

---

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



Firenze, settembre 2002

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 NOTIZIE GENERALI SUL COMPARTO PRODUTTIVO</b>	<b>13</b>
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 DESCRIZIONE GENERALE DEL CICLO DI LAVORAZIONE</b>	<b>17</b>
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 ANALISI DI RISCHI, DANNI E PREVENZIONE PER FASE LAVORATIVA</b>	<b>25</b>
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 IMPATTO E RISCHIO AMBIENTALE DEL COMPARTO</b>	<b>205</b>
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 IMPIANTI ELETTRICI, IMPIANTI A GAS, APPARECCHI A PRESSIONE</b>	<b>215</b>
5.1 Impianti elettrici	215
5.2 Impianti a gas	217
5.3 Apparecchi a pressione	218
<b>6 PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>219</b>
6.1 Ambiente di lavoro	219
6.2 Ambiente esterno	238
<b>Glossario</b>	<b>243</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>259</b>
<b>IL PROGETTO ARPAT “Profili di rischio e soluzioni”</b>	<b>261</b>

## 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 Gioviti*

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 ISPESL 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 i *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 "revisionare" 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 Fuso 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 i 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 "visitate" 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*



# 1 NOTIZIE GENERALI SUL COMPARTO PRODUTTIVO

## 1.1 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 2 <sup>a</sup> FUSIONE
<b>27.51</b>	Fonderia di 2 <sup>a</sup> fusione di ghisa
27.100	Fonderia di 2 <sup>a</sup> fusione di acciaio
27.54	Fonderia di 2 <sup>a</sup> 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	<b>Totale addetti del comparto</b>	<b>328,5</b>	<b>1,5</b>	<b>330</b>	<b>55</b>	<b>21</b>	<b>76</b>	<b>402</b>
	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	<b>Totale addetti del comparto</b>	<b>324</b>	<b>2</b>	<b>326</b>	<b>59</b>	<b>21</b>	<b>80</b>	<b>406</b>
	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	<b>Totale addetti del comparto</b>	<b>316,5</b>	<b>2</b>	<b>318,5</b>	<b>58</b>	<b>20,5</b>	<b>78,5</b>	<b>397</b>
	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	<b>Totale addetti del comparto</b>	<b>308,5</b>	<b>3</b>	<b>311,5</b>	<b>58</b>	<b>20,5</b>	<b>78,5</b>	<b>390</b>
	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	<b>Totale del comparto</b>	<b>330,0</b>	<b>573.054</b>	<b>179</b>	<b>0</b>	<b>311,44</b>	<b>4,10</b>	<b>13</b>	<b>2.358</b>
	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	<b>Totale del comparto</b>	<b>326,0</b>	<b>545.830</b>	<b>155</b>	<b>0</b>	<b>283,56</b>	<b>3,22</b>	<b>11</b>	<b>1.758</b>
	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	<b>Totale del comparto</b>	<b>318,5</b>	<b>530.994</b>	<b>125</b>	<b>0</b>	<b>234,88</b>	<b>3,26</b>	<b>14</b>	<b>1.734</b>
	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	<b>Totale del comparto</b>	<b>311,5</b>	<b>524.163</b>	<b>137</b>	<b>0</b>	<b>261,51</b>	<b>3,20</b>	<b>12</b>	<b>1.674</b>
	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 terra. 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*.

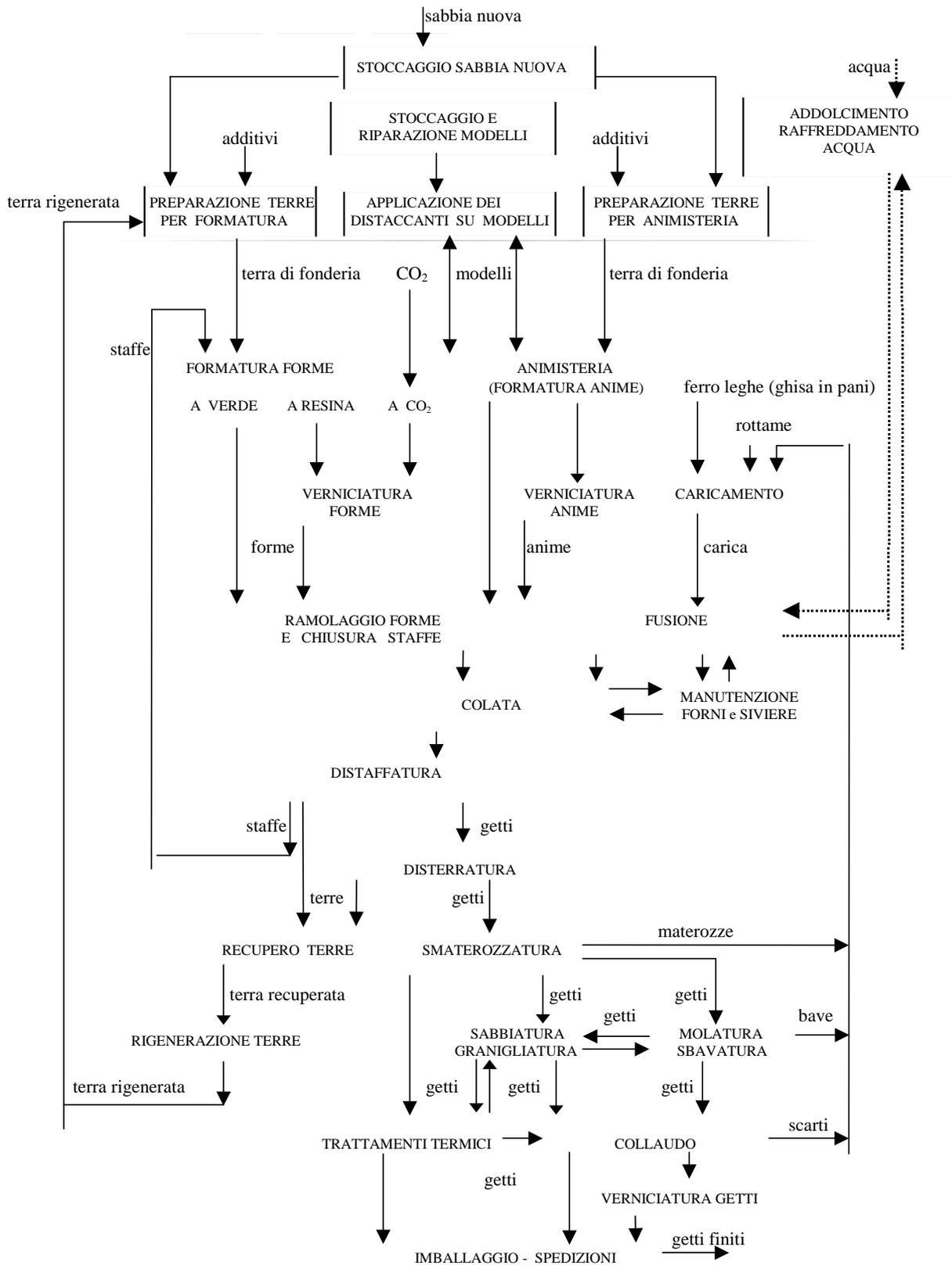
Le forme così riempite vengono fatte raffreddare e trasportate in *zona distaffatura* dove sono poste su *griglie vibranti* sulle quali vengono aperte le staffe. La maggior parte della *terra* costituente la forma cade nella tramoggia sottostante e viene inviata al recupero nell'impianto di preparazione terra.

Il getto viene inviato al completo *sterramento* e svuotamento delle cavità e quindi alle operazioni finali del ciclo che consistono nella *smaterozzatura*, *granigliatura-sabbiatura*, *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		-	
Produzione di anime (animisteria)	2			-	-		-	-	-	1		21
Verniciatura e flambatura	1	9	21	1	2	2	-		-			21
Formatura manuale	2	9	2	2	-		-	6		3		20
Ramolaggio	2	3	3	3	2		5		1		3	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 smaterozzata	2	3	3	2	3		4	3				23
Granigliatura e sabbiatura	1		7	1	2	1	4	2	1	3	#	20
Trattamenti termici sui getti	-	1	#	-	-	-	-	7				5
Sbavatura	4	-	17	3	3	1	4		1	4	1	40
Gestione impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera	1	4	#	-	-		#	#	-	2	-	22
Manutenzione meccanica			6	2	2	#	3	2	-		#	
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 appaltata 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, smaterozzatura	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•					•
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 *modellieria*.

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.

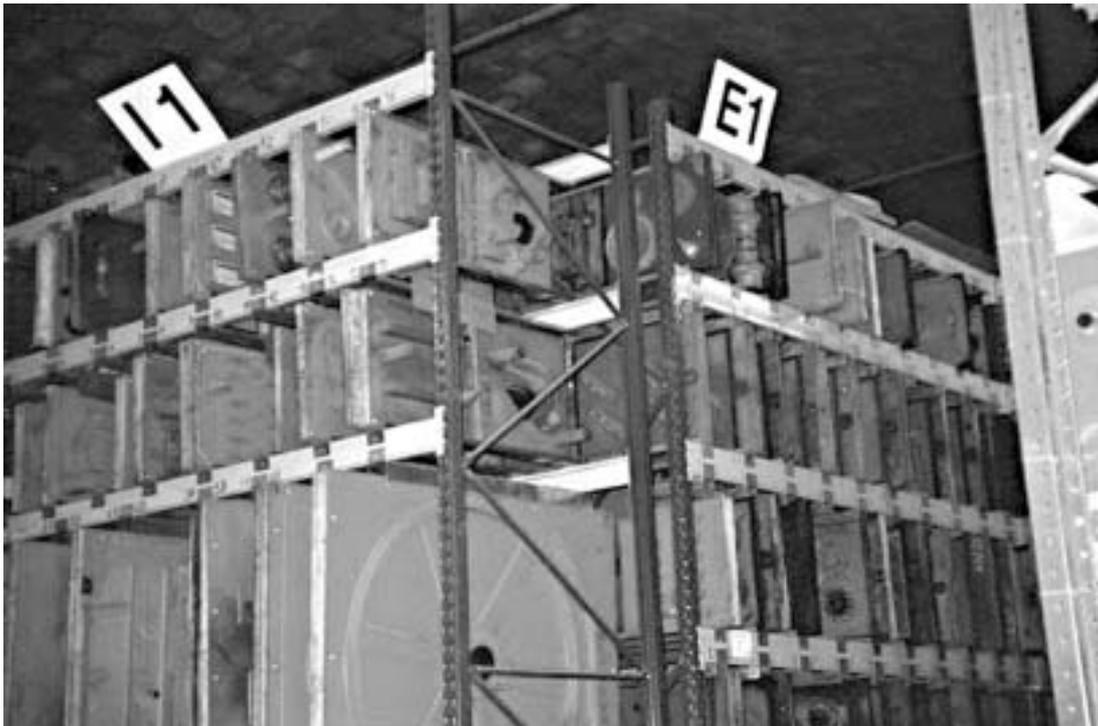


Fig. 3.1.3 *Modelli stoccati su scaffalature*

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 carroponte (Fig. 3.1.4 B).



Fig. 3.1.4 A/B *Scaffalature per stoccaggio modelli e movimentazione con transpalletts. A: con carrello; B: con carroponte*

### 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 – trascinamento 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 incrinata 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 trascinarsi 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*, trattenu- te 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.).

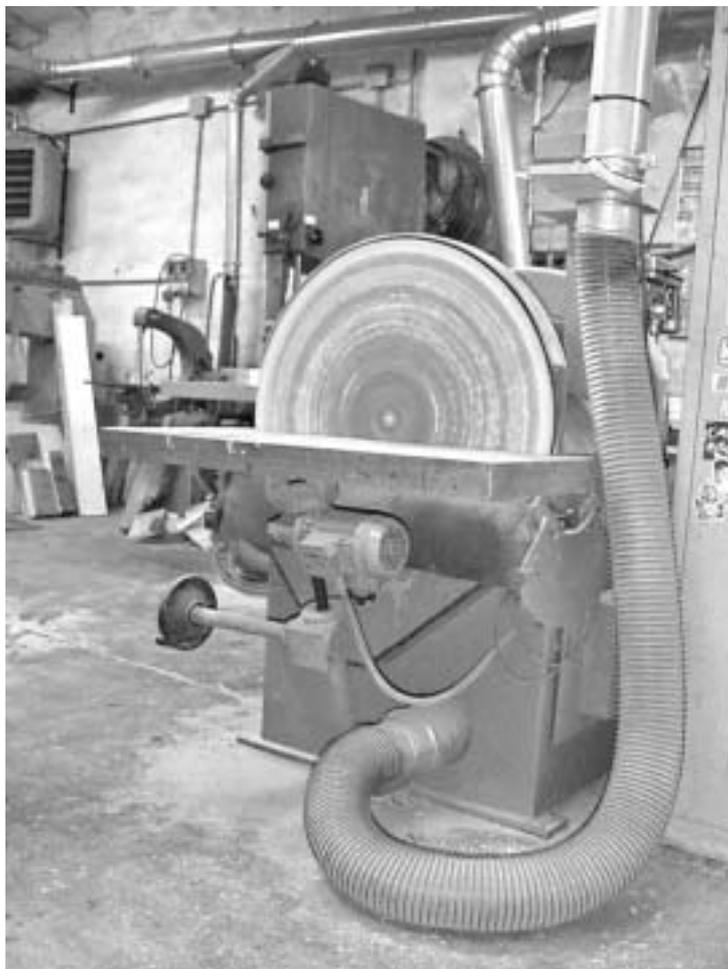


Fig. 3.1.5 Scartatrice dotata di aspirazione localizzata

### 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 muscolo-scheletrico, 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, è 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 *modelleria* 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 *modelleria* 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 *modelleria*, 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 stoccate 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.

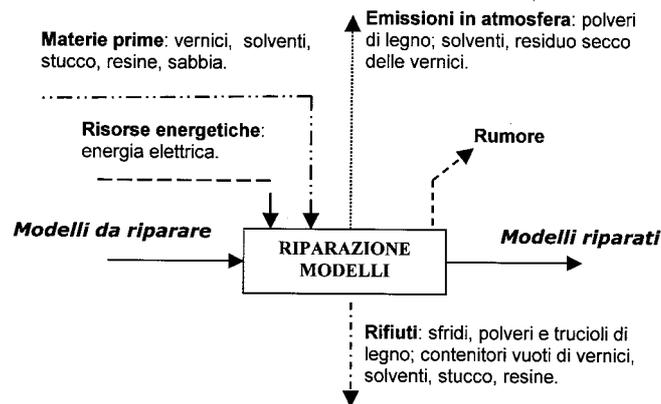
Tab. 3.1.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Preparazione, riparazione e stoccaggio modelli

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Lavoro in prossimità di macchine ad asportazione di trucioli di legno.</b>	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).
<b>Lavoro in prossimità di organi meccanici / taglienti in movimento.</b>	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 trascinamento.	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.
<b>Lavoro in prossimità di apparecchiature elettriche.</b>	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.
<b>Utilizzo di attrezzature manuali taglienti.</b>	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.
<b>Movimentazione meccanica dei carichi e stoccaggio su scaffalature.</b>	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.
<b>Movimentazione manuale dei carichi.</b>	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 (SOGGETTIVITÀ 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>	Miscele 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 Modellaria - Autocontrolli di una azienda del comparto con reparto modellaria 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
Modellaria	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 Modellaria 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 sabbiatura 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 *modellaria* 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 SiO<sub>2</sub> (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 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 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 trietanolammina 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 granuli 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 molazatrice*

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 trascinamento 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.

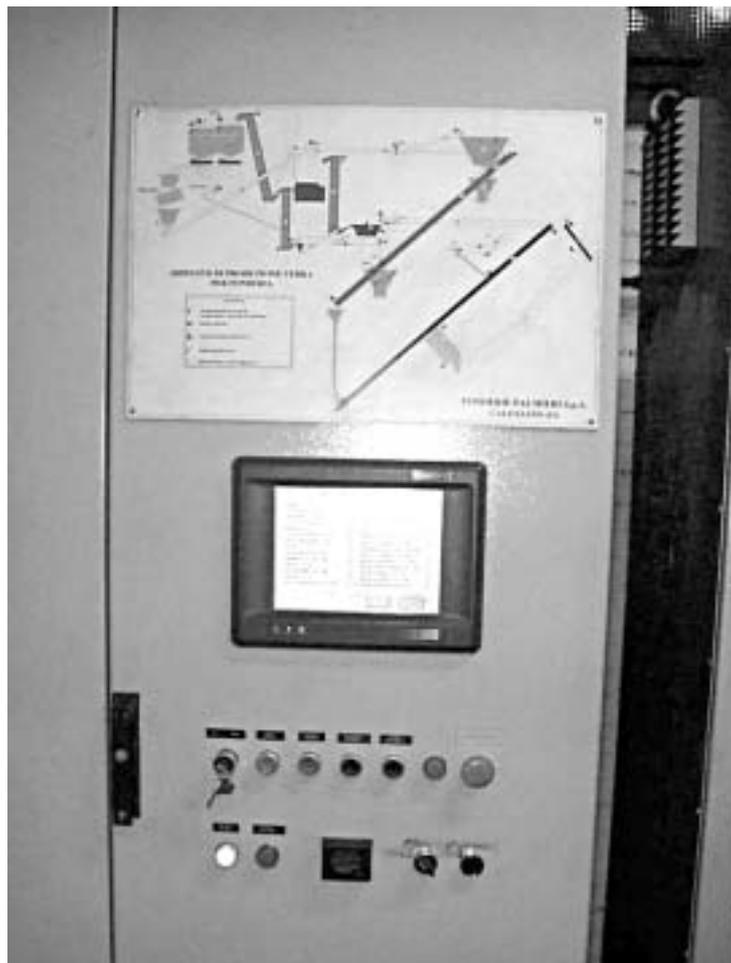


Fig. 3.2.8 Quadro di controllo nastri trasportatori

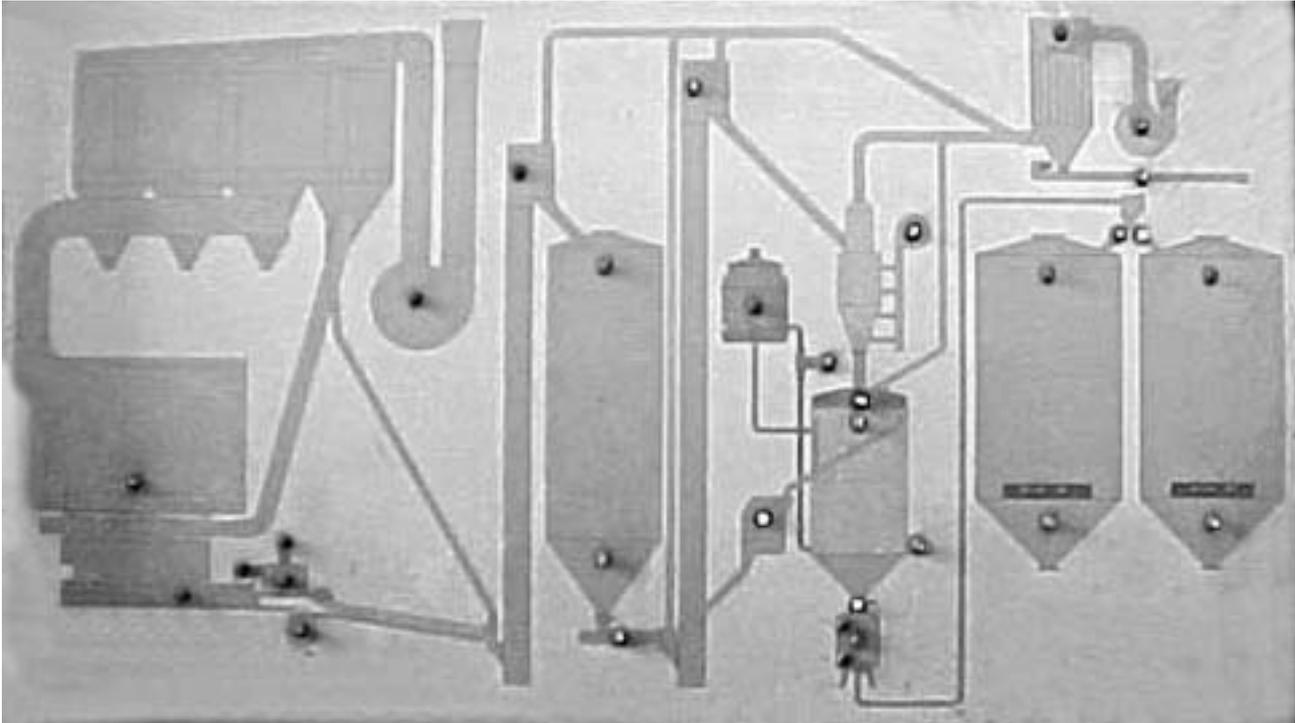


Fig. 3.2.9 Pannello sinottico per il controllo dell'impianto chiuso ed automatico per le terre a resina (stoccaggio, recupero dalla distaffatura, deferrizzazione, trasporto pneumatico, aspirazione, filtri di abbattimento)

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 sotterraneo 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 (vagliata 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'inhalazione 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.

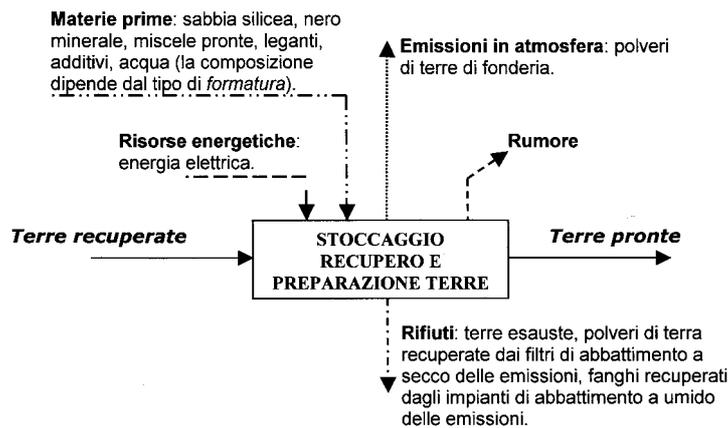
Tab. 3.2.2.1 Sintesi rischi lavorativi, danni e prevenzione - Stoccaggio, recupero e preparazione terre

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento.</b>	Organo lavoratore della macchina molazzatrice.	Lesioni traumatiche (contusioni e ferite) per presa, impigliamento, trascinamento 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 terra.		
<b>Accesso in locali sotterranei.</b>	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.
<b>Esposizione a polveri.</b>	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.
<b>Esposizione a rumore.</b>	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

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 <i>terre</i> per formatura a resina; manutenzione e taratura manuale del mescolatore per <i>terre a resina</i> .	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 lavaocchi 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 <i>terra di fonderia</i> 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 della 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 anteponendo 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 trituratrice, 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 sfiato 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 sfiato 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  $Lep_d$  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 di 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*.

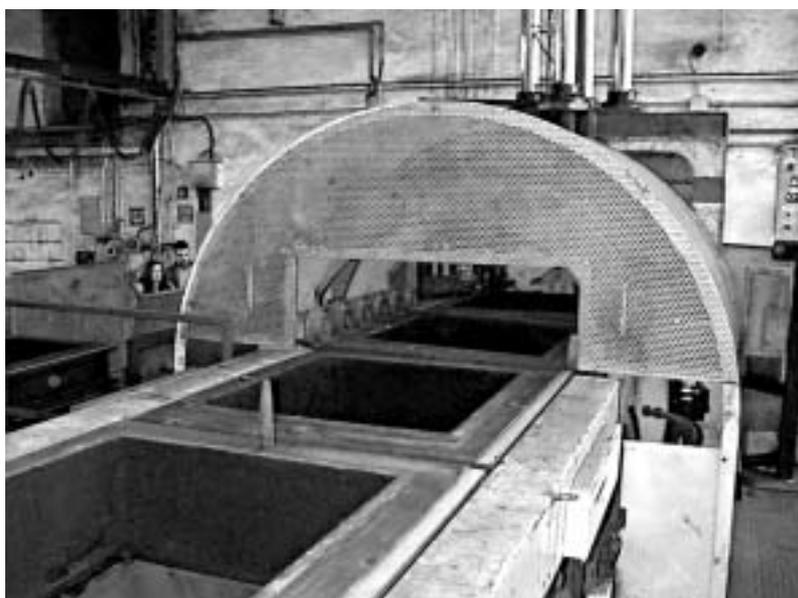


Fig. 3.3.3 Protezione sul sistema di ribaltamento automatico delle staffe sulla linea di formatura automatica

**Stoccaggio e manipolazione di prodotti pericolosi, esposizione a vapori di solventi organici, incendio.**

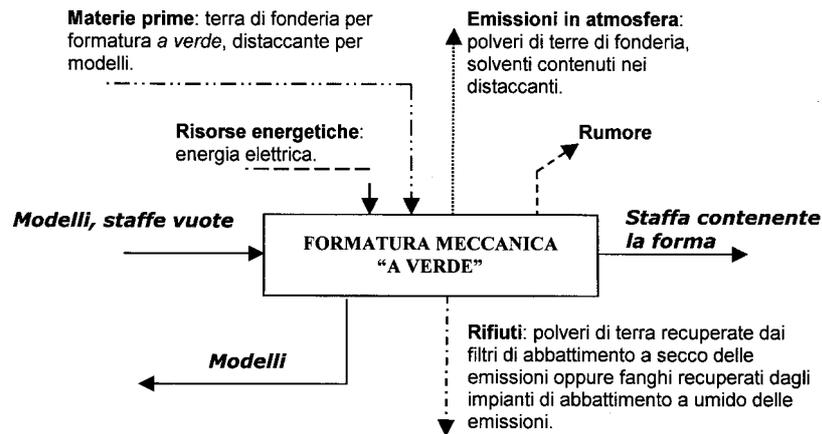
Questi fattori di rischio per la salute degli addetti sono dovuti alla applicazione manuale a spruzzo di *distaccante per modelli*. Si tratta di un preparato infiammabile costituito da siliconi sciolti in una miscela di solventi (vedere il Paragrafo 3.7 relativo alla fase *verniciatura*).

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 sfriati 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. 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. 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 *cammello*) 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 alternando 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 carroponte (vedere il Paragrafo 3.17 relativo alla fase *movimentazione meccanica dei carichi*).

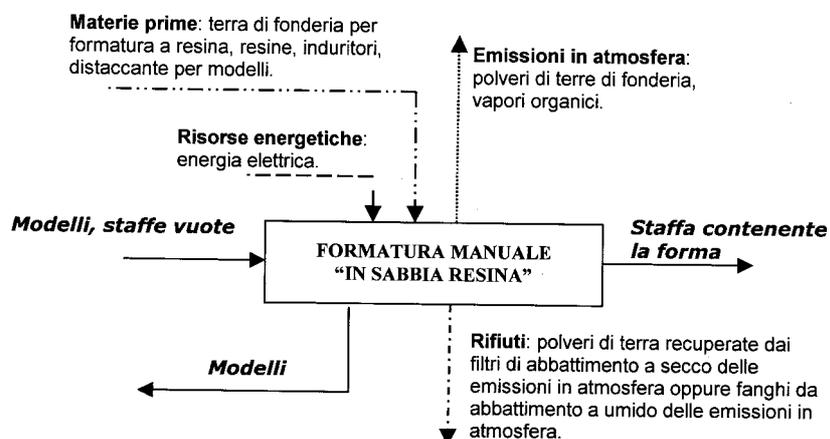
Tab. 3.4.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione

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

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 innescare (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.

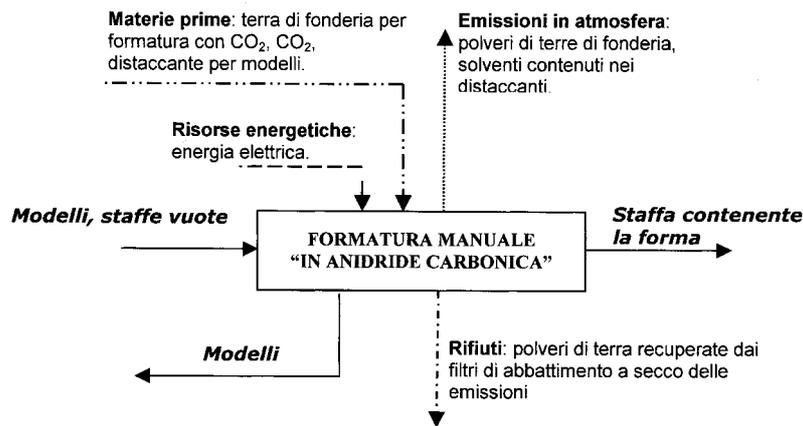
#### **Movimentazione meccanica e manuale dei carichi**

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 carroponte (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 <i>forme</i> 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 termoidurenti. 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 termoidurente 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 ( $CO_2$ ):* 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 plastica 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 effettuata 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 transpalletts 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'innesco 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 sformare 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.*

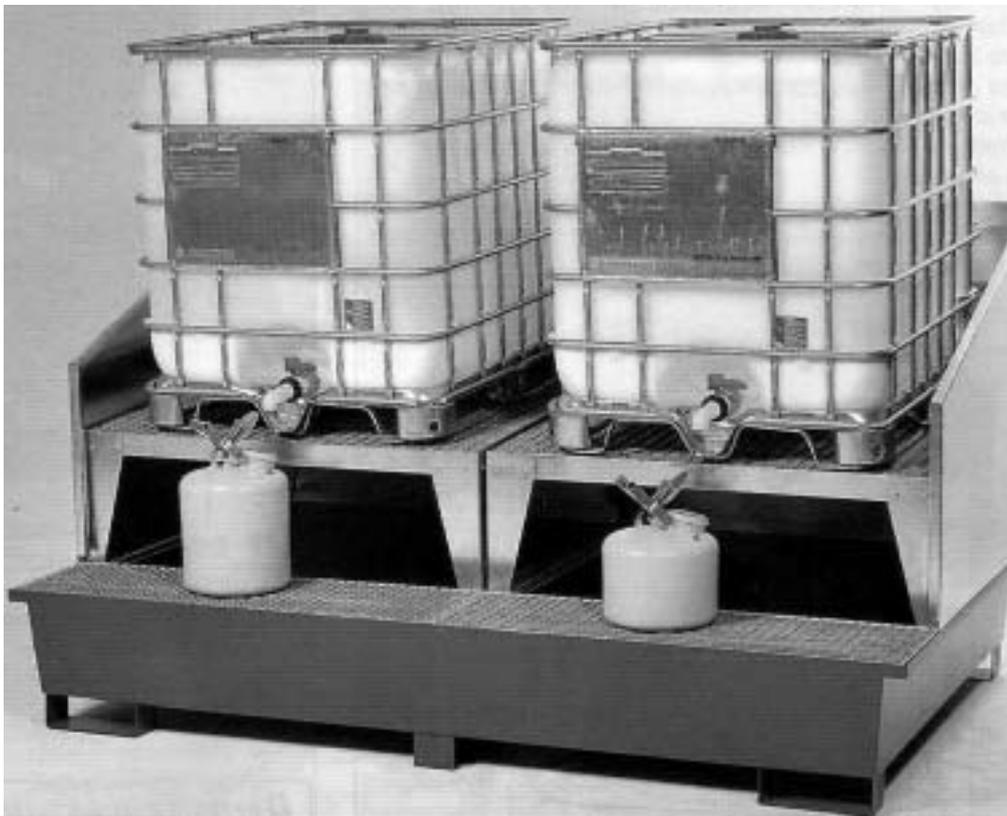


Fig. 3.6.7 *Esempio di sistema di contenimento sgocciolamenti e sversamenti*



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.

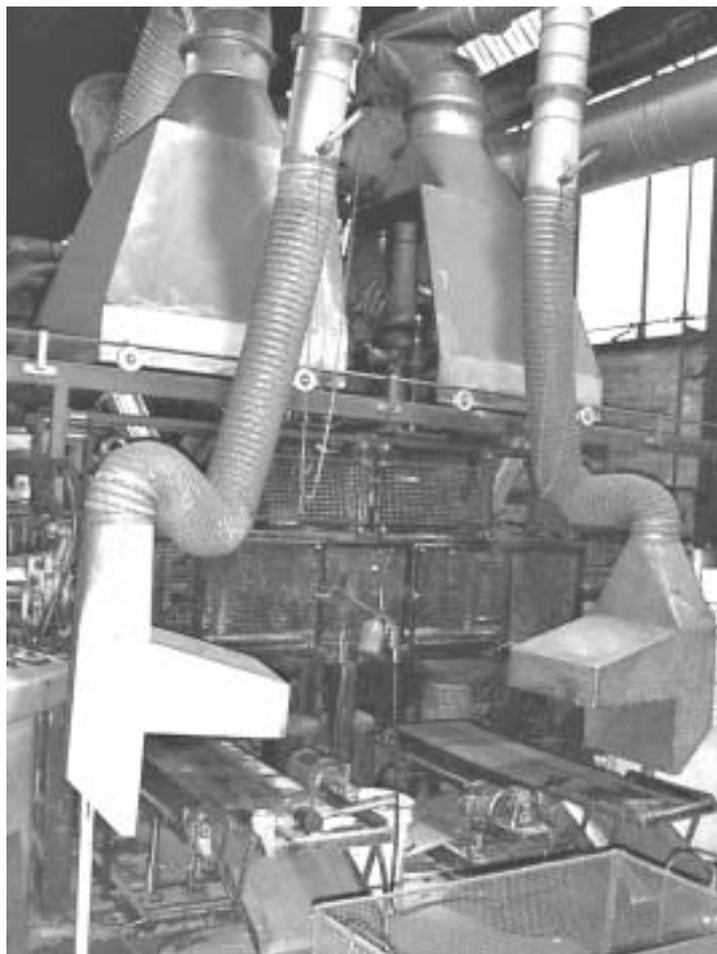


Fig. 3.6.9 Macchina spara anime hot box con due semi-cappe superiori mobili per inserire/togliere la cassa d'anima dall'alto e cappe di aspirazione sui nastri di uscita delle anime prodotte

#### *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 (sovrapressione) 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 trascinamento 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)		
<b>Esposizione a polveri.</b>	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.
<b>Esposizione a inquinanti aerodispersi.</b>	<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 ammoniac</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.	
<b>Esposizione a rumore.</b>	Sfiati dovuti al soffiaggio della <i>terra</i> 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.	

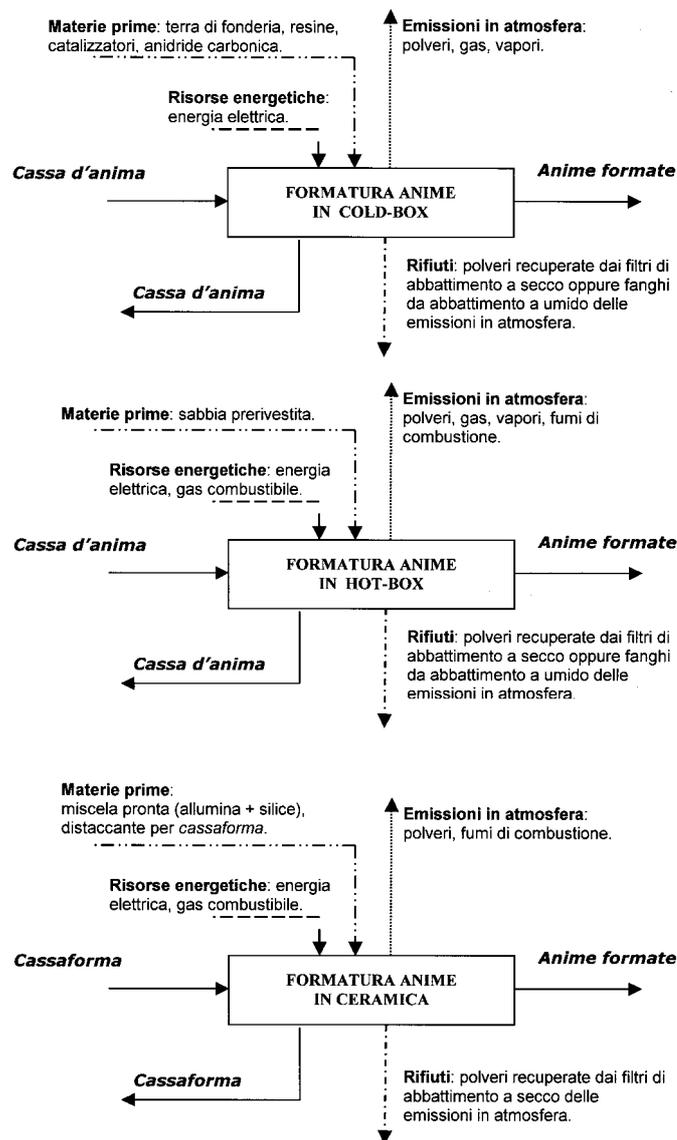
...segue tabella precedente.

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 carroponte). 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 macchina durante il suo funzionamento. Operazioni di manutenzione.	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> .
	Sistemi di ribaltamento delle <i>casce d'anima</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.
		Ustioni	Indossare guanti anticalore e indumenti adeguati.
<b>Esposizione a fiamme libere e superfici calde.</b>	Flambatura delle <i>anime</i> .	Ustioni	Vedere fase <i>flambatura</i> (Paragrafo 3.7).
	Transito in prossimità delle superfici calde del forno di trattamento termico delle <i>anime</i> in ceramica.		Coibentazione delle superfici calde. Indossare guanti anticalore e indumenti adeguati. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Condizione 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 abbattimento	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 abbattimento	Inquinanti emessi			Valori limite (*)	
						h/g	g/a		Natura	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/h	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/h
Animisteria cold-box	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	$44,5 \div 90,7$	$0,55 \div 1,12$		

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 carbossimetilcellulosa, alginati sodici e resine di vario tipo);
- diluenti (alcol metilico o isopropilico o isobutilico, acetone, trielina ecc.);
- eventuali antifermentativi (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 (travasato, 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.

E' 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 trascinamento, 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.

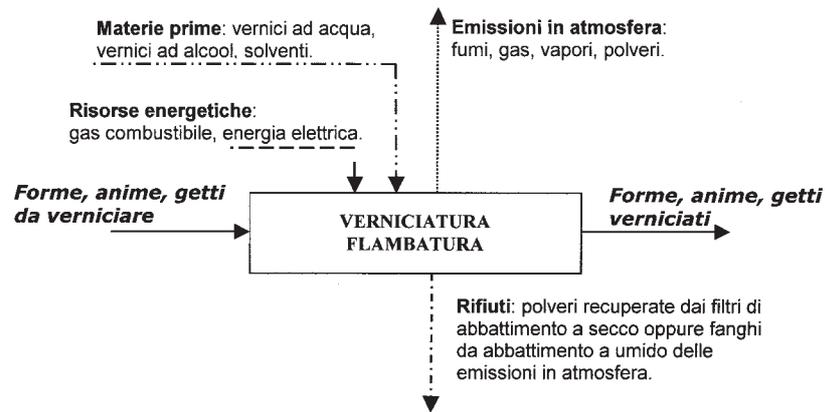
Tab. 3.7.2.2 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Verniciatura

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

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 trascinarsi.	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, carrozzone, 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.

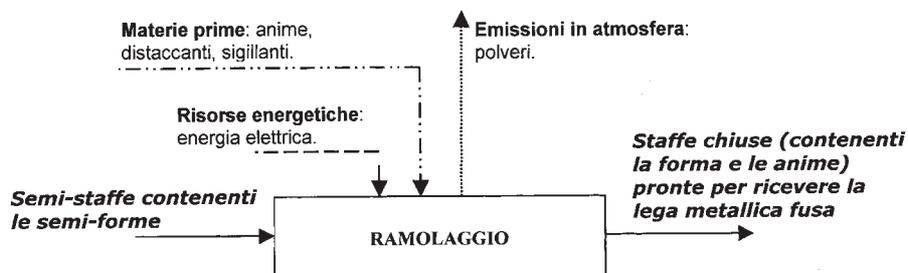
### **Lavoro in locali a rischio di incendio**

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, carroponte, 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)

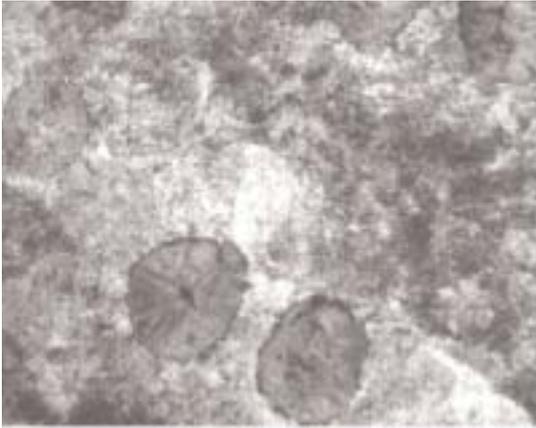


Fig. 3.9.2 Ghisa sferoidale (ingrandimento: 300 x)

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 carroponete 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

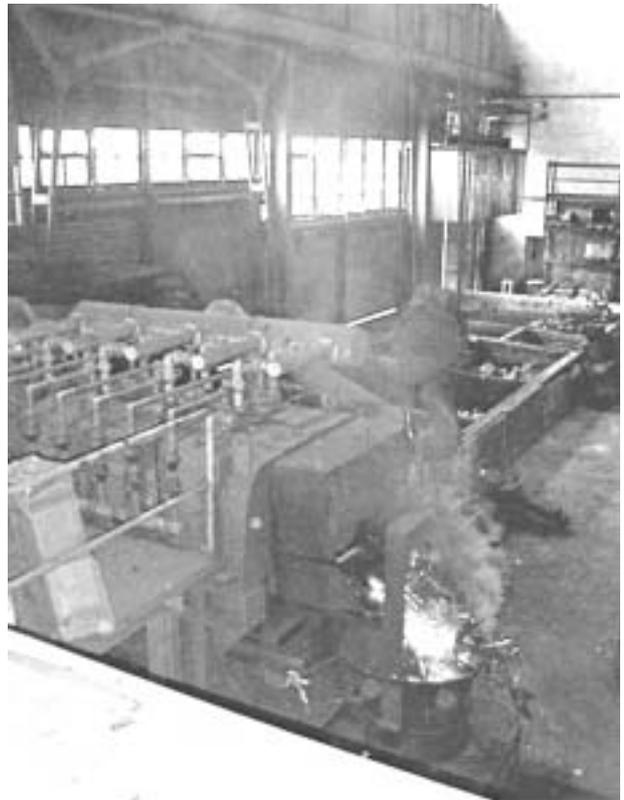


Fig. 3.9.7 Prelevamento del rottame preriscaldato



Fig. 3.9.8 *Movimentazione tramite carroponete del rottame preriscaldato da caricare nel forno fusorio. Si noti la particolare conformazione della tramoggia, adatta sia per il prelevamento 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

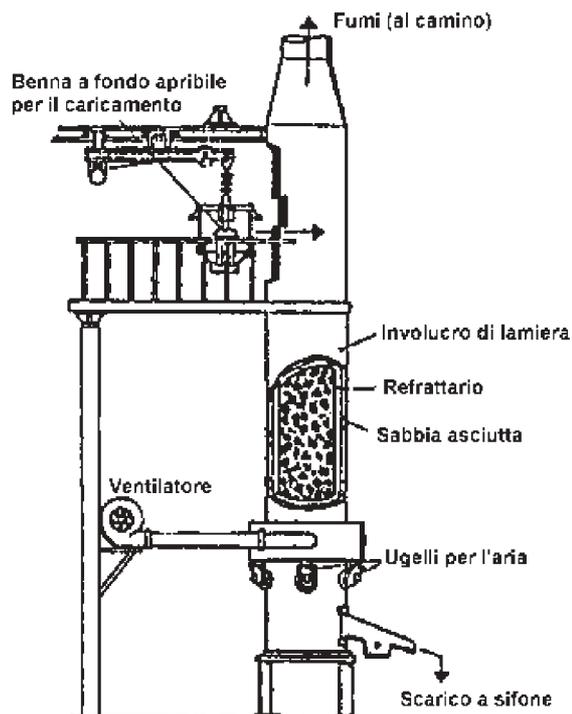


Fig. 3.9.11 Schema di un forno a cubilotto

metallo fuso. Il cubilotto può essere semplice o con avanforo (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 scorfica 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 uno 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  $\gamma$  (gamma);
- a contatto, per sorgenti di radiazioni  $\alpha$  (alfa) e  $\beta$  (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.

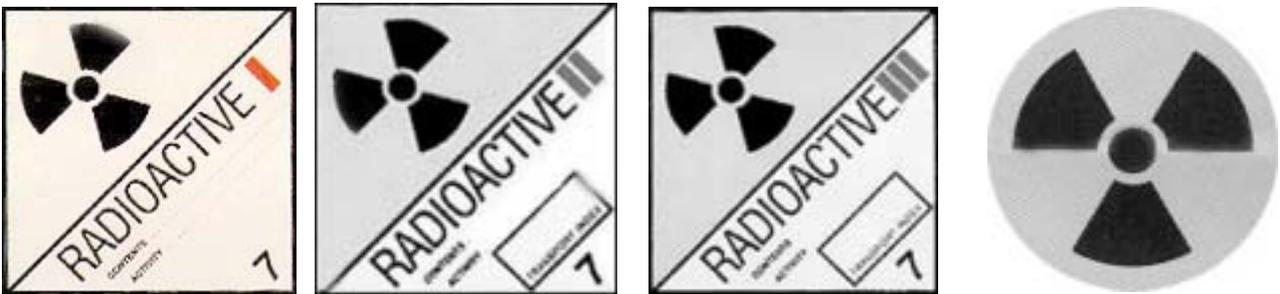
Le *fonderie di seconda fusione* che utilizzano rottami per la fusione devono effettuare un controllo, preliminare in fase di acquisto e al conferimento presso l'azienda, dell'eventuale radioattività di questi materiali mediante esame visivo e con l'utilizzo di apposita strumentazione. È opportuno effettuare 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 graniglia 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. È 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)

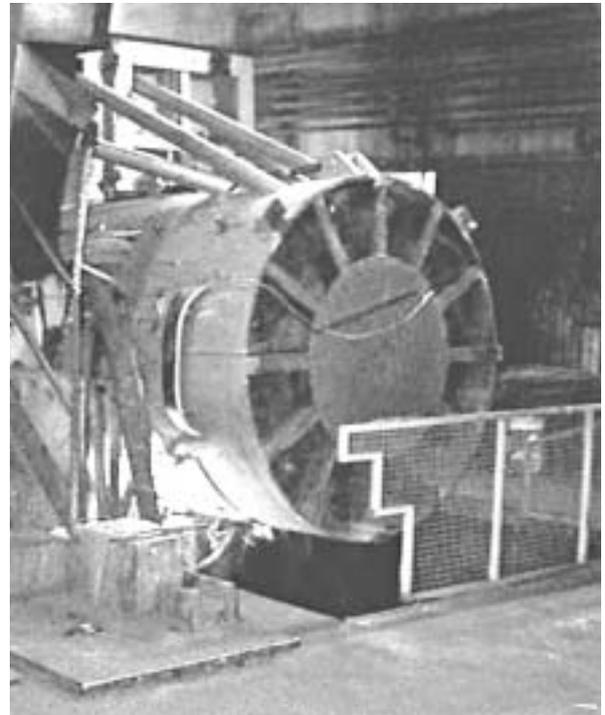


Fig. 3.9.23 (A, B, C) Forni fusori ad induzione in fase di sollevamento per la spillata del metallo fuso, visti dalla piattaforma sovrastante i forni stessi. Si notino: la protezione a griglia mobile contro il rischio di caduta dalla piattaforma nel vano del forno; le postazioni schermate per l'operatore 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> (miliAmpere/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  $B = 0,2 \text{ mT}$  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*  $B = 0,2 \text{ mT}$ .

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)		
<b>Esposizione a gas fumi e vapori.</b>	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.	
<b>Esposizione a radiazioni ionizzanti.</b>	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
<b>Esposizione a radiazioni luminose infrarosse e visibili.</b>	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
<b>Esposizione a schizzi di metallo fuso.</b>	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 <i>colata</i> ). Attuare le misure preventive per l'esposizione a microclima sfavorevole come qui sotto riportato. Informazione e formazione degli addetti.
<b>Lavoro in prossimità di fiamme.</b>	Fiamme che si sviluppano durante il caricamento in forno della tornitura.		
<b>Lavoro in prossimità di superfici ad elevata temperatura.</b>	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.

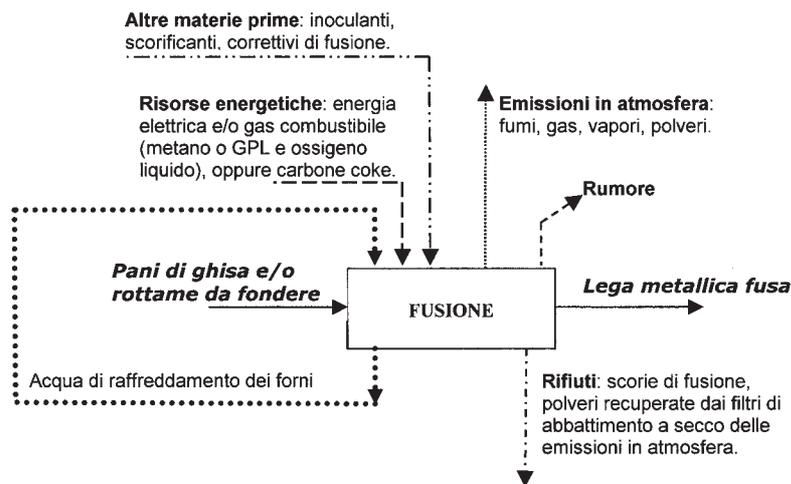
...segue tabella precedente.

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.		
	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. Ipotizzate 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 (CO e CO<sub>2</sub>), 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 anticoppio. 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 °C a 150 °C tramite una struttura a tubi di fumo con aria di raffreddamento in ecorrente, la cui portata è pari a 30.000 m<sup>3</sup>/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 150-180°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 grammi/m<sup>2</sup>), con pulizia automatica mediante aria compressa. Questa soluzione impiantistica permette di rispettare il limite fissato dall'autorizzazione alle emissioni in atmosfera, pari a 25 mg/Nm<sup>3</sup> 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> (°)	σ	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 CUBILOTTO 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
								SO <sub>2</sub>	10	72	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	σ: 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 clorate, 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*

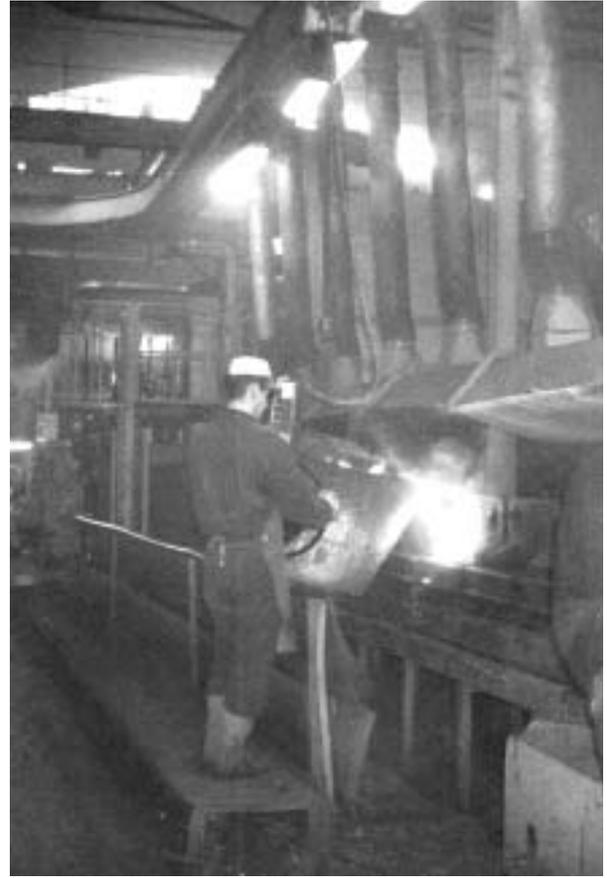


Fig. 3.10.3 *Colata dalla siviera nella forma. Si noti la monorotaia (in alto), la pulsantiera di comando per la movimentazione della siviera, il volante manovrato manualmente dall'operatore per inclinare la siviera e le cappe di aspirazione localizzata*

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 carroponte, 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 spillatura, scorificazione e colata dotato di D.P.I.

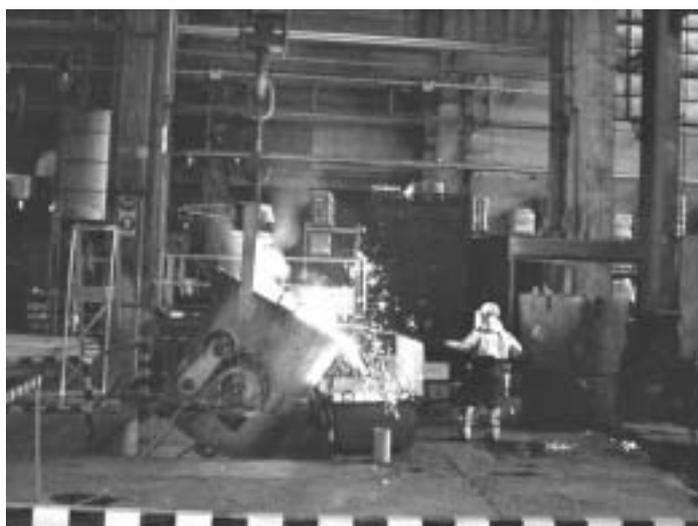


Fig. 3.10.7 Operazione di scorificazione della siviera con l'uso di D.P.I. in postazione protetta e delimitata

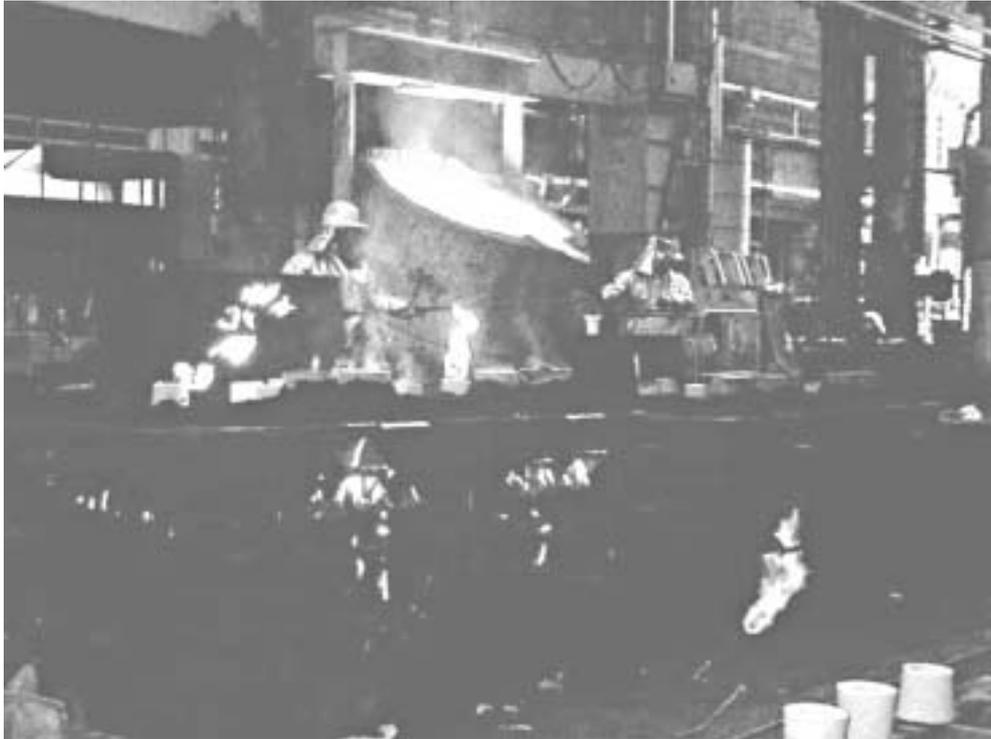


Fig. 3.10.8 Operazione di colata nelle staffe di grandi dimensioni. Il lavoratore a sinistra, tramite un'asta d'acciaio, toglie il tappo dal bacino di colata della staffa una volta che esso è stato riempito; il lavoratore a destra manovra il rovesciamento della siviera e fornisce istruzioni gestuali a un terzo addetto che si trova nella cabina di comando del carro ponte 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 reinserito 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 carrozzone, 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 carrozzone 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 sfiati 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 sfiato 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;
    - ghet- te 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.

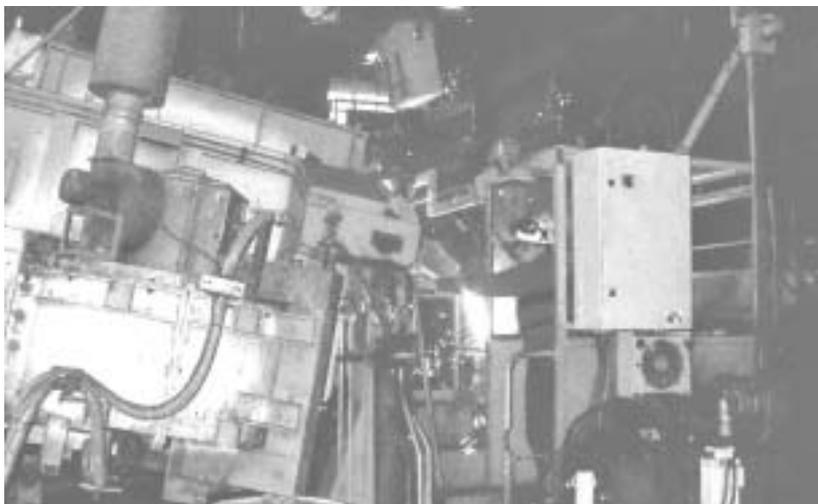


Fig. 3.10.15 *Spillatura dal forno elettrico in siviera montata su carro di colata*



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 pulsantiere 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, ammoniaca, 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 i calcoli 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).

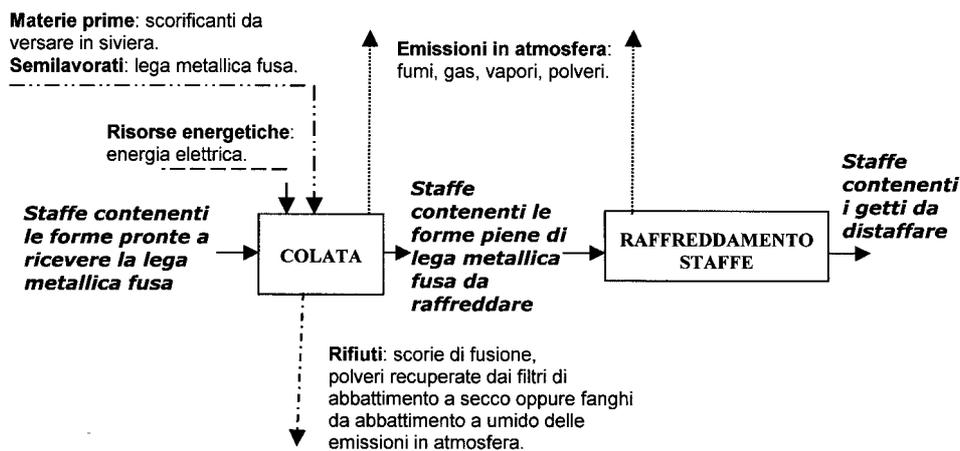
Tab. 3.10.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Colata

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 piene</i> .	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 sgombrare.
<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.
<b>Transito di persone in ambiente pericoloso.</b>	Altri lavoratori possono trovarsi a transitare nella zona di <i>colata</i> .		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. 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

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 <i>colata</i> 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 <i>siviere</i> . 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 <i>colata</i> . 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 <i>siviere</i> e dei pesi. Il rischio è maggiore quando le <i>siviere</i> 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 <i>siviere</i> 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 <i>colata</i> .	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 <i>siviere</i> ed anche durante la <i>colata</i> nelle <i>staffe</i> , in quanto le linee di <i>colata</i> 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 odorosità. 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 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 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, trascinarsi, 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.

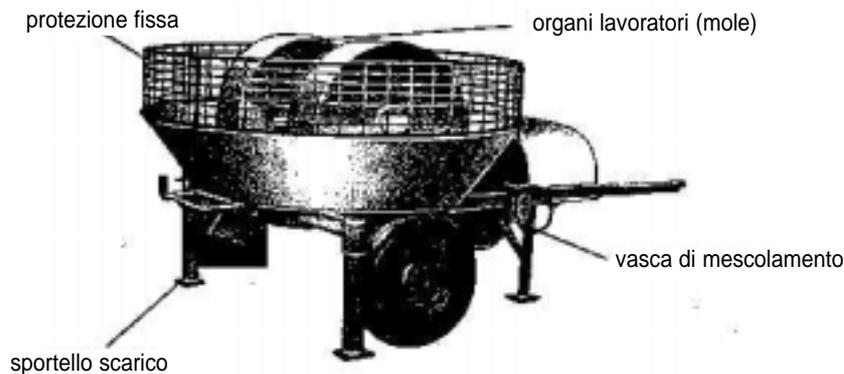


Fig. 3.11.3 Molazza con protezione grigliata degli organi lavoratori

#### 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*.

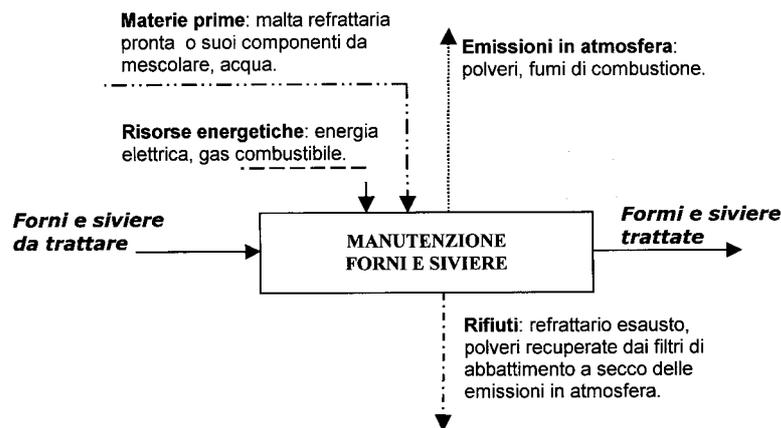
Tab. 3.11.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Manutenzione forni e siviere

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

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 saviere.

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 saviere (anno 1999)

AZIENDA	Malta refrattaria pronta all'uso t./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

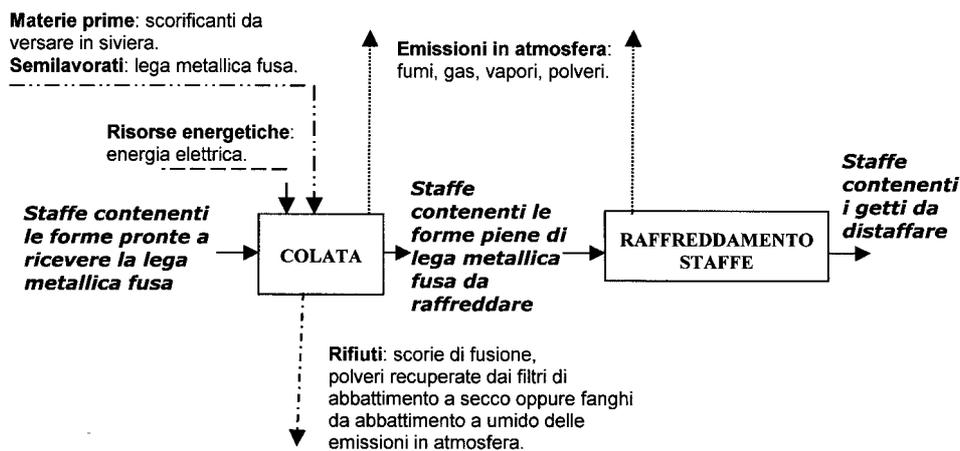
Fonte: interviste alle aziende del comparto a cura del Settore tecnico CEDIF di ARPAT.

### 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.

### 3.10.3 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 odorosità. 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, trascinarsi, 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.

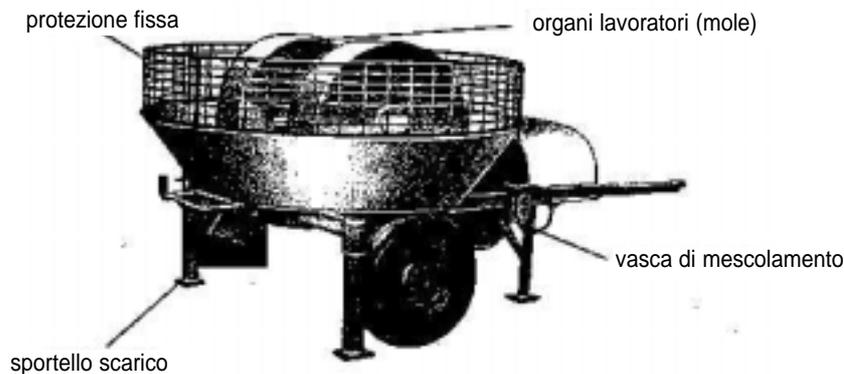


Fig. 3.11.3 Molazza con protezione grigliata degli organi lavoratori

#### 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 carro ponte 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, carro ponte, 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 carro ponte 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 carro ponte.



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*.

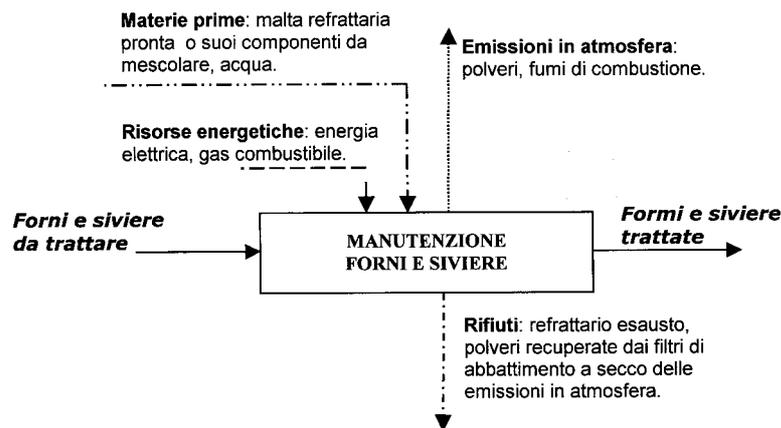
Tab. 3.11.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Manutenzione forni e siviere

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

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 t./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, smaterozzatura

### 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.

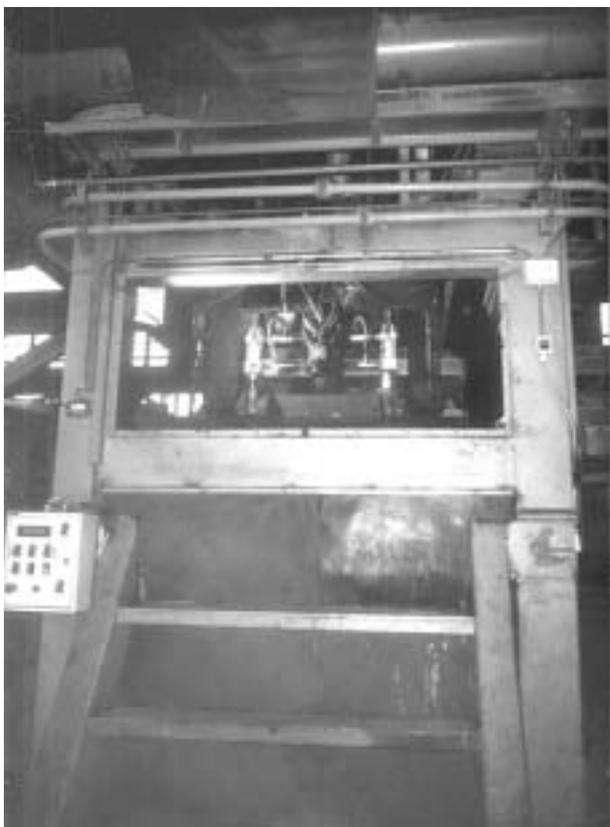


Fig. 3.12.1 Distaffatore linea automatica chiamato *pugno*



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).

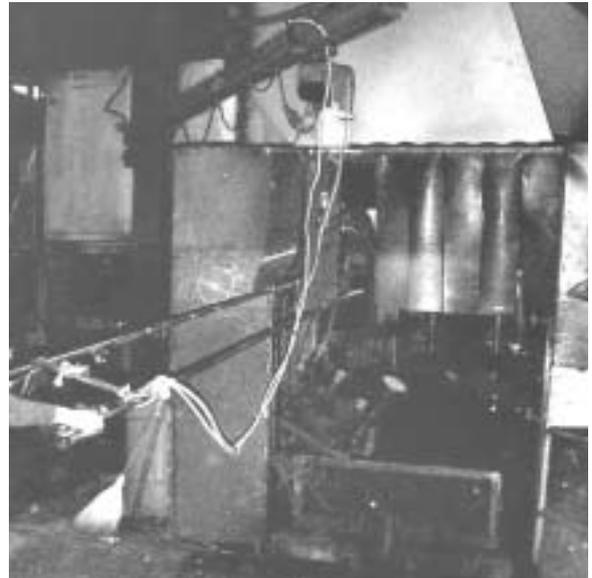


Fig. 3.12.4 Prelevamento dei pezzi dalla griglia vibrante all'uscita della distaffatura: A) tramite un'asta di acciaio con la punta ricurva; B) tramite pinza pneumatica sostenuta da un paranco

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 ossiacetilenico, 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 prelievamento 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.

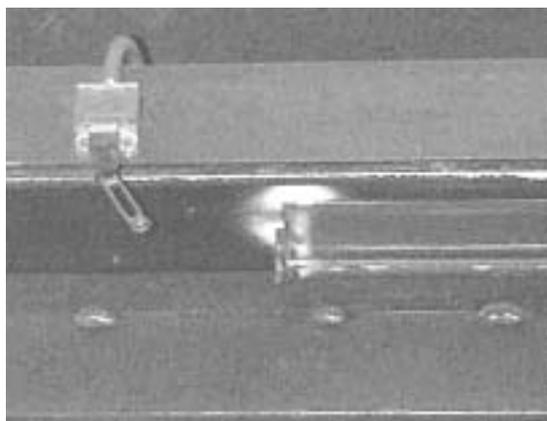


Fig. 3.12.7 Dispositivo di interblocco alle porte della cabina insonorizzata della distaffatrice per staffe grandi

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 perimetrate, 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 distaffatura 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 distaffatura 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 rimangono 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 smaterozzata 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 smaterozzata, 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 solidamente 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.

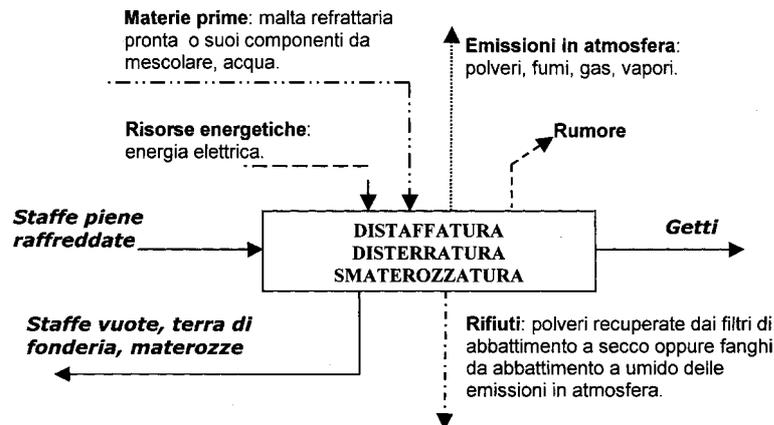
Tab. 3.12.2.1 *Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Distaffatura – Disterratura - Smaterozzatura*

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a fumi, gas e vapori.</b>	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.
<b>Esposizione a polveri.</b>	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	
<b>Esposizione a rumore.</b>	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.
<b>Esposizione a vibrazioni mano – braccio.</b>	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.
<b>Movimentazione manuale dei carichi.</b>	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

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ 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-

roponete, 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 trascinarsi 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 ( $Leq$ ) delle granigliatrici in funzione sono compresi tra 93 e 97 dB(A), mentre i livelli di esposizione personale giornaliera degli addetti ( $Lep_{8h}$ ) 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  $Leq$  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  $Leq = 77$  dB(A) all'esterno della cabina durante il normale funzionamento con cabina chiusa e a un  $Leq = 83,2$  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  $Lep_{8h} = 81,5$  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 carrellino 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 sabbiatrica 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 sabbiatrica, 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 sabbiatrica 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 sabbiatrica.

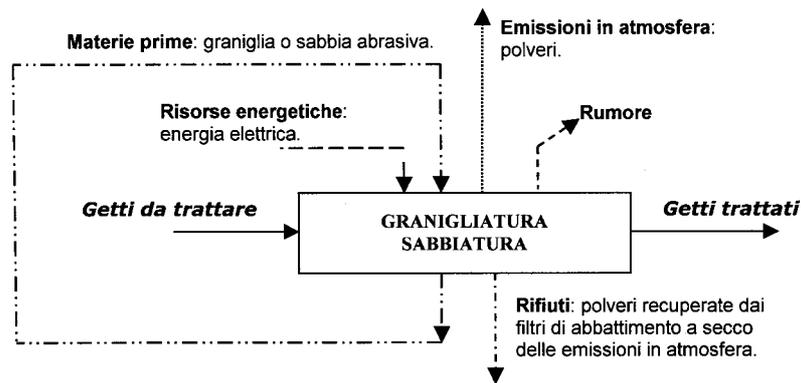
### **Lavoro in locali a rischio di incendio**

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 sabbiatrice 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 sabbiatrice. 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*

<b>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</b>													
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

<b>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.</b>													
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 ( $Lep,d$ ) 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.

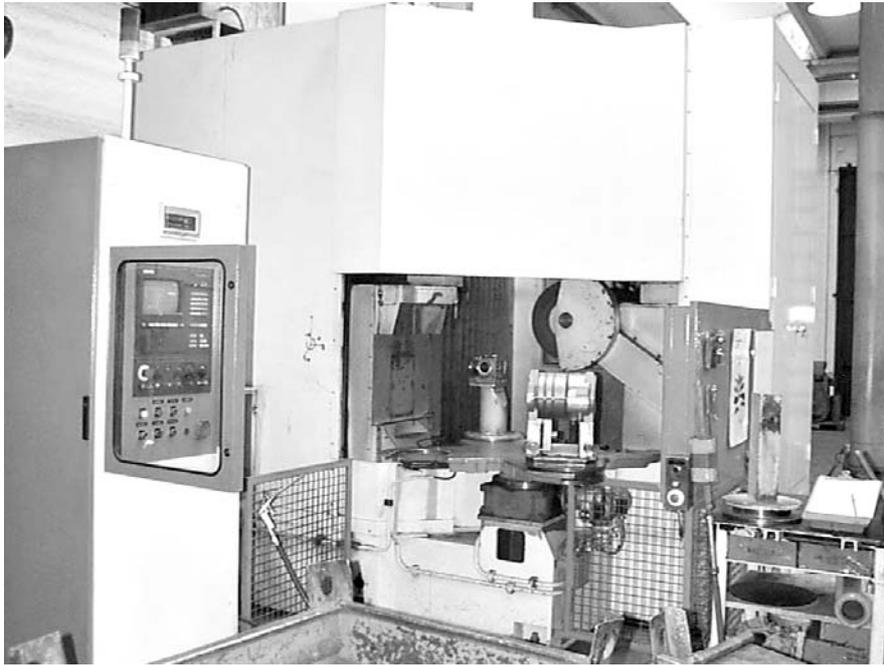


Fig. 3.14.5 *Sbavatrice automatica*

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  $2,4 \text{ m/s}^2$ ; 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  $5,6 \text{ m/s}^2$ ) e l'utilizzo di frullini per la sbavatura delle parti cave dei getti (i valori di vibrazione sono intorno ai  $6 \text{ m/s}^2$ , 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  $4 \text{ m/s}^2$  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  $9,0 \text{ m/s}^2$ ; 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  $3 \text{ m/s}^2$ , 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 carroponte 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).

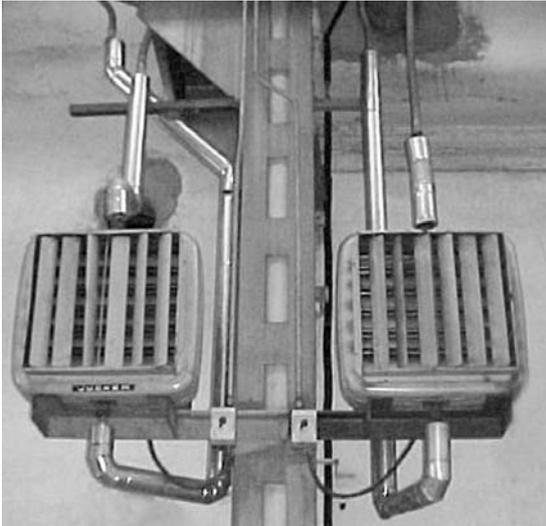


Fig. 3.14.7 Termoconvettori per il riscaldamento dei locali di lavoro

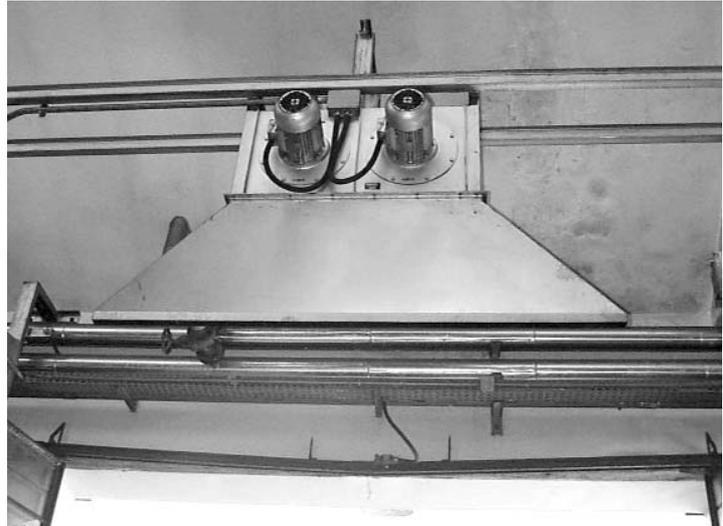


Fig. 3.14.8 Apparecchio per creare barriere d'aria sulla soglia dei portoni

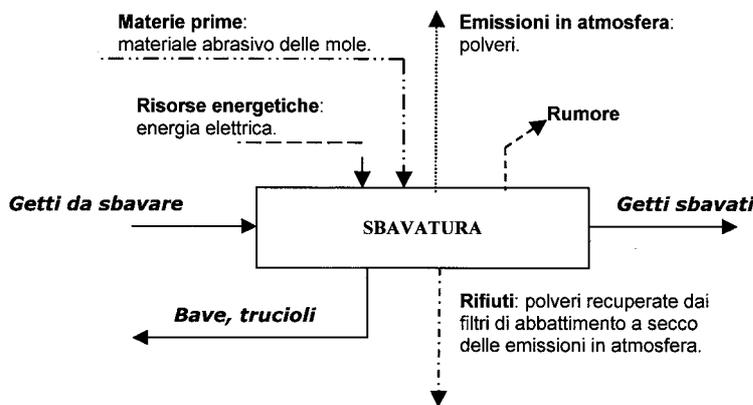
Tab. 3.14.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Sbavatura

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 semichiuse 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

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.I. (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. Turnazione e ampliamento delle mansioni.
	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 abbattimento	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 abbattimento	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 abbattimento	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	> 500
												150	> 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 smaterozzata/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 temprà* 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

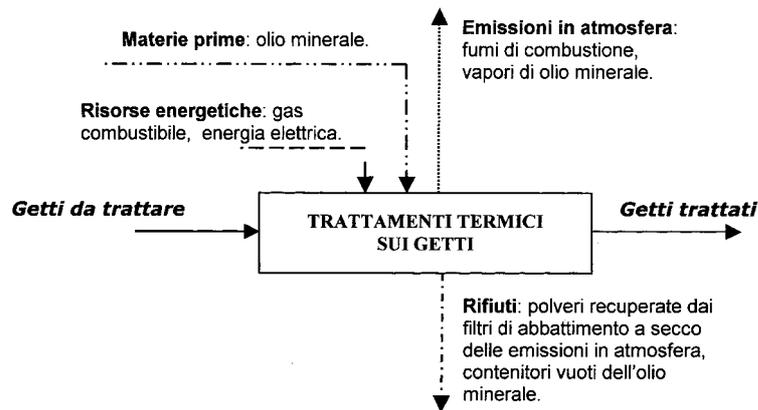
I forni per il trattamento termico alimentati a gas e l'impianto di adduzione del combustibile possono comportare rischi di fughe di gas e di esplosione – incendio, con conseguenze per i lavoratori che potrebbero essere molto gravi.

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 (SOGETTIVITÀ 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 <i>getti</i> , 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 emissione		Impianto di abbattimento	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 (CO, O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, 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 sabbiatura	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>Dimetilisopropilamina</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>Dimetilisopropilamina</b>								
mg/Nm <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-
g/h	-	100	-	-	-	-	-	-
<b>Acido fosforico</b>								
mg/Nm <sup>3</sup> (*)	-	5	-	-	-	-	-	-
g/h	-	32	-	-	-	-	-	-
<i>Legenda</i>								
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 cubilotto 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'appoggio, 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 cordoni 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 necessita di trasferimento di parti pesanti e ingombranti al punto di prelievo; 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. Indossare indumenti che minimizzano le parti del corpo scoperte. Verificare se gli addetti sono allergici alle punture di insetti e predisporre procedure e materiale di pronto soccorso. Verificare di trovarsi a distanza di sicurezza da eventuali linee elettriche. Informazione e formazione.
	Presenza di valvole di sicurezza, sfiati. Presenza di superfici calde del camino, della flangia e della sonda.	Ustioni cutanee. Lesioni agli occhi.	
	Proiezione di materiale dal foro di prelievo.		
	Presenza di insetti, uccelli.	Punture di insetti (pericolo maggiore per i soggetti allergici).	
	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 <i>Glossario</i> ).	Corretta scelta della strumentazione e organizzazione del lavoro. 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.
	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.	
<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

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, carroponete, 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 stationamento 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, funi 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 - carroponete 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 Dms (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.

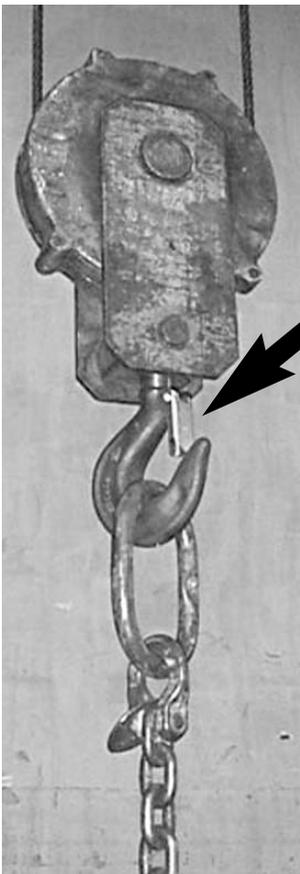


Fig. 3.17.2 Paranco a bandiera

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).

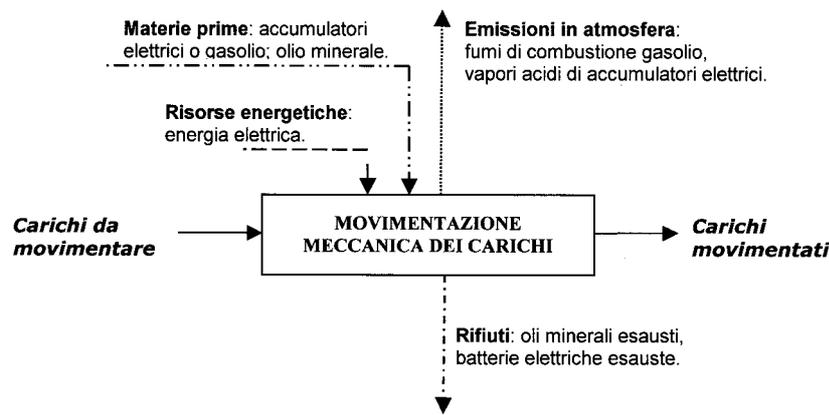
Tab. 3.17.2.1 Sintesi dei rischi lavorativi, danni e prevenzione - Movimentazione meccanica dei carichi

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 irritative 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

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 cannello 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 ipofonia.

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 osteoartropatie (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 lamiera 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 ossiacetilenica

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 luogo 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 (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a rumore.</b>	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. Maggiore 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..)		
<b>Esposizione a vibrazioni mano – braccio.</b>	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.
<b>Esposizione a polveri.</b>	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.		
<b>Esposizione a fumi e/o vapori.</b>	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.		

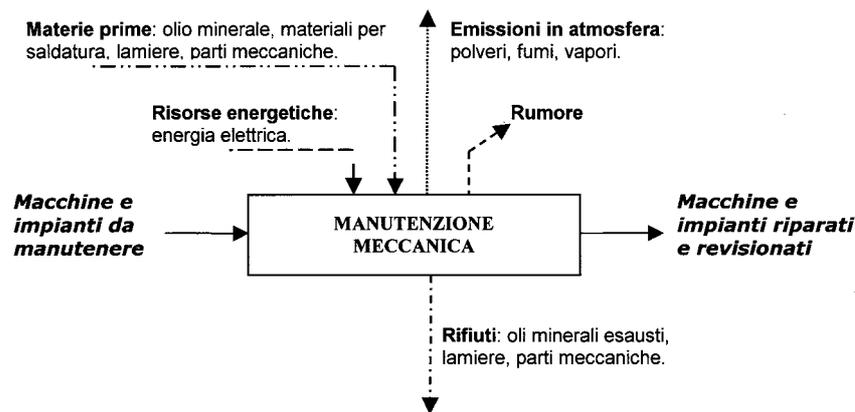
... segue tabella precedente

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Esposizione a sostanze e prodotti liquidi pericolose per la salute.</b>	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.
<b>Esposizione a radiazioni infrarosse e ultraviolette.</b>	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> Radiazioni provenienti dai lavori di saldatura.	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.
<b>Esposizione a schegge incandescenti.</b>	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.
<b>Esposizione a calore radiante e microclima sfavorevole.</b>	Manutenzione su impianti in ambienti sovrariscaldati 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.
<b>Lavoro in prossimità di organi meccanici in movimento.</b>	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.
<b>Movimentazione meccanica e manuale dei carichi.</b>	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.
<b>Lavoro in prossimità di parti elettriche.</b>	Interventi di manutenzione su apparecchiature elettriche, con il rischio di contatti diretti e indiretti. Utilizzo di attrezzi portatili ad alimentazione elettrica (trapano, mola flessibile, saldatrici elettriche, ecc.)	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. Controllare ad ogni utilizzo il buono stato dei cavi di alimentazione. Informazione e formazione degli addetti.

... segue tabella

FATTORE DI RISCHIO		DANNO ATTESO (SOGGETTIVITÀ se rilevata)	PREVENZIONE
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE (STIMA se rilevata)		
<b>Lavoro su impianti alimentati a gas.</b>	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.
<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.
<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 in prossimità di nidi di insetti o rettili.</b>	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.
<b>Lavoro notturno.</b>	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:

- lamiera 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), lamiera 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 modelleria.
  - 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
			Totale FI		4.393,046
			<b>Totale Toscana</b>		<b>4.393,046</b>

... segue tabella

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		
			<i>Totale FI</i>				2.455,100
			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	Collesalvetti	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 sabbatura 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		
			<i>Totale FI</i>				19,375
			Collesalvetti	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		
			<i>Totale FI</i>				160,340
			Collesalvetti	LI	80,350		
			Monteriggioni	SI	54,610		
<b>Totale Toscana</b>				<b>295,300</b>			

... segue tabella

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, 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 <i>modelli</i>	n.d.
A4	4.500	5.750
A5	5.370	16.630
A6	800	n.d.
A 8	8.000	n.d.
A10	8.800	8.000
A 11	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 ISPEL (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 finestrate 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'impianto 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 4° 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 - Decentramento 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 “Depositati 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 videotermini”, 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.175/1988 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/CEE/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/CEE/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 riavvicinamento 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. 1 “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 videotermini”.

#### 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 videotermini**

- 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 videotermini” (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 videotermini”.
- 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 combustibili.

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-

- sposizione 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:  $\mathbf{E} = \mathbf{F} / q$ . 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-quadrato ( $W/m^2$ ). 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  $\mu\text{T}$  (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:  $\mathbf{F} = q (\mathbf{v} \times \mathbf{B})$ . 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 (PFFU) 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 favorevoli: 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 1 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'Al. 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).

**Frasi 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".

**Frasi 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/profilo\\_di\\_rischio/index.htm](http://www.ispesl.it/profilo_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 ricetrasmisione 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 W/m<sup>2</sup>), 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 ergofoamologici 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 ergofoamologica).

**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 dimostratesi 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 <b>80</b> 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 <b>85</b> 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 utilizzi in modo appropriato e continuativo un'esposizione quotidiana personale al rumore pari o superiore al limite.</li> </ul>
Lep,d <b>90</b> dB(A)  <i>oppure</i> Pressione acustica istantanea non ponderata <b>140</b> 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) dB(A)	Orario notturno (22.00 – 06.00) 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) dB(A)	Orario notturno (22.00 – 06.00) 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:  $\underline{E}$ ) 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, Canberra, 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 ergofoamologici 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, Cusl 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 antiblastici, 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 costituita 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.