di casi
Piemonte	1993-2000	821
Liguria	1993-2000	723
Lombardia	2000-2001	293
Veneto	1993-1999	349
Emilia-Romagna	1993-2000	456
Toscana	1993-2000	375
Marche	1996-1999	67
Puglia	1993-2000	223
Sicilia	1998-2000	139
<b>Totale</b>		<b>3.446</b>

## Statistiche per il Lazio 1999

### SECONDO IL TIPO DI MALATTIA PROFESSIONALE

MALATTIA PROFESSIONALE	NUMERO CASI	SOMMA GRADI	GRADO MEDIO	% SOMMA GRADI
IPOACUSIA E SORDITA' DA RUMORI	110	2.134	19,40	60,03
MALATTIE NON TABELLATE O CONTRATTE IN LAVORAZIONI NON TABELLATE	25	498	19,92	14,01
MALATTIE CUTANEE CAUSATE DA CATRAME, BITUME, PECE, FULIGGINE, ANTRACENE	15	197	13,13	5,54
SILICOSI	9	228	25,33	6,41
MALATTIE OSTEOARTICOLARI E ANGIONEUROTICHE CAUSATE DA VIBRAZIONI MECCANICHE	6	102	17,00	2,87
MALATTIE DA RADIAZIONI IONIZZANTI	4	54	13,50	1,52
PNEUMOCONIOSI DA POLVERI DI SILICATI	3	50	16,67	1,41
ASBESTOSI	3	34	11,33	0,96
MALATTIE DA AMINE ALIFATICHE (PRIMARIE, SECONDARIE, TERZIARIE ED ETEROCICLICHE) E LORO DERIVATI	2	55	27,50	1,55
ASMA BRONCHIALE PRIMARIA ESTRINSECA	2	25	12,50	0,70
MALATTIE DA CROMO	1	12	12,00	0,34
MALATTIE DA NICHEL	1	11	11,00	0,31
MALATTIE DA ACIDO NITRICO	1	11	11,00	0,31
MALATTIE DA ZINCO	1	15	15,00	0,42
PNEUMOCONIOSI DA POLVERI CALCARI E DOLOMIE	1	20	20,00	0,56
SIDEROSI	1	11	11,00	0,31
CATARATTA DA ENERGIE RAGGIANTI	1	13	13,00	0,37
MALATTIE NEOPLASTICHE CAUSATE DALL'ASBESTO	1	85	85,00	2,39
<b>TOTALE</b>	<b>187</b>	<b>3.555</b>	<b>19,01</b>	

**DISTRIBUZIONE DEI CASI DI MALATTIA PROFESSIONALE  
PER TIPO DI MALATTIA E CLASSI DI ETÀ**

ANNO DEFINIZIONE 1999, Lazio, (MASCHI)

MALATTIA PROFESSIONALE	CLASSI DI ETÀ											TOTALE
	Fino a 14	15 - 19	25 - 29	30 - 34	35 - 39	40 - 44	45 - 49	50 - 54	55 - 59	60 - 64	65 e oltre	
ASMA BRONCHIALE O ALVEOLITI ALLERGICHE				1			1			1		3
MALATTIE CUTANEE CAUSATE DA CATRAME, BITUME, PECE, FULIGGINE, ANTRACENE			2	1	1	3	1	1	1	1		11
PNEUMOCONIOSI DA POLVERI, SIDEROSI, BISSINOSI, BRONCHITE CRONICA, BRONCOPNEUMOPATIE DA INALAZIONI							1	4			2	7
IPOACUSIA E SORDITA' DA RUMORI				2	5	11	16	32	29	15	3	113
MALATTIE OSTEOARTICOLARI E ANGIONEUROTICHE CAUSATE DA VIBRAZIONI MECCANICHE O LAVORI SUBACQUEI ED IN CAMERE IPERBARICHE							1	1	1	3		6
MALATTIE NEOPLASTICHE DA ASBESTO, POLVERI DI LEGNO O CUOIO									1		1	2
SILICOSI O ASBESTOSI					3		1	4	2	3	2	15
MALATTIE NON TABELLATE				1	2	2	2	8	5	2	1	23
ALTRE					1		1	6	1		2	11
<b>TOTALE</b>			2	5	12	16	24	56	40	25	11	191

**DISTRIBUZIONE DEI CASI DI MALATTIA PROFESSIONALE  
PER TIPO DI MALATTIA E CLASSI DI ETÀ**

ANNO DEFINIZIONE 1999, Lazio, (FEMMINE)

MALATTIA PROFESSIONALE	CLASSI DI ETÀ											TOTALE
	Fino a 14	15 - 19	25 - 29	30 - 34	35 - 39	40 - 44	45 - 49	50 - 54	55 - 59	60 - 64	65 e oltre	
ASMA BRONCHIALE O ALVEOLITI ALLERGICHE												
MALATTIE CUTANEE CAUSATE DA CATRAME, BITUME, PECE, FULIGGINE, ANTRACENE		1		3	3			2				9
PNEUMOCONIOSI DA POLVERI, SIDEROSI, BISSINOSI, BRONCHITE CRONICA, BRONCOPNEUMOPATIE DA INALAZIONI												
IPOACUSIA E SORDITA' DA RUMORI												
MALATTIE OSTEOARTICOLARI E ANGIONEUROTICHE CAUSATE DA VIBRAZIONI MECCANICHE O LAVORI SUBACQUEI ED IN CAMERE IPERBARICHE												
MALATTIE NEOPLASTICHE DA ASBESTO, POLVERI DI LEGNO O CUOIO												
SILICOSI O ASBESTOSI												
MALATTIE NON TABELLATE			1	1	1			2	1			6
ALTRE			1								1	2
<b>TOTALE</b>		1	2	4	4			4	1		1	17



**PIANI DI LAVORO 2003/2004**

### 1. PIANI DI LAVORO REALIZZATI

I Piani di Lavoro (PDL)<sup>1</sup> per il trattamento, smaltimento e bonifica dell'amianto realizzati nella provincia di Viterbo, sono stati per l'anno 2003 complessivamente 136.

Di ogni PDL si hanno dati riferiti alla Ditta appaltatrice, ai dipendenti che hanno prestato servizio in ogni singolo PDL, il nome dei responsabili di cantiere, la località presso cui hanno eseguito i lavori, il tipo di materiale e le quantità smaltite, le ditte appaltatrici del trasporto rifiuti, i nomi delle discariche autorizzate al conferimento e le date delle autorizzazioni. Quasi la metà dei Piani di lavoro si concentrano su 5 società: le restanti 24 imprese hanno realizzato ciascuna meno di 5 Piani.

### 2. DITTE COINVOLTE (nella bonifica, nel trasporto e nel conferimento dell'amianto)

La realizzazione operativa dello smaltimento dell'amianto avviene secondo delle fasi operative ben precise che sono sintetizzabili nella fase di recupero del materiale da smaltire, il suo trasporto e il suo stoccaggio provvisorio o il conferimento definitivo presso le discariche autorizzate. Esistono ditte o aziende che si occupano delle tappe operative sopra indicate. Talvolta una stessa impresa può occuparsi contemporaneamente della bonifica del materiale e del suo trasporto. In questo senso nella provincia di Viterbo, nel 2004 sono state coinvolte:

- 29 ditte per la rimozione dell'amianto e il suo smaltimento;
- 26 ditte di trasporti;
- 14 discariche autorizzate.

Il 35% dei trasporti viene comunque realizzato dalle stesse che si occupano della bonifica: delle imprese che si sono occupate del trasporto dell'amianto dalla località di bonifica alla discarica, alcune si sono occupate della dismissione anche nel caso in cui non abbiano eseguito le attività relative alla prima fase.

### 3. LAVORATORI

I lavoratori coinvolti nelle attività sono 160 di cui più di un terzo sono stranieri di probabile provenienza extra UE<sup>2</sup> distribuiti tra le 29 ditte che si occupano di bonifiche. Quattro ditte hanno un numero di dipendenti maggiore o uguale a 10 e la media dei lavoratori per ogni ditta sia di circa 5,5.

### 3. MATERIALI

Nel 2003 la provincia di Viterbo è stata interessata alle operazioni di bonifica di circa 685 tonnellate di prodotti contenenti amianto, la cui fase minerale<sup>4</sup> (amianto puro) è stimabile in 103 tonnellate circa. La gran parte di questi prodotti sono lastre<sup>5</sup> (588 ton.) e controsoffitti (69 ton.); le restanti 28 tonnellate sono materiali di vario genere come serbatoi, pannelli di cemento-amianto, tubazioni, canne fumarie e prodotti interessati da contaminazione.

Tipo di materiale	Stima della quantità in Kg
Canne fumarie <sup>3</sup>	1300
Pannelli e pannellature	5900
Controsoffitti	68800
Serbatoi idrici	1200
Lastre	588000
Tubazioni	100
Varie	19300
<b>TOTALI</b>	<b>Kg 684600</b>

<sup>1</sup> Dati desunti dal Registro dei Piani di Lavoro presso Il Laboratorio di Igiene Industriale - Centro Regionale Amianto (CRA) della ASL di Viterbo

<sup>2</sup> Questa considerazione viene fatta a partire dal nome e cognome registrati e non da documenti che ne comprovino la nazionalità

<sup>3</sup> Quando non specificato ci si è avvalsi di un valore medio di 15 kg per ogni metro lineare di canna fumaria

<sup>4</sup> La presenza delle fibre di asbesto è stimabile come il 15% della composizione complessiva dei manufatti in cemento-amianto

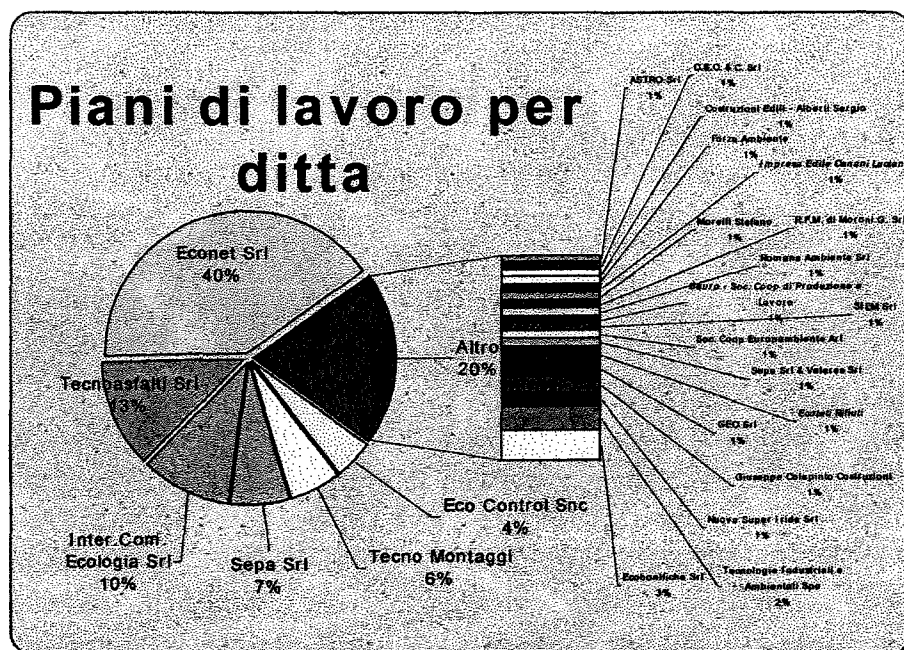
<sup>5</sup> Si è fatto uso di un valore medio di 15Kg per metro quadrato

## 1. PIANI DI LAVORO REALIZZATI

I Piani di Lavoro (PDL)<sup>1</sup> per il trattamento, smaltimento e bonifica dell'amianto realizzati nella provincia di Viterbo, sono stati per l'anno 2004 complessivamente 136. Di ogni PDL si hanno dati riferiti alla Ditta appaltatrice, ai dipendenti che hanno prestato servizio in ogni singolo PDL, il nome dei responsabili di cantiere, la località presso cui hanno eseguito i lavori, il tipo di materiale e le quantità smaltite, le ditte appaltatrici del trasporto rifiuti, i nomi delle discariche autorizzate al conferimento e le date delle autorizzazioni.

## 2. DITTE COINVOLTE (nella bonifica, nel trasporto e nel conferimento dell'amianto)

La realizzazione operativa dello smaltimento dell'amianto avviene secondo delle fasi operative ben precise che sono sintetizzabili nella fase di recupero del materiale da smaltire, il suo trasporto e il suo stoccaggio provvisorio o il conferimento definitivo presso le discariche autorizzate. Esistono ditte o aziende che si occupano delle tappe operative sopra indicate. Talvolta una



stessa impresa può occuparsi contemporaneamente della bonifica del materiale e del suo trasporto. In questo senso nella provincia di Viterbo, nel 2004 sono state coinvolte:

- 24 ditte per la rimozione dell'amianto e il suo smaltimento;
- 19 ditte di trasporti;
- 8 discariche autorizzate.

Il 90% dei trasporti viene comunque realizzato dalle stesse che si occupano della bonifica: delle 19 imprese che si sono occupate del trasporto dell'amianto dalla località di bonifica alla discarica, 9 sono state occupate della dismissione anche nel caso in cui non abbiano eseguito le attività relative alla prima fase.

## 3. LAVORATORI

I lavoratori coinvolti nelle attività sono 136 di cui almeno un terzo, sono stranieri di probabile provenienza extra UE<sup>2</sup> distribuiti tra le 24 ditte che si occupano di bonifiche. Sebbene la media dei lavoratori per ogni ditta sia di circa 5, vi è una distribuzione dei dipendenti che varia dai 12 a 1. Quasi la metà del mercato del lavoro, è gestito da 6 ditte che impiegano oltre 10 addetti ciascuna.

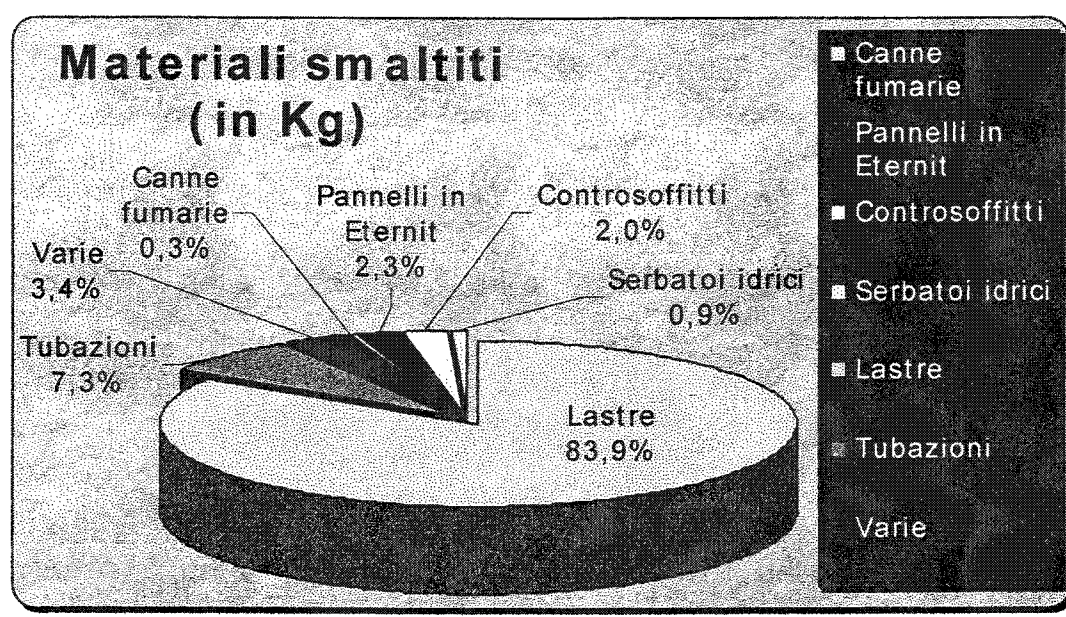
<sup>1</sup> Dati desunti dal Registro dei Piani di Lavoro presso Il Laboratorio di Igiene Industriale - Centro Regionale Amianto (CRA) della ASL di Viterbo

<sup>2</sup> Questa considerazione viene fatta a partire dal nome e cognome registrati e non da documenti che ne comprovino la nazionalità

#### 4. MATERIALI

Nel 2004 la provincia di Viterbo è stata interessata alle operazioni di bonifica di circa 468 tonnellate di prodotti contenenti amianto, la cui fase minerale<sup>4</sup> (*amianto puro*) è stimabile in 70 tonnellate. La gran parte di questi prodotti sono lastre<sup>5</sup> (393 ton.) e tubazioni (34 ton.); le restanti 41 tonnellate sono materiali di vario genere come serbatoi, pannelli di cemento-amianto, controsoffitti, canne fumarie e prodotti interessati da contaminazione.

Tipo di materiale	Stima della quantità in Kg
Canne fumarie <sup>3</sup>	1400
Pannelli e pannellature	10900
Controsoffitti	9200
Serbatoi idrici	4000
Lastre	392900
Tubazioni	34000
Varie	15700
<b>TOTALI</b>	<b>Kg 468.100</b>



#### 4. CONSIDERAZIONI TRATTE DAL CONFRONTO DEI DATI RELATIVI A PDL 2003 E 2004

I Piani di Lavoro (PDL) per il trattamento, smaltimento e bonifica dell'amianto realizzati nella provincia di Viterbo, sono stati per gli anni 2003 e 2004 complessivamente 261, di cui 125 nel 2003 e 136 del 2004. Hanno operato 41 ditte, 29 in totale nel 2003 e 24 nel 2004, 13 hanno operato in entrambe gli anni.

I lavoratori coinvolti in questo comparto sono stati 158 nel 2003 e 156 nel 2004. Di questi, 58 hanno lavorato entrambe gli anni.

Le stime del materiale smaltito mostrano valori diversi anche se dello stesso ordine di grandezza.

	2003	2004
Piani di lavoro	126	136
Ditte operative	29	25
Lavoratori	158	136
Totale smaltito (ton)	675	468

<sup>3</sup> Quando non specificato ci si è avvalsi di un valore medio di 15 kg per ogni metro lineare di canna fumaria

<sup>4</sup> La presenza delle fibre di asbesto è stimabile come il 15% della composizione complessiva dei manufatti in cemento-amianto

<sup>5</sup> Si è fatto uso di un valore medio di 15Kg per metro quadrato

*Bonifiche di amianto realizzate in provincia di Viterbo nel 2004*

*Descrizione dei DPI, attrezzature e incapsulanti usati nella realizzazione dei Piani di Lavoro (ex-art.34 D.Lgs 277/1992)*

**Dispositivi di protezione**

<b>Tute</b>	Tuta in Tyvek PROTECH (Tipo 5 - Tipo 6) Tuta intera monouso Defender della AST Tuta monouso PROSHILD 1
<b>Calzature</b>	Scarpe antinfortunistiche EN 345 -92 Nexus
<b>Respiratori (semifacciali con filtri P3)</b>	SIR SAFETY SYSTEM Wilsson 6000 Series Respiratore 3M 8832 con filtri P3
<b>Occhiali</b>	PULSAFE EN 166 PANAVISION S CE EN166
<b>Caschi</b>	Caschi conforme EN 396 Casco tipo Elmetto HP in polietilene ad alta densità
<b>Guanti</b>	Pellame CE EN388 Mirò extra EN388 Guanti in lattice

**Ponteggi o trabattelli mobili**

<b>Piattaforme aeree</b>	Piattaforme aeree con cestello (mancano schede tecniche) Autogrù o piattaforma di lavoro PLE TEREXLIFT 3517
<b>Trabattelli</b>	Svelt mobile mod. DINGO Nor. Eur. 1004 Faraone mobile Certif. 2000-80-000023-0026 Norma HD1004 Faraone0 mobile Certif. 1999-80-002512-0010 Norma HD1004
<b>Ponteggi</b>	Ponteggio mobile mod. R2-R3 dei F.lli Alimonti

**Incapsulante utilizzato**

<b>Fixo (Vedani)</b>	Emulsione acquosa di polimero sintetico
<b>Kimicover K80 (KIMIA)</b>	Stirene/Butadiene polimerizzati
<b>FIXET D (AST)</b>	Resine acriliche UNI 8681
<b>EMUFIX (Casali SpA)</b>	Prodotto incapsulante pigmentato

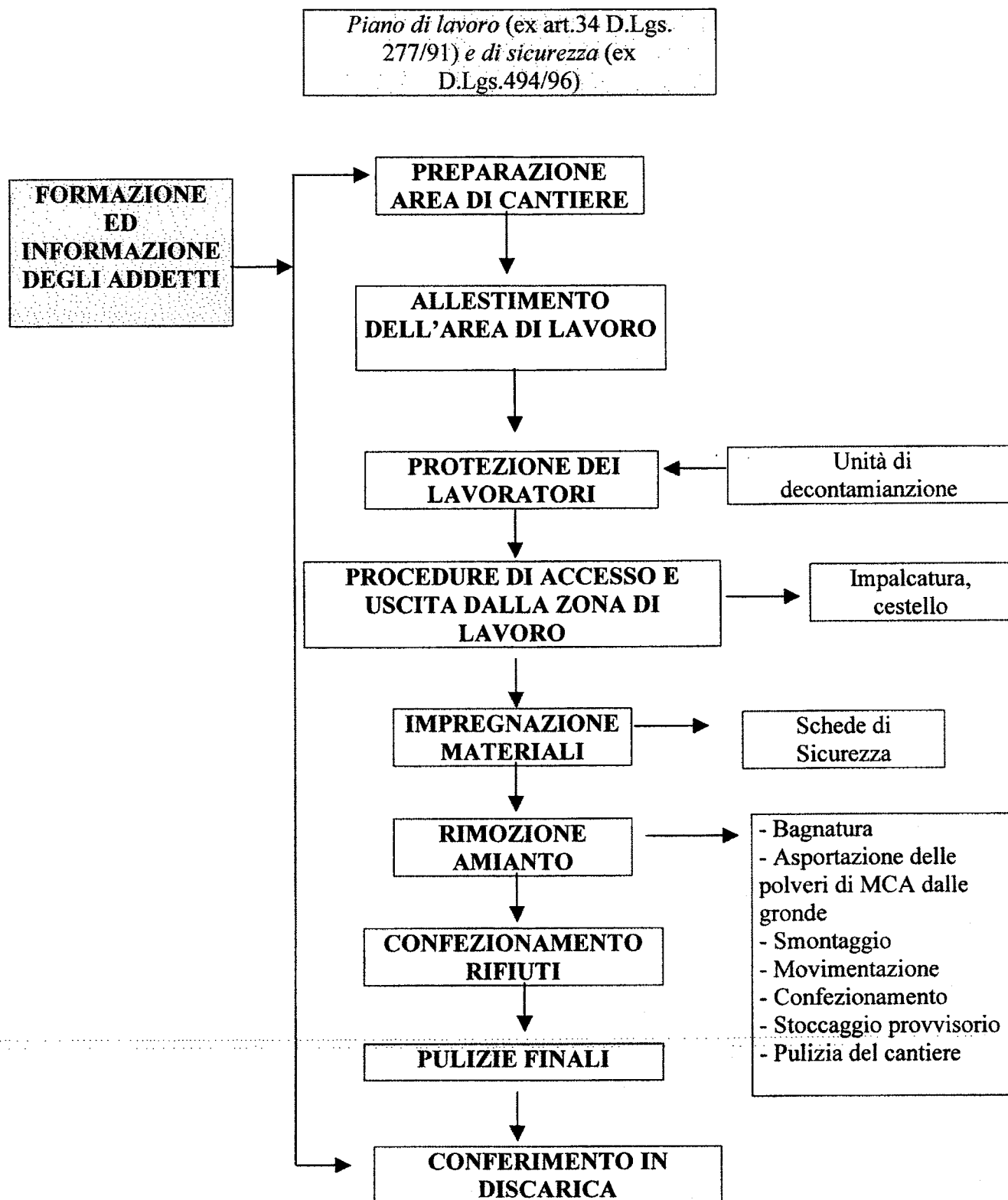
**Dispositivi di ancoraggio**

<b>Imbragature</b>	SOKOI 2 - SOKOI 8 EN361 KOALA 5 EN 358 EN 361 D&B art. 021 EN 361-93
<b>Sistemi anticaduta</b>	Blokfor EN360 Blokfor della Tractel EN360 Stopmax EN360
<b>Varie</b>	Bretelle di sicurezza e cosciali CE EN 361 Correggia EN354 Elevatore per edilizia tipo EL HE 150 VELOCE Anno di costruzione 2002 Cordino di posizionamento della D&B art. 023 EN 358
<b>Elettricità</b>	Assorbitore di energia conforme EN 355

**DESCRIZIONE DELL'ATTIVITA'**

# PROFILI DI RISCHIO RIMOZIONE AMIANTO COMPATTO

## Flow Chart



## **Rimozione delle lastre di copertura e pannelli di cemento-amianto: descrizione attività**

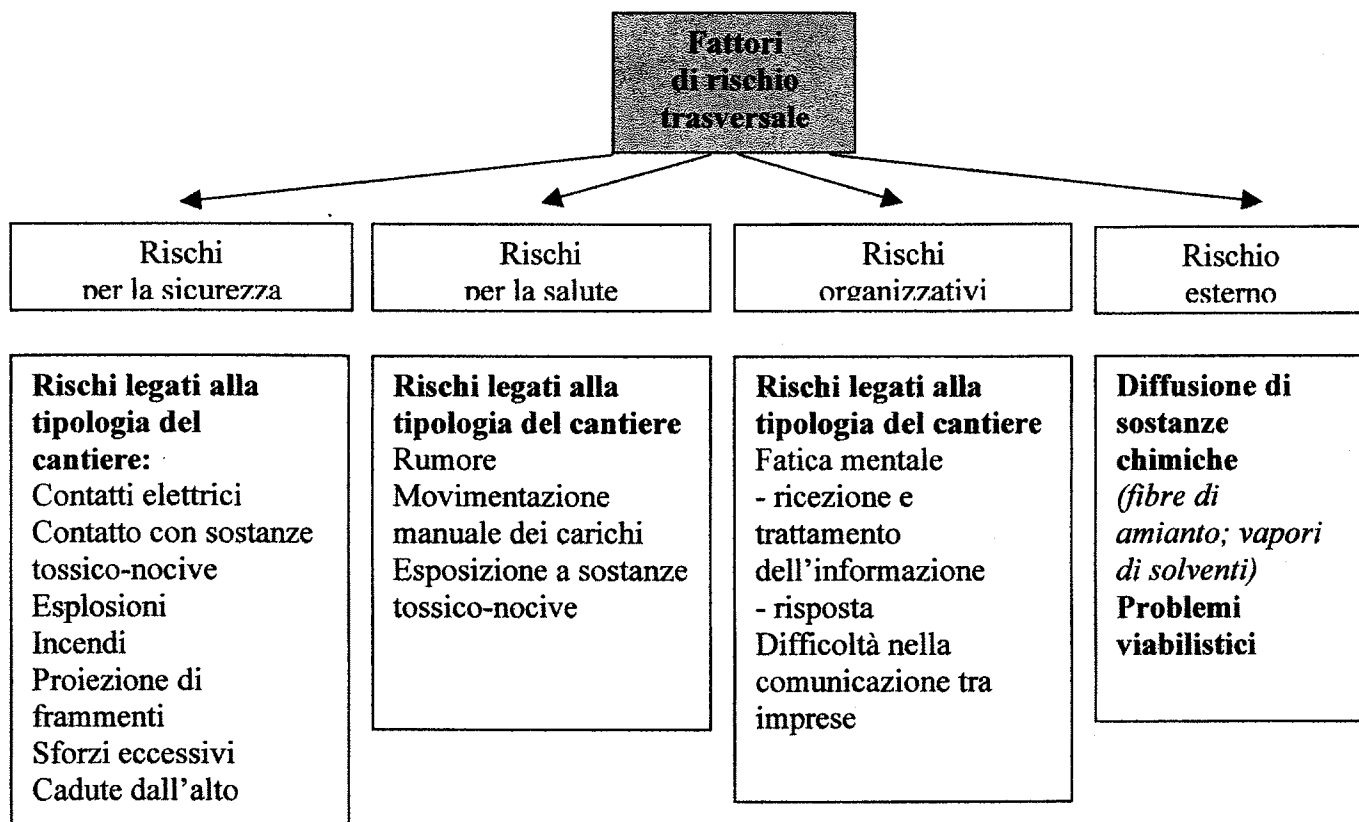
Per lo smontaggio di lastre di copertura e pannelli di cemento-amianto devono essere adottate misure di prevenzione atte ad impedire la dispersione di fibre nell'ambiente.

1. presentare il certificato di analisi del materiale per l'individuazione degli idonei mezzi di protezione anche ai fini della sua classificazione come rifiuto per un corretto smaltimento se questo è a suo carico;
2. delimitare il cantiere ed installare l'apposita segnaletica di pericolo ; l'accesso al cantiere dovrà essere permesso soltanto agli addetti dotati di mezzi di protezione individuale;
3. realizzare il calendario relativo alla durata delle diverse sequenze di lavoro;
4. fornire il personale addetto all'opera di smontaggio di adeguate protezioni individuali
5. spruzzare sulla superficie dei pannelli una soluzione di acqua e/o acqua e fissativi;
6. sganciare i pannelli di supporto evitando ogni dispersione di polvere nell'ambiente, usando attrezzatura tipo cesoie;
7. aspirare i piccoli residui e le polveri con aspiratori forniti di filtri assoluti;
8. depositare al suolo con cautela il materiale e impilarlo in "*pallets*" carrellabili dopo averli imballati con fogli di polietilene. Eventuali frammenti saranno messi in sacchi ad elevata resistenza;
9. i pezzi acuminati o taglienti dovranno essere sistemati in modo tale da evitare lo sfondamento dei sacchi in plastica;
10. rimuovere, dopo abbondante bagnatura, tutto l'eventuale accumulo di materiali vari nei canali di gronda. Questo rifiuto dovrà essere smaltito analogamente agli altri rifiuti di amianto;
11. le operazioni di rimozione devono essere eseguite in assenza di qualsiasi altra attività lavorativa nella zona interessata e nelle vicinanze;
12. tutti gli utensili utilizzati dovranno essere accuratamente puliti alla fine del turno.

*N.B. Nel caso di cemento-amianto presente in cumuli frammentati al suolo, fortemente deteriorato dall'azione del fuoco e/o degli agenti atmosferici, le procedure dovranno essere sostituite con quelle previste per la rimozione dell'amianto friabile.*

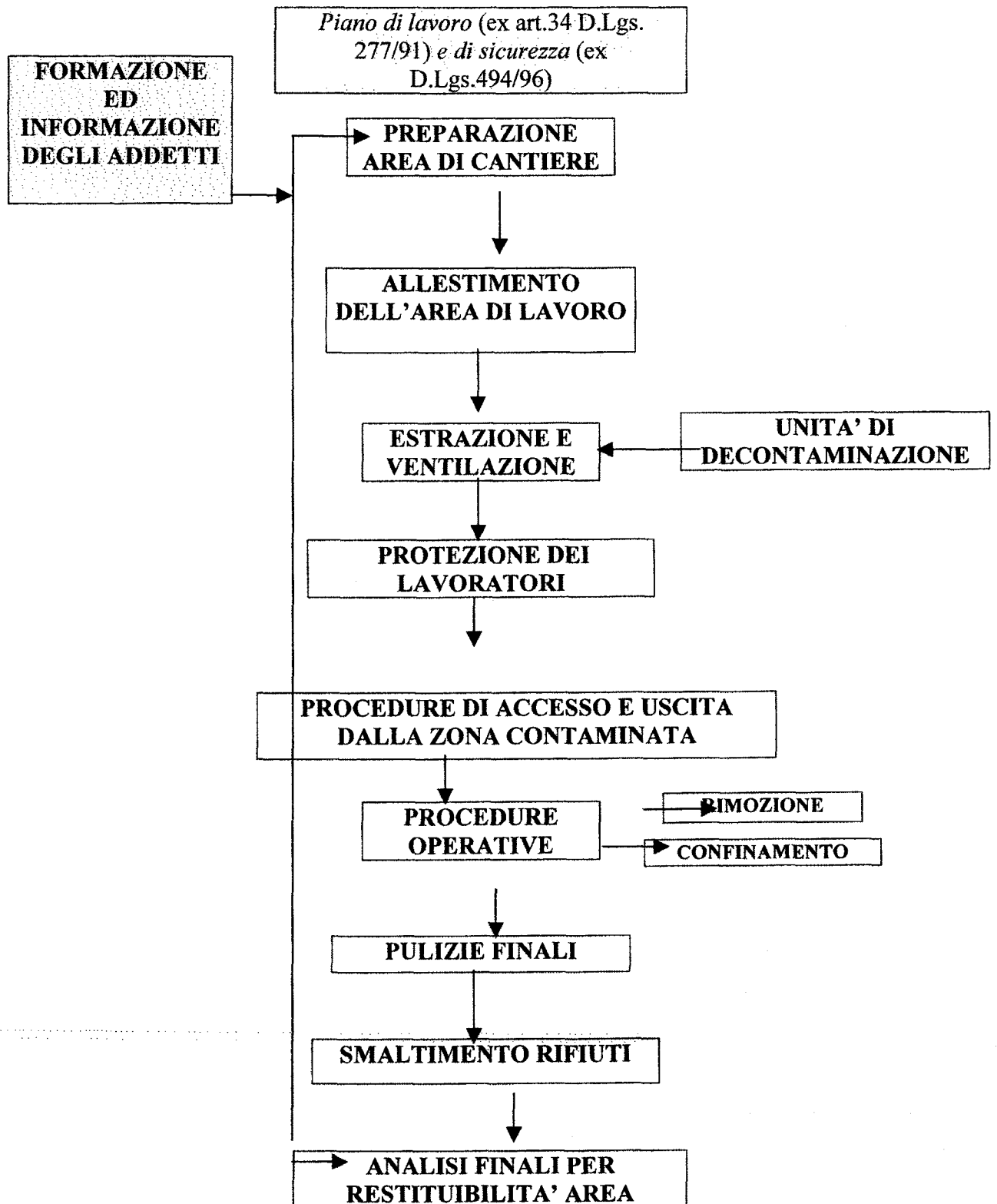


## Rischi trasversali



# PROFILI DI RISCHIO BONIFICA AMIANTO FRIABILE

## Flow Chart



## **Descrizione complessiva dell'attività di rimozione del materiale friabile**

### **1) Allestimento del cantiere**

Occorre provvedere alla realizzazione di un confinamento artificiale con specifiche separazioni.

Prima dell'inizio del lavoro, la zona dovrà essere sgombrata da tutti i mobili e le attrezzature che possono essere spostati e depositati in zona di sicurezza incontaminata; quelli inamovibili devono essere completamente ricoperti con fogli di plastica di spessore adeguato ed accuratamente sigillati sul posto. Devono essere rimossi tutti i filtri dei sistemi di riscaldamento, ventilazione e condizionamento. I filtri sostituiti vanno posti in sacchi sigillati di plastica per essere smaltiti come rifiuti contenenti amianto. I filtri permanenti vanno puliti ad umido e reinstallati.

Il pavimento dell'area di lavoro dovrà essere ricoperto con uno o più fogli di polietilene di spessore adeguato. Le giunzioni saranno unite con nastro impermeabile; la copertura del pavimento dovrà salire sulla parete per almeno 50 cm.

Tutte le pareti della zona di lavoro saranno ricoperte con fogli di polietilene di spessore adeguato e sigillate sul posto con nastro a prova d'umidità. I fori e le fessure vanno tamponati con silicone o schiume espanse. Porte e finestre vanno sigillate applicando prima nastro adesivo sui bordi e coprendole successivamente con un telo di polietilene di superficie più estesa delle aperture.

Si deve creare un'uscita di sicurezza per consentire una rapida via di fuga, (*ad es. telo di polietilene da tagliare*).

Per realizzare un efficace isolamento dell'area di lavoro è necessario, oltre all'installazione delle barriere (*confinamento statico*), l'impiego di un sistema di estrazione dell'aria che metta in depressione il cantiere di bonifica rispetto all'esterno (*confinamento dinamico*). Il sistema di estrazione deve garantire un gradiente di pressione tale che, si verifichi un flusso d'aria dall'esterno verso l'interno del cantiere in modo da evitare qualsiasi fuoriuscita di fibre. Nello stesso tempo questo sistema garantisce il rinnovamento dell'aria e riduce la concentrazione delle fibre di amianto aerodisperse all'interno dell'area di lavoro.

L'aria inquinata aspirata dagli estrattori deve essere efficacemente filtrata prima di essere emessa all'esterno del cantiere.

Gli estrattori devono essere muniti di un filtro HEPA (alta efficienza: 99.97 DOP).

Gli estrattori devono essere messi in funzione prima che qualsiasi materiale contenente amianto venga manomesso e devono funzionare ininterrottamente (24 ore su 24) per mantenere il confinamento dinamico fino a che la decontaminazione dell'area di lavoro non sia completa. Non devono essere spenti alla fine del turno di lavoro né durante le eventuali pause.

Nel caso si verificasse un'interruzione di corrente che provochi l'arresto degli estrattori, l'attività di rimozione deve essere interrotta; tutti i materiali di amianto già rimossi e caduti devono essere insaccati finché sono umidi.

L'estrattore deve essere provvisto di un manometro che consenta di determinare quando i filtri devono essere sostituiti.

Il cambio dei filtri deve avvenire all'interno dell'area di lavoro, ad opera di personale munito di mezzi di protezione individuale per l'amianto.

Tutti i filtri usati devono essere insaccati e trattati come rifiuti contaminati da amianto.

## 2) Collaudo del cantiere.

Prima di iniziare la bonifica i sistemi di confinamento devono essere collaudati mediante prove di tenuta cioè:

- a. *prova della tenuta con fumogeni.* L'area di lavoro viene saturata con un fumogeno e si osservano, dall'esterno del cantiere, le eventuali fuoriuscite di fumo (naturalmente ad estrattori spenti)
- b. *collaudo della depressione.*

Si accendono gli estrattori uno alla volta e si osservano i teli di plastica delle barriere di confinamento che si devono rigonfiare leggermente. La direzione del flusso dell'aria viene verificata utilizzando fialette fumogene. Si deve osservare che il fumo venga sempre richiamato verso l'interno dell'area di lavoro. La misura della depressione può essere effettuata con un manometro differenziale, munito di due sonde che vengono collocate una all'interno e l'altra all'esterno dell'area di lavoro.

## 3) Area di decontaminazione operatori

Si dovrà creare un apposito percorso composto da 4 zone distinte:

- a) locale di equipaggiamento

Questa zona avrà due accessi, uno adiacente all'area di lavoro e l'altro adiacente al locale doccia. Un apposito contenitore di plastica deve essere sistemato in questa zona per permettere agli operai di riporvi le attrezzature prima di passare al locale doccia.

- b) locale doccia

La doccia, con acqua calda e fredda, sarà accessibile dal locale equipaggiamento e dalla chiusa d'aria (spazio largo circa 1.5 m con due accessi). Le acque di scarico delle docce devono essere convenientemente filtrate prima di essere scaricate.

- c) chiusa d'aria.

La chiusa d'aria dovrà essere costruita tra il locale doccia ed il locale spogliatoio incontaminato. Uno degli accessi dovrà rimanere sempre chiuso: per ottenere ciò è opportuno che gli operai attraversino la chiusa d'aria uno alla volta.

- d) locale incontaminato (spogliatoio).

Questa zona avrà un accesso dall'esterno (aree incontaminate) ed un'uscita attraverso la chiusa d'aria. Il locale dovrà essere munito di armadietti per consentire agli operai di riporre gli abiti dall'esterno. Quest'area servirà anche come magazzino per le attrezzature pulite.

## 4) Protezione dei lavoratori

Prima dell'inizio dei lavori, gli operai devono venire istruiti ed informati sulle tecniche di rimozione dell'amianto, che dovranno includere un programma di addestramento all'uso delle maschere respiratorie, sulle procedure per la rimozione, la decontaminazione e la pulizia del luogo di lavoro. Quando si lascia la zona di lavoro è necessario sostituire gli indumenti protettivi con altri incontaminati.

È necessario che gli indumenti protettivi siano:

- di carta o tela plastificata a perdere (tipo tyvek) e smaltiti come i rifiuti provenienti dalla bonifica;
- sotto la tuta l'abbigliamento deve essere ridotto al minimo.

### *Accesso e uscita dall'area di lavoro*

Prima di entrare nell'area di lavoro, ciascun operaio dovrà togliere gli indumenti nel locale spogliatoio incontaminato ed indossare un respiratore dotato di filtri efficienti ed indumenti protettivi. In uscita ciascun operaio dovrà:

- togliere tutti gli indumenti eccetto il respiratore;
- entrare nel locale doccia, pulire l'esterno del respiratore con acqua e sapone;
- togliere i filtri sciacquarli e riporli nel contenitore predisposto per tale uso;
- lavare ed asciugare l'interno del respiratore.

Quindi dopo aver fatto la doccia nello spogliatoio deve indossare gli abiti per l'esterno.

I copripiedi contaminati devono essere lasciati nel locale equipaggiamento quando non vengono usati nell'area di lavoro. Al termine del lavoro di rimozione trattarli come scarti contaminati oppure pulirli a fondo, sia all'interno che all'esterno usando acqua e sapone.

Gli operai non devono mangiare, bere, fumare sul luogo di lavoro, fatta eccezione per l'apposito locale incontaminato.

## **5) La rimozione**

La rimozione dell'amianto deve avvenire ad umido. Per l'imbibizione del materiale si utilizzano, con un getto diffuso a bassa pressione e passato due volte, soluzioni acquose d'etere ed estere di polioossietilene o impregnanti (prodotti vinil-acrilici comunemente usati per l'incapsulamento). La rimozione dell'amianto deve iniziare nel punto più lontano dagli estrattori e procedere verso di essi, secondo la direzione del flusso dell'aria, in modo che, man mano che procede il lavoro, le fibre che si liberano per l'intervento siano allontanate dalle aree già decoibentate. L'amianto rimosso deve essere insaccato immediatamente e comunque prima che abbia il tempo di essiccare.

I sacchi pieni saranno sigillati immediatamente. Al termine delle operazioni di rimozione le superfici decoibentate devono essere trattate con un prodotto sigillante per fissare tutte le fibre che non possono essere state asportate.

## **6) Imballaggio dei rifiuti**

Tutti i materiali devono essere avviati al trasporto in doppio contenitore, imballando separatamente i materiali taglienti. I sacchi vanno riempiti per non più di due terzi. Tutti i contenitori devono essere etichettati. L'uso del doppio contenitore è fondamentale, perché il primo sacco, nel quale l'amianto è introdotto appena rimosso all'interno del cantiere, è inevitabilmente contaminato. Il secondo contenitore non deve mai essere portato dentro l'area di lavoro, ma solo nei locali puliti dell'unità di decontaminazione.

## **7) Rifiuti e area di lavoro**

L'allontanamento dei rifiuti dall'area di lavoro deve essere effettuato in modo da ridurre il più possibile il pericolo di dispersione di fibre. A tal fine il materiale è insaccato nell'area di lavoro e i sacchi, dopo la chiusura e una prima pulizia della superficie, vanno portati nell'unità di decontaminazione destinata esclusivamente al passaggio dei materiali. Questa deve essere costituita da almeno tre locali: il primo è un'area di lavaggio dei sacchi; il successivo è destinato al secondo insaccamento; nell'ultimo locale i sacchi vengono depositati per essere successivamente allontanati dall'area di lavoro.

I sacchi vanno movimentati evitando il trascinarsi. Ascensori e montacarichi, eventualmente utilizzati, vanno rivestiti con teli di polietilene, in modo che possano essere facilmente decontaminati nell'eventualità della rottura di un sacco. Il percorso dal cantiere all'area di stoccaggio nell'attesa del trasporto in discarica deve essere preventivamente

studiato, cercando di evitare, per quanto possibile, di attraversare aree occupate dell'edificio.

Fino al prelevamento da parte della ditta autorizzata al trasporto, i rifiuti devono essere depositati in un'area all'interno dell'edificio, chiusa ed inaccessibile agli estranei.

## **8) Incapsulamento**

La scelta del tipo di incapsulante dipende dalle caratteristiche del rivestimento in amianto e dagli scopi dell'intervento. Il prodotto deve essere testato direttamente sul materiale da trattare. Se si usano incapsulanti ricoprenti bisogna verificarne l'aderenza al rivestimento; se si usano incapsulanti penetranti bisogna controllarne la capacità di penetrazione e di adesione oltre alla capacità del materiale di sopportare il peso dell'incapsulante.

La superficie del materiale da trattare deve essere aspirata e rimossi tutti i residui e i frammenti. L'incapsulante deve essere applicato (almeno 2-3 strati) con un'apparecchiatura a spruzzo "airless", al fine di ridurre la liberazione di fibre.

## **9) Decontaminazione del cantiere**

Tutto il materiale a perdere utilizzato nella zona di lavoro dovrà essere imballato in sacchi di plastica sigillabili e destinati alla discarica identificati con etichette di segnalazione pericolo a norma di legge. I fogli di polietilene verticali ed orizzontali dovranno essere trattati con prodotti fissanti e successivamente rimossi per essere insaccati come i rifiuti di amianto.

L'acqua, gli stracci e le scope utilizzati per la pulizia devono essere sostituiti periodicamente per evitare il propagarsi delle fibre d'amianto. L'area di lavoro deve essere nebulizzata con acqua o una soluzione diluita d'incapsulante in modo da abbattere le fibre aerodisperse.

Conclusa l'operazione di pulizia, dovrà essere effettuata un'ispezione visiva di tutta la zona di lavoro (su tutte le superfici, incluse le travi e le impalcature) per assicurarsi che l'area sia sgombra da polvere. Se, dopo la seconda pulizia ad umido, sono visibili ancora dei residui, le superfici interessate devono essere nuovamente pulite ad umido.

Le zone devono essere lasciate pulite a vista.

E' consigliabile accertare l'agibilità della zona entro 48 ore successive al termine del lavoro mediante campionamenti dell'aria.

Una volta accertata la rispondenza della zona di lavoro a quanto richiesto, si potranno togliere i sigilli a ventilatori e radiatori e rendere di nuovo accessibile la zona.

Giornalmente dovrà essere fatta la pulizia, con aspirazione a secco o con metodo ad umido, di qualsiasi zona al di fuori dell'area di lavoro o di passaggio che sia stata contaminata da polvere o da altri residui conseguenti al lavoro fatto.

## **10) Monitoraggio ambientale**

Il monitoraggio ambientale delle fibre aerodisperse nelle aree circostanti il cantiere di bonifica è necessario per individuare tempestivamente un'eventuale diffusione di fibre di amianto nelle aree incontaminate: deve essere eseguito quotidianamente dall'inizio delle operazioni di disturbo dell'amianto fino alle pulizie finali.

Devono essere controllate in particolare:

- le zone incontaminate in prossimità delle barriere di confinamento;
- l'uscita del tunnel di decontaminazione o il locale incontaminato dello spogliatoio.

Campionamenti sporadici vanno effettuati all'uscita degli estrattori, all'interno dell'area di lavoro e durante la movimentazione dei rifiuti.

I risultati devono essere noti in tempo reale o, al massimo, entro le 24 ore successive. Per questo tipo di monitoraggio si adotteranno tecniche analitiche di MOCF.

Sono previste due soglie d'allarme:

1) *Preallarme* - Si verifica ogni qual volta i risultati dei monitoraggi effettuati all'esterno dell'area di lavoro mostrano una netta tendenza verso un aumento della concentrazione di fibre aerodisperse.

2) *Allarme* - Si verifica quando la concentrazione di fibre aerodisperse supera il valore di 50 ff/l. In tal caso è necessaria, oltre alle varie procedure di controllo e monitoraggio, una comunicazione immediata all'autorità competente (USL).

## 11) Il glove-bag

Questa tecnica (*celle di polietilene, dotate di guanti interni per l'effettuazione del lavoro*) si utilizza per limitati interventi su piccole superfici di coibentazione (ad es. su tubazioni o valvole o giunzioni o su ridotte superfici od oggetti da liberare per altri interventi), considerando che vanno introdotti nelle celle, prima della sigillatura a tenuta stagna, tutti gli attrezzi necessari. Ci deve essere un aspiratore dotato di filtro di efficienza HEPA per la messa in depressione della cella ove possibile in continuo.

Gli addetti alla scoibentazione con glove-bag devono indossare indumenti protettivi a perdere e mezzi di protezione delle vie respiratorie

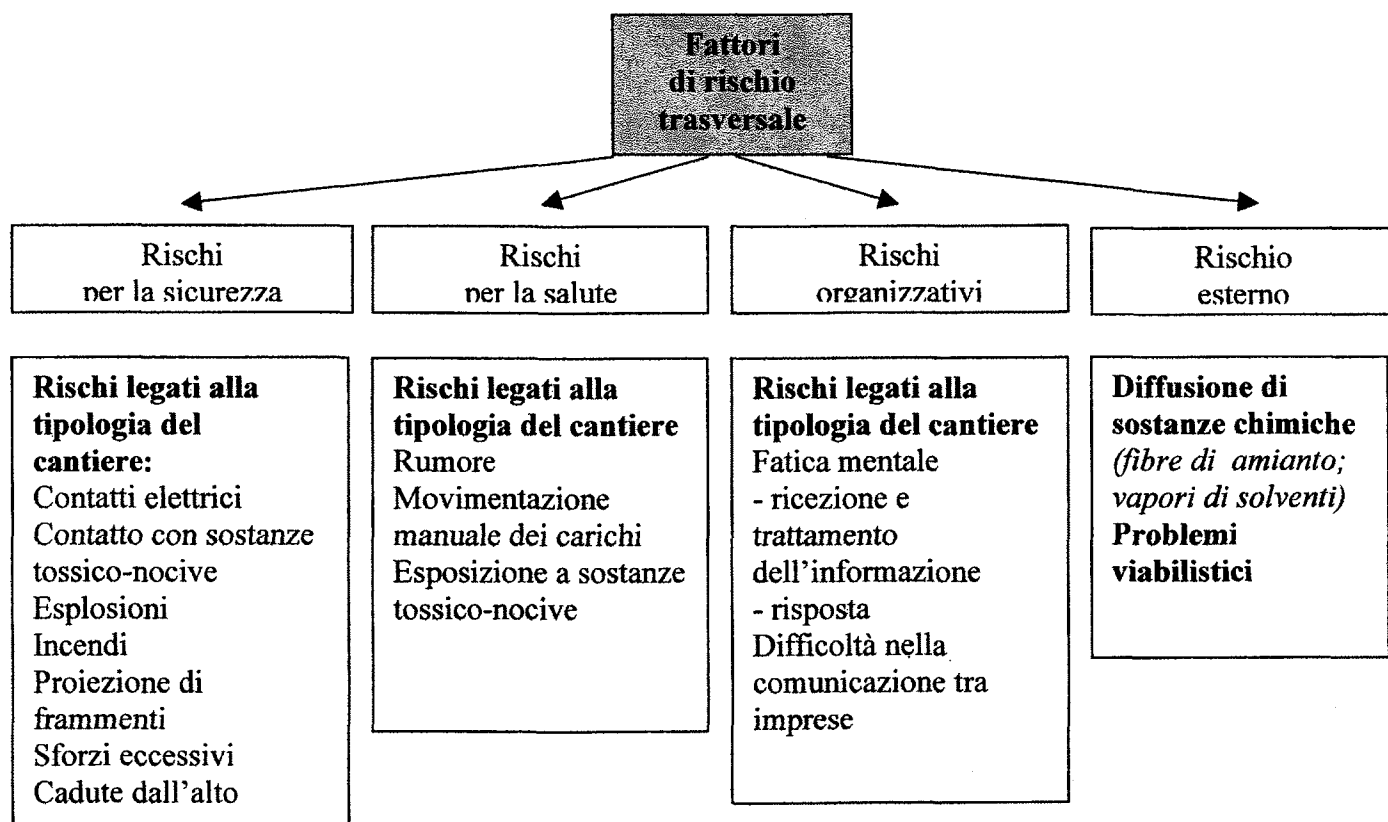
Deve essere disponibile un aspiratore a filtri assoluti per intervenire in caso di eventuali perdite di materiale dalla cella

La procedura di rimozione dell'amianto è quella usuale: imbibizione del materiale, pulizia delle superfici da cui è stato rimosso con spazzole, lavaggi e spruzzatura di incapsulanti.

## 12) Manutenzione

La fase di manutenzione e pulizia riguarda esclusivamente attrezzature ed apparecchiature (*pompa airless*) che possono essere contaminate da amianto e da sostanze chimiche (*resine, solventi*).

## Rischi trasversali

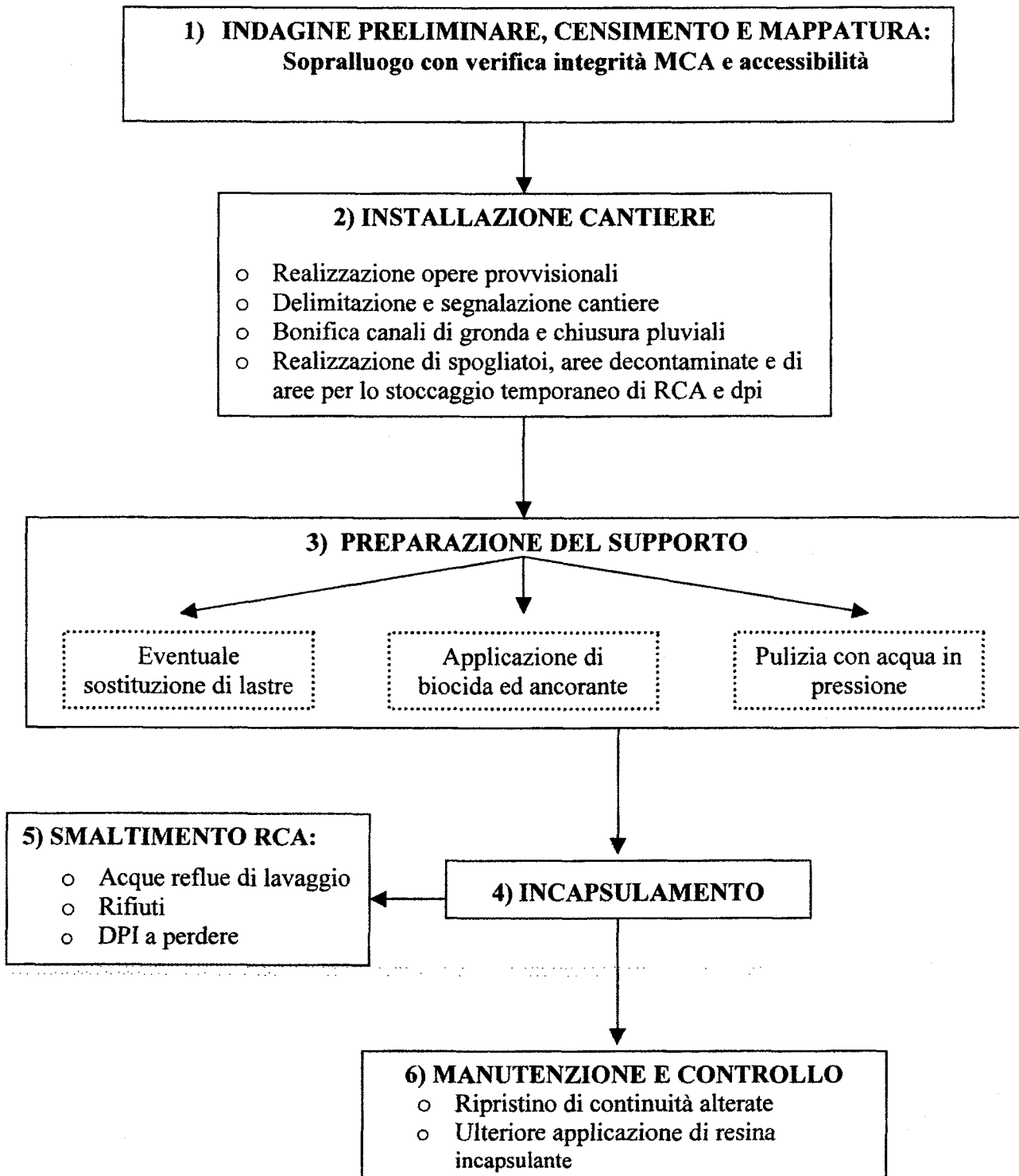




# INCAPSULAMENTO

## FLOW CHART

*Ciclo incapsulante*



## **Descrizione complessiva dell'attività di incapsulamento**

### **1) Indagine preliminare, censimento e mappatura; valutazione dello stato di conservazione; verifica integrità MCA, dell'idoneità all'incapsulamento e dell'accessibilità. Sopralluogo.**

La valutazione dello stato di conservazione dei materiali contenenti amianto viene effettuata secondo i criteri espressi dall'art. 2 del D.M. 6/9/1994 per la scelta del metodo di bonifica.

Questa fase consiste in un'ispezione diretta con verifica dello stato di conservazione delle lastre o degli eventuali rivestimenti, e della friabilità dei materiali.

Il prelievo di una piccola aliquota di materiale sufficientemente rappresentativo, da sigillare e trasmettere immediatamente al centro individuato per le analisi, una volta segnalato, registrato e riparato il punto di campionamento, consente la valutazione del rischio (D.M. 6/9/1994).

### **2) Installazione cantiere**

#### *o Realizzazione opere provvisoriale*

Opportune opere provvisoriale (*ponteggi a tubi e giunti oppure ponteggi ad elementi prefabbricati*) permettono agli operatori di raggiungere agevolmente l'intera superficie da trattare.

Gli impalcati, i ponti di servizio e le passerelle, posti a quota superiore a 2 m, devono avere, verso il vuoto, un parapetto alto almeno 1 m, con una tavola "*fermapiede*" alta almeno 20 cm ed una distanza tra i correnti orizzontali non superiore a 60 cm.

La realizzazione del ponteggio comporta da parte degli addetti il trasporto degli elementi dei ponteggi, il posizionamento dei tubi metallici nelle posizioni prestabilite, il montaggio mediante l'imbullonamento dei giunti per la realizzazione di strutture portanti aventi geometrie e sviluppi determinati da un progetto preliminare oppure da uno schema di ponteggio standard e l'ancoraggio alle strutture mediante opportuni tasselli o cavi, la deposizione di specifici intavolati in legno per realizzare le parti piane di passaggio, la realizzazione di elementi di sicurezza come le controventature per le parti esposte o i parasassi per le parti sporgenti nel caso vi sia il pericolo di caduta di materiali, l'uso dei ponteggi, lo smontaggio.

Se la copertura in cemento-amianto non appoggia su una soletta o su un supporto resistente, occorre posizionare sotto la copertura un impalcato oppure, in alternativa, reti di sicurezza.

Nel caso in cui non sia possibile disporre di impalcati di protezione o parapetti è previsto l'uso di idonee cinture di sicurezza con bretelle collegate a fune di trattenuta la cui lunghezza deve essere tale da limitare la caduta a non oltre m.1,50 (*art.10 D.P.R. 164/56*).

#### *o Delimitazione e segnalazione cantiere*

#### *o Bonifica canali di gronda e chiusura pluviali*

#### *o Sigillatura delle prese d'aria dell'edificio che sfocino sui tetti*

#### *o Realizzazione/installazione di locali ad uso spogliatoio con doccia (per lavori superiori ai 10 gg)*

#### *o Realizzazione di un'area per lo stoccaggio di RCA, dell'attrezzatura usata e dpi.*

### 3) Preparazione del supporto

Le operazioni di pulizia e preparazione delle superfici, in funzione delle condizioni del supporto così come osservate nell'indagine preliminare, costituiscono una fase delicata in quanto da essa dipendono l'aggrappaggio del ciclo incapsulante e la durabilità dello stesso.

La pulizia può essere effettuata con acqua in pressione, ma con un sistema che eviti la nebulizzazione della stessa e la conseguente dispersione di fibre nell'ambiente, o tramite l'applicazione di una soluzione resinosa biocida.

La preparazione del supporto viene effettuata con attrezzature idonee che impediscono la liberazione di fibre di amianto nell'ambiente. Questa consiste in un'apparecchiatura costituita da un gruppo motore carrellato posizionato a terra e da un pulitore mobile posto sulla copertura, dotato di spazzole. L'acqua di lavaggio viene convogliata ad un gruppo filtrante e reimpressa nel ciclo.

Sono vietati trattamenti preliminari di preparazione all'incapsulamento di manufatti in cemento amianto in ambienti confinati.

È assolutamente vietato l'uso delle tradizionali idropulitrici o sistemi di pulizia a secco.

Con lavaggio delle lastre, lo smog, la flora fungina e le fibre di amianto in fase di distacco sono asportate mediante idrolavaggio ad alta pressione eseguito con appositi macchinari che evitano la dispersione delle fibre di amianto nell'ambiente.

Le acque reflue di lavaggio, assieme agli eventuali rifiuti contenenti amianto ed ai fanghi di risulta, sono condotte a trattamento e smaltimento secondo la normativa vigente.

Il trattamento preliminare che non prevede il lavaggio, è effettuato con antivegetativo biocida, applicato sulla superficie con pompa airless (*spruzzo senza aria*) o nebulizzazione a bassa pressione.

Tale trattamento è realizzato solo nel caso del rivestimento incapsulante di Tipo A ai sensi del D.M. 20/8/1999 (*a vista all'esterno*).

#### **- Lesioni o crepe del supporto**

Eventuali lesioni o crepe nelle lastre possono essere eliminate mediante l'applicazione, successiva al trattamento preliminare, di resina stirolo acrilica con armatura in fibra di vetro in grado di ancorarsi tenacemente alla lastra sottostante.

#### **- Eventuale sostituzione di lastre particolarmente deteriorate**

Qualora, durante l'idrolavaggio, alcune lastre si presentassero particolarmente usurate, verranno sostituite con lastre nuove che subiranno l'identico processo sopra descritto.

### 4) Incapsulamento

Per evitare la dispersione delle fibre di amianto, eventualmente emerse in superficie a seguito della preparazione del supporto, le successive fasi del ciclo incapsulante dovranno avvenire al più presto possibile, dopo la preparazione.

Questa fase consiste nell'applicazione di particolari cicli di resine U.V. resistenti, penetranti, consolidanti, antivegetative, filmogene, autolavanti, aderenti e impermeabili, con spessore minimo in funzione della tipologia del rivestimento (D.M. 20/9/1999) che ripristinino l'integrità superficiale delle lastre, ne impediscano la carbonatazione ed inglobino le fibre di amianto in fase di distacco.

Le resine incapsulanti possono essere acriliche, stirolo-acriliche, metacriliche, elastomeriche, poliuretaniche, epossidiche. Esiste la possibilità di applicare una schiuma poliuretanică a spruzzo e sovraverniciata con guaine liquide. Il grado di deterioramento delle lastre determina la scelta del solvente: solitamente, per un supporto fortemente degradato, si preferiscono resine disciolte in solvente non acquoso (*spesso stirene*).

L'applicazione viene eseguita con pompa airless fino ad ottenere due strati di colori diversi e contrastanti di incapsulante.

## 5) Raccolta del rifiuto

Tutti i pluviali saranno chiusi provvisoriamente ed il percolato raccolto dalle gronde sarà inviato, tramite by-pass, al filtro separatore: dal filtro uscirà acqua pulita che potrà essere scaricata nelle fognature, mentre la parte restante, contenente anche fibre di amianto, verrà raccolta e conferita in discarica per rifiuti pericolosi.

Dovranno essere predisposte (*vedi fase 2*) aree di stoccaggio temporaneo di attrezzature e DPI usati contaminati da amianto da conferire in discarica per rifiuti pericolosi.

Le parti eventualmente smontate, perché in elevato stato di alterazione, non dovranno essere frantumate.

La movimentazione dei rifiuti da allontanare sarà effettuata al più presto possibile ed in sacchi impermeabili chiusi ed etichettati, in modo che non siano disperse fibre di amianto nell'ambiente.

I materiali utilizzati per la pulizia ad umido vanno insaccati finché sono ancora bagnati.

## 6) Manutenzione e controllo

Ripristino di continuità alterate.

Ulteriore applicazione di resina incapsulante.

Le operazioni di manutenzione vera e propria possono essere raggruppate in tre categorie:

- a) *interventi che non comportano contatto diretto con l'amianto;*
- b) *interventi che possono interessare accidentalmente i materiali contenenti amianto;*
- c) *interventi che intenzionalmente disturbano zone limitate di materiali contenenti amianto.*

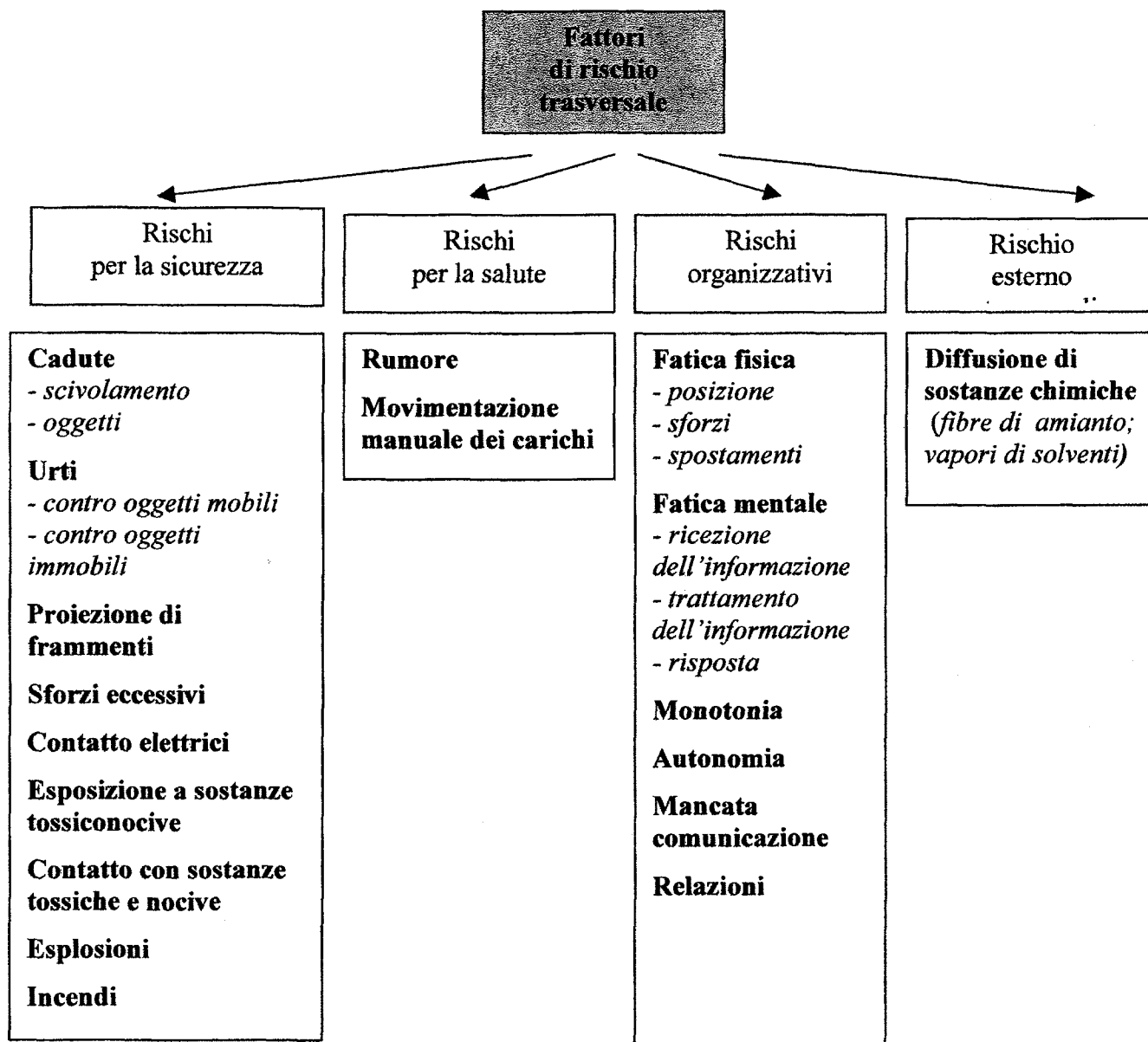
Sono escluse tutte le operazioni che comportino un esteso interessamento dell'amianto.

Al termine dei lavori, eventuali polveri o detriti di amianto caduti vanno puliti con metodi ad umido o con aspiratori portatili muniti di filtri ad alta efficienza.

### *Manutenzione*

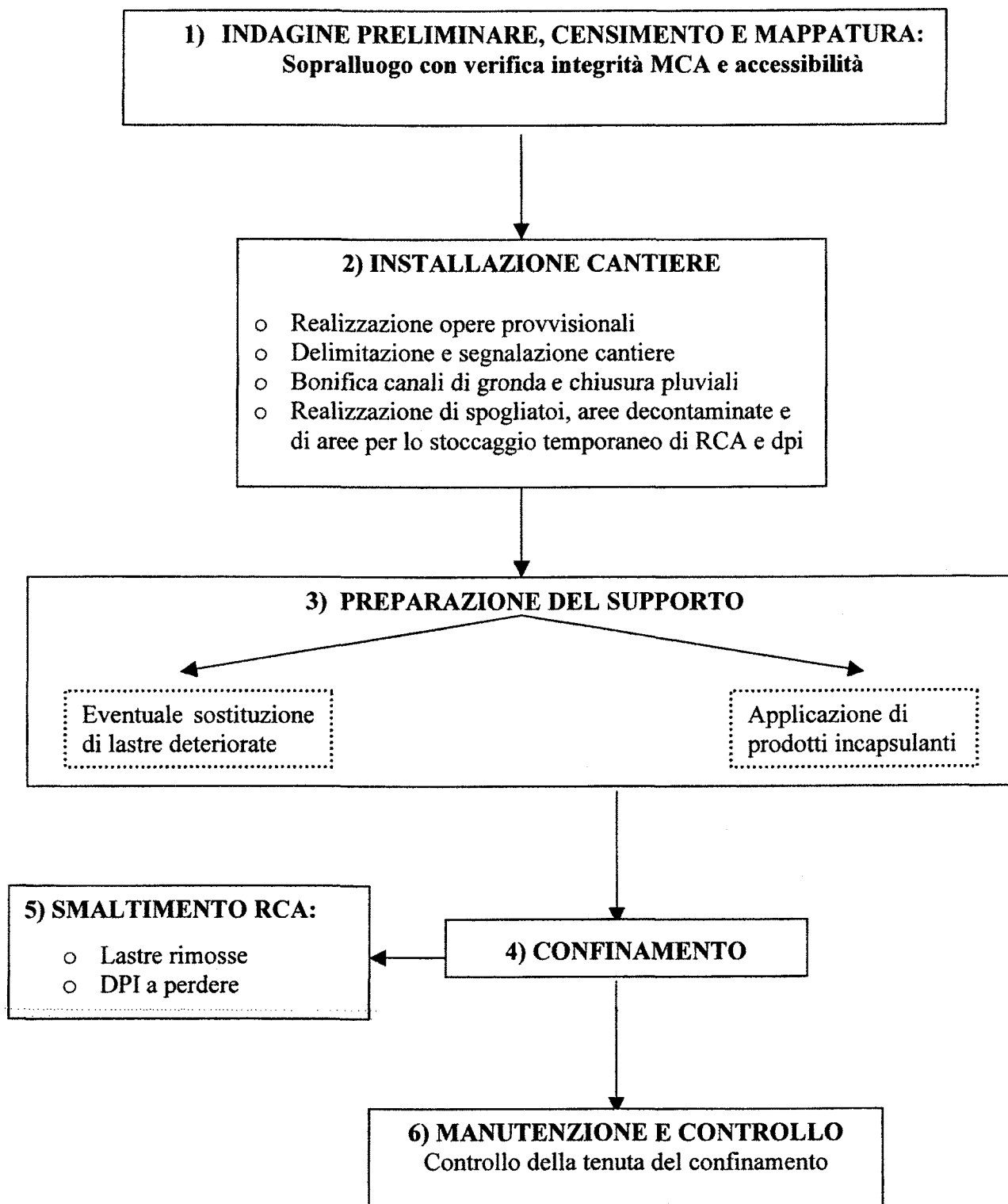
La fase di manutenzione e pulizia riguarda esclusivamente le attrezzature e le apparecchiature (*pompa airless*) che possono essere contaminate da amianto e da sostanze chimiche (resine, solventi).

## Rischi trasversali



# CONFINAMENTO

## FLOW CHART



## **Descrizione complessiva dell'attività**

### **1) Indagine preliminare, censimento e mappatura; valutazione dello stato di conservazione verifica integrità MCA, dell'idoneità all'incapsulamento e dell'accessibilità. Sopralluogo**

La valutazione dello stato di conservazione dei materiali contenenti amianto viene effettuata secondo i criteri espressi dall'art. 2 del *D.M. 6/9/1994* per la scelta del metodo di bonifica.

Questa fase consiste in un'ispezione diretta con verifica dello stato di conservazione delle lastre, o degli eventuali rivestimenti, e della friabilità dei materiali. Il prelievo di una piccola aliquota di materiale sufficientemente rappresentativo, da sigillare e trasmettere immediatamente al centro individuato per le analisi, una volta, segnalato, registrato e riparato il punto di campionamento, consente la valutazione del rischio (*D.M. 6/9/1994*).

### **2) Installazione cantiere**

- *realizzazione opere provvisorie*

Opportune opere provvisorie (*ponteggi a tubi e giunti oppure ponteggi ad elementi prefabbricati*) permettono agli operatori di raggiungere agevolmente l'intera superficie da trattare.

Gli impalcati, i ponti di servizio e le passerelle posti a quota superiore a 2 m devono avere verso il vuoto un parapetto alto almeno 1 m, con una tavola "fermapiede" alta almeno 20 cm ed una distanza tra i correnti orizzontali non superiore a 60 cm.

La realizzazione del ponteggio comporta da parte degli addetti il trasporto degli elementi dei ponteggi, il posizionamento dei tubi metallici nelle posizioni prestabilite, il montaggio mediante l'imbullonamento dei giunti per la realizzazione di strutture portanti aventi geometrie e sviluppi determinati da un progetto preliminare oppure da uno schema di ponteggio standard e l'ancoraggio alle strutture mediante opportuni tasselli o cavi, la deposizione di specifici intavolati in legno per realizzare le parti piane di passaggio, la realizzazione di elementi di sicurezza come le controventature per le parti esposte o i parasassi per le parti sporgenti nel caso vi sia il pericolo di caduta di materiali, l'uso dei ponteggi, lo smontaggio.

Se la copertura in cemento – amianto non appoggia su una soletta o su un supporto resistente, occorre posizionare sotto la copertura un impalcato oppure, in alternativa, reti di sicurezza.

Nel caso in cui non sia possibile disporre di impalcati di protezione o parapetti è previsto l'uso di idonee cinture di sicurezza con bretelle collegate a fune di trattenuta la cui lunghezza deve essere tale da limitare la caduta a non oltre m.1,50 (*art.10 D.P.R. 164/56*);

- *Delimitazione e segnalazione cantiere*
- *Bonifica canali di gronda e chiusura pluviali*
- *Sigillatura delle prese d'aria dell'edificio che sfocino sui tetti*
- *Realizzazione/installazione di locali ad uso spogliatoio con doccia (per lavori superiori ai 10 gg)*
- *Realizzazione di un'area per lo stoccaggio di RCA, dell'attrezzatura usata e dpi.*

### **3) Preparazione del supporto ed incapsulamento**

Questa fase consiste nell'applicazione di particolari cicli di resine penetranti, consolidanti, aderenti, impermeabili, con spessore minimo in funzione della tipologia del rivestimento (*prodotti incapsulanti di tipo C ai sensi del D.M. 20/9/1999*) che ripristinano l'integrità superficiale delle lastre, inglobando le fibre di amianto in fase di distacco ed impedendone il rilascio.

Le resine incapsulanti possono essere *acriliche, stirolo-acriliche, metacriliche, elastomeriche, poliuretatiche, epossidiche*. Esiste la possibilità di applicare una schiuma *poliuretatica* a spruzzo e sovraverniciata con guaine liquide.

L'applicazione viene eseguita con pompa airless fino ad ottenere due strati di colori diversi e contrastanti di incapsulante.

Il grado di deterioramento delle lastre determina la scelta del solvente: solitamente, per un supporto fortemente degradato, si preferiscono resine disciolte in solvente non acquoso (*spesso stirene*) e la necessità di effettuare la preparazione delle superfici tramite lavaggio con acqua.

L'apparecchiatura in uso è costituita da un gruppo motore carrellato, posizionato a terra e da un pulitore mobile, posto sulla copertura, dotato di spazzole. L'acqua di lavaggio viene convogliata ad un gruppo filtrante e reimpressa nel ciclo.

Le acque reflue di lavaggio, assieme agli eventuali rifiuti contenenti amianto ed ai fanghi di risulta, sono condotte a trattamento e smaltimento secondo la normativa vigente.

Qualora, durante l'idrolavaggio, alcune lastre si presentassero particolarmente usurate, verranno sostituite con lastre nuove. Lo smontaggio deve essere eseguito rimuovendo i vecchi gruppi di fissaggio, senza danneggiare le lastre stesse. Le lastre rimosse, che non devono essere frantumate, devono essere movimentate, collocate nell'area dello stoccaggio temporaneo dei rifiuti contenenti amianto e smaltite secondo norma e provvedendo a ridurre il più possibile il rilascio di fibre. Le lastre non usurate rimosse per facilitare le operazioni di incapsulamento, devono essere rimontate utilizzando i fori già esistenti per i nuovi gruppi di fissaggio.

### **4) Confinamento o sopracopertura**

L'intervento consiste nell'installazione di una copertura al di sopra delle lastre in cemento-amianto che devono essere lavorate con il minor disturbo possibile.

La nuova copertura poggia su una nuova orditura secondaria, costituita di listelli in legno, fissata sulla base sottostante, ma da essa separata per l'interposizione di una rete anticaduta e di una barriera al vapore.

Il fissaggio dei listelli comporta la foratura del supporto. La prassi prevede che sia effettuata attraverso il listello di legno per evitare e limitare la dispersione di fibre di amianto. E' preferibile, nel caso in cui i materiali lo consentano, fissare direttamente il listello con viti autopercoranti, evitando l'uso del trapano.

Al di sopra dei listelli viene fissata la sopracopertura, interponendo materiali isolanti e impermeabili e vengono montati pezzi speciali per sigillare il colmo del tetto e la gronda.

### **5) Raccolta del rifiuto**

Dovranno essere predisposte (*vedi fase 2*) aree di stoccaggio temporaneo di attrezzature e DPI usati contaminati da amianto da conferire in discarica per rifiuti pericolosi.

Le parti eventualmente smontate, perché in elevato stato di alterazione, non dovranno essere frantumate.

La movimentazione dei rifiuti da allontanare sarà effettuata al più presto possibile ed in sacchi impermeabili chiusi ed etichettati, in modo che non siano disperse fibre di amianto nell'ambiente. I materiali utilizzati per la pulizia ad umido vanno insaccati finché sono ancora bagnati.



## 6) Manutenzione e controllo

Le operazioni di manutenzione vera e propria possono essere raggruppate in tre categorie:

- a) *interventi che non comportano contatto diretto con l'amianto;*
- b) *interventi che possono interessare accidentalmente i materiali contenenti amianto;*
- c) *interventi che intenzionalmente disturbano zone limitate di materiali contenenti amianto.*

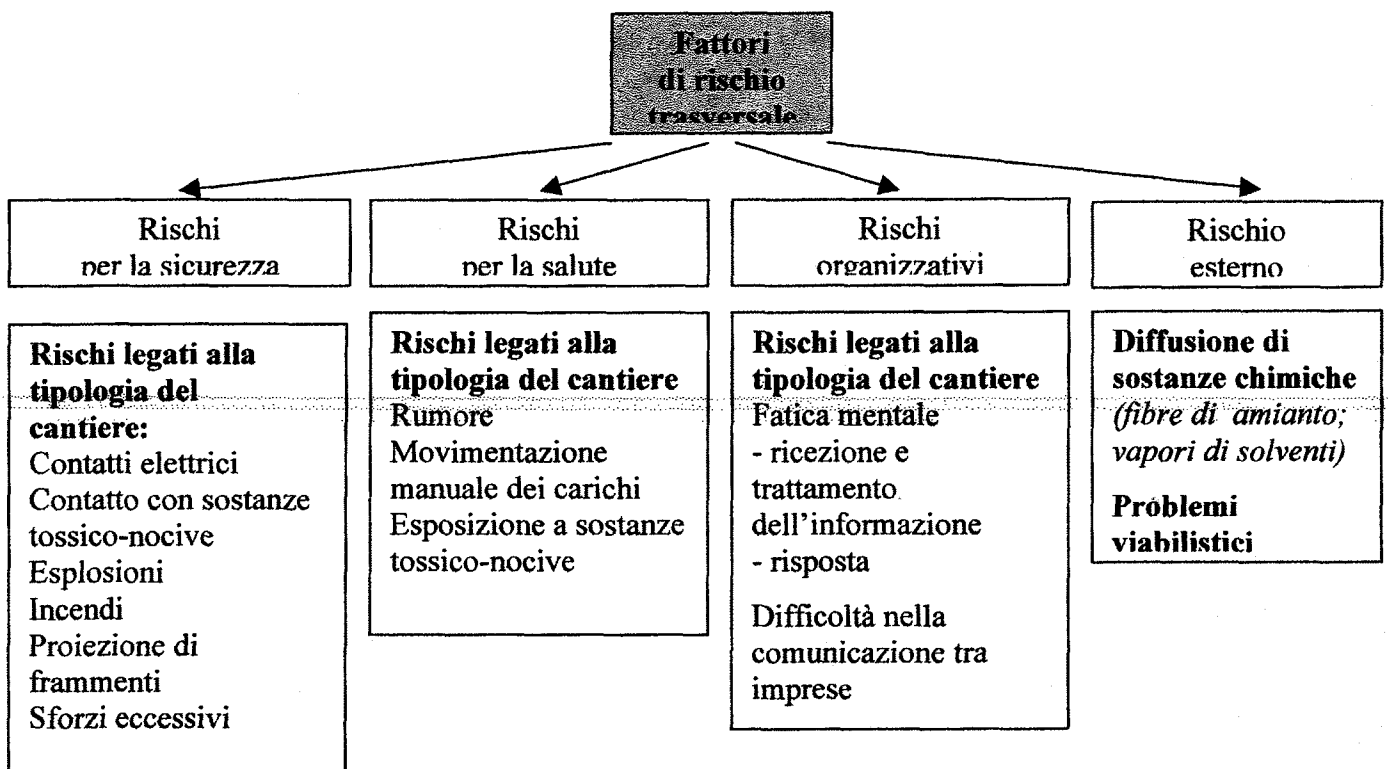
Sono escluse tutte le operazioni che comportino un esteso interessamento dell'amianto.

Al termine dei lavori, eventuali polveri o detriti di amianto caduti vanno puliti con metodi ad umido o con aspiratori portatili muniti di filtri ad alta efficienza.

### *Manutenzione*

La fase di manutenzione e pulizia riguarda esclusivamente attrezzature ed apparecchiature (*pompa airless*) che possono essere contaminate da amianto e da sostanze chimiche (*resine, solventi*).

### Rischi trasversali



## **BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

- Atti del Convegno "L'amianto dall'ambiente di lavoro all'ambiente di vita" Torino, 1996
- Cavariani F., F. D'Orsi (a cura di) "Rischio amianto in ambienti di vita e di lavoro" Regione Lazio Assessorato Sanità Igiene Ambiente. Roma, 1989
- Cavariani F. : Amianto 2: i piani regionali Lavoro e salute n. 9, settembre 1999
- D'Orsi F., F. Cavariani "Il rischio da amianto nell'attuale quadro legislativo Modelli di formazione." Regione Lazio Assessorato Sanità Igiene Prevenzione e Sicurezza nei luoghi di lavoro Roma, 1995
- Regione Emilia-Romagna. Piano di protezione dall'amianto. La promozione delle bonifiche. Lavoro e salute n. 11/12 novembre-dicembre 2000
- Silvestri S., E. Merler (a cura di) "C'era una volta...l'amianto. Attività di censimento e controllo del rischio lavorativo in Toscana". Ti Con Erre Sicurezza Sociale n. 1 Edizioni Regione Toscana. Firenze, 1995
- Marconi A. Criteri per la valutazione delle priorità nelle bonifiche da amianto Regione Emilia Romagna Dossier 14 Bologna 1993
- D'Orsi F. Raccolta commentata per l'amianto BeMa editrice Milano 1999-2001
- D'Orsi F., Marconi A., Renna E. "La bonifica delle coperture in amianto- cemento" BeMa editrice Milano 1995
- Marconi A. L'identificazione delle fibre di asbesto per mezzo della tecnica microscopica della dispersione cromatica Ann. Ist. Sup. Sanità 18 (suppl.) 911-914, 1982
- Verdel U., A. Iotti, G. Castellet Y Ballarà: Mappa storica della esposizione all'amianto nell'industria italiana. Riv. Mal. Prof. 3, 343-365, 1997
- Verdel U. Esposizione all'amianto e danni alla salute dei lavoratori edili addetti alle rifiniture Riv. Mal. Prof. 69 - 74, 1998
- Scansetti G., G. Piolatto, E. Pira: " Il rischio da amianto oggi" Regione Piemonte. Torino, 1985
- IARC Monographs suppl. 7, 1988
- Minoia C., G. Scansetti, G. Piolatto, A. Massola (a cura di) "*L'amianto: dall'ambiente di lavoro all'ambiente di vita.*" Fondazione Salvatore Maugeri, La Goliardica Pavese, Pavia, 1997
- National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) An evaluation of glove bag containmnet in asbestos removal October, 1990
- Skoog R.F., R.C. Twombly "*The Asbestos abatement workers handbook*" Source Finders Mount Laurel N.J. , 1987
- SIMONATO L., BOFFETTA P., KOGEVINAS M. Epidemiological aspects of cancer risk associated with exposure in the occupational environment., Med. Lav., 1996; 87, 1: 15-15.
- A.A.V.V. L'inquinamento da amianto negli ambienti di vita. Atti del Seminario del 22 Giugno 1989; Fondazione C. Erba, 1990

**RIFERIMENTI LEGISLATIVI**

## **Allegato n.° 3**

### **Riferimenti legislativi**

- *D.P.R. 27.04.55, n. 547 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro*
- *D.P.R. 07/1/1956 n° 164 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni.*
- *D.P.R. 19/3/1956, n° 302 - Norme sulla produzione e l'impiego degli esplosivi, i collaudi di macchine che possono dar luogo a pericoli di scoppi, incendio, disintegrazione, sviluppo di gas o valori tossici ed emanazioni radioattive.*
- *D.P.R. 19/3/1956 n° 303 - Norme generali per l'igiene del lavoro*
- *D.P.R. 30/6/1965 n° 1124 - Testo unico delle disposizioni per l'assicurazione contro gli infortuni e le malattie professionali*
- *D.M. 18/4/1973 - Elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali*
- *D.M. 15/12/1978 - Designazione del Comitato elettrotecnico italiano quale organismo italiano di normalizzazione elettrotecnica ed elettronica*
- *DPR 31/07/1980 n° 619 - Istituzione dell'Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro (art.23, Legge n.833 del 1978)*
- *Direttiva Consiglio 83/477/CEE 19 Settembre 1983 sulla protezione dei lavoratori dai rischi correlati all'esposizione all'amianto*
- *Ministero Sanità circolare 10/7/1986 n° 45 - Piano di interventi e misure tecniche per l'individuazione ed eliminazione del rischio connesso all'impiego di materiali contenenti amianto in edifici scolastici e ospedalieri pubblici e privati*
- *D.M. 21/1/1987 - Norme tecniche per l'esecuzione delle visite mediche periodiche ai lavoratori esposti al rischio di asbestosi*
- *D.P.R. 24/5/1988 n° 215 - Attuazione delle direttive CEE numeri 83/478 e 85/610 recanti la quinta e la settima modifica - amianto - della direttiva CEE n° 76/769 per il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi, ai sensi dell'art. 15, L. 16/4/1987 n° 183*
- *D.M. 20/6/1988 - Nuova tabella dei tassi di premio supplementare per l'assicurazione contro la silicosi e l'asbestosi e relative modalità di applicazione*
- *L. 05/03/1990 n° 46 - Norme per la sicurezza degli impianti*
- *D. Lgs. 15/8/1991 n° 277 - Attuazione delle direttive n° 80/1107/CEE, n° 82/605/CEE, n° 86/188/CEE e n° 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7,*  
*L. 30/7/1990 n° 212*
- *L. 27/3/1992 n° 257 - Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto*
- *L. 4/8/1993 n° 271 - Conversione in Legge del DL 5/6/1993 n° 169 recante disposizioni urgenti per i lavoratori del settore dell'amianto. Sostituzione dell'art. 13 della L. 257/92*
- *D.P.R. 13/4/1994 n° 336 - Regolamento recante le nuove tabelle delle malattie professionali nell'industria e nell'agricoltura*
- *D.P.R. 8/8/1994 - Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni ed alle province autonome di Trento e Bolzano per l'adozione di piani di protezione, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica dell'ambiente, ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto*
- *D.M. 6/9/1994 - Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6 comma 3 e dell'art. 12 comma 2 della L. 257/92*

- **D.Lgs. 19/9/1994 n° 626** - Attuazione delle direttive CEE 89/391, 89/654, 89/655, 89/656, 90/269, 90/270, 90/394 e 90/679 riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro
- **D. Lgs. 17/3/1995 n° 114** - Attuazione della direttiva n° 87/217/CEE in materia di prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'ambiente causato dall'amianto
- **Circolare Ministero Sanità 12/4/1995 n° 7** – Circolare esplicativa del D.M. 6/9/1994
- **D.Lgs. 19/3/1996 n° 242** - Integrazioni e modifiche apportate al D.Lgs. 626/94
- **D.M. 14/5/1996** – Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5 comma 1 lettera f, L. 257/92
- **D.P.R. 24/7/1996 n° 459** - Recepimento della "Direttiva Macchine" n. 89/392, regolamentazione tecnica sulla sicurezza delle macchine
- **D.Lgs. 14/8/1996 n° 493** - Attuazione della direttiva CEE 58/92 concernente le prescrizioni minime di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro
- **D.Lgs. 14/8/1996, n° 494** - Prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei mobili
- **D.M. 28/4/1998 n° 406** – Regolamento recante norme di direttive dell'Unione Europea avente ad oggetto la disciplina dell'Albo nazionale delle imprese che effettuano la gestione dei rifiuti
- **D.Lgs. 4/8/1999 n° 359** Attuazione della direttiva 95/63/CE che modifica la direttiva 89/655/CEE relativa ai requisiti minimi di sicurezza e salute per l'uso di attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori
- **D.M. 20/8/1999** – Ampliamento delle normative e delle metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f, Legge 27 Marzo 1992, n° 257, recante norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto. (pubblicato su G.U. n° 249 del 22 Ottobre 1999)
- **D.Lgs. 19/11/1999, n° 528** - Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. 494/96 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei mobili
- **D.Lgs. 25/2/2000 n° 66** - Attuazione delle direttive 97/42/CE e 1999/38/CE, che modificano la direttiva 90/394/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro
- **Circolare 15/3/2000 n° 4** – Note esplicative del D. M. 1 Settembre 1998 recante: "Disposizioni relative alla classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose (fibre artificiali vetrose)"
- **D.P.C.M. 10/12/2002 n° 308** – Regolamento per la determinazione del modello e delle modalità di tenuta del registro dei casi di mesotelioma asbesto-correlati ai sensi dell'art. 36, comma 3, del D. Lgs. N° 277 del 1991
- **D.P.R. 22/10/2001 n° 462** - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazione e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi
- **D.Lgs. 2/2/2002 n° 25** - Attuazione della direttiva 98/24/CE sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro
- **Circolare Ministero Del Lavoro e delle Politiche Sociali 23/5/2003 n° 20** - Chiarimenti in relazione all'uso promiscuo dei ponteggi metallici fissi
- **D.Lgs. 23/6/2003 n° 195** - Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, per l'individuazione delle capacità e dei requisiti professionali richiesti agli addetti ed ai responsabili dei servizi di prevenzione e protezione dei lavoratori, a norma dell'articolo 21, legge 1° marzo 2002, n. 39

- **D.Lgs. 8/7/2003 n° 235** - Attuazione della direttiva 2001/45/CE relativa ai requisiti minimi di sicurezza e di salute per l'uso delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori
- **D.M. 5/2/2004** – Modalità ed importi delle garanzie finanziarie che devono essere prestate a favore dello Stato dalle imprese che effettuano le attività di bonifica dei beni contenenti amianto
- **Deliberazione Comitato Nazionale dell'Albo Nazionale delle imprese che effettuano la gestione dei rifiuti 30/3/2004 n° 1** – Criteri e requisiti per l'iscrizione all'albo nella categoria 10 – bonifica dei beni contenenti amianto
- **Deliberazione Comitato Nazionale dell'Albo Nazionale delle imprese che effettuano la gestione dei rifiuti 30/3/2004 n° 2** – Modulistica per l'iscrizione all'albo nella categoria 10 – bonifica dei beni contenenti amianto
- **Circolare del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali 8/7/2004 n° 28** – Autorizzazione alla costruzione ed all'impiego di ponteggi metallici fissi

**ALLEGATO 1**



## Allegato 1

Dati di esposizione a fibre di amianto durante lavori di bonifica

TIPOLOGIA DI LAVORAZIONE	SPIEGHE	ESPOSIZIONE (FF/CC)	DURATA CANTIERE (G)	NOTE
scoibentaz. di tubaz. , lastre in eternit di copertura e serbatoi coibentati	vicino estrattore lato spogliatoio	0,0015		MOCF
scoibentaz. di tubaz. , lastre in eternit di copertura e serbatoi coibentati	esterno spogliatoio	0,0008		MOCF
addetto rimozione lastre	rimozione lastre eternit tetto	0,042		MOCF
addetto rimozione lastre	rimozione lastre eternit tetto	0,018		MOCF
<i>Cantiere rimozione copertura capannone</i>				
smontaggio	concentrazione media ponderata giornaliera	0,01	2gg	MOCF
smontaggio	concentrazione media ponderata giornaliera	0,01	2gg	MOCF
lattoneria	concentrazione media ponderata giornaliera	0,01	2gg	MOCF
smontaggio	concentrazione media ponderata giornaliera	0,035	2gg	MOCF
smontaggio	concentrazione media ponderata giornaliera	0,035	2gg	MOCF
<i>Bonifica di locali in una scuola</i>				
rimoz. controsoffitti ed incapsulamento pareti in CA	durante lavori di rimoz. controsoffittatura	0,0029		MOCF
rimoz. controsoffitti ed incapsulamento pareti in CA	interno palestra liceo	0,0012		MOCF

Dati di letteratura (autori vari)

TIPOLOGIA DI LAVORAZ.	NOTE	ESPOSIZIONE (FF/CC)	TIPO DI ANALISI
sovracopertura eternit	tutte le lavorazioni	< 0,020	AIA (MOCF)
sovracopertura eternit	valori medi su 18 camp.pers.	0,0186	MOCF
rimozione eternit	condominio	0,07	MOCF
rimozione eternit	condominio	0,08	MOCF
rimozione eternit	capannoni	0,036	MOCF
rimozione eternit	capannoni	0,034	MOCF
rimozione eternit	capannoni	0,078	MOCF
rimozione eternit	capannoni	0,095	MOCF
rimozione eternit	capannoni	0,034	MOCF
rimozione eternit	palazzina	0,101	MOCF
rimozione eternit	condominio	0,058	MOCF
rimozione eternit	condominio	0,04	MOCF
rimozione eternit	palazzina	0,0945	MOCF
rimozione eternit	capannoni	0,106	MOCF
rimozione eternit	capannoni	0,0632	MOCF
rimozione eternit	capannoni	0,0302	MOCF
rimozione eternit	condominio	0,058	SEM
rimozione eternit	condominio	0,076	SEM
rimozione eternit	capannoni	0,127	SEM
rimozione eternit	condominio	0,031	MOCF
rimozione eternit	condominio	0,072	MOCF
rimozione eternit	condominio	0,174	SEM
rimozione eternit	condominio	0,042	SEM
rimozione eternit	condominio	0,015	MOCF
interventi conservativi	capannoni	0,027	MOCF
interventi conservativi	condominio	0,025	MOCF
interventi conservativi	capannoni	0,011	MOCF
interventi conservativi	condominio	0,016	MOCF
interventi conservativi	capannoni	0,012	MOCF
interventi conservativi	capannoni	0,026	MOCF

Esposizione a fibre d'amianto che comportano le principali mansioni svolte all'interno dei cantieri di bonifica

A)

Mansione degli addetti	Range di C (ff/l) durante l'anno 1996
Allestimento cantiere	5 - 10
Scoibentazione amianto	133 - 185
Insaccamento materiale di risulta	63 - 120
Pulizia finale	40 - 85

B)

Cantieri tipo di bonifica:	Range di C (ff/l) per l'anno 1997	Range di C (ff/l) per l'anno 1998	Range di C (ff/l) per l'anno 1999	Range di C (ff/l) per l'anno 2000	Range di C (ff/l) per l'anno 2001
1) Cantiere tipo per bonifica di tubazioni e lastre in cemento -amianto	28 - 56	32 - 96	1 - 11 Punta di 253	< 2,1 - 12,5 Punta di 39,2	< 2 - 13,5 Punta di 36,3
2) Cantiere tipo per bonifica di amianto spruzzato in area confinata	34 - 675	80 - 540 Punte di 820 - 1040	1 - 52	1,6 - 38 Punta di 206	2 - 36 Punta di 215
3) Cantiere tipo per bonifica di amianto coibente di tubazioni e caldaie in area confinata	15 - 270	20 - 180	3 - 38 Punta di 206	0,8 - 11,7	0,9 - 10,7
4) Cantiere tipo per bonifica di tubazioni e/o manufatti con tecnica glove - bags	Nessun intervento	0,5 - 8	1 - 3	Nessun intervento	0,8 - 12,5

**ALLEGATO 2**

**Allegato 2****Stime di incidenza del mesotelioma pleurico nel Lazio, 1997-2000**

*Stefania Palange, Valeria Ascoli\*, Caterina Carnovale-Scalzo\*, Francesco Forastiere, Daniela D'Ippoliti, Elena Lo Presti\*\*, Riccardo Di Domenicantonio \*\*, Roberto Pasetto\*\*\*, Carlo A. Perucci*

Dipartimento di Epidemiologia, ASL RM E, Roma.

\*Anatomia Patologica, Dipartimento di Medicina Sperimentale e Patologia, Università La Sapienza, Roma

\*\* Agenzia di Sanità Pubblica Regione Lazio, Roma.

\*\*\* Laboratorio Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma

## Riassunto

Le recenti disposizioni legislative rendono obbligatoria la registrazione delle patologie correlate all'asbesto a livello nazionale. Per avviare la registrazione prospettica delle nuove diagnosi di mesotelioma maligno nel Lazio, e per valutare i possibili strumenti di indagine, abbiamo condotto una rilevazione sistematica dei ricoveri ospedalieri nella regione con diagnosi di tumore della pleura (ICD-IX 163) nel periodo 1997-2000. Per 530 soggetti sono state richieste le informazioni cliniche ed i risultati degli esami diagnostici alle Direzioni Sanitarie degli ospedali di ricovero. Dopo accurata revisione della documentazione clinica, la diagnosi di mesotelioma maligno della pleura è stata confermata nel 31.6% dei casi (156 diagnosi). La percentuale di casi confermati è aumentata con gli anni (dal 21% nel 1997 al 45.1% nel 2000) ed è maggiore nelle aziende ospedaliere rispetto alle altre strutture di ricovero. Utilizzando il metodo cattura-ricattura, è stato possibile stimare la completezza della rilevazione basata sui ricoveri ospedalieri come unica fonte dei dati (76.8%, 95% C.I.= 76.4 - 77.3). Sulla base dei 156 casi di mesotelioma confermati (116 maschi e 40 femmine) e dei dati di completezza del sistema, abbiamo stimato l'incidenza annuale della malattia nel Lazio: 1.73 nuovi casi per 100 000 abitanti nel sesso maschile e 0.47 nuovi casi per 100 000 abitanti nel sesso femminile. I risultati indicano che l'incidenza di mesotelioma nel Lazio è in linea con i dati nazionali, con un valore medio rispetto ad altre regioni Italiane. Emergono, tuttavia, diverse aree geografiche del territorio regionale (es. Colleferro, Civitavecchia, Tarquinia, Ferentino, Gaeta, Aprilia, Pomezia) in cui il rischio di malattia è particolarmente elevato, presumibilmente in rapporto a pregresse esposizioni ad amianto in ambito lavorativo. Per quanto riguarda la città di Roma, si può ipotizzare il ruolo di un'esposizione ambientale diffusa che dovrà essere ulteriormente indagata.

## **Introduzione**

Il mesotelioma maligno è considerato un indicatore di pregressa esposizione ad amianto. Colpisce in maniera diffusa le membrane seriose come la pleura (localizzazione più frequente), il peritoneo, il pericardio e la tunica vaginale del testicolo. Si è verificato negli ultimi anni un incremento dell'incidenza e della mortalità per mesotelioma maligno, ed è prevista un'inversione di tendenza del trend di crescita solo tra circa 20 anni [Peto et al, 1995]. Numerosi studi hanno accertato che in generale l'esposizione ad amianto avviene in ambito lavorativo, ma sono stati rilevati anche casi con possibile esposizione non occupazionale (esposizione familiare, domestica, e ambientale) [Magnani et al.,1995]. Il mesotelioma maligno è considerata una neoplasia a prevalente origine professionale ed è, quindi, riconosciuta e indennizzata dall'INAIL se sono soddisfatti alcuni requisiti clinici ed eziologici [Montanaro et al.,2001].

A livello nazionale si è ritenuto opportuno realizzare una raccolta sistematica dei casi di mesotelioma. E' stato attivato presso l'Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL) il Registro Nazionale dei Mesoteliomi (ReNaM) con l'obiettivo di stimare l'incidenza della malattia in Italia, di raccogliere le informazioni sulla pregressa esposizione ad amianto e valutare gli effetti dell'uso dell'amianto nelle varie industrie. Lo scopo finale è analizzare l'impatto e la diffusione di questa patologia sulla popolazione, individuare le fonti di contaminazione e pianificare interventi di prevenzione. E' prevista l'attivazione dei Centri Operativi Regionali (COR) che hanno la funzione di attivare e mantenere il flusso informativo dei casi e garantire la qualità e la completezza delle stesse informazioni. I COR sono già presenti in dieci regioni italiane e sono in fase di progetto in altre tre ([www.ispesl.it/renam](http://www.ispesl.it/renam)). Il recente DPCM 308/2002 ha approvato il regolamento del Registro Nazionale dei casi di mesotelioma asbesto-correlati definendo i compiti dei COR e le modalità di rilevazione.

Nel Lazio è stato condotto un lavoro preparatorio per la raccolta sistematica dei casi a localizzazione pleurica con lo scopo specifico di valutare la qualità degli strumenti di rilevazione. L'obbiettivo finale è la creazione di un registro specifico dei mesotelioma maligni a livello regionale. Il lavoro sperimentale di seguito descritto ha rilevato i casi verificatisi nella regione nel periodo 1997-2000, ha stimato l'incidenza della patologia, e ha individuato la presenza di numerose aree a rischio.

## Materiali e metodi

Il Sistema Informativo Ospedaliero (SIO) della Regione Lazio è attivo dal 1995. Le prestazioni sanitarie erogate in regime ordinario o di ricovero diurno sono documentate dalla scheda di dimissione ospedaliera (SDO). Poiché il SIO fornisce dati di facile accesso e con un ritardo temporale esiguo, questa fonte di dati è stata la più idonea per l'avvio del sistema di sorveglianza specifico.

I casi di mesotelioma maligno sono stati limitati alla localizzazione pleurica. Dall'archivio SIO sono state estratte le informazioni anagrafiche e di ricovero dei soggetti residenti nella regione Lazio con diagnosi di dimissione principale o secondaria 163.0 – 163.9, corrispondente, secondo la Classificazione Internazionale delle Malattie (ICD IX revisione), ai tumori maligni della pleura. La verifica dell'anno d'incidenza per ogni caso estratto è stata effettuata attraverso la ricerca dell'eventuale presenza di ricoveri per il medesimo individuo nell'anno precedente e per la stessa patologia (esclusione dei casi prevalenti). Per ogni probabile caso incidente si è ritenuta necessaria la conferma diagnostica. Per questo motivo è stata inviata una scheda di raccolta dati alle Direzioni Sanitarie degli Istituti di ricovero e cura pubblici, privati e accreditati. La scheda era relativa alla diagnosi clinica, radiologica ed anatomo-patologica (istologica, citologica ed immunoistochimica). Veniva richiesto di allegare copia dei referti diagnostici ove presenti. Nei casi dubbi è stato richiesto di visionare o di fornire copia delle cartelle cliniche.

La documentazione ricavata dalle schede informative è stata sottoposta ad analisi critica da parte di cinque operatori: un medico anatomopatologo (VA) e quattro biologi (CCS, ELP, RD e RP). Ogni potenziale caso è stato classificato in relazione al grado di certezza della diagnosi utilizzando i criteri indicati di seguito, e tenendo conto delle direttive di indirizzo emanate dall'ISPESL [Chellini et al., 1996]. È noto che l'accertamento diagnostico di mesotelioma maligno si basa sull'integrazione di dati clinici, indagini radiologiche, procedure endoscopico-chirurgiche, ed esame istologico e/o esame citologico, possibilmente avvalorati da colorazioni immunoistochimiche con risultati compatibili.

È stata adottata la seguente classificazione:

Mesotelioma certo: se il caso è avvalorato da esame istologico con o senza esami immunoistochimici, oppure da esame citologico con diagnosi espressa in termini di assoluta certezza e corroborata da esami immunocitochimici compatibili.



Mesotelioma probabile: se il caso è caratterizzato da esame istologico dubbio (nel referto però si fa esplicito riferimento al mesotelioma) oppure da esame citologico con quadro tipico.

Mesotelioma sospetto: se l'esame istologico o citologico depongono per una neoplasia maligna della pleura (dati clinici, radiologici, e anatomopatologici non escludono esplicitamente un mesotelioma).

Non attribuibile o caso da definire: caso è caratterizzato solo da codice SDO, in assenza di ulteriori esami diagnostici che possano confermare la diagnosi clinica e radiologica di mesotelioma.

Non mesotelioma: se il soggetto è stato affetto da una patologia non neoplastica o da altri tipi di neoplasie maligne della pleura primitive e metastatiche.

Mesotelioma altre sedi: casi non localizzati alla pleura.

A fini operativi la diagnosi di mesotelioma è stata confermata nel caso in cui il tumore fosse certo, probabile o sospetto. La percentuale di casi confermati (mesotelioma certo, probabile, sospetto) sul totale delle schede esaminate è stata esaminata per diverse variabili (sesso, diagnosi, anno di diagnosi, struttura di ricovero, province del Lazio).

Il SIO è l'unica fonte utilizzata per la stima dell'incidenza, ma vi sono diverse ragioni per ritenere che questa fonte possa essere incompleta (es. diagnosi in regime ambulatoriale). Si è stimata la completezza del sistema utilizzando il metodo "cattura-ricattura" (Robles et al, 1988), ampiamente usato per valutare la completezza nella registrazione dei tumori. Le due fonti indipendenti erano rappresentate dal sistema descritto, fondato sulla verifica dei casi SDO, e da un archivio di Anatomia Patologica dell'Università "La Sapienza" di Roma. Tale struttura effettua una registrazione dei casi di mesotelioma maligno che giungono all'osservazione del maggiore ospedale universitario di Roma (Policlinico Umberto I°), e di altre rilevanti strutture pubbliche e private, attive nella regione nel campo della diagnostica di questa neoplasia [Ascoli et al, 2003]. La completezza del sistema fondato sulle SDO è stata stimata verificando la percentuale dei soggetti del registro di Anatomia Patologica "catturati" [Robles et al, 1988]. Se la completezza del sistema SDO fosse esaustiva e se il sistema fosse in grado di riconoscere tutti i casi di mesotelioma maligno incidenti nel Lazio, tutti i soggetti indipendentemente osservati dall'Anatomia Patologica dovrebbero essere inclusi. La verifica con il registro dell'Anatomia Patologica è stata effettuata solo per i casi a localizzazione pleurica, incidenti nella finestra temporale dello studio e residenti nel Lazio per i quali è stata utilizzata la stessa definizione operativa di mesotelioma (certo, probabile e sospetto).

Sono stati calcolati i tassi standardizzati di incidenza tra i residenti nel Lazio per il periodo 1997-2000. I tassi sono stati standardizzati per classe d'età sulla popolazione italiana al censimento del 1991. Per tutti i casi incidenti è stata considerata l'età alla diagnosi. Per il calcolo del tasso d'incidenza di Roma sono stati considerati i casi incidenti sia di Roma, sia di Fiumicino, comune autonomo dal 1992.

## **Risultati**

Nel periodo 1997-2000 sono stati registrati 530 soggetti residenti nella Regione Lazio con primo ricovero ICD IX=163.0 – 163.9 in diagnosi principale (400) o in diagnosi secondaria (130). Le schede pervenute dalle Direzioni Sanitarie sono state 510, delle quali 506 con informazioni sufficienti per il controllo della diagnosi. I soggetti con primo ricovero nell'intervallo di tempo considerato erano 493 (Tabella 1).

La diagnosi di mesotelioma maligno della pleura è risultata certa nel 22.5% dei casi, probabile per il 3.0% e sospetta per il 6.0% (Tabella 2). Al 16.8% dei casi non è stata possibile attribuire una conferma alla diagnosi di dimissione di mesotelioma maligno della pleura perché le informazioni raccolte non erano sufficienti. Per il 51.1% dei soggetti è stato verificato che erano affetti da patologie diverse dal mesotelioma: (i) una quota minore è attribuibile a patologie non neoplastiche o a errori di codifica; (ii) una quota maggioritaria (90.9%) è rappresentata da patologie neoplastiche localizzate alla pleura di origine non mesoteliale (per lo più metastasi di carcinomi della mammella (donne) e del polmone (entrambi i sessi) o di altri organi (ovaio, colon, etc). Complessivamente, su 493 soggetti rilevati, i casi incidenti di mesotelioma maligno della pleura sono 156 (31.6%). Per i mesoteliomi certi la verifica istologica è pari al 97.3% (istologia ed immunoistochimica in oltre il 60% dei casi). La percentuale dei casi confermati è maggiore (38.3%) tra i soggetti che avevano una codifica ICD IX=163 in diagnosi principale, mentre la percentuale di casi confermati era minore (11.5%) quando il codice 163 era riportato in diagnosi secondaria. Inoltre a due soggetti è stato diagnosticato il mesotelioma maligno ma in altre sedi (peritoneo e tunica vaginale).

La tabella 3 presenta le percentuali di conferma di mesotelioma rispetto al sesso, all'anno di diagnosi, al tipo di struttura ospedaliera ed alle province del Lazio. La percentuale di casi confermati è più elevata nei maschi (35.7%) rispetto alle femmine (23.8%), ed è aumentata nel tempo (dal 21.0% del 1997 al 45.1% del 2000). Per 155 su 156 casi confermati, il codice

ICD IX=162, corrispondente al tumore del polmone, era assente nella diagnosi di ricovero; si è rilevato solo un caso per il quale il codice ICD IX=162 era presente in diagnosi principale e il codice ICD IX=163 in quella secondaria. Tra le strutture ospedaliere coinvolte, quelle con un maggior numero di ricoveri per mesotelioma maligno della pleura sono risultate le Aziende Ospedaliere (43.7%), in particolare il maggior numero di casi si sono verificati all'Ospedale Forlanini (67). Quando si esaminano le aree del Lazio per residenza dei soggetti, si osserva una maggiore proporzione di casi confermati tra i residenti nella provincia di Viterbo e di Roma, con una percentuale rispettivamente del 46.7% e del 41.4%.

La tabella 4 presenta i risultati del confronto tra i 156 casi di mesotelioma maligno della pleura rilevati attraverso il SIO e gli 87 casi raccolti dall'Anatomia Patologica del Policlinico Umberto I°. La stima di copertura del SIO è risultata del 76.8% (95% C.I.= 76.4 - 77.3): nell'archivio regionale basato sulle SDO erano presenti 67 casi degli 87 presenti nell'Archivio di Anatomia Patologica. I casi assenti dall'Archivio SDO comprendono sia soggetti inclusi (n=6) tra i 493 rilevati dal SIO sia soggetti diversi (n=14). Per la prima categoria di casi, la documentazione sanitaria trasmessa dalle Direzioni Sanitarie non è risultata idonea per confermare la diagnosi di dimissione di mesotelioma; per il secondo gruppo non rilevato dal SIO si tratta di soggetti affetti da mesotelioma con ricoveri in strutture sanitarie non regionali, oppure di soggetti con diagnosi effettuate in regime non di ricovero. Il numero totale di casi incidenti nel Lazio durante il periodo di quattro anni in esame può essere stimato in 203 casi (95% C.I.=201.8-204.2)

Il tasso d'incidenza regionale, tenendo conto del sotto accertamento ( $1/0.77=1.3$ ), è pari a 1.73 per 100 000 anni persona per i maschi e a 0.47 per 100 000 anni persona per le femmine. Le aree con i tassi più elevati sono la provincia di Roma (2.64 per 100 000 anni persona) e di Latina (2.31 per 100 000 anni persona) per i maschi e la provincia di Roma (0.73 per 100 000 anni persona) e Viterbo (0.38 per 100 000 anni persona) per le femmine. A Roma comune il tasso di incidenza è 1.56 per 100 000 anni persona per i maschi e 0.53 per 100 000 anni persona per le femmine. Nella provincia di Rieti, invece, si è rilevato solo un caso di mesotelioma maligno della pleura (Tabella 5).

Nella tabella 6 vengono presentati i dati per ASL di residenza di Roma città e relativa provincia. A Roma, i tassi più alti si sono registrati nell'ASL RMC (1.92 per 100 000 anni persona) e ASL RMB (1.65 per 100 000 anni persona) per i maschi. Per le femmine, i tassi

sono risultati abbastanza omogenei e quello più elevato si è registrato nella ASL RMA (0.70 per 100 000 anni persona). Nella provincia di Roma, le ASL con maggiore tasso d'incidenza sono risultate la ASL RMF (3.70 per 100 000 anni persona) e la ASL RMG (3.19 per 100 000 anni persona) per i maschi e la ASL RMH (0.96 per 100 000 anni persona) e la ASL RMG (0.73 per 100 000 anni persona) per le femmine.

Sono stati calcolati, infine, i tassi d'incidenza per i singoli comuni del Lazio (maschi e femmine). Sono stati considerati solo quei comuni nei quali si sono verificati almeno due casi. L'incidenza più alta si è registrata a Colferro, Pomezia e Civitavecchia per la provincia di Roma, a Tarquinia per la provincia di Viterbo, a Gaeta e Aprilia per la provincia di Latina, e a Ferentino e Ceccano per la provincia di Frosinone (Tabella 7).

### **Discussione**

E' stato possibile elaborare stime di incidenza di mesotelioma della pleura nel Lazio grazie alla integrazione delle informazioni del SIO con l'attiva consultazione della documentazione clinica per la conferma dei casi. La percentuale dei casi confermati è relativamente bassa (31.6%), ad indicare la complessità della rilevazione e la difficile definizione diagnostica di questa patologia. Si è riscontrato negli anni un incremento dei casi con diagnosi di mesotelioma accertata, principalmente sulla base di esami istologici e immunoistochimici. Tali esami forniscono una maggiore completezza e qualità nelle informazioni cliniche necessarie per poter diagnosticare questa patologia. Ciò si è realizzato soprattutto in alcune strutture ospedaliere che sono in possesso di migliori strumenti diagnostici: il maggior numero di schede con esami diagnostici allegati, infatti, sono quelle pervenute dalle Direzioni Sanitarie delle Aziende Ospedaliere e dei Policlinici Universitari. Lo strumento utilizzato nel presente studio ha il grande vantaggio di coprire l'intero territorio regionale e quindi è il più indicato e semplice per stimare l'incidenza della patologia. Lo strumento, tuttavia, non ha una copertura completa e nel tempo dovrà essere integrato dalla rilevazione attiva presso le strutture di diagnosi, come del resto avviene in altre regioni. Sarà necessario attivare una rete informativa con i Servizi di Anatomia Patologica e di Igiene e Sicurezza dei Luoghi Lavoro delle aziende sanitarie in modo da poter avere una maggiore e più completa segnalazione dei casi. Il principale limite della fonte informativa del presente studio è l'assenza di informazioni sulla storia professionale e sulle esposizioni di interesse per i casi a cui è stato diagnosticato un mesotelioma maligno. Molte delle considerazioni successive sono dunque inferenze sulla

base di dati epidemiologici già esistenti ovvero ipotesi che devono essere suffragate da dati osservazionali.

Le stime di incidenza per il Lazio (1.73 per 100 000 anni persona per i maschi e 0.47 per 100 000 anni persona per le femmine) possono essere confrontate con quanto stimato dai registri della regione Piemonte [Ivaldi et al.,1999], della Liguria [Gennaro et al.,2000], dell'Emilia Romagna [Mangone et al.,2002], della Toscana [Gorini et al.,2002] e della Puglia [Nesti et al.,2001] che indicano una ampia variabilità nel nostro Paese. Le stime per il Lazio, tuttavia, sono molto vicine ai tassi d'incidenza nazionali: 1.54 per i maschi e 0.54 per le femmine [M.Nesti et al.,2001].

La provincia di Roma ha il tasso di incidenza più elevato rispetto alle altre province del Lazio. Tale dato è probabilmente spiegabile con la presenza di insediamenti industriali nei quali si è fatto uso di amianto. Ciò risulta ancora più evidente se si analizzano i dati di incidenza per ASL di residenza, più elevati nella ASL RMF che ha nel suo territorio il comune di Civitavecchia, città portuale, e nella ASL RMG che comprende anche il comune di Colferro e la zona di Tivoli, Monterotondo e Guidonia Montecelio dove sono presenti complessi industriali. L'associazione tra esposizione ad amianto nei luoghi di lavoro e mesotelioma maligno della pleura in queste zone è confermata da studi epidemiologici. A Colferro è stata verificata l'esistenza del rischio di mesotelioma maligno della pleura tra gli addetti alla costruzione e riparazione di carrozze ferroviarie [Blasetti et al, 1990] e si sono evidenziati casi di mesotelioma maligno tra i lavoratori del comprensorio industriale comprendente diversi settori produttivi (chimica organica, miscele acide, insetticidi, esplosivi, e costruzione/manutenzione carrozze ferroviarie) [Ascoli et al, 2000]. Uno studio di coorte dei lavoratori marittimi di Civitavecchia aveva registrato un aumento delle neoplasie polmonari e di mesotelioma attribuibile all'esposizione ad asbesto [Rapiti et al.,1992]. Sempre a Civitavecchia, il rischio di mesotelioma da amianto è stato individuato tra i lavoratori delle centrali termoelettriche [Forastiere et al, 1989; Crosignani et al, 1995]. L'eccesso di rischio riscontrato a Tarquinia potrebbe trovare una spiegazione sulla base dell'esposizione lavorativa nel comprensorio di Civitavecchia, ma non si possono escludere esposizioni di natura locale.

Per quanto riguarda le altre province, non sono da trascurare i risultati relativi alla provincia di Latina, con un aumento del rischio ad Aprilia (area industriale in prossimità di Pomezia) e a Gaeta, e quelli relativi alla provincia di Frosinone. È da segnalare a questo proposito l'azienda

del cemento-amianto di Ferentino (FR) dove sono già state notate alterazioni asbestosiche tra i lavoratori addetti e due casi di mesotelioma maligno della pleura (Zona et al., 1998).

La città di Roma ha un numero elevato di casi (56 maschi e 26 femmine) sebbene non siano presenti nella città grandi stabilimenti industriali. Esistono segnalazioni di un possibile rischio di neoplasie potenzialmente attribuibili all'amianto in alcuni comparti lavorativi della città. Uno studio sulla mortalità della coorte dei lavoratori della raffineria di petrolio nella periferia di Roma ha evidenziato un aumento di tumori polmonari soprattutto tra gli operai, ed è stato riscontrato un caso di mesotelioma maligno della pleura [Lo Presti et al.,2001]. Un altro studio di coorte degli autisti di taxi di Roma, oltre ad evidenziare un aumento del cancro al polmone, ha registrato due decessi per tumore della pleura [Borgia et al.,1994]. E' da rilevare, inoltre, che la città è sede di numerosi uffici pubblici nei quali in passato si è fatto largo uso di amianto per la coibentazione termica o acustica. Non si può escludere quindi la possibilità di esposizioni di tipo ambientale diffuse, atipiche e/o poco caratterizzabili [Ascoli et al.,1996; Ascoli et al, 2003] .

La residenza in aree urbane potrebbe rappresentare un fattore di rischio per il mesotelioma (Hemminki & Li, 2003). A supporto dell'ipotesi di un fattore "urbano" nella eziologia del mesotelioma nel Comune di Roma è l'osservazione sul rapporto tra i sessi nella frequenza del tumore. Nei nostri dati, il rapporto è di 2 a 1 nel Comune di Roma mentre è di circa 4 a 1 nel resto della regione. Di norma la maggiore frequenza del tumore tra i maschi è attribuibile alla maggiore esposizione ad amianto di tipo occupazionale nel sesso maschile; il rapporto tra i sessi nelle aree con esposizione lavorativa è dell'ordine di 3-5 a 1. Un rapporto basso o simile tra i sessi suggerisce invece esposizioni di tipo ambientale. Altri dati, sempre relativi al Lazio, sono in linea con queste osservazioni: (i) elevata prevalenza di donne e basse proporzioni di esposizioni professionali tra i casi residenti a Roma rispetto ad altri comuni del Lazio considerando i casi incidenti nel periodo 1993-2001 raccolti dall'archivio di mesoteliomi su base anatomopatologica (Ascoli et al. 2003); (ii) rapporto tra i sessi più basso a Roma (1.4) rispetto agli altri comuni della regione (2.12) considerando i dati di mortalità per tumore maligno della pleura per il periodo 1988-1997 (Mastrantonio et al.2002).

In conclusione, i dati dei ricoveri ospedalieri, opportunamente corredati da un'attenta verifica della documentazione clinica, hanno fornito le prime stime di incidenza del mesotelioma nel Lazio. La realtà epidemiologica già suggerita da studi analitici viene confermata mentre si delinea la realtà della città di Roma come nuova e particolarmente interessante. I prossimi passi sono l'implementazione di una rete regionale attiva, l'identificazione dell'esposizione mediante la raccolta di informazioni tramite un'intervista al paziente o ai suoi familiari, e la stima di sopravvivenza dei casi incidenti.

**BIBLIOGRAFIA**

Ascoli V, CarnovaleScalzo C, Facciolo F, Martelli M, Manente L, Comba P, Bruno C, Nardi F. Malignant mesothelioma in Rome, Italy 1980-1995. A retrospective study of 79 patients. *Tumori* 1996; 82(6):526-532.

Ascoli V, Fantini F, Carnovale Scalzo C, Blasetti F, Bruno C, Di Domenicantonio R, Lo Presti E, Pasetto R, Nardi, Comba P. Malignant mesothelioma in the industrial area of Colleferro. *Med Lav* 2000; 91 (6): 547-64.

Ascoli V, Belli S, Carnovale-Scalzo CC, Corzani F, Facciolo F, Lopergolo M, Nardi F, Pasetto R, Comba P. Malignant mesothelioma in Rome and Latium region, 1993-2001. *Tumori* (in press).

Blasetti F, Bruno C, Comba P, Fantini F, Grignoli M. [Mortality study of workers employed in the construction of railway cars in Colleferro] *Med Lav*. 1990 Sep-Oct;81(5):407-13.

Borgia P, Forastiere F, Rapiti E, Rizzelli R, Magliolo ME, Perucci CA, Axelson O. Mortality among taxi drivers in Roma: a cohort study. *Am J Ind Med*. 1994 Apr;25(4):507-17.

Chellini E, Merler E, Bruno C, Comba P, Crosignani P, Magnani C, Nesti M, Scarselli R, Marconi M, Fattorini E, Toti G. Linee guida per la rilevazione e la definizione dei casi di mesotelioma maligno e la trasmissione dell'informazione all'ISPESL da parte dei Centri Operativi Regionali. *Fogli di Informazione ISPESL* 1996, Vol. IX pp. 19-106.

Crosignani P, Forastiere F, Petrelli G, Merler E, Chellini E, Pupp N, Donelli S, Magarotto G, Rotondo E, Perucci C, et al. Malignant mesothelioma in thermoelectric power plant workers in Italy. *Am J Ind Med* 1995 Apr;27(4):573-6.

Forastiere F, Pupp N, Magliola E, Valesini S, Tidei F, Perucci CA. Respiratory cancer mortality among workers employed in thermoelectric power plants. *Scand J Work Environ Health*. 1989 Dec;15(6):383-6.



Gennaro V, Montanaro F, Lazzarotto A, Bianchelli M, Celesia MV, Canessa PA. Mesothelioma registry of the Liguria region. Incidence and occupational etiology in a high risk area. *Epidemiol Prev* 2000 ;24 (5): 213-8.

Gorini G, Merler E, Silvestri S, Cacciarini V, Seniori Costantini A. Archivio regionale toscano dei mesoteliomi maligni- Rapporto sulla casistica 1988-2000. *Ti Con Erre* 2002; 7.

Hemminki K, Li X. Mesothelioma is a killer of urban men in Sweden. *Int J Cancer*. 2003; 20;105(1):144-6.

Ivaldi C, Dalmaso P, Nesti M, Magnani C. Malignant Mesothelioma Registry from Piedmont. Incidence in 1990-1995. *Epidemiol Prev* 1999; 23 (4). 305-15.

Lo Presti E, Sperati A, Rapiti E, Di Domenicantonio R, Forastiere F, Perucci CA Cause of death among workers of a refinery in Rome. *Med Lav* 2001 Sep-Oct;92(5):327-37.

Magnani C, Terracini B, Ivaldi C, Botta M, Mancini A, , Andrion A. Pleural malignant mesothelioma and non-occupational exposure to asbestos in Casale Monferrato, Italy. *Occup Environ Med* 1995; 52:362-367.

Mastrantonio M, Belli S, Binazzi A, Carboni M, Comba P, Fusco P, Grignoli M, Iavarone I., Martuzzi M, Nesti M, Trinca S, Uccelli R: La mortalità per tumore maligno della pleura nei comuni italiani, 1988-1997. Rapporti ISTISAN 02/12, ISSN 1123-3117, Rome, 2002.

Mangone L, Romanelli A, Campari C, Candela S. Malignant mesothelioma in Emilia-Romagna: incidence and asbestos exposure. *Epidemiol Prev* 2002; 26 (3): 124-9.

Montanaro F, Vitto V, Lagottella N, Lazzarotto A, Bianchelli M, Puntoni R, Gennaro V. Occupational exposure to asbestos and recognition of pleural mesothelioma as occupational disease in the province of Genova. *Epidemiol Prev* 2001; 25 (2): 71-6.

Nesti M, Marinaccio S, Silvestri S. Il Registro Nazionale dei Mesotelioma – Primo Rapporto-. Monografico di Fogli d'Informazione ISPESL. 2001 (<http://www.ispesl.it/renam/index.asp>)

Peto J, Hodgson JT, Matthews FE, Jones JR. Continuing increase in mesothelioma mortality. *Lancet* 1995;345:535-39.

Rapiti E, Turi E, Forastiere F, Borgia P, Comba, P, Perucci CA, Axelson O. A mortality cohort study of seaman in Italy. *Am J Ind Med.* 1992;21(6):863-72.

Robles SC, Marrett LD, Clarke EA, Risch HA. An application of capture-recapture methods to the estimation of completeness of cancer registration. *J Clin Epidemiol.* 1988;41(5):495-501.

Crosignani P, Forastiere F, Rotondo E, Perucci C, et al. Malignant mesothelioma in thermoelectric power plant workers in Italy. *Am J Ind Med.* 1995 Apr;27(4):573-6.

Zona A, Bruno C, Agabiti , Pizzutelli G, Forastiere F. Pulmonary CO diffusion and radiological findings in subject formely exposed to asbestos cement. *Med Lav* 1998 Jan-Feb;89(1):47-57.

Tabella 1. Raccolta delle informazioni delle schede di dimissione ospedaliera nel Lazio con primo ricovero ICD IX =163 in diagnosi principale o secondaria negli anni 1997-2000.

	ICD IX 163 in diagnosi principale		ICD IX 163 in diagnosi secondaria		TOTALE	
	N.	%	N.	%	N.	%
Totale soggetti ricoverati	400	100	130	100	530	100
Schede ricevute dalle D.S.	387	96.8	123	94.6	510	96.2
Schede con qualità sufficiente	383	95.8	123	94.6	506	95.5
<b>Primo ricovero 1997 –2000</b>	<b>371</b>	<b>92.8</b>	<b>122</b>	<b>93.8</b>	<b>493</b>	<b>93.0</b>

Tabella 2. Risultati della verifica della documentazione sanitaria trasmessa dalle Direzioni Sanitarie ai fini della conferma della diagnosi di mesotelioma maligno della pleura.

	ICD IX 163 in diagnosi principale			ICD IX 163 in diagnosi secondaria			TOTALE		
	N	%	%	N	%	%	N	%	%
<b>TOTALE SOGGETTI ESAMINATI</b>	<b>371</b>	<b>100</b>		<b>122</b>	<b>100</b>		<b>493</b>	<b>100</b>	
<b>1. MESOTELIOMA CERTO</b>	<b>101</b>	<b>27.2</b>	<b>100</b>	<b>10</b>	<b>8.2</b>	<b>100</b>	<b>111</b>	<b>22.5</b>	<b>100</b>
Esame istologico con esame immunoistochimico	62		61.4	6		60.0	68		61.3
Esame istologico senza esame immunoistochimico	36		35.6	4		40.0	40		36.0
Esame citologico con esame immunocitochimico	3		3.0	0		0.0	3		2.7
<b>2. MESOTELIOMA PROBABILE</b>	<b>13</b>	<b>3.5</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>1.6</b>	<b>100</b>	<b>15</b>	<b>3.0</b>	<b>100</b>
Esame istologico dubbio	4		30.8	0		0.0	4		26.7
Esame citologico senza esame immunocitochimico	9		69.2	2		100	11		73.3
<b>3. MESOTELIOMA SOSPETTO</b>	<b>28</b>	<b>7.5</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>1.6</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>6.0</b>	<b>100</b>
Esame istologico	10		35.7	0		0.0	10		33.3
Esame citologico	18		64.3	2		100	20		66.7
<b>TOTALE MESOTELIOMI DELLA PLEURA</b>	<b>142</b>	<b>38.3</b>		<b>14</b>	<b>11.5</b>		<b>156</b>	<b>31.4</b>	
<b>4. MESOTELIOMA ALTRE SEDI</b>	<b>2</b>	<b>0.5</b>		<b>0</b>	<b>0.0</b>		<b>2</b>	<b>0.4</b>	
<b>5. NON ATTRIBUIBILE</b>	<b>69</b>	<b>18.6</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>11.5</b>	<b>100</b>	<b>83</b>	<b>16.8</b>	<b>100</b>
Sospetto clinico e/o radiologico di mesotelioma	53		76.8	12		85.7	65		78.3
Esame istologico o citologico deponente per neoplasia maligna della cavità pleurica	16		23.2	2		14.3	18		21.7
<b>6. NON MESOTELIOMA</b>	<b>158</b>	<b>42.6</b>	<b>100</b>	<b>94</b>	<b>77.0</b>	<b>100</b>	<b>252</b>	<b>51.1</b>	<b>100</b>
Errore di codifica	12		7.6	5		5.3	17		6.7
Neoplasia maligna non mesoteliale	140		88.6	89		94.7	229		90.9
Patologia non neoplastica	6		3.8	0		0.0	6		2.4

Tabella 3. Proporzione delle schede per le quali è stata confermata la diagnosi di mesotelioma maligno della pleura (certo, probabile, sospetto) per sesso, diagnosi, anno di diagnosi, ospedale e province del Lazio.

	<b>Schede</b>	<b>Mesotelioma</b>	<b>%</b>
<b>Sesso</b>	493	156	31.6
Maschi	325	116	35.7
Femmine	168	40	23.8
<b>Anno diagnosi</b>			
1997	143	30	21.0
1998	136	43	31.6
1999	132	46	34.8
2000	82	37	45.1
<b>Diagnosi (ICD IX=163)</b>			
Codice 162 assente	444	155	34.9
Codice 162 presente	49	1	2.0
<b>Tipo di Ospedale</b>			
Aziende ASL	174	38	21.8
Aziende Ospedaliere	199	87	43.7
Policlinici Universitari e Istituti di Ricerca	70	21	30.0
Cliniche Private e Convenzionate	50	10	20.0
<b>Province del Lazio</b>			
Viterbo	15	7	46.7
Rieti	9	1	11.1
Roma città *	285	82	28.8
Roma provincia	99	41	41.4
Latina	37	12	32.4
Frosinone	48	13	27.1
<b>Totale</b>	<b>493</b>	<b>156</b>	<b>31.6</b>

\* Comprende anche Fiumicino, comune autonomo dal 1992

Tabella 4. Risultati del confronto tra l'Archivio dei mesotelioma basato sulle SDO e l'Archivio di Anatomia Patologica del Policlinico Umberto I

	<b>Presenti Archivio SDO</b>	<b>Assenti Archivio SDO</b>	<b>Totale</b>
<b>Presenti Archivio Anatomia Patologica</b>	67	20*	87
<b>Assenti Archivio Anatomia Patologica</b>	89	27**	116**
<b>Totale</b>	156	47**	203** (95% C.I.=201.8-204.2)

\* I 20 casi comprendono: 14 soggetti non rilevati dallo strumento SIO (vedi risultati) e 6 soggetti inclusi tra i 493 dello studio ma non inclusi nella categoria di mesotelioma pleurico (1 caso = localizzazione peritoneale; 4 casi = non attribuibili perché caratterizzati da solo codice SDO senza altre informazioni; 1 caso = non mesotelioma)

\*\* Stima con il metodo di "Cattura e Ricattura" [Robles et al, 1988]. Sulla base di tale stima la completezza della rilevazione tramite SDO è del 76.8% (95% C.I.= 76.4 - 77.3)

Tabella 5. Stima dell'incidenza per sesso e province del Lazio del mesotelioma maligno della pleura (certo, probabile e sospetto).

	<b>Osservati</b>	<b>Incidenza *</b> (x 100.000/anno)
<b>Maschi</b>		
Viterbo	5	1.21
Rieti	1	0.39
Roma città **	56	1.56
Roma provincia	31	2.64
Latina	12	2.31
Frosinone	11	1.62
<b>Totale</b>	<b>116</b>	<b>1.73</b>
<b>Femmine</b>		
Viterbo	2	0.38
Rieti	0	0.00
Roma città	26	0.53
Roma provincia	10	0.73
Latina	0	0.00
Frosinone	2	0.25
<b>Totale</b>	<b>40</b>	<b>0.47</b>

\* Tassi standardizzati d'incidenza (popolazione italiana al censimento 1991) dopo correzione per il sotto accertamento (fattore di correzione 1.30)

\*\* Comprende anche Fiumicino, comune autonomo dal 1992

Tabella 6. Mesotelioma maligno della pleura: tassi di incidenza per sesso, ASL di residenza di Roma e della provincia di Roma

	Maschi		Femmine	
	Osservati	Incidenza * (x100.000/anno)	Osservati	Incidenza * (x100.000/anno)
ASL RMA (Municipi I,II,III,IV)	9	1.14	7	0.70
ASL RMB (Municipi V,VII,VIII,X)	12	1.65	4	0.42
ASL RMC (Municipi VI,IX,XI,XII)	14	1.92	4	0.42
ASL RMD ** (Municipi XIII,XV,XVI)	12	1.49	4	0.42
ASL RME (Municipi XVII,XVIII,XIX,XX)	9	1.18	7	0.61
ASL RMF (Civitavecchia, Manziana, Morlupo, Rignano Flaminio, Tolfa, Trevignano Romano)	9	3.70	1	0.32
ASL RMG (Artena, Carpineto Romano, Collesferro, Galliciano nel Lazio, Guidonia Montecelio, Mentana, Montelanico, Monterotondo, Segni, Tivoli, Vicovaro)	15	3.19	4	0.73
ASL RMH (Ariccia, Castel Gandolfo, Ciampino, Frascati, Genzano di Roma, Grottaferrata, Lariano, Marino, Pomezia, Velletri)	7	1.39	5	0.96

\*Tassi standardizzati d'incidenza (popolazione italiana al censimento 1991) dopo correzione per il sotto accertamento (fattore di correzione 1.30)

\*\* Comprende anche i territori del comune di Fiumicino

N.B. Per le ASL RMF, RMG e RMH sono stati indicati in parentesi solo i comuni nei quali sono stati accertati casi di mesotelioma maligno della pleura



Tabella 7. Incidenza dei casi di mesotelioma maligno della pleura per comune. Sono stati calcolati i tassi solo per comuni in cui si sono verificati almeno due casi.

	Osservati	Incidenza * (x 100.000/anno)
<b>Provincia di Viterbo</b>		
Tarquinia	2	4.57
<b>Provincia di Roma</b>		
Roma **	82	0.96
Civitavecchia	5	3.54
Colleferro	6	10.82
Pomezia	3	5.10
Guidonia Montecelio	3	2.06
Monterotondo	2	2.21
<b>Provincia di Latina</b>		
Gaeta	3	4.49
Latina	2	0.84
Aprilia	2	2.56
<b>Provincia di Frosinone</b>		
Ceccano	2	3.17
Ferentino	2	3.71

\*Tassi standardizzati d'incidenza (popolazione italiana al censimento 1991) dopo correzione per il sotto accertamento (fattore di correzione 1.30)

\*\* Comprende anche Fiumicino, comune autonomo nel 1992

**ALLEGATO 3**

### **Allegato 3**

#### **SMALTIMENTO DEI RIFIUTI CONTENENTI AMIANTO**

Per rifiuto contenente amianto s'intende qualunque sostanza o qualsiasi oggetto, abbandonato o destinato all'abbandono, in cui la presenza di amianto sia  $\geq 1\%$  in peso.

Questi rifiuti devono essere opportunamente raccolti ed accumulati, separatamente da altri rifiuti di diversa natura. Nel caso in cui si abbia formazione, nello stesso luogo, di diverse categorie di rifiuto, essi vengono accumulati separatamente.

I rifiuti contenenti amianto possono essere distinti in diverse categorie in funzione delle loro caratteristiche fisiche:

##### **- RIFIUTO IN PEZZATURA (*matrice stabile*):**

Rifiuto contenente amianto legato in matrice stabile avente densità  $\geq 1 \text{ gr/cm}^3$ . Essi sono costituiti da manufatti diversi di vario spessore, comunque superiore a 3 mm. Ogni singolo pezzo, a parte lo spessore dovrà avere dimensioni dell'ordine di alcuni decimetri, essendo ammessa la presenza di frammenti aventi dimensione di qualche centimetro.

Per questo tipo di rifiuto esistono 2 tipi di possibile raccolta:

- a) *lo si carica sull'automezzo al momento della raccolta;*
- b) *viene depositato (per brevissimo tempo) e successivamente depositato in discarica; le zone di raccolta dovranno essere nel minor numero possibile e scelte opportunamente in modo da non essere interessate dal transito automezzi.*

##### **- RIFIUTO IN PEZZATURA (*matrice non stabile*):**

Rifiuto contenente amianto in matrice non stabile e/o avente densità  $< 1 \text{ gr/cm}^3$ , oppure di stato intermedio fangoso/solido non rientrante nei fanghi. Trattasi di rifiuti essenzialmente provenienti dalle lavorazioni svolte negli stabilimenti di produzione come ad esempio materiali di risulta della pulizia.

##### **- FANGHI:**

Miscuglio di amianto con altri materiali con tenore di acqua non inferiore al 30%.

Sia questi ultimi che i precedenti devono essere raccolti, ai fini del trasporto secondo le modalità che vedremo adesso per i polverulenti, così da evitare la caduta del materiale all'esterno durante la movimentazione e la colatura dell'eventuale acqua di inibizione.

##### **- RIFIUTO POLVERULENTO:**

Polveri di risulta da processi di filtrazione ed abbattimento, nonché da attività da decoibentazione di materiali spruzzati o rifiuti contenenti amianto legato in matrice che non soddisfano le due precedenti definizioni.

Esso deve essere raccolto in modo da limitare al minimo il rilascio di fibre nell'ambiente. Nel caso in cui la probabilità di rilascio di fibre è maggiore, occorre operare la raccolta degli stessi all'interno di sistemi chiusi, a tenuta stagna. I contenitori devono essere a perdere, sigillati, prestampati con etichettatura conforme alla direttiva CEE 83/478, e rispondere ai seguenti requisiti:

- a) *resistenza non inferiore a quella del polietilene ad alta densità di spessore non inferiore a 8/10 mm;*
- b) *capacità non superiore a 50 l;*
- c) *chiusura con termosaldatura a doppio legaccio.*

La movimentazione dei rifiuti dal punto di formazione al deposito deve essere effettuato con mezzi che minimizzano il rilascio di fibre nell'ambiente.

- **IMBALLAGGI:** Involucri utilizzati per il confezionamento di amianto commerciale, e prodotti friabili. Essi devono essere trattati come appena descritto per i polverulenti utilizzando imballi di opportune dimensioni.

Lo smaltimento dei rifiuti in cemento-amianto classificati come speciali - inerti, provenienti da demolizioni è regolato dall'art.6 *del D.P.R. 8 Agosto 1994*, dal D.Lgs 22/1997, dal D.Lgs36/2003.

