

PROFILO DI RISCHIO E SOLUZIONI



METALLURGIA

Produzione ferroleghe

Acciaieria elettrica

Laminatoio a caldo semilavorati di acciaio

Fonderia leghe ferrose e non ferrose

Produzione semilavorati di leghe non ferrose

a cura di Angelo Borroni

Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica, Politecnico di Milano



realità territoriali coinvolte nel gruppo di ricerca

ASL Provincia di Brescia

ASL Valle Camonica Sebino

ASS Medio Friuli

ASS Alto Friuli

Milano, maggio 2005

Profili di rischio e soluzioni

Relazione riferita all'attività di ricerca con l'Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza sul Lavoro
Titolo della ricerca

Ricerca di buone pratiche presenti nei settori lavorativi delle Piccole Medie Industrie relativi alla "Metallurgia"

a cura di:

Angelo Borroni

Dipartimento Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica, Politecnico di Milano

Via Mancinelli, 7 – Milano. tel 02.23993146 – fax 02.23993180, e-mail: angelo.borroni@polimi.it

operatori territoriali coinvolti nell'attività di ricerca:

Massimiliano Benassa, Francesco Bottone, Daniele Bulgari, Roberto Chiari, Siria Garattini (tel 030 3838670, e-mail: siria.garattini@asl.brescia.it), *Giulio Orio, Giampaolo Peri, Silvia Sacchetti, Domenico Sanzogni, Manuela Tottoli, Antonio Trippitelli*, Azienda Sanitaria Locale, Dipartimento di Prevenzione, Servizio Igiene e Medicina del Lavoro, via Cantore, 20, 25100 Brescia

Franco Martello (tel 0364.540270, e-mail f.martello@aslvallecamonica.sebino.it), *Mauro Speziari*, Azienda Sanitaria Locale, Dipartimento di Prevenzione, Valle Camonica Sebino, via Nissolina, 2, 25043 Breno (BS)

Claudio Beltrame Alessandro Brunasso, Renato Catarruzzi, Edi Fravil, Marco Martinich, Rita Mondini, Sandra Paroni, Giancarlo Passon, Tullio Poian, (tel 0432.553282, e-mail psal@ass4.sanita.fvg.it), *Livio Tomini, Dino Toscani*, Azienda Sanitaria Locale "Medio Friuli", Dipartimento di Prevenzione, via Chiusaforte, 2, 33100 Udine

Cristina Cussigh, Cristina Driussi, Silvia Mentil, Antonello Poles, Sandro Venturini, Azienda per i Servizi Sanitari n. 3 "Alto Friuli", Dipartimento di Prevenzione, Unità Operativa di Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro (tel 0432.989510, e-mail psal@ass3.sanita.fvg.it), via Battiferro, 33013 Gemona del Friuli (UD)

inoltre hanno collaborato:

Alessandro Effuggi, Dipartimento Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica, Politecnico di Milano, Via Mancinelli, 7 – Milano. tel 02.23993100 – fax 02.23993180, e-mail: alessandro.effuggi@polimi.it

Bruzio Bisignano, (tel 0432.634411, e-mail bruzio.bisignano@lucigroup.com) Gesteco, Strada Statale 13 km 150, 33011 Artegna (UD)

Giorgio Ghezzi (tel 035 6594411, e-mail info@consamb.it) Consulenze Ambientali spa, via Moro, 1, 24020 Scanzorosciate (BG)

si ringraziano

Claudio De Cani, Orazio Zoccolan, Assomet – Associazione Nazionale Industrie Metalli non Ferrosi, via dei Missaglia, 97, 20142 Milano

Renzo Doret, Acciaierie Bertoli Safau spa, via Buttrio, 28, 33050 Pozzuolo del Friuli (UD)

Mauro Gherzi, ingegnere impiantista, esperto impianti siderurgici

Piero Greotti, FIOM Brescia, via Folonari, 20, 33100 Brescia (BS)

Vincenzo Lo Consolo, Istituto Italiano del Rame, via Corradino d'Ascanio, 4, 20142 Milano

Leonardo Rizzani, Ferriere Nord spa, Zona Industriale Rivoli, 33010 Osoppo (UD)

Presentazione

Questo lavoro è stato possibile in particolare grazie alla collaborazione di molti operatori di diverse unità territoriali di prevenzione con i quali negli anni passati, da parte del Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica del Politecnico di Milano, sono stati affrontati congiuntamente interventi di prevenzione tecnica nelle attività del comparto metallurgico.

Sono consapevole che nelle realtà territoriali di prevenzione allo stato attuale si incontrano grosse difficoltà a reperire tempo e risorse per iniziative che si aggiungono al carico di lavoro abituale. Si è ritenuto comunque possibile proporre di utilizzare l'attività sviluppata negli anni scorsi con un lavoro di aggiornamento e di integrazione dei dati.

Affrontare un comparto di questa complessità e con la presenza di numerose lavorazioni comporta il rischio di non essere esaustivi rispetto ai numerosi problemi implicati dalla conoscenza e dalla prevenzione.

In questo lavoro le informazioni sono state organizzate e le risorse sono state orientate privilegiando l'obiettivo di restituire un profilo del rischio che non perdesse per strada le evidenze e i numerosi aspetti problematici, alcuni dei quali vengono osservati e approfonditi con l'ausilio di specifiche schede.

Si è ritenuto utile mantenere una struttura schematica del testo, ripetuta per ogni fase di lavorazione, e inserire specifici approfondimenti, tramite schede, che consentano di discutere tipologie di infortuni evidenti e specifici rischi ambientali. In particolare è stato possibile quantificare e valutare con una gerarchia di priorità i rischi infortunistici ricavando le informazioni dall'analisi degli infortuni gravi degli ultimi anni e documentare l'esposizione a inquinanti aerodispersi e a rumorosità con riferimento a diverse situazioni produttive.

Alcuni rischi, riferiti a tutte le lavorazioni del comparto, sono state affrontati in modo congiunto e precedono l'analisi sistematica dei diversi profili di rischio; fra l'altro hanno consentito di valutarne la diversa incidenza per le varie attività.

Nell'ultimo capitolo sono state inserite osservazioni e approfondimenti, che coinvolgono tutte le lavorazioni diverse, che speriamo costituiscano l'occasione, per chi utilizza questo documento, di ripensare la propria attività di prevenzione e trarre spunti per riesaminare le proprie criticità.

La prevenzione in ambiente di lavoro deriva dalla capacità di costruire un metodo di analisi e dalla capacità di riportare ed elaborare le esperienze che osserviamo

Voglio ricordare due persone che in molti abbiamo conosciuto

Con Bruno Mazza abbiamo imparato a identificare puntigliosamente le fasi di lavorazione, i flussi di tutti i materiali, le modalità di organizzazione, le posizioni di lavoro, i fattori di rischio e l'inquinamento esterno: abbiamo imparato il metodo per fare emergere il legame fra l'impianto produttivo e il lavoro delle persone.

Bruno ha aperto il varco dell'intervento tecnico, l'intervento dell'ingegnere, prima considerato neutrale e obiettivo, è stata messa a fuoco la necessità di affrontare la prevenzione del rischio lavorativo insieme ai materiali e ai processi tecnologici e non solo cercando soluzioni a posteriori o sulle singole persone.

Ha saputo dare gambe e prospettive alla prevenzione vera

Giovanbattista Piana è stato un uomo forte e giusto.

Un uomo forte, in grado di affrontare le difficoltà dall'attività produttiva e di lottare per trovare le soluzioni più adeguate e rispettose.

Un uomo giusto, che è molto di più che onesto, un uomo che sapeva utilizzare la sua esperienza per gli altri e con estrema correttezza.

Il lavoro che abbiamo fatto insieme mi ha lasciato due immagini della sua persona: un grillo, un segugio

Angelo Borroni

INDICE

Riferimenti e documentazione	pagina	9
------------------------------	--------	---

INTRODUZIONE E STRUTTURA COMPARTO METALLURGIA

1.	Ambito dell'attività metallurgica	14
2.	Individuazione del comparto oggetto di analisi	22
3.	Struttura del profilo di rischio e guida alla consultazione	24
4.	La realtà infortuni	31
5.	Le malattie professionali	35

RISCHI RIFERITI A TUTTO IL COMPARTO

1.	Analisi degli infortuni finalizzata alla prevenzione	42
2.	Riferimenti legislativi	74
3.	Rischi, danni e prevenzione. Lavori edili, installazioni e pulizie	77
4.	Appalto a ditta esterna	83
5.	Valutazione esposizione a inquinanti aerodispersi	90
6.	Inquinanti organici persistenti (POPs)	95

PRODUZIONE FERROLEGHE

1.	<u>Notizie generali sul comparto ferroleghie</u>	103
1.1.	Individuazione del comparto	104
1.2.	Localizzazione geografica delle aziende	104
1.3.	Contesto produttivo, sociale e storico	104
1.4.	Profilo economico-finanziario	104
1.5.	La realtà infortuni	108
1.6.	Le malattie professionali	109
2.	<u>Individuazione del ciclo di lavorazione</u>	110
2.1.	Descrizione sintetica	111
2.2.	Schema a blocchi, materie prime, materiali ausiliari, sottoprodotti, prodotti	112
2.3.	Fattori di rischio lavorativo	115
2.4.	Impatto e rischio ambientale	118
3.	<u>Analisi dei rischi, danni e prevenzione</u>	120
3.1.	Trasferimenti	121
3.2.	Preparazione carica. Preparazione elettrodi	122
3.3.	Caricamento e conduzione forni. Colata e ripristino	130
3.4.	Frantumazione e spedizione	146
3.5.	Manutenzioni e lavori ausiliari. Movimentazioni e stoccaggi	149
3.6.	Analisi rischi e interventi comuni a più fasi	151
4.	<u>Impatto e rischio ambientale del comparto</u>	156
4.1.	Fattori di impatto e di rischio ambientale	157
4.2.	Consumo delle risorse	157
4.3.	Matrici ambientali interessate dagli impatti	158

ACCIAIERIA ELETTRICA

1.	<u>Notizie generali sul comparto acciaieria elettrica</u>	161
1.1.	Individuazione del comparto	162
1.2.	Localizzazione geografica delle aziende	168
1.3.	Contesto produttivo, sociale e storico	169
1.4.	Profilo economico-finanziario	176
1.5.	La realtà infortuni	177
1.6.	Le malattie professionali	178
2.	<u>Individuazione del ciclo di lavorazione</u>	179
2.1.	Descrizione sintetica	180
2.2.	Schema a blocchi, materie prime, materiali ausiliari, sottoprodotti, prodotti	182
2.3.	Fattori di rischio lavorativo	184
2.4.	Impatto e rischio ambientale	187
3.	<u>Analisi dei rischi, danni e prevenzione</u>	189
3.1.	Analisi rischi e interventi comuni a più fasi	190
3.2.	Trasferimenti	212
3.3.	Preparazione rottame. Preparazione carica	216
3.4.	Preparazione acciaio	227
3.5.	Trattamento effluenti	246
3.6.	Lavorazioni in siviera	251
3.7.	Colata	260
3.8.	Manutenzioni, ripristini, lavori ausiliari. Movimentazioni generiche	276
3.9.	Valutazione dei requisiti di igiene e sicurezza	298
4.	<u>Impatto e rischio ambientale del comparto</u>	312
4.1.	Fattori di impatto e di rischio ambientale	313
4.2.	Consumo delle risorse	316
4.3.	Matrici ambientali interessate dagli impatti	318
4.4.	Evidenze e orientamento della prevenzione	328
4.5.	Preparazione del rottame	328
4.6.	Contenimento delle emissioni atmosferiche del forno elettrico	331
4.7.	Valorizzazione rifiuti solidi	341

LAMINATOIO A CALDO SEMILAVORATI DI ACCIAIO

1.	<u>Notizie generali sul comparto laminatoio</u>	343
1.1.	Individuazione del comparto	344
1.2.	Localizzazione geografica delle aziende	345
1.3.	Contesto produttivo, sociale e storico	345
1.4.	Profilo economico-finanziario	346
1.5.	La realtà infortuni	346
1.6.	Le malattie professionali	346
2.	<u>Individuazione del ciclo di lavorazione</u>	347
2.1.	Descrizione sintetica	348
2.2.	Schema a blocchi, materie prime, materiali ausiliari, sottoprodotti, prodotti	350
2.3.	Fattori di rischio lavorativo	351
2.4.	Impatto e rischio ambientale	354
3.	<u>Analisi dei rischi, danni e prevenzione</u>	356
3.1.	Trasferimenti	357
3.2.	Preparazione e riscaldamento semilavorati	363
3.3.	Laminazione	374
3.4.	Raccolta e stoccaggio prodotto	389
3.5.	Raddrizzatura, collaudo	405
3.6.	Condizionamento	408
3.7.	Manutenzioni e lavori ausiliari. Altre movimentazioni	412
3.10.	Analisi rischi e interventi comuni a più fasi	417
4.	<u>Impatto e rischio ambientale del comparto</u>	445
4.1.	Fattori di impatto e di rischio ambientale	446
4.2.	Matrici ambientali interessate dagli impatti	447
4.3.	Evidenze e orientamento della prevenzione	447

FONDERIA DI LEGHE FERROSE E NON FERROSE

1.	<u>Notizie generali sul comparto fonderie di seconda fusione</u>	450
1.1.	Individuazione del comparto	451
1.2.	Localizzazione geografica delle aziende	452
1.3.	Contesto produttivo, sociale e storico	452
1.4.	Profilo economico-finanziario	454
1.5.	La realtà infortuni	457
1.6.	Le malattie professionali	458
2.	<u>Individuazione del ciclo di lavorazione</u>	459
2.1.	Descrizione sintetica	460
2.2.	Schema a blocchi, materie prime, materiali ausiliari, sottoprodotti, prodotti	462
2.3.	Fattori di rischio lavorativo	468
2.4.	Impatto e rischio ambientale	469
3.	<u>Analisi dei rischi, danni e prevenzione</u>	472
3.1.	Trasferimenti	473
3.2.	Preparazione carica	475
3.3.	Preparazione metallo. Trattamento metallo fuso	483
3.4.	Preparazione anime	501
3.5.	Preparazione terre	504
3.6.	Formatura	506
3.7.	Colata	518
3.8.	Distaffatura. Sterratura	529
3.9.	Finitura	540
3.10.	Trattamenti termici. Lavorazioni meccaniche	552
3.11.	Manutenzioni e lavori ausiliari. Altre movimentazioni	556
3.12.	Analisi rischi e interventi comuni a più fasi	565
4.	<u>Impatto e rischio ambientale del comparto</u>	588
4.1.	Consumo delle risorse	589
4.2.	Matrici ambientali interessate dagli impatti	591
4.3.	Fattori di impatto	593
4.4.	Evidenze e orientamento della prevenzione	594

PRODUZIONE SEMILAVORATI DI LEGHE NON FERROSE

1.	<u>Notizie generali sul comparto leghe non ferrose</u>	602
1.1.	Individuazione del comparto	603
1.2.	Localizzazione geografica delle aziende	604
1.3.	Contesto produttivo, sociale e storico	604
1.4.	Profilo economico-finanziario	604
1.5.	La realtà infortuni	606
1.6.	Le malattie professionali	606
2.	<u>Individuazione del ciclo di lavorazione</u>	607
2.1.	Descrizione sintetica	608
2.2.	Schema a blocchi, materie prime, materiali ausiliari, sottoprodotti, prodotti	610
2.3.	Fattori di rischio lavorativo	613
2.4.	Impatto e rischio ambientale	614
3.	<u>Analisi dei rischi, danni e prevenzione</u>	615
3.1.	Trasferimenti	616
3.2.	Ricevimento. Preparazione carica	618
3.3.	Caricamento e fusione	624
3.4.	Colata, raccolta ed evacuazione	631
3.5.	Lavorazioni di deformazione	635
3.6.	Manutenzioni, lavori ausiliari. Altre movimentazioni	647
3.7.	Analisi rischi e interventi comuni a più fasi	651
4.	<u>Impatto e rischio ambientale del comparto</u>	654
4.1.	Fattori di impatto e di rischio ambientale	655
4.2.	Consumo delle risorse	655

SOLUZIONI RIFERITE A TUTTO IL COMPARTO

	<u>Gerarchia delle soluzioni tecnologiche</u>	664
5.1.	Strutture, spazi, lay-out	665
5.2.	Analisi del rischio nell'industria metallurgica	667
5.3.	Riduzione del rischio di esplosioni da vapore	671
5.4.	Formazione dei nuovi assunti	677
5.5.	Formazione del lavoro in contesto multietnico	681
5.6.	Gestione dei lavori in appalto	683
5.7.	Gestione degli infortuni	696
5.8.	Dispositivi di Protezione Individuale	702

Riferimenti e documentazione

Introduzione e struttura comparto metallurgia

Rischi riferiti a tutto il comparto

Attività metallurgica

- G. Violi, *Processi siderurgici*, Etas Libri, 1977
- G. Spur, T. Stoferle, *Enciclopedia delle lavorazioni meccaniche*, Tecniche Nuove, 1980-85

Le malattie professionali

- F. Berrino, D. Continenza, F. Ferrario, A. Baldasseroni, A. Borroni, L. Bodini, *Esposizione professionale a cancerogeni respiratori: l'industria siderurgica*. Epidemiologia e Prevenzione, n. 25, 1985, pp. 35-42.
- Registro Tumori di Brescia. Incidenza e mortalità per tumori a Brescia nel 1993 e 1994
- Campo G, Baldasseroni A, Marconi M, Cantoni S. *Malattie Professionali anno 2000. Il primo rapporto ISPEL - Regioni sulle malattie professionali. Dati delle segnalazioni giunte ai Servizi di Prevenzione*. Fogli di Informazione ISPEL, anno XIV, 2002 supplemento monografico
- P. G. Barbieri, *Tumori professionali. Primo rapporto sui casi valutati dai Servizi di Prevenzione e Sicurezza Ambienti di lavoro delle ASL Bresciane, 1995-2002*, Documento interno del Servizio Igiene e Medicina del Lavoro della ASL di Brescia, giugno 2003.
- P. G. Barbieri, *Registro Mesotelioma Maligni provincia di Brescia. Rapporto sull'attività 2002-2003. Aggiornamento sulla intera casistica*, Documento interno del Servizio Igiene e Medicina del Lavoro della ASL di Brescia, maggio 2003.
- www.inail.it

Appalto a ditta esterna

- B. Vandevyver, *Risques d'accident liés a l'intervention de personnel d'entreprises extérieures*, Cahiers de Notes Documentaires, n. 115, 1984

Valutazione esposizione a inquinanti aerodispersi. Inquinanti organici persistenti

- F. Cavariani, L. Bedini, *Problematiche nella valutazione dell'esposizione a polveri contenenti silice*, Seminario di Studio *Patologie da silice: silicosi, cancro e altre malattie*, Trento, maggio 2001
- A. Corsini (ECO 90 – Ambiente e Sicurezza Associazione Industriale Bresciana), C. Candelpergher (Dipartimento di Matematica e Fisica, Università Cattolica del Sacro Cuore, Brescia), P. Apostoli, M. Sarnico, G. Negri, M. Campagna (Cattedra di Igiene Industriale, Università degli Studi di Brescia), *Valutazione di esposizione e assorbimento di alcuni xenobiotici nella siderurgia elettrica secondaria*, Brescia, 2004
- APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici), <http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Rifiuti/> aggiornamento: 19/03/2004
- Marconi, L. Palombo, *Polveri nell'ambiente di lavoro: le nuove definizioni e le convenzioni per il campionamento*, 11° Congresso AIDII, Corvara 2005
- Associazione per l'Unificazione nel Settore dell'Industria Chimica, *Metodo UNICHIM n. 271. Determinazione della frazione inalabile delle particelle aerodisperse*, Bozza, edizione 2005

Ferroleghe

- A. Borroni, F. Martello, B. Negrinotti, L. Tolla, *Analisi degli infortuni nel comparto produzione ferroleghe finalizzata alla prevenzione*. Atti Convegno industria delle ferroleghe. Darfo Boario Terme (BS), novembre 1992, pp. 181-206.
- A. Borroni, *Evidenze dell'ambiente di lavoro e dell'impatto ambientale*. Atti Convegno Industria delle ferroleghe. Darfo Boario Terme (BS), novembre 1992, pp. 277-292.
- A. Borroni, G. Gino, *Esplosione da vapore in presenza di metallo o scoria fusi*. Atti Convegno Industria delle ferroleghe. Darfo Boario Terme (BS), novembre 1992, pp. 277-292.

Acciaieria elettrica

Laminatoio a caldo semilavorati in acciaio

Tecnologia acciaieria elettrica

- S. Carta, F. Gheza, B. Mazza, G. Nano, D. Sinigaglia, *Un caso di compatibilità, ma fino a che punto? Le miniacciaierie*, Sapere, giugno 1978
- R. Brunori, *Il trattamento del rottame con lo shredder*, Seminario Acciaierie ad impatto ambientale zero, Associazione Italiana di Metallurgia, Brescia, novembre 1999
- E. Lombardi, P. Argenta, *Esperienze operative alla Ori Martin di Brescia*, Seminario Acciaierie ad impatto ambientale zero, Associazione Italiana di Metallurgia, Brescia, novembre 1999
- V. Ticozzi, *Captazione e condizionamento dei fumi da forni elettrici ad arco*, Associazione Italiana di Metallurgia, Brescia, novembre 1999

Profili di rischio e soluzioni

- A. Borroni, B. Mazza, G. Nano, D. Sinigaglia, *Indagine tecnico ambientale nel reparto di colata continua di una acciaieria elettrica*. La Medicina del Lavoro 70, pp. 292-306 (1979)
- L. Bodini, A. Borroni, B. Mazza, G. Nano, D. Sinigaglia, *Fattori di rischio nell'industria siderurgica: analisi dei rischi in relazione ai processi produttivi e alle aree di lavoro*. Dibattito Sindacale, n.1-2, gennaio-aprile 1979, pp. 11-154
- A. Borroni e altri, *Siderurgia elettrica e il suo indotto: impatto esterno e fattori di rischio in ambiente di lavoro*. Secondo seminario "Acciaieria elettrica e laminazione a caldo", Società Nazionale Operatori della Prevenzione negli Ambienti di Lavoro Brescia, giugno 1987
- B. Bianchi, B. Bisignano, A. Borroni, *Evoluzione tecnologica e organizzativa, soluzioni di bonifica*. Secondo seminario "Acciaieria elettrica e laminazione a caldo", Società Nazionale Operatori della Prevenzione negli Ambienti di Lavoro, Brescia, giugno 1987
- G. Arpini, P. Bisio, A. Borroni, A. Domenighini, C. Panizza, *Analisi del fenomeno infortunistico e proposte per la prevenzione*. Secondo seminario "Acciaieria elettrica e laminazione a caldo", Società Nazionale Operatori della Prevenzione negli Ambienti di Lavoro, Brescia, giugno 1987
- G. Arpini, G. Barbieri, B. Bianchi, A. Borroni e altri, *Siderurgia Elettrica. Fattori di rischio tradizionali e nuove patologie. Un compito difficile per la prevenzione*. Seminario Nazionale Produzione lavoro ambiente", Società Nazionale Operatori della Prevenzione negli Ambienti di Lavoro, Parma, giugno 1989
- A. Borroni, F. Ferrario, B. Mazza, G. Nano, *Mesure de la pollution particulaire au voisinage de fours électriques à arc pour la production d'acier*. Cahiers de Notes Documentaires, 136, pp. 509-523 (1989)
- J. Barbé, J.P. Radot, R. Vatan, *Coulée continue: des idées pour construire et moderniser*, La Revue de Métallurgie – CIT, luglio-agosto 1990
- R. Cerisola, G.B. Perrone, A. Piccioni, G. Pol, *L'evoluzione tecnica dei refrattari, elemento determinante nel superamento del rischio silicosi nell'Acciaieria di Bolzano*, Seminario di Studi INAIL sul tema *Analisi del rischio assicurato*, Chia (CA), giugno 1997
- C. Driussi, S. Venturini, M. Plazzotta, A. Borroni, *Evoluzione delle esposizioni professionali ad aerodispersi in un'acciaieria elettrica con forno veloce*, Atti Congresso "Il rischio chimico negli ambienti di lavoro", Modena, 715-720, (1998)

Impatto esterno

- Azienda per i Servizi Sanitari n. 3 "Alto Friuli", Azienda per i Servizi Sanitari n. 4 "Medio Friuli", *Inquinamento atmosferico e acustico nell'intorno del polo industriale di Rivoli di Osoppo – Buia*, 1997
- S. Pison, C. Beltrame, A. Borroni, C. Driussi, S. French, S. Micheletti, *Metalli e formaldeide: impatto sulla qualità dell'aria da industrie del comparto siderurgico e del legno. Zona industriale di Rivoli di Osoppo*, atti Quinto Convegno Nazionale "Air Quality '98", Ravenna, 201-206, (1998)
- Arpa- Usl di Verona, *Valutazione dei rischi sanitari discarica Ca' di Capri*, agosto 2001
- Asl di Brescia, *Esiti prime indagini sulla presenza di diossine nelle attività fusorie per il recupero dei metalli da rottami ferrosi e non ferrosi nel territorio*, Brescia, dicembre 1998; *Piano di caratterizzazione del Comparto Milano, sito ex Bisider*, novembre 2002; Arpa Brescia, *Validazione del piano di indagine del sito dell'ex acciaieria Sisva di Calvisano*, 5 dicembre 2002.
- Arpa e Asl Brescia, *Analisi di terreni e di vegetali*, novembre 2002
- Arpa di Brescia, *Rottame in carica a forno elettrico. Relazione tecnica*, 27 novembre 2003

- A. Borroni, G. Nano, R. Rota, *Criticità delle emissioni diffuse con forno elettrico per la produzione di acciaio*, Giornale degli Igienisti Industriali, volume 28, n. 4 ottobre 2003
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Enea, Associazione industriale bresciana, *Valutazione delle emissioni di inquinanti organici persistenti da parte dell'industria metallurgica secondaria*, 2003
- *Le linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, per le attività elencate nell'allegato I del Decreto Legislativo 4 agosto 199, n. 372*, Supplemento Ordinario Gazzetta Ufficiale n. 135 del 13 giugno 2005

Fonderie di leghe ferrose e non ferrose

Produzione semilavorati leghe non ferrose

- S. Bianchi, L. Bodini, A. Borroni, B. Mazza, G. Nano, V. Cocheo, *Ciclo tecnologico e mappa dei rischi potenziali nella produzione dei diversi tipi di accumulatori al piombo*. Atti 42° Congresso Nazionale Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale, Trieste 1979. "Rischi, patologia e prevenzione nell'industria degli accumulatori" a cura di E. Gaffuri e F. D'Andrea Stamperia Zandrini, Verona, 1979, pp. 15-34.
- A. Borroni, R. Mondini, G. Passon, S. Paroni, P. Pischutti, T. Poian "Fonderie di seconda fusione. Dall'analisi alla soluzione", ASS n. 4 "Medio Friuli", (1996)
- G. Bianchi, C. Nobler, D. Scala (a cura di), ARPAT, *Fonderie di ghisa di seconda fusione in Toscana*, 2002, http://www.ispesl.it/profilo_di_rischio/Fonderie/agg.pdf
- E. Pocoroba, A. Borroni, G. Nano, R. Rota *Industria dei metalli. Migliori tecnologie disponibili per il contenimento delle emissioni*. Rapporto IreR Regione Lombardia, giugno 2002
- Prometeia *L'industria italiana gas intensive*, settembre 2003
- IPPC (Prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento) Decreto Legislativo 372/99, *Elementi per l'emanazione delle linee guida per l'identificazione delle migliori tecnologie disponibili. Categoria: Fonderie materiali non ferrosi*, bozza linee guida, 2004
- IPPC (Prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento) Decreto Legislativo 372/99, *Elementi per l'emanazione delle linee guida per l'identificazione delle migliori tecnologie disponibili. Categoria: Metalli non ferrosi*, bozza linee guida, 2004

Soluzioni riferite a tutto il comparto

Analisi del rischio nell'industria metallurgica

Riduzione del rischio di esplosioni da vapore

- ASSIDER, *La sicurezza nelle acciaierie con forni elettrici*, Associazione Industrie Siderurgiche Italiane, Milano, 1981
- P. Gros, *Projections explosives de métal liquide dans les fonderies d'aluminium*, Cahiers des Notes Documentaires, n° 122, 1986, pp. 25-36
- Y. Bonnet, P. Rosset, *Moisture detection in EAF refractories*, La Revue de Métallurgie - CIT, n. 10, 1988, pp. 757-763
- Pannella, C. Bertani, S. Mannu (a cura di), *Esplosioni da vapore nei processi industriali*, Politecnico di Torino, Dipartimento di Energetica, Torino, 1989
- P. Gros, *Fonderies d'aluminium, Analyse et prévention des risques liés aux machines de coulée*, Cahiers des Notes Documentaires, n° 144, 1991, pp. 353-369
- A. Borroni, G. Gino, *Esplosione da vapore in presenza di metallo o scoria fusi*. Atti Convegno Industria delle ferroleghie. Darfo Boario Terme (BS), novembre 1992, pp. 277-292.
- Borroni, G. Gino, "Analisi del rischio nell'acciaieria elettrica", La Metallurgia Italiana, 90, 19-30, (1998)

Formazione dei nuovi assunti

- F. Berti "Sicurezza sui luoghi di lavoro e immigrazione: il caso della Val d'Elsa senese" in "Percorsi migratori tra reti etniche, istituzioni e mercato del lavoro" di M. La Rosa, L. Zanfrini, Franco Angelo Editore, 2003

- Corso “*Sicurezza sul lavoro: immigrazione e nuove forme contrattuali*”, organizzato nei mesi di ottobre-novembre 2004 a Gemona del Friuli (UD) da ASS “Alto Friuli” in accordo con altre Associazioni

Lavori in appalto

- Mangano G., Doret R., Dal Maso F., Grion L., Gucciardi L., *La gestione degli appalti all'interno di un'industria siderurgica di media grandezza* (art. 7 D.lgs 626/94), Università degli Studi di Udine, Corso Universitario di Aggiornamento e Perfezionamento MAPP Management Aziendale della Prevenzione e Protezione dai rischi professionali, Anno Accademico 2004-05

Dispositivi di protezione individuali

- Coordinamento Tecnico per la prevenzione degli Assessorati alla Sanità delle Regioni e Provincie Autonome di Trento e Bolzano, *Uso di dispositivi di protezione individuale*, aprile 1998

METALLURGIA

INTRODUZIONE E STRUTTURA COMPARTO METALLURGIA

- 1. Ambito dell'attività metallurgica**
- 2. Individuazione del comparto oggetto di analisi**
- 3. Struttura del profilo di rischio e guida alla consultazione**
- 4. La realtà infortuni**
- 5. Le malattie professionali**

1. Ambito dell'attività metallurgica

L'attività produttiva industriale si configura come un intreccio di trasformazioni, in sequenza fra loro o combinate in modi diversi: per ottenere un prodotto finito. In funzione dei requisiti richiesti, può essere sufficiente percorrere anche solo alcune tappe, in altri casi si procede a lavorazioni, dettate dalla necessità di conseguire prestazioni funzionali ed estetiche di livello elevato.

E' possibile fare riferimento a una classificazione sistematica per collocare in modo univoco le *lavorazioni di manufatti metallici di forma definita*. Queste lavorazioni sono raggruppate e classificate con riferimento al criterio di "realizzare la coesione", intesa sia come coesione propriamente detta degli atomi di un corpo solido, sia come coesione di più componenti che formano un assieme unico (riferimento Norma DIN 8580). La classificazione riportata in Tabella 1 raggruppa tutte le tecniche per produrre un corpo solido a partire da materiale informe, conferendogli forma definita e stabile.

ESTRAZIONE DA MINERALE. RIFUSIONE DA ROTTAME

Il settore materie prime utilizza risorse naturali per ottenere una miscela ricca nel componente o nei componenti richiesti. Metalli puri e leghe metalliche vengono generalmente ottenuti con un processo di *riduzione chimica* e una successiva *affinazione (raffinazione)*, cioè messa a punto della composizione.

Nel caso di utilizzo di materie prime secondarie, cioè rottami e residui derivanti da attività industriali o da post-consumo, il processo si semplifica, trattandosi di *rifusione* seguita anche in questo caso da *affinazione*.

FORMATURA

La formatura (foggiatura) di un materiale allo stato liquido viene realizzata tramite *solidificazione* di metalli, avvalendosi di diverse tecniche di *colata*, con le quali è possibile ottenere forme sostanzialmente definitive (attività di fonderia: *colata in forma*, *colata in conchiglia*, *pressofusione*, ecc.) oppure semilavorati che poi verranno successivamente deformati (per esempio, solidificazione con la tecnica di *colata continua*).

La formatura di materiale allo stato solido (polvere o granuli) si riferisce alla *pressatura in stampo* di polveri metalliche (*stampaggio per compressione*, *stampaggio per iniezione*). Questo tipo di foggatura consente di ottenere forme sostanzialmente definitive. Va citata anche la *formatura galvanica*, fondata sulla tecnica di deposizione elettrolitica del metallo, a partire da soluzioni acquose dei loro sali, con la possibilità di fabbricare forme strutturali (*elettroformatura*).

DEFORMAZIONE

Si intende un processo mediante il quale si modifica permanentemente (plasticamente) la forma di un corpo solido, mantenendo costante la massa e conservando la coesione del materiale. I processi sono distinti in base al tipo di sollecitazione (trazione, compressione, flessione). Le lavorazioni possono essere condotte dopo riscaldamento (*deformazioni a caldo*) o senza riscaldamento preventivo del pezzo (*deformazioni a freddo*) e possono essere effettuate in diversi momenti nel corso del ciclo di produzione.

MODIFICA DELLE CARATTERISTICHE DEL MATERIALE

I *trattamenti termici* comportano una modifica della struttura e delle proprietà dei materiali, in particolare con riferimento ai metalli. Sebbene le *lavorazioni di deformazione a caldo e a freddo* siano in primo luogo processi per modificare la forma, va ricordato che queste lavorazioni hanno rilevante influenza anche sulla struttura e sulle proprietà.

SEPARAZIONE

Vengono compresi tutti i procedimenti di lavorazione che comportano un cambiamento della forma attraverso una diminuzione della coesione del materiale del pezzo. In particolare si individuano tradizionali *lavorazioni con asportazione di truciolo* realizzate con macchine utensili e *lavorazioni di asportazione non tradizionali* condotte con sistemi elettronici, elettrochimici e fisici. Fra questi si inseriscono i *trattamenti di pulizia superficiale*, effettuati in genere prima dei processi di rivestimento.

RIVESTIMENTO

Si distinguono *processi di elettrodeposizione* e *trattamenti di rivestimento*, dettati dalla necessità di raggiungere prestazioni funzionali (resistenza alla corrosione, resistenza al fuoco e al calore, modifica delle caratteristiche riflettenti delle superfici, ecc.), prestazioni emozionali ed estetiche.

COLLEGAMENTO

Operazioni che vengono effettuate per i prodotti che richiedono l'assemblaggio di due o più componenti oppure per realizzare coesione fra parti dello stesso componente.

Tabella 1. Classificazione delle lavorazioni per produrre manufatti metallici

GRUPPO	SOTTOGRUPPO	TECNOLOGIA (esempi)
ESTRAZIONE DA MINERALE	riduzione	
	fusione e affinazione	
RIFUSIONE DA ROTTAME	fusione e affinazione	
FORMATURA	solidificazione	colata in forme da demolire
		colata in conchiglia
		pressofusione
		colata di semilavorati
		granulazione, pellettizzazione
	pressatura in stampo	stampaggio per compressione
		stampaggio per iniezione
	formatura galvanica	elettroformatura
DEFORMAZIONE	a compressione	laminazione (calandratura)
		fucinatura
		stampaggio
		estrusione
		trafilatura
	a trazione	imbutitura
		piegatura
		stiratura
	per scorrimento	tranciatura
MODIFICA STRUTTURA	trattamenti termici	ricottura
		normalizzazione
		tempra
	trattamenti termochimici	rinvenimento
		cementazione
		nitrurazione
SEPARAZIONE	asportazione di truciolo	tornitura
		foratura
		fresatura
		rettifica
	lavorazioni non tradizionali	elettroerosione
		taglio al plasma
	pulitura superficiale	molatura (sbavatura)
		sabbiatura
		decapaggio
		sgrassaggio
RIVESTIMENTO	elettrodeposizione	cromatura
		nichelatura
		zincatura
	applicazione	verniciatura
		spruzzatura
COLLEGAMENTO		saldatura
		brasatura
		chiodatura
		incastro
		adesione

Attività metallurgica

L'attività metallurgica si colloca in testa alle fasi di lavorazione dei materiali metallici (Figura 1 nella pagina successiva) ed è destinata a preparare da materie prime semilavorati, getti e sinterizzati, da cui ricavare poi componenti finiti tramite ulteriori lavorazioni che esulano dal comparto metallurgico.

I processi metallurgici sono distinti in base alle materie prime di partenza:

- *metallurgia primaria*, cioè produzione di *semilavorati* a partire da minerali;
- *metallurgia secondaria* (processi di riciclo), cioè produzione di *semilavorati* a partire da rottami del settore industriale e del settore di consumo (metallo inserito in componenti e metallo utilizzato per usi dissipativi, cioè rivestimenti, additivi e stabilizzanti, pigmenti, ecc.) e da rifiuti industriali.

Processi di metallurgia primaria e di metallurgia secondaria

La situazione italiana presenta un consistente sviluppo dei processi secondari.

Per quanto concerne le materie prime secondarie utilizzate nella metallurgia dell'acciaio, dell'alluminio e del rame si è in presenza di un rilevante flusso di importazioni. Essendo l'Italia un paese di relativamente recente industrializzazione, il rottame disponibile non è sufficiente rispetto alla potenzialità molto sviluppata delle imprese di riciclo.

In Tabella 2 viene indicata la consistenza delle lavorazioni in Italia, identificando materie prime, principali filiere adottate e incidenza dei processi primari e secondari.

Tabella 2. Produzione di semilavorati metallici in Italia (2003: acciaio, 1996: altri metalli), materie prime e processi. Quota derivante da metallurgia primaria (MP) e da metallurgia secondaria (MS)

Materiale		Materie prime	Processo/impianto	.000 t	%
Acciaio	MP	minerale di ferro	altoforno + convertitore	9952	37,1
	MS	rottame ferroso	forno elettrico	16880	62,9
Ghisa	MP	minerale di ferro	altoforno + convertitore	11582*	87,7
	MS	rottame ferroso	cubilotto	1630	12,3
Leghe di alluminio	MP	bauxite	trattamento idrometallurgico + elettrolisi	184	32,8
	MS	rottame, cascame	forno rotativo	377	67,2
Zinco	MP	blenda	raffinazione termica	269**	83,0
	MS	rottame, cascame	forno rotativo	55	17,0
			forno a induzione		
Piombo		fumi acciaieria**	forno Waelz		
	MP	blenda	raffinazione termica + elettrolisi	66**	31,4
	MS	rottame, accumulatori	raffinazione termica	144	68,6
Leghe di rame		fumi acciaieria**	forno Waelz		
	MS	rottame, ceneri	forno di rifusione	61	100
		raffinazione termica			

* ghisa da MP: dato comprensivo della ghisa successivamente convertita in acciaio (vedi acciaio)

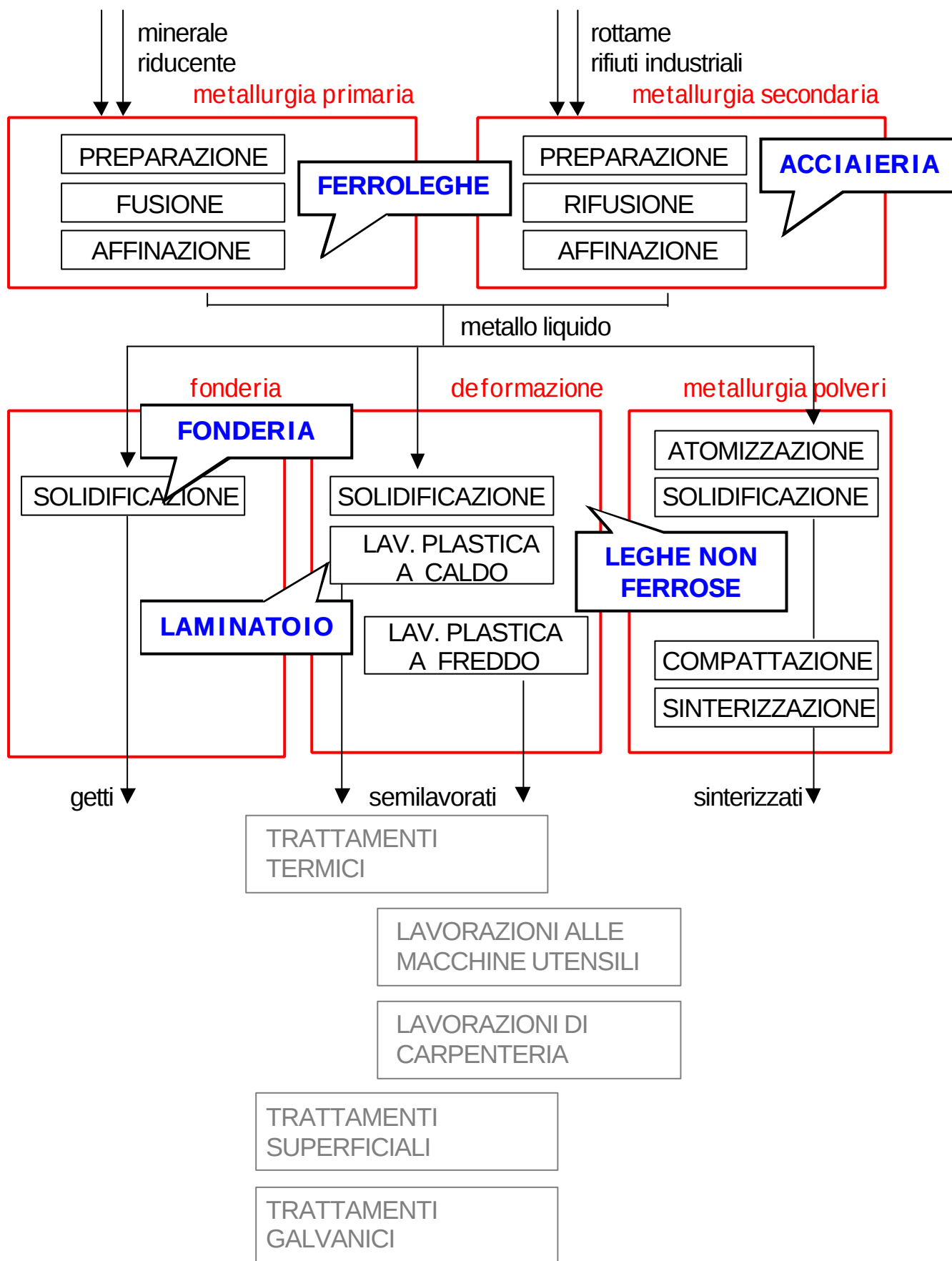
** zinco e piombo: parte della produzione è inserita in un trattamento integrato che prevede prima il riciclo di fumi di acciaieria (rifiuto industriale: circa 100.000 t/anno) con processo Waelz (MS) e poi raffinazione termica (MP).

Le lavorazioni di metallurgia primaria sono penalizzate dalla resa del minerale e dall'esigenza di condurre trattamenti pirometallurgici o idrometallurgici di riduzione, preceduti da impegnativi processi di preparazione e di ottimizzazione del minerale di carica e delle materie prime energetiche utilizzate.

I processi di riciclo presentano anch'essi fasi preliminari di raccolta, selezione, separazione e arricchimento, queste ultime meno gravose se confrontate con quelle della metallurgia primaria, e successivi trattamenti sostanzialmente di *rifusione* e *affinazione* della lega.

Con l'obiettivo di fornire un quadro coerente di riferimento, che consenta di valutare i flussi di risorse utilizzate nei processi produttivi, ma anche il principale indicatore dell'impatto ambientale diretto (cioè implicato dalla trasformazione metallurgica) e indiretto (cioè implicato dalle trasformazioni realizzate a monte per rendere disponibili le risorse), in Tabella 3 viene presentata una sintesi dei costi energetici diretti e indiretti (espressi in MJ/ kg di metallo) implicati nella situazione industriale italiana.

Figura 1. Collocazione nel comparto metallurgia delle attività analizzate con il profilo di rischio



Infatti in prima approssimazione è possibile assumere il consumo di energia implicato dal processo di trasformazione come principale indicatore anche dell'impatto ambientale, identificato in questo documento come *rischio esterno*.

**Tabella 3. Costi energetici di metallurgia primaria e secondaria (espressi in MJ/ kg)
(MP: metallurgia primaria; MS: metallurgia secondaria)**

Acciaio	MP	25,6	da minerale, processo altoforno + convertitore
	MS	10,7	da rottame, processo forno elettrico
Alluminio	MP	199,8	da minerale (bauxite), processo Hall-Heroult + Bayer
	MS	11,7	da rottame, processo forno rotativo
Zinco	MP	46,7	da minerale (blenda), processo Imperial Smelting
	MS	52,0	processo elettrolitico
Piombo	MP	46,7	da minerale (blenda), processo Imperial Smelting
	MS	25,4	processo forno a tino
Rame	MS	12,5	da semilavorati, da rottame, processo rifusione

Questi dati trovano una giustificazione nel fatto che nella metallurgia primaria (MP) è necessario somministrare energia per ricavare il metallo dal minerale dove è presente in forma ossidata (fase di riduzione) e poi effettuare correzioni opportune (fase di affinazione). Nella metallurgia secondaria (MS) la materia prima (rottame) vede il metallo, sporco e parzialmente degradato, ma già nella forma metallica: si esegue quindi sostanzialmente una fase di rifusione.

Processi di formatura

La possibilità di ottenere la forma e le proprietà finali per uno specifico prodotto è affidata a tre percorsi in alternativa (Figura 1): solidificazione in forme commerciali e successiva deformazione plastica a caldo (ed eventualmente a freddo); lavorazioni di fonderia con l'ottenimento di getti; lavorazioni di metallurgia delle polveri. I semilavorati, così ottenuti, in genere sono sottoposti a ulteriori lavorazioni: trattamenti termici, che comportano una modifica della struttura dei materiali, lavorazioni di asportazione, condotte tradizionalmente alle macchine utensili, trattamenti superficiali di rivestimento e finitura, lavorazioni di collegamento e giunzione.

Lavorazioni di fonderia

Il metallo liquido viene fatto solidificare entro *forme temporanee* (generalmente forme in materiali refrattari realizzate con diversi procedimenti) oppure *forme permanenti* (stampi metallici) ottenendo un componente di forma definita, chiamato *getto*.

La caratteristica fondamentale delle tecniche di fonderia, in alternativa ai procedimenti di deformazione, separazione, connessione, è di ottenere un componente con forma praticamente definitiva partendo da materiale metallico allo stato fuso. La possibilità di modificare la forma del getto con lavorazioni di deformazione a caldo e a freddo è molto limitata; le lavorazioni successive ai processi di fonderia si riducono, se richiesti, a una *modifica della struttura* dei materiali (trattamenti termici), a limitate lavorazioni di *separazione* e di *rivestimento*.

Considerando tutti i materiali metallici questa strada incide per circa un 10%.

Lavorazioni di solidificazione e successiva deformazione plastica a caldo e a freddo

Si colloca in questa filiera il comparto delle trasformazioni metallurgiche, specifico delle lavorazioni di laminazione a caldo e a freddo, di forgiatura.

I prodotti ottenuti possono essere utilizzati sotto forma di semilavorati (tondo per cemento armato, profilati per impiego strutturale, tubi) oppure avviati a trattamenti che ne modificano la struttura e le caratteristiche (trattamenti termici), a lavorazioni di asportazione effettuate con macchine utensili, a lavorazioni di collegamento (settore della carpenteria, ecc.).

Alcune applicazioni possono prevedere la necessità di effettuare trattamenti di finitura superficiale (trattamenti galvanici, rivestimenti, ecc.).

Il metallo, solidificato con geometrie standardizzate, viene successivamente deformato plasticamente a caldo ed eventualmente a freddo.

Per deformazione si intende un processo mediante il quale si modifica permanentemente (plasticamente) la forma del corpo solido, mantenendo costante la massa e conservando la coesione del materiale. La duttilità, caratteristica della maggior parte dei materiali metallici, consente di conferire loro una determinata forma mediante processi di deformazione plastica a caldo o a freddo.

La prima lavorazione subita dai semilavorati è un processo di *deformazione plastica a caldo* (cioè effettuato dopo riscaldamento del materiale); la deformazione plastica a caldo viene effettuata in genere a temperature superiori a $0,5T_f$ (dove T_f è la temperatura di fusione del metallo), in quanto la maggiore duttilità del materiale ad alta temperatura consente di ridurre gli sforzi di deformazione richiesti. Questa deformazione non ha soltanto lo scopo di modificare convenientemente la forma iniziale, ma anche quello di natura metallurgica di affinare la struttura grossolana di solidificazione e di eliminare sfavorevoli distribuzioni di microcostituenti, migliorando così tutto il complesso delle proprietà meccaniche del materiale.

Le lavorazioni plastiche a caldo non consentono di ottenere prodotti di piccolo spessore con ristrette tolleranze dimensionali (come lamierini o tubi a parete sottile) a causa delle variazioni di volume, inevitabilmente non uniformi, che hanno luogo durante il successivo raffreddamento; neppure permettono di ottenere elevate qualità superficiali a causa dei fenomeni di ossidazione connessi con l'alta temperatura.

In questi casi si fa seguire alla lavorazione a caldo una *deformazione plastica a freddo*, cioè effettuata a temperatura ambiente. Una lavorazione a freddo è necessaria anche quando si intenda, oltre che conferire al prodotto la forma finale, innalzare le caratteristiche meccaniche del materiale mediante incrudimento, i cui effetti verrebbero annullati da una permanenza a temperatura elevata (caso tipico è la trafilatura del filo per funi). Infine, un processo di deformazione a temperatura ambiente costituisce spesso l'ultimo stadio di fabbricazione di un elemento di una struttura o di una parte di macchina, a partire da un semilavorato già ottenuto per deformazione plastica a caldo o a freddo (piegatura di lamiere, stampaggio di lamierini, estrusione o stampaggio di spezzoni di barra, piegature delle barre di armatura). L'entità delle deformazioni realizzabili con una determinata lavorazione plastica dipende tuttavia non solo dal materiale, ma anche dallo stato di tensione a cui è sottoposto. Se questo è sostanzialmente di compressione, come ad esempio nella laminazione o nell'estrusione, si possono realizzare grandi deformazioni anche in materiali relativamente poco duttili. Al contrario le deformazioni realizzabili nella piegatura delle lamiere o nello stampaggio dei lamierini, deformazioni che comportano notevoli sforzi di trazione, sono invece di entità intrinsecamente limitata.

Sono oltre 200 i processi di deformazione plastica classificati, escludendo quelli che risultano da combinazioni di lavorazioni diverse, e si suddividono in base al *tipo di sollecitazione* che provoca la deformazione.

Principali tecniche di deformazione plastica dei materiali metallici

Laminazione. Nella laminazione i pezzi da deformare sono sottoposti a uno sforzo di compressione esercitato tramite due utensili rotanti (cilindri) opportunamente distanziati rotanti in senso opposto; la variazione di forma si ottiene con una serie di passaggi attraverso varie coppie di cilindri. Si può utilizzare un'unica gabbia di laminazione in cui il pezzo da laminare è soggetto a moto alternato oppure una serie di gabbie all'interno delle quali il pezzo da laminare si muove in un'unica direzione. Oltre che nastri e lamiere, utilizzando rulli sagomati e opportuni punzoni possono essere prodotti anche profilati di sezioni varie e tubi.

Forgiatura. Con forgiatura si intendono quei procedimenti con i quali, agendo con una forza dinamica (azione di un maglio) o graduale (azione di una pressa), cioè differenziata in base alla velocità di applicazione, si imprime una forma diversa da quella iniziale a un massello preventivamente riscaldato. Si possono ottenere pezzi di forma complessa, con proprietà meccaniche spesso nettamente migliori di pezzi della stessa forma ottenuti per solidificazione (getti).

Fucinatura. È una forgiatura a *stampo aperto*, ove il materiale ha la possibilità di fluire liberamente senza vincolo di pareti completamente chiuse (stampo aperto), realizzata mediante stampi piatti o con forme semplici (tonde o sagomate).

Stampaggio. È una forgiatura a *stampo chiuso*, cioè con l'impiego di specifici attrezzature (stampi che riproducono la forma del pezzo) al fine di imprimere al materiale caldo una forma ben definita,

dimensionalmente costante e con una superficie abbastanza liscia e uniforme. Si utilizzano anche una successione di stampi via via più simili alla forma finale.

Ricalcatura. È una forgiatura che si prefigge di trasformare geometricamente un tratto di spezzone cilindrico di una barra agendo lungo l'asse del pezzo. Questa trasformazione si realizza con attrezzature specifiche, costituite da una o più *matrici* e da altrettanti punzoni applicati alla macchina.

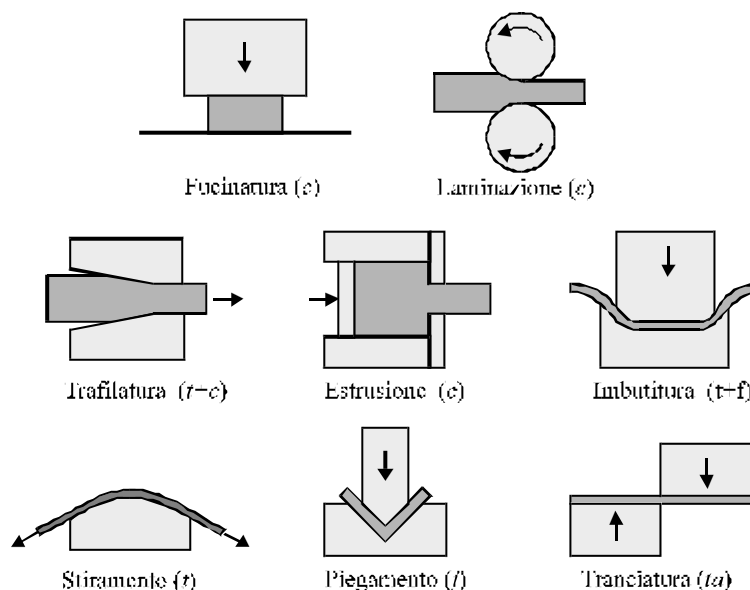
Trafilatura. La trafilatura è l'operazione con la quale si modifica, di solito a freddo, la sezione di un semilavorato obbligandolo, mediante trazione longitudinale, attraverso un foro tronco-conico detto *trafila* o *filiera*, realizzato in materiali molto duri. Lavorando materiali duttili si possono ottenere trafilati di sezione diversa, lunghissimi rispetto alle dimensioni trasversali, per esempio fili. Si utilizzano matrici con diametro progressivamente inferiore, fino a far raggiungere al prodotto le dimensioni volute. Se la trafilatura è realizzata a freddo si ottiene un notevole incrudimento del materiale.

Estrusione. Nell'estrusione il materiale per effetto di una elevata pressione viene compresso e obbligato a uscire attraverso le luci di passaggio di un utensile, detto *filiera*. Si ottengono barre e tubi; con i metalli più duttili come l'alluminio si ottengono anche profilati di sezione complessa. Nell'estrusione diretta un pistone spinge direttamente il metallo nella matrice, consentendo di esercitare forti pressioni. Nell'estrusione inversa il pistone regge la matrice, mentre una testata dell'estrusore è chiusa da una piastra. Il materiale estruso esce pertanto dall'estrusore attraversando il pistone: si hanno minori attriti, ma è possibile esercitare delle pressioni inferiori, essendo il pistone cavo.

Imbutitura. Raccoglie le lavorazioni effettuate a trazione e compressione di una lamiera in un corpo cavo (sagoma) tramite un punzone, oppure di un corpo cavo in un altro di dimensioni inferiori, senza variazione dello spessore. Con la tecnica dell'imbutitura vengono deformate lamiere sottili, realizzando una profonda deformazione che consente di ottenere prodotti concavi.

Stiramento. Nelle operazioni di stiramento il materiale viene deformato per trazione su apposite forme.

Figura 2. Schematizzazione delle principali lavorazioni di deformazione plastica: è indicato lo stato di sollecitazione applicato con la lavorazione (c=compressione, t=trazione, f=flessione, ta=taglio)



Metallurgia delle polveri

Polveri metalliche di elevata purezza a dimensioni controllate (da 0,1 a 400 micron), ottenute con processi chimici, con processi di frantumazione allo stato solido oppure di polverizzazione allo stato liquido, vengono compattate sotto pressione in stampi dalla geometria spesso complessa, dei quali assumono la forma; in questo stato i pezzi non posseggono alcuna resistenza. Viene quindi eseguito un trattamento di sinterizzazione, realizzato a una temperatura inferiore a quella di fusione, con lo scopo di realizzare dei legami chimici tra le particelle di polvere, fino a costituire una struttura resistente.

Successivamente è possibile eseguire successive lavorazioni di impregnazione, ulteriore sinterizzazione, lavorazioni alle macchine utensili, rivestimenti superficiali, rivolti alla nobilitazione dei componenti.

Questa strada, nella situazione italiana, coinvolge circa 150.000 t di leghe (principalmente di acciaio), una quota ridotta dal punto di vista quantitativo.

Quindi come si è potuto brevemente descrivere, per ottenere un prodotto finito, in funzione dei requisiti richiesti, può essere sufficiente percorrere anche solo alcune tappe dei processi individuati.

In alcuni casi i componenti vengono utilizzati sotto forma di semilavorati (è questo il caso dei componenti strutturali quali travi, tondo per cemento armato, ecc.): dopo una prima deformazione è concluso il ciclo produttivo. In caso di solidificazione, realizzata con le diverse tecniche di colata, si ottengono getti con geometrie definitive, che possono essere utilizzati in tale forma, oppure subire limitate lavorazioni di pulizia superficiale.

In altri casi si procede invece a successive e complesse lavorazioni, dettate dalla necessità di conseguire specifiche prestazioni funzionali ed estetiche: ecco il comparto meccanico, nell'ambito del quale vengono realizzate le successive lavorazioni (trattamenti termici, lavorazioni alle macchine utensili), il comparto della carpenteria e dei trattamenti superficiali.

Qui i percorsi si intrecciano e il discorso sfuma: le persone hanno già dato alla metallurgia.

2. Individuazione del comparto oggetto di analisi

Nel comparto oggetto di analisi non sono comprese le attività di metallurgia primaria, che si possano ritenere estranee al settore produttivo dell'artigianato, delle piccole e medie industrie: in realtà, nella situazione italiana, le attività escluse si riducono a poche unità produttive di importanti dimensioni, Taranto, Piombino, Porto Vesme, Trieste, Cornigliano, queste ultime due interessate da importanti processi di ristrutturazione e di dismissione.

Il profilo di rischio del comparto metallurgia è stato quindi costruito con riferimento alle attività identificate nella Tabella 4 riassuntiva, coinvolgendo un numero significativo di reparti.

Tabella 4. Attività metallurgiche coinvolte dall'indagine di comparto

Attività	Descrizione	Reparti indagati
FERROLEGHE	Preparazione di semilavorati utilizzati nell'industria siderurgica a partire da minerali	5
ACCIAIERIE ELETTRICHE	Preparazione di semilavorati in acciaio a partire da rottami	20
LAMINATOI A CALDO	Preparazione di semilavorati in acciaio tramite laminazione a caldo a partire da semilavorati	39
FONDERIE LEGHE FERROSE E NON FERROSE	Preparazione di getti in leghe ferrose e leghe non ferrose a partire da rottami	22
PREPARAZIONE SEMILAVORATI LEGHE NON FERROSE	Preparazione di semilavorati in leghe non ferrose a partire da rottami e rifiuti industriali	4

Per le diverse attività, in Tabella 5, vengono distinte le realtà territoriali coinvolte e vengono indicati i reparti in funzione nel 2004. Le informazioni disponibili sono riferite a sfere diverse di argomenti, che derivano dalle specifiche indagini condotte.

- Fasi di lavorazione e tecnologie; materiali utilizzati: definizione di un diagramma di flusso, eventuale quantificazione dei flussi
- Impatto esterno: caratterizzazione dei rischi, o di alcuni, concernenti il territorio esterno dovuti a emissioni in atmosfera (canalizzate e diffuse), reflui idrici, rifiuti solidi, rumore, mediante misurazioni analitiche e/o riferimento a fattori di impatto correlati alle lavorazioni esaminate
- Analisi delle mansioni: posizioni occupate, operazioni svolte, tempi di permanenza
- Analisi del lay-out e dei flussi dei materiali e del personale: individuazione delle aree di lavoro; disposizioni tipiche; rischi legati ai flussi e alle movimentazioni
- Analisi infortuni; viene segnalato:
raccolta indici infortunistici, osservazione dei dati e degli andamenti
(in alcune realtà: analisi degli infortuni finalizzata alla prevenzione: mansioni a rischio, fasi a rischio, infortuni ripetuti con le stesse modalità nella stessa fase, discussione dei fattori di rischio, individuazione delle priorità e delle difficoltà degli interventi di mitigazione)
- Analisi del rischio chimico e fisico condotto con riferimento alle aree di lavoro, alle mansioni tipiche e all'organizzazione del lavoro praticata; disponibilità di rilevazioni ambientali di tipo statico e di tipo personale per tutti o per alcuni parametri coinvolti; elaborazione di indici di rischio per le diverse sostanze e per i diversi apparati
- Lista requisiti di igiene e di sicurezza: valutazione dei requisiti mediante elenco strutturato con riferimento a: personale e organizzazione, strutture e spazi, impianti e attrezzature
- Bonifiche: interventi di mitigazione dei rischi per mansioni e per aree di lavoro

In alcuni casi, all'interno della stessa unità produttiva, sono presenti diversi reparti (per esempio acciaieria e laminatoio). Per quanto riguarda il comparto *Fonderie* e le attività di *Preparazione semilavorati leghe non ferrose* sono state selezionate esclusivamente le attività che utilizzano rottame e/o che abbiano dimensioni significative (più di 15 addetti).

Le indagini della successiva tabella, in cui sono identificate le unità produttive coinvolte, sono individuate come segue:

VSA (BS)	indagine comparto siderurgia in Valle Sabbia (BS) (ex USSL 39)
SEB (BS)	indagine comparto metallurgia con Sebino e Franciacorta (BS) (ex USSL 36)
VCA (BS)	indagine comparto metallurgia con Valle Camonica (BS) (ex USSL 37)
UDI	indagine comparto metallurgia con Udine (Azienda Servizi Sanitari Medio Friuli)
GEM	indagini con Gemona del Friuli (Azienda Servizi Sanitari Alto Friuli)
POL	ulteriori indagini riferite a singoli reparti e non ai precedenti comparti territoriali

Tabella 5. Suddivisione territoriale e individuazione dei reparti attivi nel 2004
(i reparti indagati sono indicati con numero in parentesi)
Tematiche coinvolte dalle indagini

	totale	VSA (BS)	SEB (BS)	VCA (BS)	UDI	GEM	POL
Ferroleghie	4		0 (1)	0 (3)			0 (3-3)*
Acciaierie	20	3 (6)	0 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	8-3 (13-3)*
Laminatoi	39	6 (15)	1 (3)	5 (9)	1 (2)	2 (2)	4-2 (9-2)*
Fonderie leghe ferrose e non ferrose	22	1 (1)	1 (1)		5 (7)		8 (13)
Preparazione semilavorati leghe non ferrose	4						3 (4)
Fasi di lavorazione, tecnologie; materiali utilizzati		X	X	X	X	X	X
Analisi delle mansioni		X	X	X	X	X	X
Analisi del lay-out, flussi e movimentazioni					X	X	X
Analisi del fenomeno infortunistico			X	X	X	X	X
Analisi del rischio dovuto a fattori fisici e chimici		X		X	X	X	X
Analisi rischio personale non in organico				X			
Lista requisiti di sicurezza e igiene		X		X			
Bonifiche per aree			X		X		X

* è stato sottratto il numero di unità indagate anche nell'ambito delle indagini di reparto nelle realtà territoriali e quindi già compreso nei numeri delle colonne precedenti

Consistenza del campione

Le indagini condotte dagli enti territoriali e dal Politecnico hanno complessivamente coinvolto circa 100 reparti produttivi, osservati nel periodo 1978-2004; di questi oltre 50 risultano attivi nel 2004: si tratta cioè di un campione ampio e rappresentativo, in particolare per alcune lavorazioni, riferito inoltre a un numero significativo di unità produttive in attività.

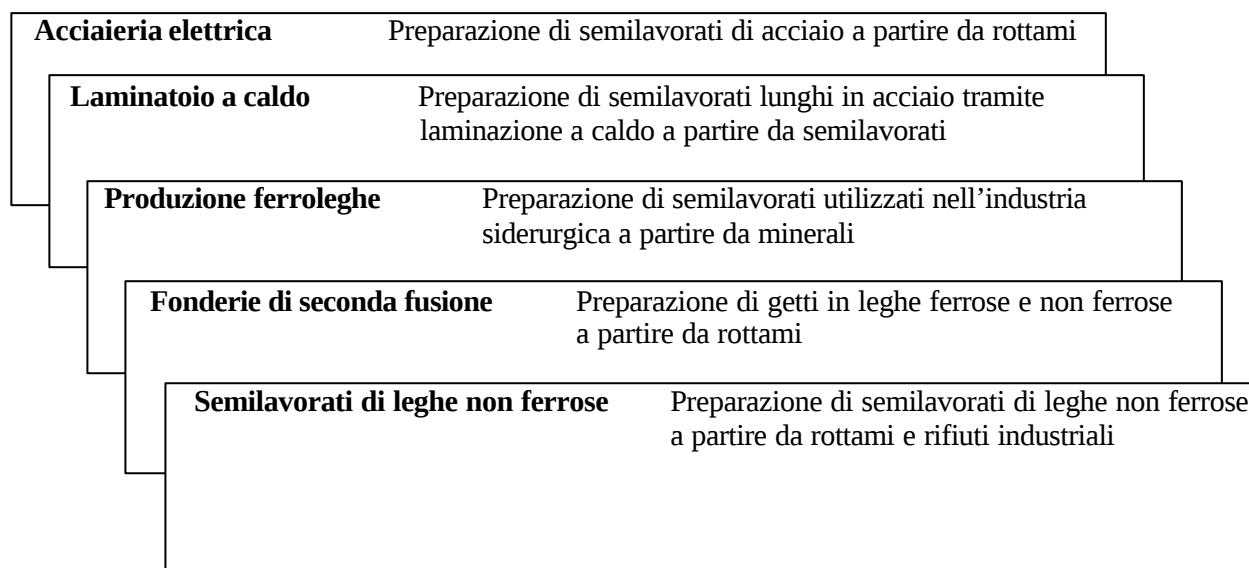
Lo studio del comparto, in ultima analisi, ricalca la contrazione di siti attivi osservata negli ultimi 25 anni.

Ulteriori informazioni in merito a capacità produttiva, produzione, addetti coinvolti nel campione sono presentate con riferimento alle specifiche attività.

E' utile precisare che si è scelto di tenere in considerazione anche gli insediamenti non più attivi, in quanto si è ritenuto importante, quando disponibile, mantenere visibile un profilo di rischio nella sua evoluzione temporale e orientare correttamente gli interventi di prevenzione rispetto ai rischi effettivamente cogenti.

3. Struttura del profilo di rischio e modalità di consultazione

Il lavoro coinvolge le seguenti attività inserite nel comparto metallurgia.



Di seguito nelle Figure 3, 4, 5, 6 e 7 delle pagine successive sono riportati gli schemi a blocchi sintetici delle attività metallurgiche prese in considerazione. Si è ritenuto importante distinguere due gruppi di attività:

- a sinistra sono allineate le lavorazioni realizzate in sequenza destinate a trasformare la materia prima in semilavorati: queste attività sono riferite sostanzialmente al *normale funzionamento* degli impianti e a tutte le operazioni ausiliarie connesse;
- al di fuori della sequenza ordinata sono indicate le fasi di lavorazione e le operazioni comunque condotte nel comparto e che possono coinvolgere in misura più o meno impegnativa l'intero ciclo di lavorazione: è possibile osservare che queste attività si riferiscono principalmente a *eventi non continuativi* (realizzati spesso fisicamente in altro luogo rispetto alla posizione degli impianti di processo), interventi in alcuni casi implicati da *malfunzionamenti e/o incidenti* della normale attività di lavorazione.

La costruzione di un profilo di rischio risulta estremamente più semplice, e negli anni ha avuto maggiore consolidamento, con riferimento alle attività implicate dal flusso fisico della lavorazione, che vede la materia prima assumere successive modificazioni fino a diventare prodotto finito di questa attività.

Più complesso, data la variabilità degli interventi coinvolti, le modalità organizzative del lavoro e le persone diverse coinvolte, identificare un profilo di rischio per le attività collaterali al normale funzionamento delle attività metallurgiche.

Ogni attività è stata indagata secondo il medesimo schema riportato nella pagina successiva.

Le relazioni di questo rapporto sono redatte secondo questo schema.

1. NOTIZIE GENERALI SUL COMPARTO

Individuazione del comparto
Localizzazione geografica delle aziende
Contesto produttivo, sociale e storico
Profilo economico-finanziario
La realtà infortuni
Le malattie professionali

infortuni e malattie professionali:
sintesi riferita alle unità produttive

2. CICLO DI LAVORAZIONE

Schema a blocchi
Fattori di rischio lavorativo
Impatto e rischio ambientale

rischio lavorativo e rischio ambientale
prima sintesi ordinata per fase di lavorazione

3. ANALISI DEI RISCHI, DANNI E PREVENZIONE

Fase di lavorazione n

Fase di lavorazione 4

Fase di lavorazione 3

Fase di lavorazione 2

Fase di lavorazione 1

Attrezzature, macchine, impianti

Mansioni della fase

Fattori di rischio

Il danno atteso

Appalto a ditta esterna

Riferimenti legislativi

Gli interventi

I fattori di rischio, riportati in modo sintetico per ogni fase, sono approfonditi in schede specifiche:
scheda **I**: tipologia di infortunio evidente
scheda **R**: rischio infortunistico
scheda **A**: rischio ambientale

risultano inseriti in questa posizione i documenti che contengono informazioni riferite a più fasi di lavorazione (e che mantengono il massimo contenuto informativo restituendo dati aggregati e riferiti a più fasi) oppure documenti che affrontano aspetti metodologici o contributi interessanti per tutte le fasi.

Analisi rischi e interventi comuni a più fasi

4. IMPATTO E RISCHIO AMBIENTALE DEL COMPARTO

Fattori di impatto e di rischio ambientale
Consumo delle risorse
Matrici ambientali interessate dagli impatti
Evidenze e orientamento della prevenzione
Evidenza 1
Evidenza 2
Evidenza n

Figura 3. Schema a blocchi ferroleghie: principali fasi di lavorazione

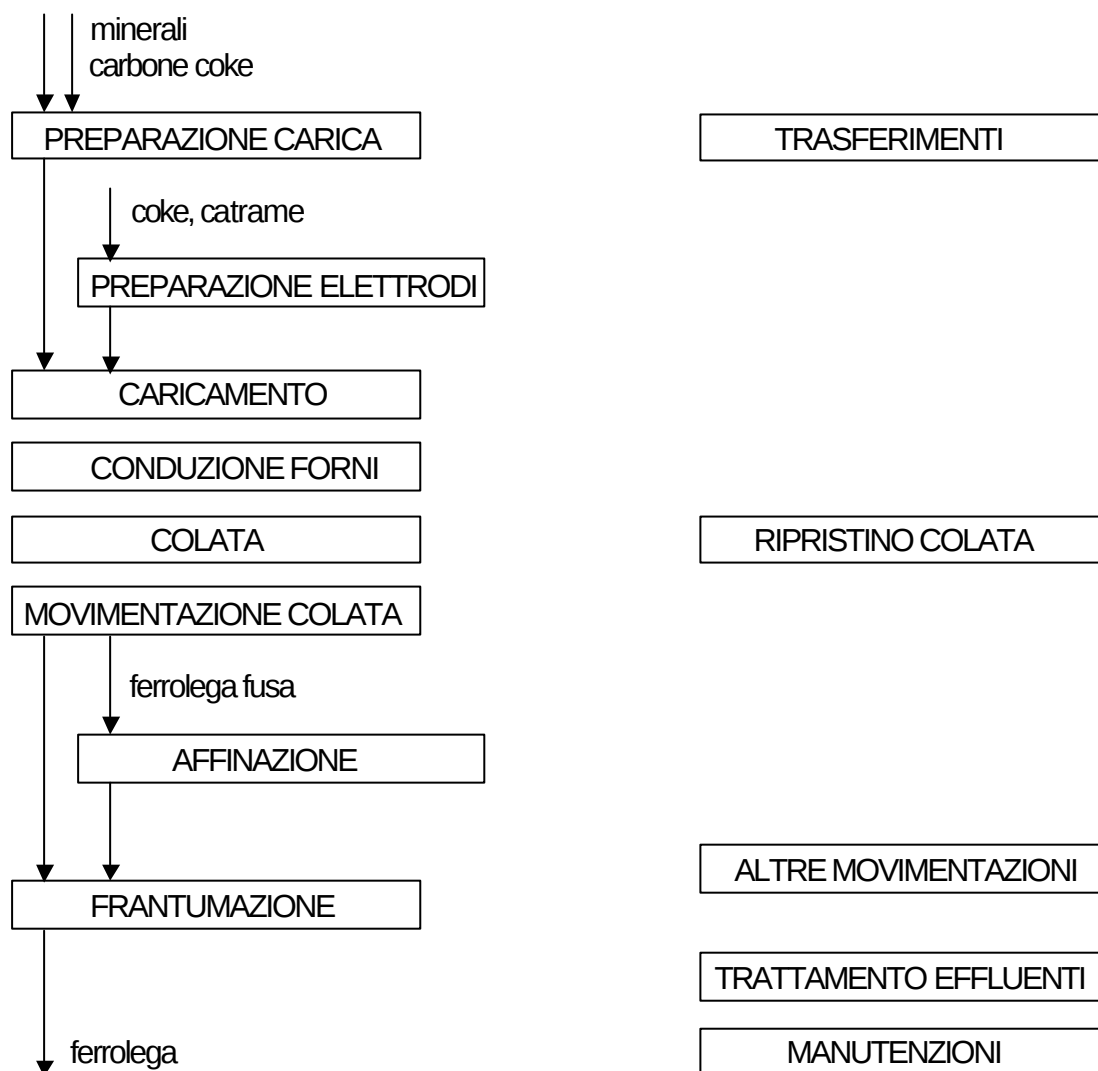


Figura 4. Schema a blocchi acciaieria: principali fasi di lavorazione



**Figura 5. Schema a blocchi laminatoio: principali fasi di lavorazione
(laminatoio a caldo per prodotti lunghi)**

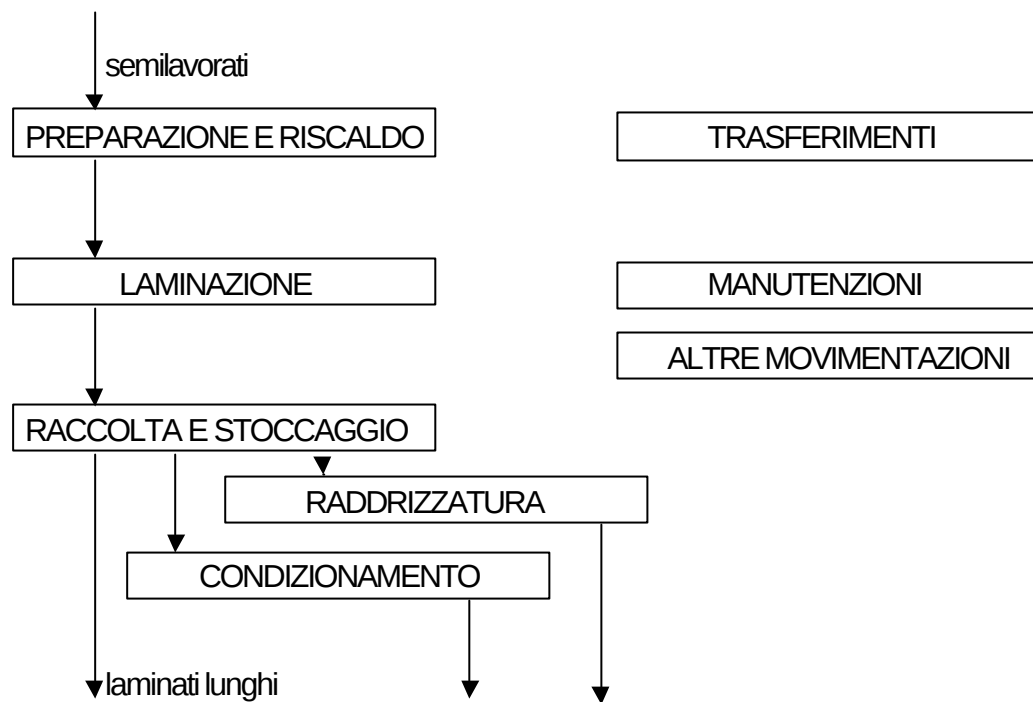


Figura 6. Schema a blocchi fonderia: principali fasi di lavorazione

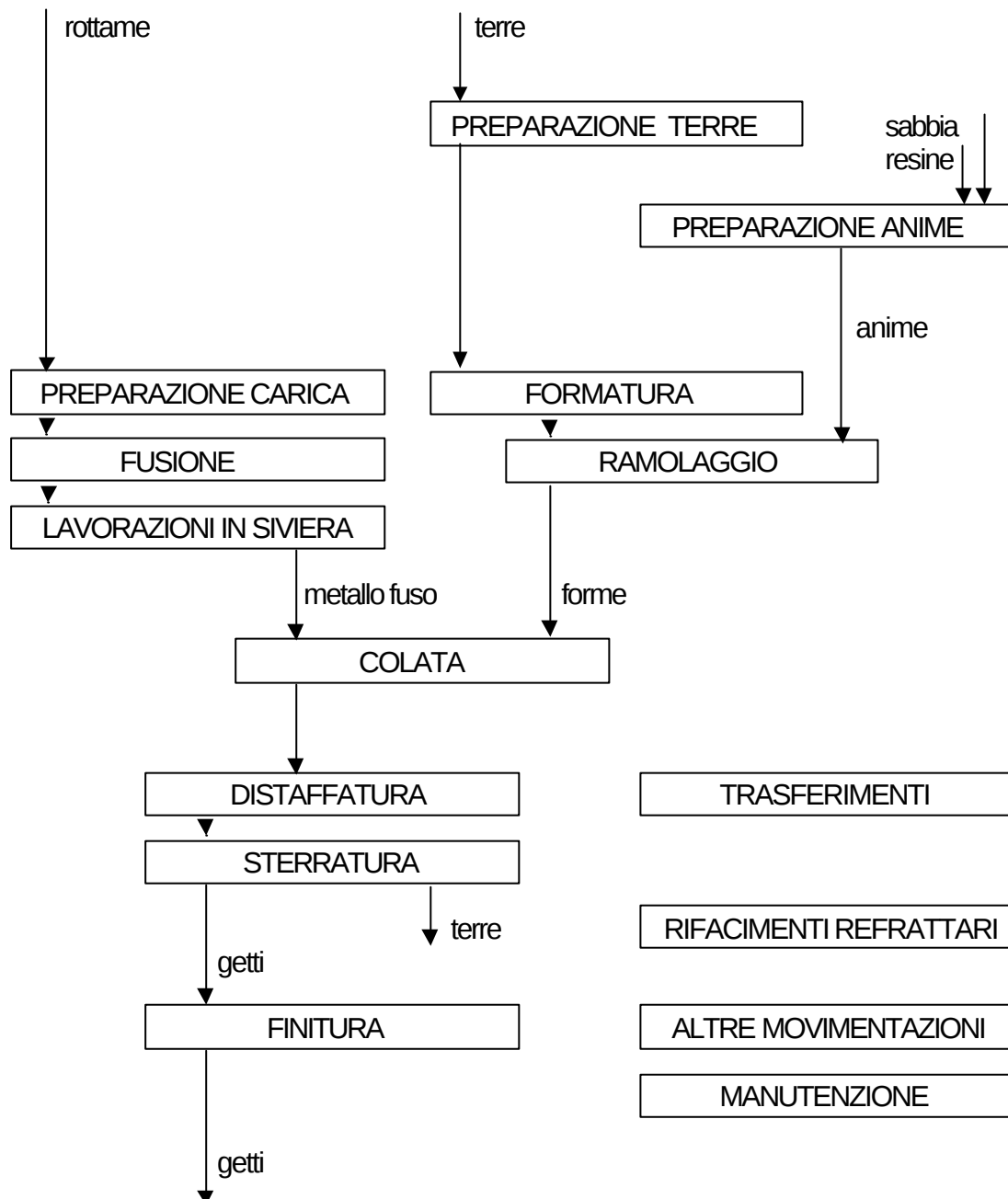
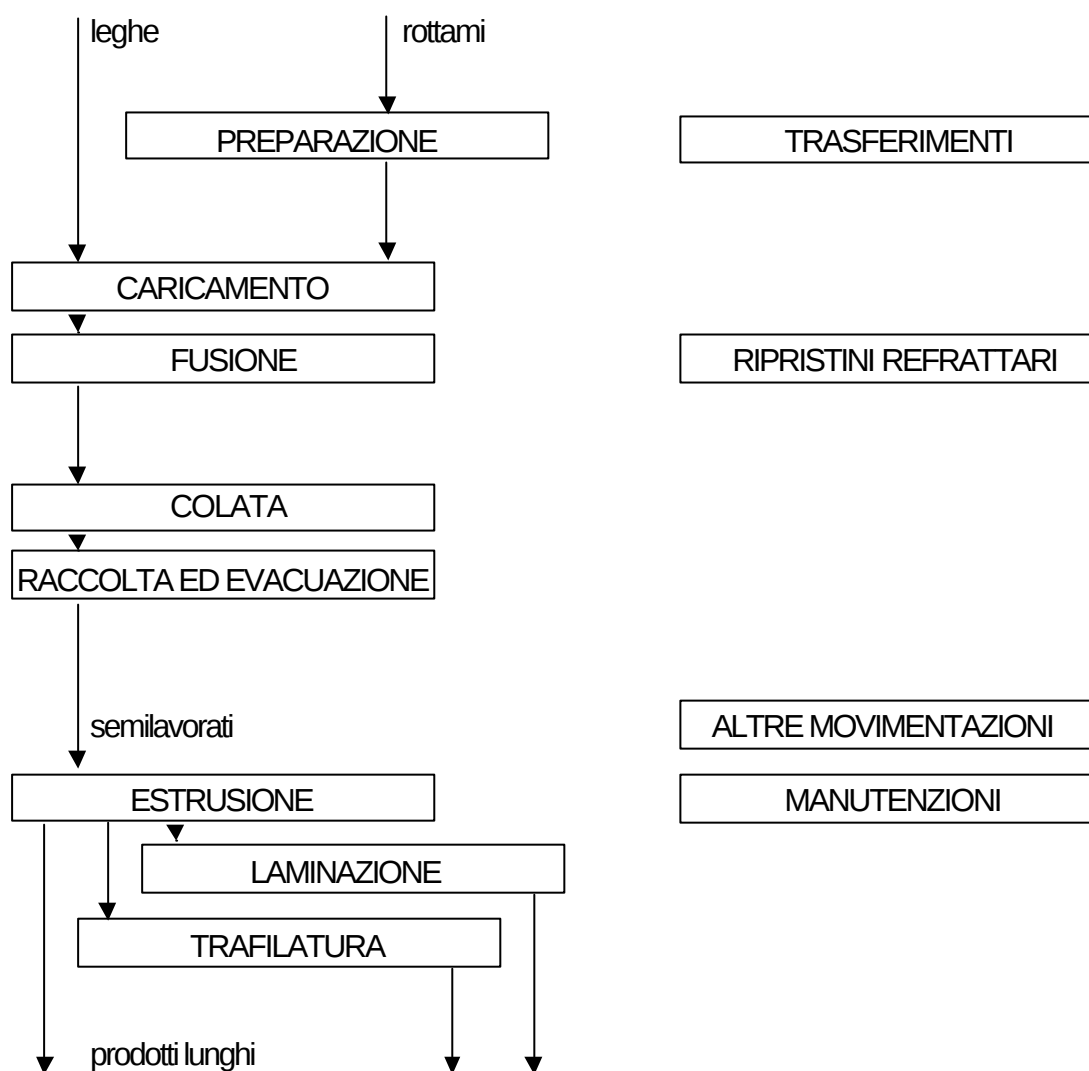


Figura 7. Schema a blocchi leghe non ferrose: principali fasi di lavorazione



4. La realtà infortuni

Questa prima sintesi riferita al periodo 1999-2003 riportata in Tabella 6 coinvolge i dipendenti di 60 unità produttive del comparto metallurgia, comprendendo tutte le diverse tipologie di lavorazione.

Sono esclusi da questi dati sintetici gli addetti e gli infortuni riferiti ai dipendenti delle ditte esterne che operano all'interno delle attività metallurgiche.

Complessivamente le attività metallurgiche coinvolte totalizzano una capacità produttiva pari a 21.330.000 t/anno di semilavorati; nel 2003 hanno prodotto circa 17.000.000 tonnellate di semilavorati, con un utilizzo medio della capacità produttiva disponibile dell'80%.

Tabella 6. Comparto METALLURGIA. Sintesi dati infortunistici

numero aziende	anno	addetti	infortuni	mortali	giorni infortunio	ore lavorate	IF	IG	durata media (gg)
61	1999	7879	1209	2	24395	12233762	99	1,99	20
61	2000	7942	1235	4	28056	12874830	96	2,18	23
61	2001	7927	1218	0	27717	13187185	92	2,10	23
60	2002	7823	1123	1	26895	12649306	89	2,13	24
60	2003	7631	1042	2	25798	12208971	85	2,11	25

Infortuni riferiti esclusivamente agli addetti dipendenti delle unità produttive del comparto metallurgia

I dati statistici raccolti con questa ricerca si riferiscono a circa il 5% degli addetti dipendenti delle aziende metallurgiche del comparto italiano. Gli oltre 1000 infortuni riferiti ai 7631 addetti intercettati con il campione costituiscono un'importante quota del fenomeno italiano.

Si può osservare una rilevabile riduzione dell'indice di frequenza accompagnato da una sostanziale stabilità dell'indice di gravità, determinato dall'incremento della durata media degli infortuni.

Questi dati possono essere messi in relazione con i dati nazionali registrati da INAIL, riportati nell'articolo di Figura 8, per ricavare ulteriori indicazioni di valutazione del fenomeno osservato nel suo complesso.

Per effettuare il confronto con i dati nazionali INAIL è stato introdotto anche per il campione di questa ricerca l'*indice di incidenza*, che mette in relazione il numero di infortuni con il numero delle persone occupate (= infortuni indennizzati per mille addetti).

La situazione infortunistica riferita alla produzione metalli e leghe indica nei dati INAIL una incidenza più elevata rispetto a tutta l'industria metallurgica; il campione delle attività indagate fotografa una situazione con indici di incidenza degli infortuni ancora più grave.

Tabella 7. Comparto METALLURGIA. Dati nazionali e campione intercettato (53 unità produttive)

	italia			campione comparto				
	addetti	infortuni	Indice Incidenza	addetti	% campione	infortuni	% campione	Indice Incidenza
1999		14469		7879		1209	8,4 %	153
2000		15269		7942		1235	8,1 %	156
2001		15776		7927		1218	7,7 %	154
2002		15243		7823		1123	7,4 %	144
2003	155800	14448	125	7631	4,9 %	1042	7,2 %	137

La lettura di questi dati ha confermato la necessità di ritenere che il rischio infortunistico sia da assumere come quello di più ampia rilevanza nel comparto metallurgia, a cui dedicare il massimo spazio di conoscenza e di prevenzione anche in questo profilo di rischio.

Figura 8. Infortuni nell'industria metallurgica in Italia

DATI INCAIL[®]

SULL'ANDAMENTO DEGLI INFORTUNI SUL LAVORO

QUESTO MESE: IL RISCHIO "PESANTE" DELLA METALLURGIA

Direttore Responsabile Marco Stancali
Capo Redattore Franco D'Amico

TRA FERRO E GHISA TANTI EXTRACOMUNITARI

RADIOATTIVITÀ NATURALE NEI LUOGHI DI LAVORO

Tabella a cura di Alessandro Salvati
Grafici a cura di Vitalina Paris

INCAIL - Roma, Piazzale Giulio Pastore, 8 - Tel. 06/548721
Segreteria di Redazione Vitalina Paris - Tel. 06/54872290 - Fax 06/54872603
Spedizione in abbonamento postale art. 2 comma 20/c, legge 662/1996 Filiale di Milano
Iscrizione al N. 178 del 17/4/2000 del Registro della Stampa presso il Tribunale di Roma

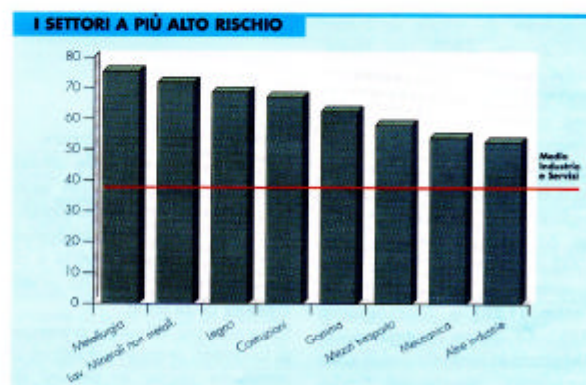
GENNAIO 2005 NUMERO 1

IL RISCHIO "PESANTE" DELLA METALLURGIA

L'analisi del rischio lavorativo nell'industria metallurgica è apparentemente semplice nella sua drammaticità: il settore presenta in assoluto il più alto indice di frequenza infortunistica, con 75,5 casi indennizzati ogni 1000 addetti (rispetto, ad esempio, ai 53,9 dell'industria meccanica e ai 38,6 del complesso dell'Industria e Servizi). Nel 2003, poi, se nell'insieme delle industrie manifatturiere gli infortuni scendono del 7,7% rispetto al 2002, nel settore metallurgico il calo è più modesto (5,5%) con un bilancio di quasi 61mila infortuni e un numero, stabile negli anni, di circa 90 casi mortali.

I circa 820mila addetti del settore operano soprattutto nella Fabbricazione di prodotti in metallo (81%), mentre la Produzione di metalli e leghe, con solo il 19% di addetti, registra però il 24% degli infortuni denunciati.

Le aziende assicurate sono 142mila con prevalenza di quelle



TAV. 1: INDICI DI FREQUENZA (INFORTUNI INDENNIZZATI PER MILLE ADDETTI) - MEDIA TRIENNIO CONSOLIDATO

artigiane (60% del totale); la percentuale scende però al 28% nella Produzione di metalli, che comprende i grandi stabilimenti dell'industria pesante della siderurgia e delle fonderie. La quota di

aziende artigiane raggiunge invece il 62% nelle attività di Fabbricazione di prodotti in metallo (produzione cisterne, serbatoi, coltellerie, ecc.).

(Paolo Niccolai)

CASI DI INFORTUNIO DENUNCIATI NELL'INDUSTRIA METALLURGICA (a) ANNI EVENTO 1999 - 2003

SETTORE DI ATTIVITÀ	1999	2000	2001	2002	2003	Variazione % 2003/2002
Produzione metalli e leghe	14.469	15.269	15.776	15.243	14.448	-5,2
Fabbricazione prodotti in metallo	50.660	50.999	51.247	49.070	46.356	-5,5
Industria metallurgica	65.129	66.268	67.023	64.313	60.804	-5,5
INDUSTRIE MANIFATTURIERE	262.724	263.827	264.014	252.100	232.736	-7,7
TOTALE INDUSTRIA	376.510	378.853	379.633	370.558	349.846	-5,6

(a) Totale i casi con settore di attività non determinato

Infortuni mortali

Per fornire una prima informazione sintetica in merito alla quota più grave del fenomeno infortunistico risulta utile visualizzare gli infortuni mortali in base alla fase di lavorazione e alla dinamica di accadimento: la Tabella 8 si riferisce alle fasi legate alla trasformazione del materiale, la Tabella 9 si riferisce ai lavori ausiliari, ai lavori di ristrutturazione e di montaggio.

Tabella 8. Infortuni mortali in metallurgia nelle fasi di trasformazione del materiale (16 casi)

	Caduta o proiezione di gravi	Traumi durante il movimento	Contatto o investimento da parte di sostanze pericolose	Maneggio o contatto con materiali	Dinamica concernente impianti, macchine e attrezzature	Dinamica concernente mezzi di sollevamento e di trasporto
Trasferimento a terra						TRAFILA Investito da carrello
Stoccaggio materie prime						PROD.OTTONE Schiacciato durante scarico rottame
Caricamento forno						ACCIAIERIA Caduta rottame dalla cesta
						ACCIAIERIA Caduta rottame dalla cesta
Lavorazione al forno			ACCIAIERIA Esplosione al forno durante affinazione			
Lavorazioni in convertitore			ACCIAIERIA Esplosione durante scorifica			
			ACCIAIERIA Esplosione durante scorifica			
Lavorazioni in siviera			ACCIAIERIA Investito da materiale ustionante			
Riscaldamento				LAMINATOIO Schiacciato dai tondi sul piano di carica		
Raccolta e stoccaggio laminato					LAMINATOIO Investito durante disincaglio di spira	LAMINATOIO Colpito dal carico oscillante
						LAM (EST) Schiacciato da un fascio prima impigliato
						LAM (EST) Colpito dalla sponda di autocarro
Raddrizzatura laminato	LAMINATOIO Investito da frammenti troncatrice					
Trafilatura					TRAFILA Trascinato da corda in lavorazione	
					TRAFILA Schiacciato durante disincaglio	

- Meno della metà degli infortuni mortali (16 su 34) occorsi nelle fasi di trasformazione del materiale
- Due infortuni mortali coinvolgono personale esterno
- Nessuna dinamica mortale si riferisce a “corrente elettrica”

Tabella 9. Infortuni mortali in metallurgia nelle fasi di manutenzione e ristrutturazione (18 casi)

	Caduta o proiezione di gravi	Traumi durante il movimento	Contatto o investimento da parte di sostanze pericolose	Maneggio o contatto con materiali	Dinamica concernente impianti, macchine e attrezzature	Dinamica concernente mezzi di sollevamento e di trasporto
Manutenzione			ACCIAIERIA All'interno del forno asfissia da argon			ACCIAIERIA Rovesciamento del carico dal carrello
			ACC (EST) All'interno del forno asfissia da argon			ACC (EST) Investito da un carro di colata
			LAMINATOIO Esplosione aerosol lubrificante		LAM (EST) Schiacciato dal braccio raddrizzatrice	LAMINATOIO Schiacciato fra carroponte e capriata
				FON (EST) Schiacciato da macchina di formatura	FONDERIA Trascinato dai rulli durante pulizia impianto terre	FON (EST) Schiacciato da gru durante pulizia filtro
Rifacimenti refrattari		FON (EST) Caduta in una fossa				
Lavori edili	LAM (EST) Caduta di una trave					
		ACC (EST) Caduta da rullo compressore				
		ACC (EST) Caduta da copertura				
		LAM (EST) Caduta da copertura				
		LAM (EST) Caduta da copertura				
		TRA (EST) Caduta da copertura				
Montaggio, installazione					ACC (EST) Investito da carroponte	

- Più della metà degli infortuni mortali (18 su 34) occorsi nelle fasi di manutenzione e ristrutturazione
- Tredici infortuni mortali coinvolgono personale esterno
- Nessuna dinamica mortale si riferisce a “corrente elettrica”

Infortuni mortali. Prime evidenze di prevenzione

L'osservazione di questi dati consente di valutare in termini rapidi dove debba essere focalizzata la massima attenzione per la prevenzione degli eventi più gravi:

- le dinamiche concernenti i mezzi di sollevamento e di trasporto, in particolare nelle aree di ingresso materie prime e nei magazzini prodotti finiti;
- le attività di manutenzione e di pulizia;
- il coinvolgimento di personale esterno, soprattutto nelle attività di manutenzione, di pulizia e nei lavori edili concernenti le strutture e il montaggio degli impianti.

5. Le malattie professionali

Dall'esame dei dati pubblicati dall'INAIL appare evidente il contributo del settore Industria dei metalli, che pesa per oltre il 16% dei casi nel periodo 1999-2003, alla definizione del danno alla salute causato dalle esposizioni lavorative.

Tabella 10. Industria e Servizi: malattie professionali manifestatesi nel periodo 1999-2003 e denunciate all'INAIL per settore di attività economica e anno (fonte: INAIL)

SETTORE DI ATTIVITA' ECONOMICA	1999	2000	2001	2002	2003
A Agrindustria	59	44	77	93	59
B Pesca	3	6	5	9	8
C Estrazione di minerali	195	201	150	200	165
DA Industria alimentare	403	442	548	495	407
DB Industria tessile e abbigliamento	513	431	525	532	500
DC Industria conciaria	195	206	224	258	206
DD Industria del legno	322	316	333	358	317
DE Industria della carta	197	172	225	238	241
DF Industria del petrolio	27	31	40	47	20
DG Industria chimica	197	219	328	225	196
DH Industria della gomma e plastica	204	226	259	285	250
DI Industria lav. minerali non metalliferi	739	731	808	792	658
DJ Industria dei metalli	1.611	1.581	1.818	1.722	1.289
DK Industria meccanica	838	863	955	946	697
DL Industria macchine elettriche	285	302	386	379	330
DM Industria fabbricazione mezzi di trasporto	816	740	953	1.020	788
DN Altre industrie	425	377	436	447	376
<i>D Totale Industrie manifatturiere</i>	<i>6.772</i>	<i>6.637</i>	<i>7.838</i>	<i>7.744</i>	<i>6.275</i>
E Elettricità, gas, acqua	134	125	159	211	177
F Costruzioni	2.406	2.485	2.516	2.838	2.281
INDUSTRIA	9.569	9.498	10.745	11.095	8.965
G50 Commercio e riparazione auto	265	289	330	405	368
G51 Commercio all'ingrosso	138	158	214	251	201
G52 Commercio al dettaglio	177	200	247	290	241
<i>G Totale commercio</i>	<i>580</i>	<i>647</i>	<i>791</i>	<i>946</i>	<i>810</i>
H Alberghi e ristoranti	95	131	174	202	175
I Trasporti e comunicazioni	585	643	898	1.091	835
J Intermediazione finanziaria	40	20	38	53	43
K Attività immobiliari e professionali	323	340	390	573	483
L Pubblica Amministrazione	490	423	550	573	528
M Istruzione	13	12	21	35	20
N Sanità e servizi sociali	320	324	318	368	299
O Altri servizi pubblici	420	436	495	601	561
SERVIZI	2.866	2.976	3.675	4.442	3.754
INDUSTRIA E SERVIZI	12.435	12.474	14.420	15.537	12.719
Non determinato	11.659	12.302	12.713	9.791	10.512
IN COMPLESSO	24.094	24.776	27.133	25.328	23.231

Malattie professionali nella ASS 3 (Gemona del Friuli)

Tabella 11. Acciaieria e Laminatoio: malattie professionali ASS3 (Gemona del Friuli)

	1999	2000	2001	2002	2003
01-PIOMBO					
40-ASMA BRONCHIALE					
42-MALATTIE CUTANEE					
49-BRONCHITE CRONICA					
50-IPOACUSIA E SORDITA'			1		
52-MALAT.OSTEOARTICOLARI da strumenti vibranti					
56-NEOPLASIE DA ASBESTO					
90-SILICOSI					
91-ASBESTOSI					
99-MALATTIE NON TABELLATE					
di cui:					
- tumori (polmonari)	1				
- malattie dell'apparato respiratorio					
- sindrome del tunnel carpale					
- ispessimenti pleurici			2		
INDETERMINATA					
artropatie					

Malattie professionali nella ASL della Provincia di Brescia

Questa nota rappresenta una lettura locale del fenomeno riferito alla ASL di Brescia riferito alle malattie professionali nel settore metallurgico. La ASL di Brescia dispone da diversi anni di un sistema di rilevazione delle malattie da lavoro (riferimento in bibliografia *Malattie professionali*), che vengono segnalate al Servizio PSAL dai medici per ottemperare all'obbligo di referto. In questa raccolta di dati (da Tabella 12 a Tabella 17) sono stati riportati i casi di malattia professionale riferiti al periodo 1999-2003 suddivisi nei comparti del settore metallurgia e classificati secondo la tabella INAIL del DPR 336/94.

Tabella 12. Acciaieria: malattie professionali o sostanze che le causano (Provincia di Brescia)

	1999	2000	2001	2002	2003
01-PIOMBO					
40-ASMA BRONCHIALE					
42-MALATTIE CUTANEE			1	1	
49-BRONCHITE CRONICA					
50-IPOACUSIA E SORDITA'	28	12	3	5	3
52-MALAT.OSTEOARTICOLARI da strumenti vibranti					
56-NEOPLASIE DA ASBESTO					
90-SILICOSI			1		
91-ASBESTOSI					
99-MALATTIE NON TABELLATE					
di cui:					
- tumori (polmonari)					1
- malattie dell'apparato respiratorio					
- sindrome del tunnel carpale					
INDETERMINATA					
artropatie					1

Tabella 13. Laminatoio: malattie professionali o sostanze che le causano (Provincia di Brescia)

	1999	2000	2001	2002	2003
--	------	------	------	------	------

01-PIOMBO					
40-ASMA BRONCHIALE					
42-MALATTIE CUTANEE			1	1	
49-BRONCHITE CRONICA*	1	2			
50-IPOACUSIA E SORDITA'	7	7	4	2	3
51-RADIAZIONI IONIZZANTI					
52-MALAT.OSTEOARTICOLARI da strumenti vibranti					
56-NEOPLASIE DA ASBESTO			1		1
90-SILICOSI			1		
91-ASBESTOSI		1			
99-MALATTIE NON TABELLATE					
di cui:					
- tumori (polmonari)	2	2	2	1	1
- malattie dell'apparato respiratorio					
- sindrome del tunnel carpale					
INDETERMINATA					
artropatie					
*bronchite cronica intesa come diagnosi ma lavorazione diversa da quelle tabellate					

Tabella 14. Acciaieria e Laminatoio: malattie professionali o sostanze che le causano (Provincia di Brescia)

	1999	2000	2001	2002	2003
01-PIOMBO					
40-ASMA BRONCHIALE					
42-MALATTIE CUTANEE		1	1	2	2
49-BRONCHITE CRONICA*		2		1	
50-IPOACUSIA E SORDITA'	37	24	22	14	20
51-RADIAZIONI IONIZZANTI					
52-MALAT.OSTEOARTICOLARI da strumenti vibranti					
56-NEOPLASIE DA ASBESTO					
90-SILICOSI	1	1		1	1
91-ASBESTOSI					
99-MALATTIE NON TABELLATE					
di cui:					
- tumori (polmonari)					
- malattie dell'apparato respiratorio					
- sindrome del tunnel carpale				1	
INDETERMINATA					
artropatie					3
perforazione setto nasale		1			
° riferite a unità produttive dove sono presenti le due attività					
* bronchite cronica intesa come diagnosi ma lavorazione diversa da quelle tabellate					

Tabella 15. Fonderie: malattie professionali o sostanze che le causano (Provincia di Brescia)

	1999	2000	2001	2002	2003
01-PIOMBO					
40-ASMA BRONCHIALE					
42-MALATTIE CUTANEE		1	1		
49-BRONCHITE CRONICA*			1		
50-IPOACUSIA E SORDITA'	19	14	30	17	10
51-RADIAZIONI IONIZZANTI					
52-MALAT.OSTEOARTICOLARI da strumenti vibranti					
56-NEOPLASIE DA ASBESTO				1	
90-SILICOSI	3	5	2	1	1

91-ASBESTOSI		1		2	
99-MALATTIE NON TABELLATE					
di cui:					
- tumori (polmonari)	3	5	2	8	6
- malattie dell'apparato respiratorio					
- sindrome del tunnel carpale	3	1	1		
INDETERMINATA					
artropatie	2	1	1		1
*bronchite cronica intesa come diagnosi ma lavorazione diversa da quelle tabellate					

Tabella 16. Leghe non ferrose: malattie professionali o sostanze che le causano (Provincia di Brescia)

	1999	2000	2001	2002	2003
01-PIOMBO	3	1	1		
40-ASMA BRONCHIALE*			1		
42-MALATTIE CUTANEE					
49-BRONCHITE CRONICA*					
50-IPOACUSIA E SORDITA'	6	4	6	5	1
51-RADIAZIONI IONIZZANTI					
52-MALAT.OSTEOARTICOLARI da strumenti vibranti					
56-NEOPLASIE DA ASBESTO					
90-SILICOSI					
91-ASBESTOSI					
99-MALATTIE NON TABELLATE					
di cui:					
- tumori (polmonari)				1	
- tumori (vescica)				1	
- malattie dell'apparato respiratorio					
- sindrome del tunnel carpale			1	1	
INDETERMINATA					
artropatie	1				
*bronchite cronica intesa come diagnosi ma lavorazione diversa da quelle tabellate					

Tabella 17. Forge: malattie professionali o sostanze che le causano (Provincia di Brescia)

	1999	2000	2001	2002	2003
01-PIOMBO					
40-ASMA BRONCHIALE*					
42-MALATTIE CUTANEE					
49-BRONCHITE CRONICA*					
50-IPOACUSIA E SORDITA'	2	4	1	1	4
51-RADIAZIONI IONIZZANTI					
52-MALAT.OSTEOARTICOLARI da strumenti vibranti					
56-NEOPLASIE DA ASBESTO					
90-SILICOSI					
91-ASBESTOSI					
99-MALATTIE NON TABELLATE					
di cui:					
- tumori (polmonari)				1	
- tumori (vescica)					
- malattie dell'apparato respiratorio					
- sindrome del tunnel carpale		1	1		
INDETERMINATA					
artropatie					1
*bronchite cronica intesa come diagnosi ma lavorazione diversa da quelle tabellate					

Per una corretta lettura dei dati occorre fare alcune precisazioni:

- ai casi è stata attribuita la voce di tabella INAIL in modo arbitrario, in quanto si tratta di referti/ denunce e non di malattie già riconosciute dall'INAIL;
- i casi sono stati attribuiti al comparto sulla base di quanto indicato nei referti. I comparti acciaieria e laminatoio in molti casi sono stati raggruppati perché rappresentati nella stessa azienda. La malattia professionale è spesso conseguenza di un periodo di esposizione durante il quale il lavoratore è stato occupato in lavorazioni diverse: in alcuni casi, risulta molto difficile o impossibile distinguere le condizioni di esposizione;
- per la classificazione è stata utilizzata la tabella del DPR 336/94, perché in vigore nell'arco temporale 1999-2003.

Nella successiva Tabella 18 di sintesi riportiamo i casi di malattia professionale rilevati nel periodo 1999-2003. Il campione considerato con il sistema di rilevazione adottato a Brescia ha intercettato più del 5% delle malattie professionali dell'industria dei metalli.

Tabella 18. Comparto Metallurgia: casi di malattia professionale rilevati a Brescia nel periodo 1999-2003

MALATTIE PROFESSIONALI	ACC	LAM	ACC-LAM	FON	LNF	FOR	FLE	TOTALE
01-Piombo					5			5
40-Asma Bronchiale					1			1
42-Malattie Cutanee	2	2	6	2				12
49-Bronchite Cronica		3	3	1				7
50-Sordità	51	23	117	90	22	12		315
52-Malattie osteoarticolari								
56-Neoplasie asbesto		2		1				3
90-Silicosi		1	4	12				17
91-Asbestosi				3				3
99-Malattie non tabellate di cui:								
Tumori polmonari	1	8		24	1	1		35
Tumori vescicali					1			1
Malattie apparato respiratorio								
Sindrome tunnel carpale			1	5	1			7
Indeterminata:								
Artropatie	1		3	5	1	1		11
TOTALE			228	143	32	14	0	417

Per un confronto del campione bresciano con riferimento alle specifiche malattie professionali si rimanda alle Tabelle dalla 12 alla 17 "Malattie professionali manifestatesi nel periodo 1999-2003 e denunciate all'INAIL per tipo di malattia" riferite a tutto il comparto Industria e Servizi. Si osservano:

- 5 casi di malattia professionale da piombo, pari a 3,7% (totale Industria e Servizi in Italia: 134 casi);
- 315 casi di ipoacusia e sordità, pari a 1,5% (totale Industria e Servizi in Italia: 21500 casi);
- 36 casi di tumori (35 polmonari), pari a 2,2% (totale Industria e Servizi in Italia: 1673 casi).

Nel campione bresciano si evidenzia la netta prevalenza delle sordità a conferma che il rischio rumore non è stato adeguatamente affrontato. Le altre patologie sono poco rappresentate, comprese le malattie croniche dell'apparato respiratorio e quelle osteo-articolari, e appaiono ampiamente sottostimate.

Casi di neoplasia polmonare e di mesotelioma

Per i tumori correlati al lavoro il Servizio della Provincia di Brescia procede alla ricerca attiva in stretta collaborazione con gli ospedali, la UOOML e i medici di medicina generale. Per ogni caso rilevato si procede a una accurata verifica della esposizione ad agenti cancerogeni, oltre che alla acquisizione degli elementi clinici essenziali alla correttezza della diagnosi (esame istologico, TC). L'iter valutativo comprende anche la ricostruzione e la verifica documentale e testimoniale delle condizioni di lavoro che hanno determinato l'insorgenza della malattia. Qualora si accertino violazioni, da parte del Datore di lavoro, delle norme di igiene del lavoro, si comunica l'esito alla Autorità Giudiziaria.

Tutti i casi di neoplasia da causa professionale vengono inoltre segnalati all'ISPEL, compilando la scheda apposita, come previsto dall'art. 71 del D.Lgs 626/94.

Nel periodo 1995-2002 sono stati esaminati 220 casi di neoplasie polmonari, pubblicati in un primo rapporto, dal quale è stata estrapolata la Tabella 19 che segue.

Tabella 19. Casi di neoplasie polmonari esaminati

ATECO	SETTORE LAVORATIVO	AGENTI	casi	%
27	Produzione di metalli e loro leghe	Silice, amianto, IPA	4	1,8
2750	Fusione di metalli	Silice, amianto, IPA	9	4,1
2751	Fusione di ghisa	Silice, amianto, IPA	14	6,4
2752	Fusione di acciaio	amianto, IPA, acidi forti	9	4,1
2754	Fusione di altri metalli non ferrosi	Silice, amianto, IPA	1	0,5
	TOTALE (tutti i settori INDUSTRIA E SERVIZI)		220	100

Il Registro dei Mesoteliomi di Brescia è stato affidato al Servizio PSAL e collabora con il Registro Mesoteliomi della Lombardia. Da diversi anni è avviata la ricerca attiva dei mesotelioma, attraverso una stretta collaborazione con le strutture ospedaliere e i Servizi di anatomia patologica. Ogni caso giunto alla osservazione viene sottoposto alla verifica della correttezza dell'iter diagnostico e alla classificazione della esposizione, anche mediante la somministrazione del questionario standardizzato ReNaM-ISPEL.

Nel periodo 1995-2002 sono stati individuati 97 casi di mesotelioma con esposizione professionale certa, pubblicati in un primo rapporto, dal quale è stata estrapolata la Tabella 20 che segue.

Tabella 20. Casi di neoplasie polmonari individuati

ATECO	SETTORE LAVORATIVO	casi	%
27- 271	Produzione di metalli e loro leghe, ferro acciaio e ferroleghe	3	3,1%
272	Fabbricazione di tubi	2	2,0%
275	Fusione di metalli	13	13,4%
	TOTALE (tutti i settori INDUSTRIA E SERVIZI)	97	100

Per il biennio 2002-2003 il Registro Mesoteliomi ha esaminato 45 casi di mesotelioma pubblicando i dati riassunti in Tabella 21 nella quale sono precisati il livello di certezza diagnostica e dell'evidenza di esposizione ad amianto.

Tabella 21. Casi di mesoteliomi esaminati

S	Incidenza	Diagnosi	Esposizione	Settore/Comparto	Mansione	periodo
M	17.01.2002	Probabile	Certa	Acciaieria elettrica	Fonditore	1940-1944
M	08.05.2002	Probabile pc	Certa	Acciaieria elettrica	Addetto alla colata di acciaio	1947-1955
M	12.06.2002	Certa	Probabile	Acciaieria elettrica	Add. fossa colata e placca raff.	1953-1982
M	19.09.2003	Certa	Certa	Acciaieria elettrica	Manut. e rifacim. refrattario forni	1969-2003
M	17.12.2003	Certa	Possibile	Acciaieria elettrica	Addetto al laminatoio	1951-1971
M	23.12.2003	Certa	Certa	Acciaieria e Fonderia	Addetto alla colata	1970-1986

pc = pericardio

Per quanto riguarda i tumori a diversa sede è stato rilevato un solo tumore della vescica nel 2002 nel comparto Leghe non ferrose.

Malattie professionali. Evidenze

Si può evidenziare la generale sotto stima delle patologie da lavoro. Per quanto attiene le patologie osteo-articolari e le malattie respiratorie non tumorali questo significa che il rischio non ha una evidenza adeguata. Le malattie tumorali, comprese quelle da amianto, nonostante la ricerca attiva, restano ben al di sotto di quanto atteso in relazione alla realtà produttiva bresciana e agli elevati tassi di incidenza dei tumori maligni calcolati attualmente sulla popolazione residente in Brescia e nei comuni del suo hinterland.

METALLURGIA

RISCHI RIFERITI A TUTTO IL COMPARTO

- 1. Analisi degli infortuni finalizzata alla prevenzione**
- 2. Riferimenti legislativi**
- 3. Rischi, danni e prevenzione. Lavori edili, installazioni e pulizie**
- 4. Appalto a ditta esterna**
- 5. Valutazione esposizione a inquinanti aerodispersi**
- 6. POP in ambiente esterno**

1. Analisi degli infortuni finalizzata alla prevenzione

Campione esaminato

I dati raccolti si riferiscono agli infortuni catalogati come gravi, cioè caratterizzati da effetti permanenti quali lesioni invalidanti o morte, da una degenza di durata superiore ai 40 giorni oppure, se di durata inferiore, infortuni sottoposti a specifica inchiesta (perché le modalità dell'infortunio indicavano evidenti violazioni delle norme) o approfondimento (per esempio: perizia tecnica).

Distribuzione negli anni e per comparto

Gli infortuni si riferiscono al periodo 1983-2004; fra gli eventi meno recenti si è ritenuto importante mantenere inclusi in questa casistica gli infortuni mortali.

Tabella 1. Infortuni gravi selezionati

Comparto	Unità produttive	Infortuni selezionati	Infortuni mortali	note
Ferroleghe	---	---	---	specificata analisi riferita a tutti gli infortuni del comparto Valle Camonica (3 unità produttive)
Acciaieria	21	188	13	(recuperare specifiche analisi?)
Laminatoio	25	281	12	a cui si affianca analisi riferita a tutti gli infortuni di quattro unità produttive
Fonderia	19	95	4	a cui si affianca analisi riferita a tutti gli infortuni del comparto udinese (7 unità produttive)
Leghe non ferrose	16	158	5	
Metallurgia	81	722	34	

Analisi degli infortuni

E' stata sviluppata un'analisi degli infortuni rivolta in particolare a mettere in evidenza gli elementi utili a individuare il profilo di rischio infortunistico del comparto e gli elementi utili alla prevenzione.

Informazioni quali la gravità dell'infortunio (non sempre disponibile in termini completi in assenza di prognosi definitiva al momento dell'indagine e dato condizionato anche dal tipo di assistenza sanitaria) e la presenza di lesioni permanenti o invalidanti (spesso il risultato di criteri non obiettivi e limitati di valutazione delle conseguenze dell'infortunio) sono stati raccolti, ma non vengono restituiti in questo testo.

Elementi quali la natura della lesione e la sede della lesione vengono evidenziati nei casi risultino di particolare evidenza in relazione alle lavorazioni e consentano di evidenziare i bersagli dell'infortunio e di selezionare correttamente i dispositivi di protezione individuale.

Nelle successive Figure 1-4 sono indicati gli infortuni suddivisi per comparto di lavorazione, individuando gli anni dell'evento ed evidenziando gli eventi con esito mortale.

Per tutti i comparti si può ritenere che questo campione, riferito agli ultimi anni, sia tuttora significativo del rischio infortunistico dell'attività. Questi eventi costituiscono tuttora delle criticità di rischio a cui dare una risposta di prevenzione.

Occorre precisare che il numero degli infortuni gravi distribuito nei vari anni non è rappresentativo dell'andamento del fenomeno infortunistico (a questo proposito si vedono gli indici di frequenza trattati nell'Introduzione e in corrispondenza alle specifiche lavorazioni), ma è più semplicemente il risultato degli eventi recenti selezionati per questa analisi.

Figura 1. Acciaieria. Distribuzione degli infortuni selezionati e degli infortuni mortali negli anni.
Unità produttive 21. Infortuni selezionati 188. Infortuni mortali 13

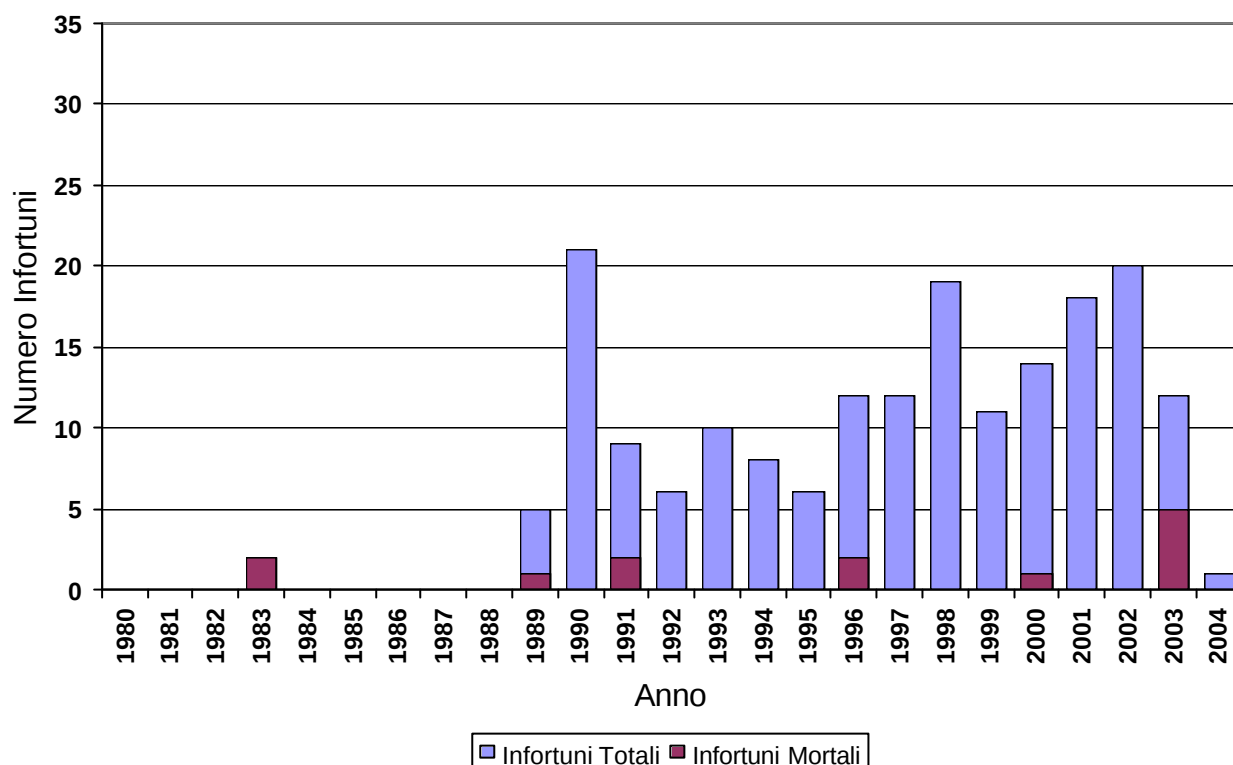
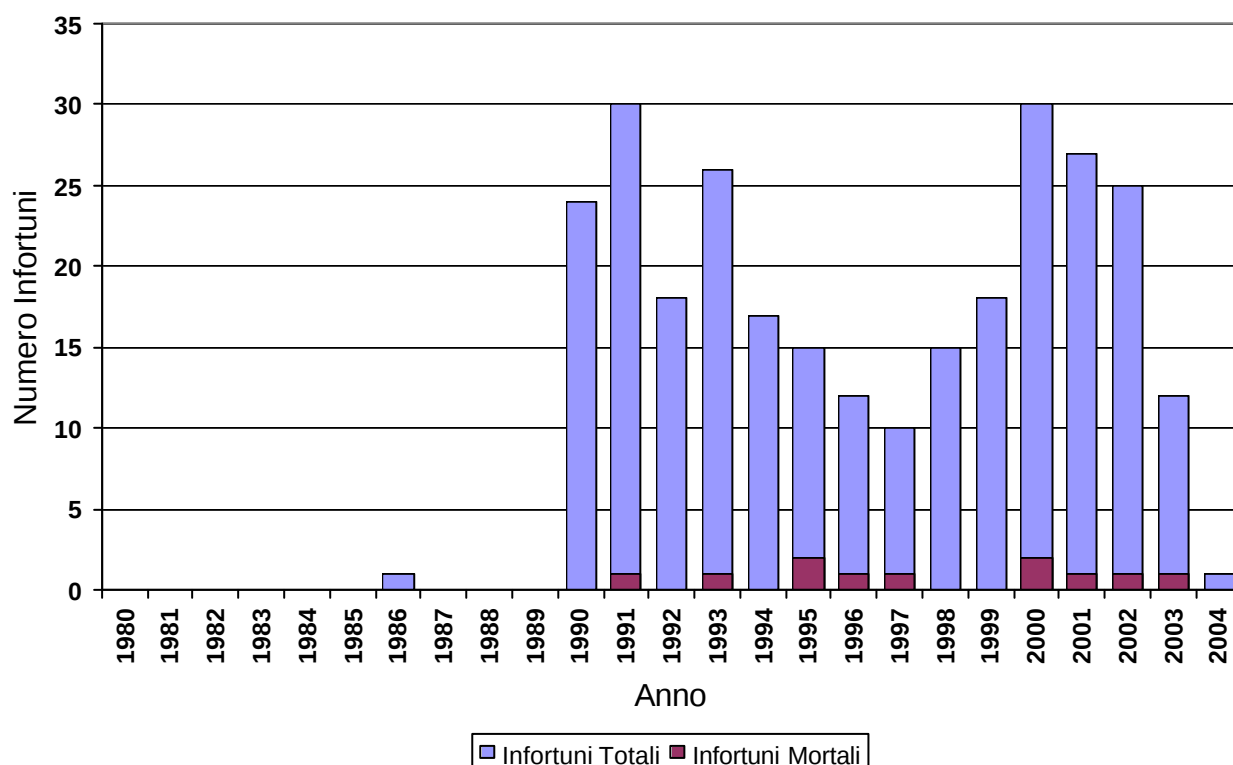


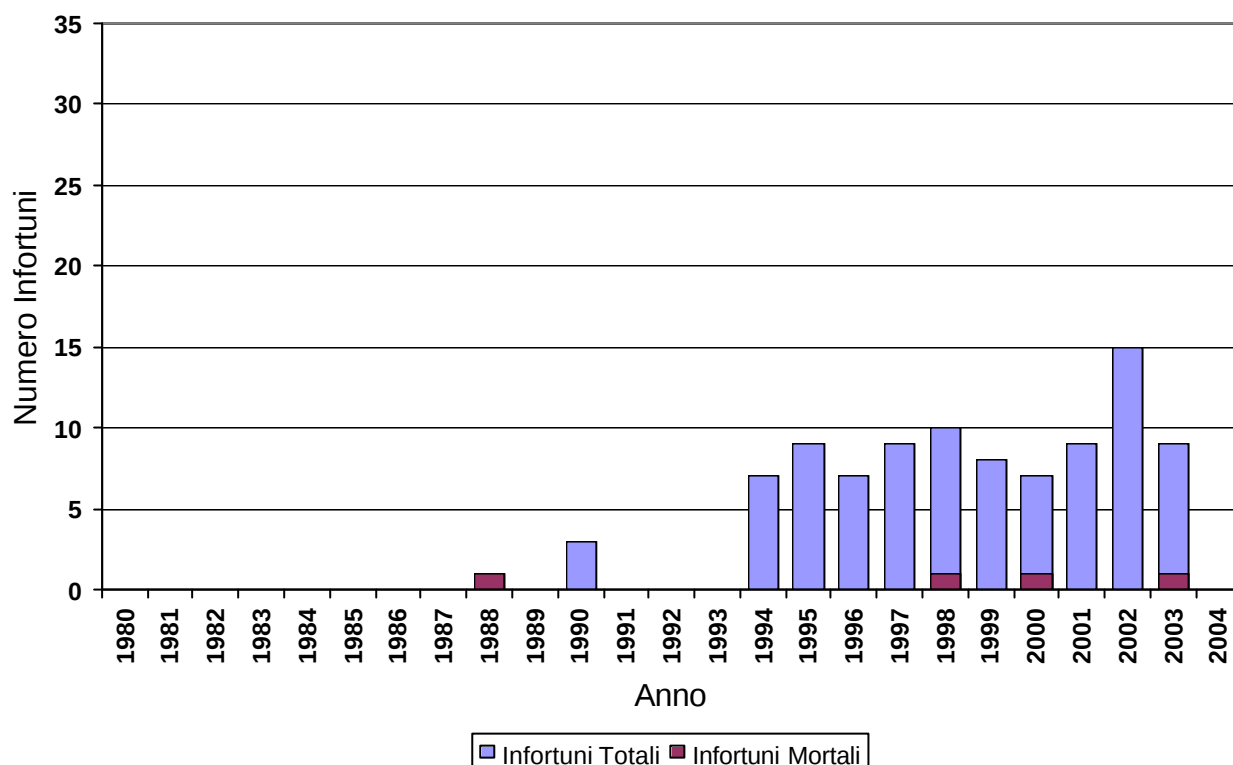
Figura 2. Laminatoio. Distribuzione degli infortuni selezionati e degli infortuni mortali negli anni.
Unità produttive 25. Infortuni selezionati 281. Infortuni mortali 11



Nota

Questo campione di eventi rivolto a individuare i rischi infortunistici è integrato da specifica analisi riferita a tutti gli infortuni, cioè non solo quelli considerati gravi, analizzati per laminatoi, che ha considerato infortuni

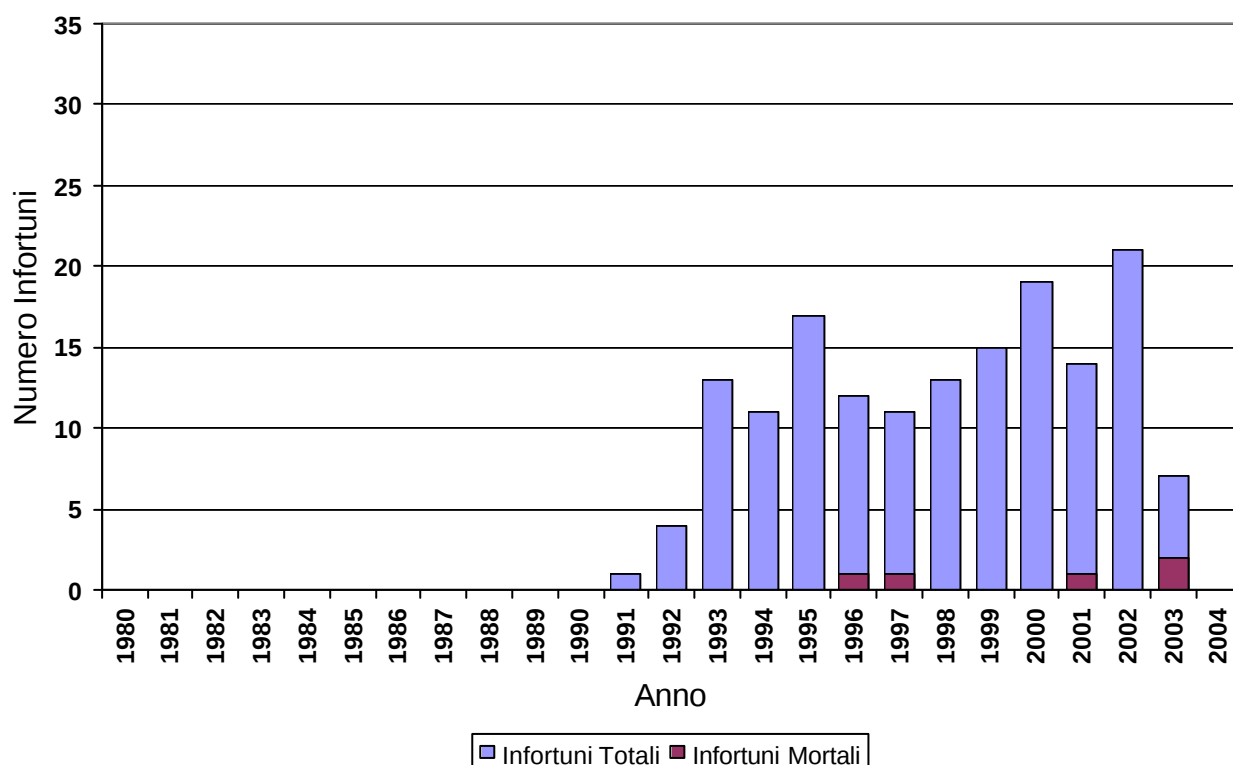
Figura 3. Fonderia. Distribuzione degli infortuni selezionati e degli infortuni mortali negli anni.
Unità produttive 19. Infortuni selezionati 95. Infortuni mortali 4



Nota

Questo campione di eventi rivolto a individuare il rischio infortunistico è integrato da specifica analisi riferita a tutti gli infortuni, cioè non solo quelli considerati gravi, del comparto fonderie ASS Udine, che ha considerato 440 infortuni

Figura 4. Leghe non ferrose. Distribuzione degli infortuni selezionati e degli infortuni mortali negli anni.
Unità produttive 16. Infortuni selezionati 158. Infortuni mortali 5



Distribuzione per fase di lavorazione

Per ogni comparto, gli infortuni vengono distinti per “macro” fase di lavorazione, che comprende diverse fasi di lavorazione specifiche, omogenee tra di loro eseguite in stretta sequenza o comunque affiancate fisicamente nella struttura produttiva: si vedano gli schemi a blocco presentati nell’Introduzione e successivamente sviluppati in modo dettagliato per le singole lavorazioni.

La visualizzazione degli infortuni gravi suddivisi per fase di lavorazione (Figure 5-8) restituisce in termini immediati il fenomeno e costituisce molto semplicemente un formidabile strumento di analisi della gravità del rischio infortunistico e dell’importanza di allocare le risorse di prevenzione.

Figura 5. Acciaieria.

Distribuzione degli infortuni selezionati e degli infortuni mortali per “macro” fase di lavorazione

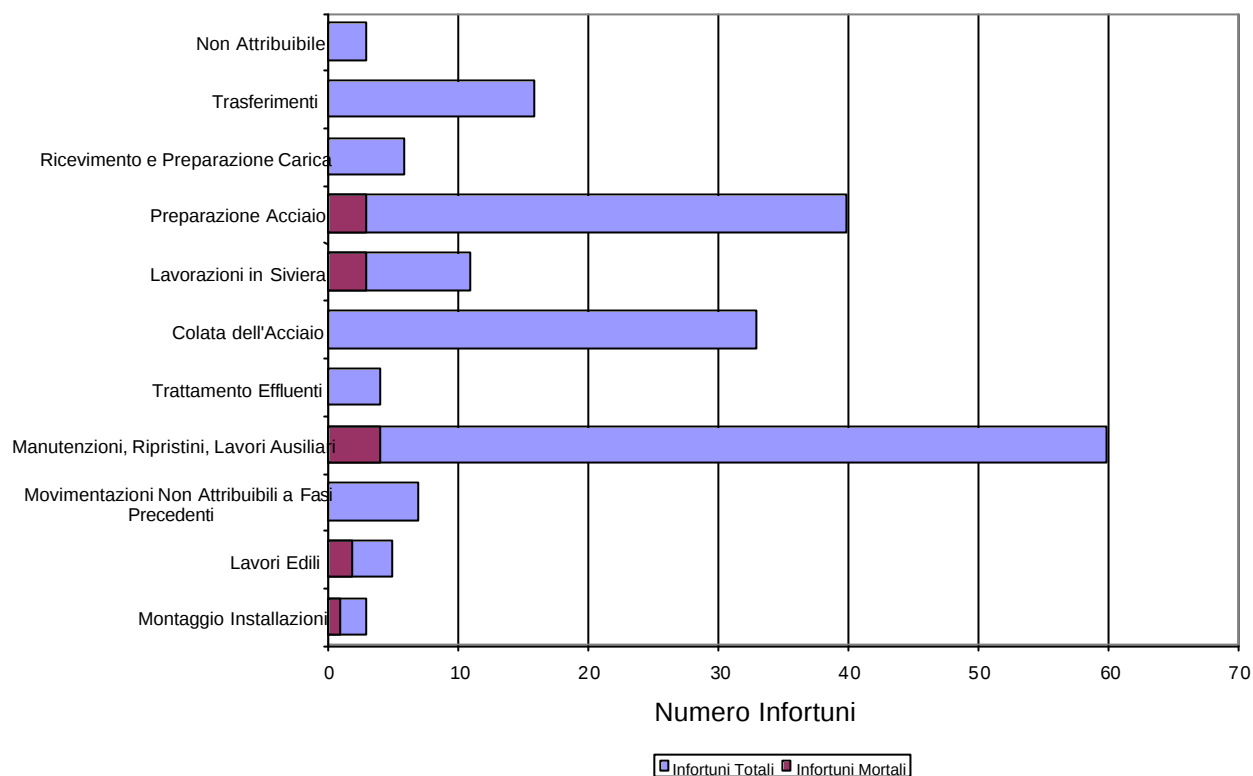


Figura 6. Laminatoio.

**Distribuzione degli infortuni selezionati e degli infortuni mortali per “macro” fase di lavorazione.
Raddrizzatura, collaudo e Condizionamento non sono presenti in tutte le unità produttive**

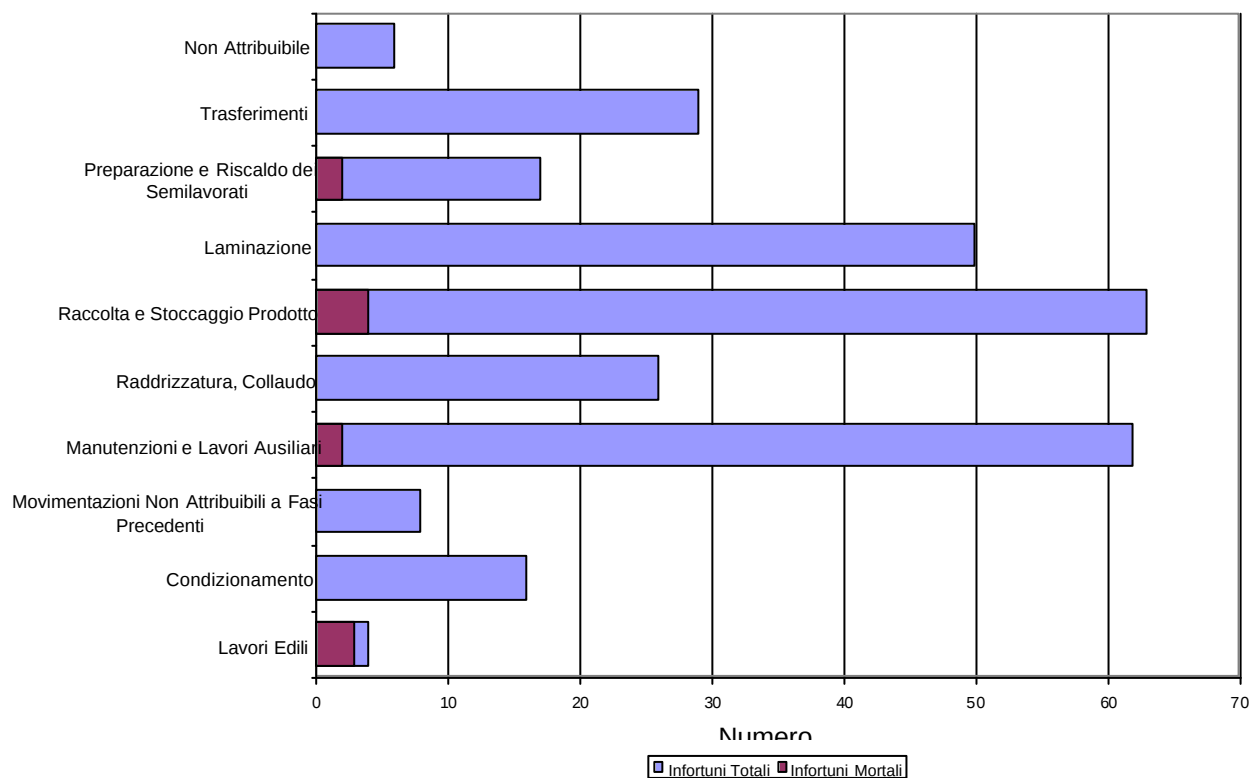


Figura 7. Fonderia.

**Distribuzione degli infortuni selezionati e degli infortuni mortali per “macro” fase di lavorazione.
Trattamenti termici, Lavorazioni meccaniche e Assemblaggio presenti solo in alcune realtà esaminate**

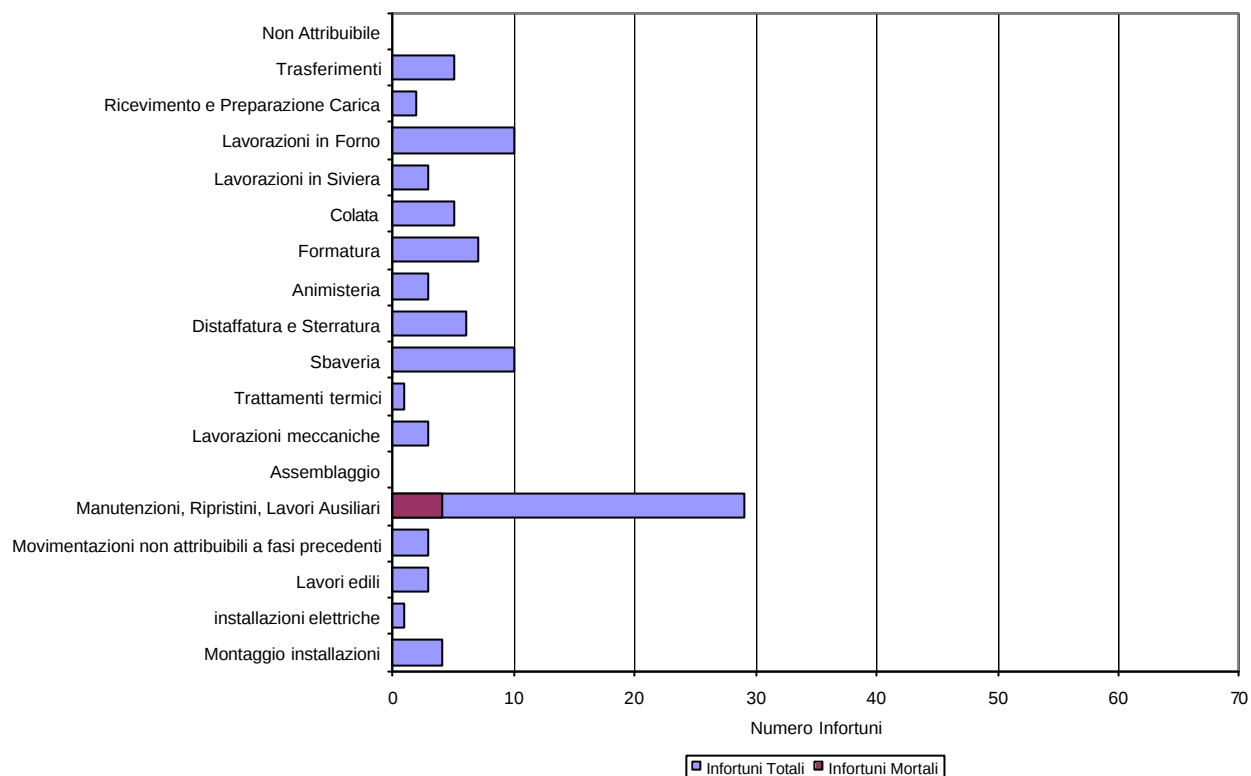
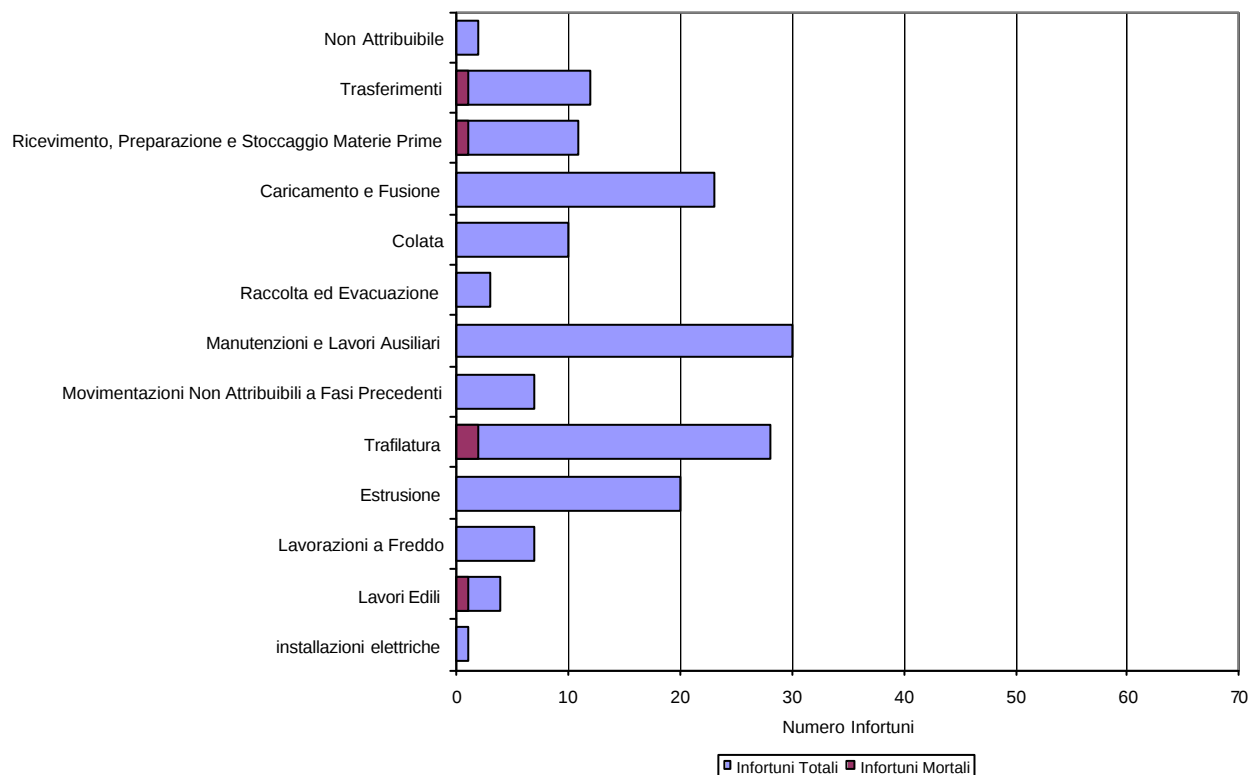


Figura 8. Leghe non ferrose.

Distribuzione degli infortuni selezionati e degli infortuni mortali per “macro” fase di lavorazione



Infortuni personale dipendente e infortuni personale ditte esterne

Le Figure 9-12 che seguono riportano gli infortuni selezionati ed evidenziano quelli occorsi a dipendenti esterni (somma di eventi mortali e non mortali) suddivisi per attività e per “macro” fase di lavorazione.

In questa elaborazione, per evitare una lettura non corretta del risultato, nell’attribuire gli infortuni sono stati esclusi gli eventi che derivano da indagini condotte esclusivamente per addetti dipendenti.

Per tutte quattro le attività esaminate viene restituita una fotografia della presenza di addetti esterni e l’importanza relativa del fenomeno che coinvolge personale esterno, in modo praticamente esclusivo (lavori edili, montaggio installazioni, installazioni elettriche) e in misura parziale (ricevimento materie prime, stoccaggio prodotto, movimentazioni materiali, manutenzioni e ripristini).

Per tutte le attività risulta evidente come le fasi “collaterali” al ciclo produttivo risultino quelle in cui si osservano numerosi eventi infortunistici che coinvolgono il personale esterno.

E’ interessante osservare che questi addetti intervengono, e subiscono eventi gravi, nelle fasi che prevedono movimentazione delle materie prime e del prodotto finito: questa presenza risulta evidente in tutte le attività a esclusione delle fonderie.

Questi dati ricordano quindi la estrema difficoltà di organizzare e praticare una prevenzione efficace, in quanto si tratta delle attività più discontinue e quindi difficili da leggere; inoltre le persone che intervengono sono dipendenti esterni, quindi coinvolti in misura marginale.

Figura 9. Acciaieria.
Infortunati gravi riferiti a personale dipendente e a personale ditte esterne

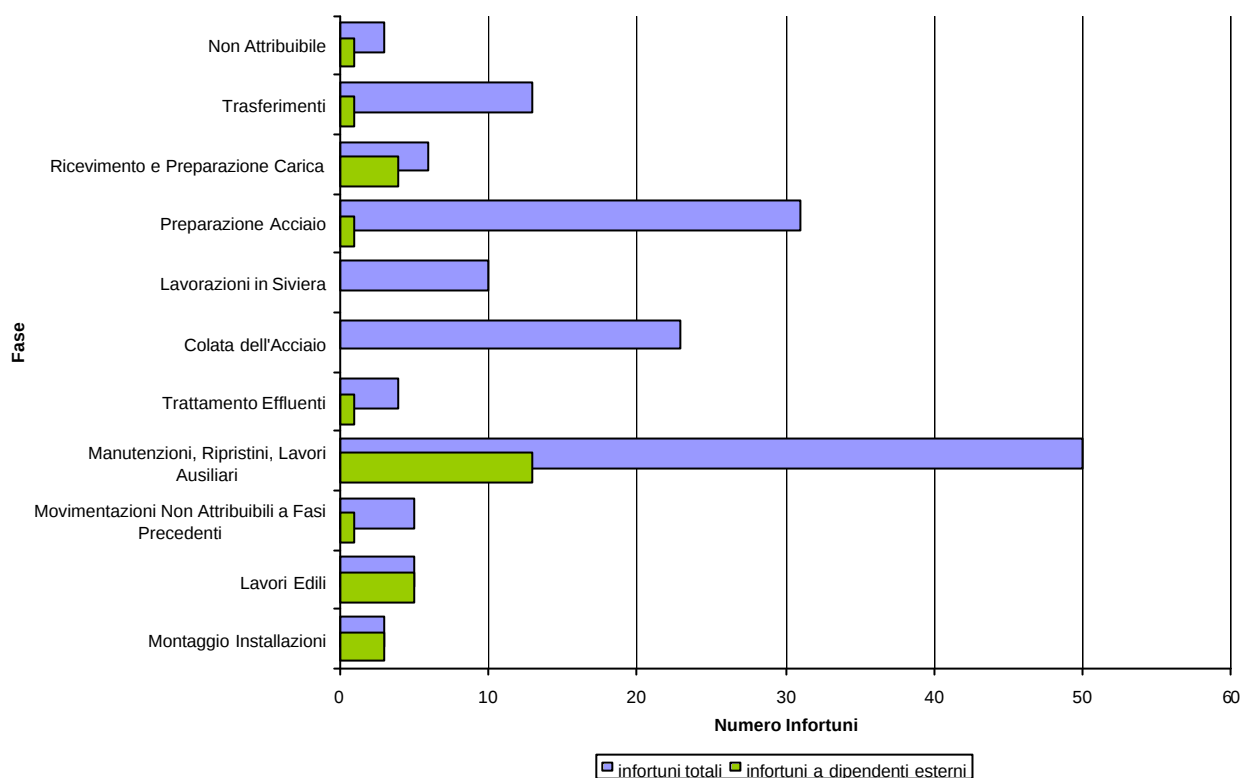


Figura 10. Laminatoio.
Infortunati gravi riferiti a personale dipendente e a personale ditte esterne

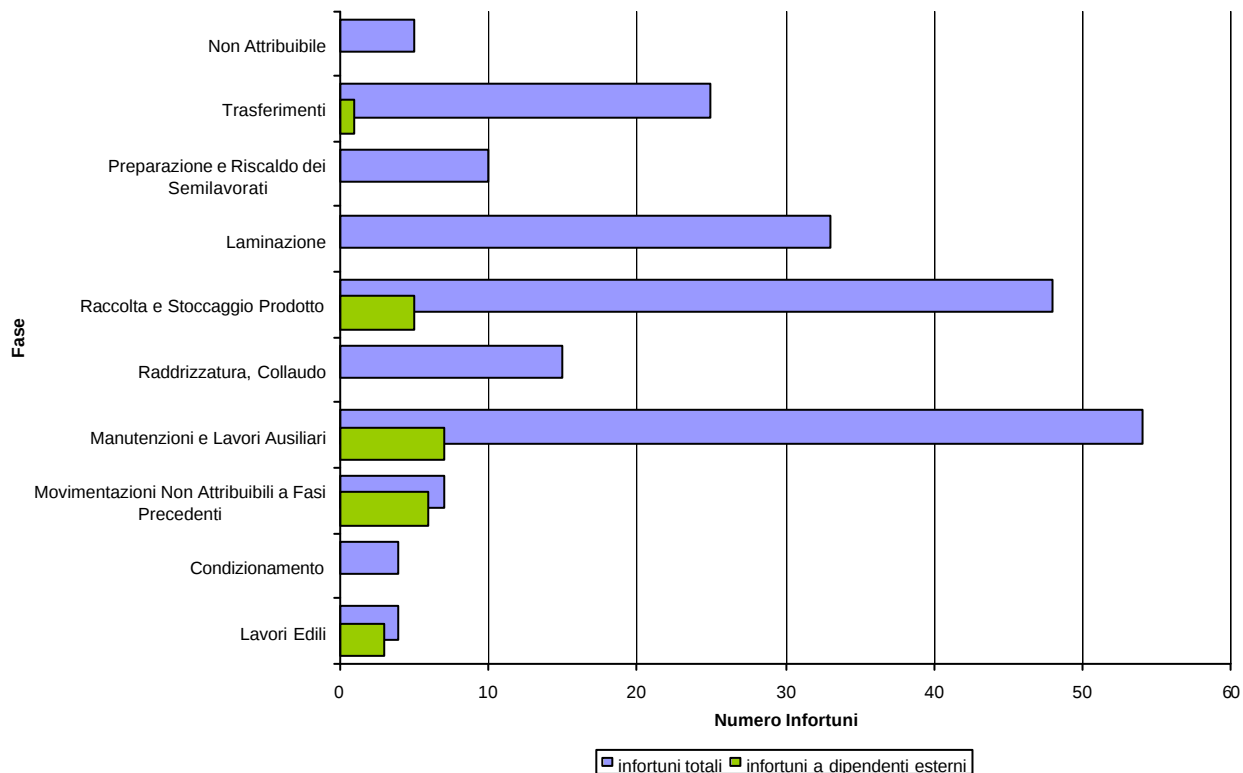


Figura 11. Fonderia.
Infortunati gravi riferiti a personale dipendente e a personale ditte esterne

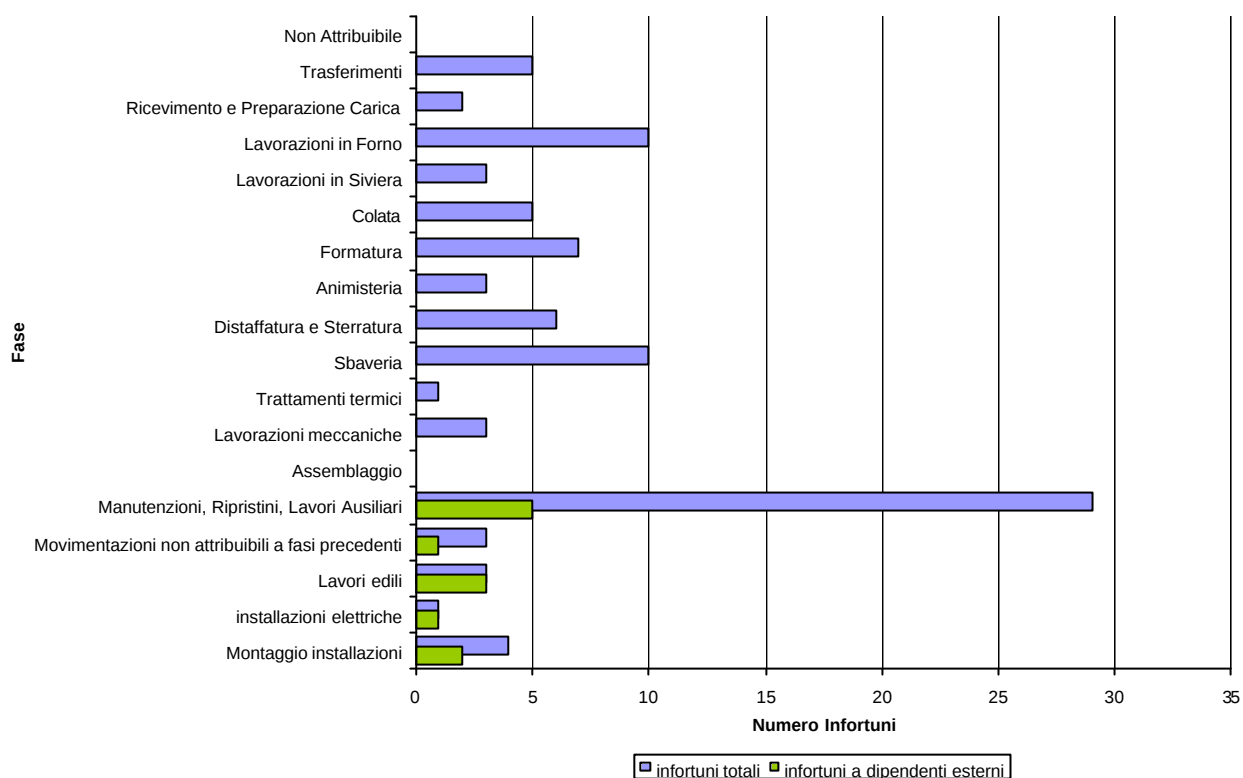
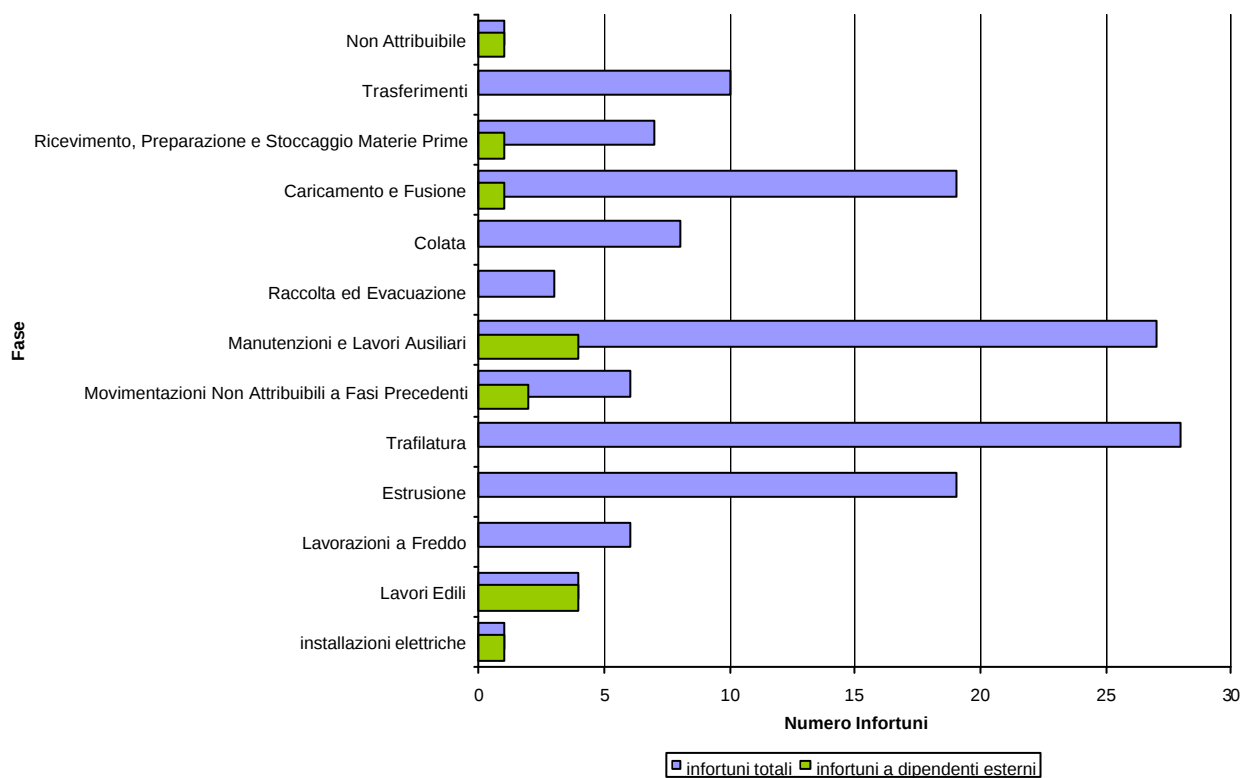


Figura 12. Leghe non ferrose.
Infortunati gravi riferiti a personale dipendente e a personale ditte esterne



Lettura delle evidenze infortunistiche del comparto

Figura 13. Evidenze che non necessitano di analisi statistica (Fonte: Altan)



Per potere orientare la prevenzione e selezionare gli eventi più critici è necessario osservare gli infortuni in relazione con la specifica attività:

- individuo la macrofase (la cui importanza si legge nelle precedenti Figure 5-8 dove gli infortuni sono suddivisi per fase di lavorazione);
- individuo le modalità di accadimento (cioè le dinamiche) più ricorrenti
- individuo gli eventi multipli, cioè le ripetizioni che si sono verificate in corrispondenza alla stessa fase di lavorazione specifica con medesima modalità di accadimento.

Qui è indicato il comparto analizzato	Il numero degli infortuni gravi considerati e, fra questi, gli eventi mortali: questi dati sono visualizzati nelle precedenti Figure 5, 6, 7, 8 distinti per macrofase			Le modalità di accadimento più ricorrenti
Qua è la macrofase di lavorazione	ACCIAIERIA	188	13	Gli eventi multipli caratterizzati dalla stessa fase di lavorazione specifica e dalla medesima modalità di accadimento
	Infortuni per macrofase	n	n†	
	Trasferimenti	16	--	Il numero delle evidenze
				EVIDENZE Analoghe modalità di accadimento Eventi multipli con stessa fase e con medesima modalità
				Traumi durante il movimento
				Trasferimenti a terra in reparto
				Caduta/ scivolamento durante salita/ discesa dislivelli
				7

Nelle successive Tabelle le due caratteristiche modalità di accadimento e fase di lavorazione + modalità di accadimento ripercorrono due volte lo stesso totale: concorrono a selezionare gli infortuni evidenti che costituiscono la stima più precisa e accurata dei rischi infortunistici suddivisi per fase di lavorazione e restituiscono le situazioni di massimo rischio emerse negli anni.



Queste tipologie di infortunio sono evidenziate con  e sono state considerate come *rischi infortunistici* della specifica fase lavorativa nei Capitoli “Analisi dei rischi, danni e prevenzione” di ogni attività.

Insieme a queste evidenze sono stati comunque considerati gli infortuni mortali e altri eventi particolari per evitare di perdere informazioni e ragionamenti, che sono stati perfezionati con scheda di approfondimento nella successiva analisi per fase di lavorazione.

Insieme a queste evidenze (indicate nelle successive Tabelle 2-5) sono stati comunque considerati gli infortuni mortali e altri eventi particolari per evitare di perdere informazioni e ragionamenti, che sono stati perfezionati in sede di analisi e che possono essere valorizzati in sede di prevenzione.

Tabella 2. Acciaieria. Evidenze infortunistiche

ACCIAIERIA	188	13		
Infortuni per macrofase	n	n†	EVIDENZE Analoghe modalità di accadimento Eventi multipli con stessa fase e con medesima modalità	n
Trasferimenti	16	--		
			Traumi durante il movimento	15
			Trasferimenti a terra in reparto	
			Caduta/ scivolamento durante salita/ discesa dislivelli	7
			Trasferimenti a terra in reparto	
			Urto/ caduta/ scivolamento in piano	4
			Trasferimenti a terra in reparto	
			Caduta da luoghi elevati	2
			Salita e discesa da carroponte	
			Scivolamento durante salita/ discesa delle scale	2
Preparazione carica	6	--		
			Dinamica concernente mezzi di sollevamento e trasporto	4
			Scarico rottame da autocarro	
			Schiacciamento durante manovre eseguite col magnete	2
Preparazione acciaio	40	3		
			Investimento da parte di materiali ustionanti	24
		2	Trasferimento con carroponte della cesta di carica	
			Investimento da parte del rottame in seguito a urto della cesta	2
			Preparazione dell'elettrodo	
			Schiacciamento fra l'elettrodo movimentato e struttura fissa	2
		1	Operazioni di controllo al termine affinazione	1
			Investimento da materiale ustionante dopo esplosione	5 inf.
			Operazioni manuali realizzate alla porta del forno	
			Investimento da parte di materiale ustionante	2
			Operazioni realizzate alla porta del forno	
			Investimento da materiale ustionante dopo esplosione	9
			Bussaggio	
			Investimento da parte di materiale ustionante	3
Lavorazioni in siviera	11	3		
			Investimento da parte di materiali ustionanti	8
			Operazioni alla porta del forno siviera durante l'affinazione	
			Investimento da parte di materiale ustionante	3
		2	Operazioni di scorifica	1
			Esplosione e proiezione dovuta alla sovrappressione	2 inf
		1	Movimentazione siviera	
			Tracimazione e investimento da parte di materiale ustionante	1

Colata	33	--		
			Investimento da parte di materiali ustionanti	11
			Dinamica concernente mezzi di sollevamento e trasporto	10
			Posizionamento della siviera Schiacciamento contro i supporti	2
			Apertura scaricatore e inizio colata Investimento da materiale ustionante dopo esplosione	2
			Conduzione della colata, estrazione della scoria, chiusura di linea Investimento da parte di materiale ustionante	3
			Movimentazione placche e colonne Schiacciamento nelle operazioni di messa in tiro	2
			Preparazione placche Schiacciato da placca urtata/ trascinata dalla gru	2
Trattamento effluenti	4	--		
			Versamento scoria Investimento da materiale ustionante dopo esplosione	2
Manutenzioni, ripristini, lavori ausiliari	60	4		
			Traumi durante il movimento	14
			Dinamica concernente mezzi di sollevamento e trasporto	13
			Dinamica concernente impianti, macchine	12
			Maneggio o contatto con materiali	9
		1	Manutenzione di carrello elevatore Rovesciamento del carico e investimento	1
			Pulizia e raccolta scarti Caduta/ scivolamento durante salita/ discesa dislivelli	3
			Pulizia delle parti superiori del forno e raccolta scarti Caduta da luoghi elevati	2
			Manutenzione meccanica e riparazione forno Caduta sull'impianto e in fosse sottostanti	2
		2	Manutenzione meccanica e riparazione forno Asfissia da argon	1 2 inf
			Manutenzione meccanica e riparazione forno Lesione da sforzo per movimento e posizionamento	2
			Manutenzione macchina di colata continua Uso di attrezzi manuali	2
			Manutenzione macchina di colata continua Contatto con parti in movimento della macchina	4
			Manutenzione carroponte Schiacciamento in manovre di posizionamento	2
			Manutenzione carroponte Schiacciamento fra carroponte e strutture capannone	4
			Impiego di macchine utensili Contatto con utensili in movimento	2
		1	Movimentazioni attribuibili alla manutenzione Investito dal mezzo di trasporto o dal carico	2
Altre movimentazioni	7	--		
			Dinamica concernente mezzi di sollevamento	5
			Movimentazioni con macchinari a terra Lesioni in seguito a urti e ribaltamento	2
Lavori edili, montaggi	8	3		
			Traumi durante il movimento	5
		1	Caricamento di macchine edili su rimorchio Caduta da posizione elevata	
		1	Lavori di montaggio in quota Caduta da copertura e ponteggio	2
		1	Installazione di componenti impiantistici al forno Investito da carroponte	1
Non attribuibili	3			

Tabella 3. Laminatoio. Evidenze infortunistiche

LAMINATOIO	281	11		
Infortuni per macrofase	N	n†	EVIDENZE Analoghe modalità di accadimento Eventi multipli con stessa fase e con medesima modalità	n
Trasferimenti	29	--		
			Traumi durante il movimento	26
			Trasferimenti a terra in reparto	13
			Caduta/scivolamento durante salita/ discesa dislivelli	
			Trasferimenti a terra in reparto	9
			Urto/ caduta/ scivolamento in piano	
Preparazione e riscaldamento semil.	17	2		
		1	Trasporto di un semiprodotto con carroponte Colpito dal carico oscillante	1
		1	Disincaglio tondi sul piano di caricamento forno Schiacciato dal materiale in lavorazione	1
			Traumi durante il movimento	7
			Dinamica concernente mezzi sollevamento e trasporto	5
Laminazione	50	--		
			Dinamica concernente impianti, macchine	14
			Maneggio o contatto con materiali	12
			Dinamica concernente mezzi sollevamento e trasporto	11
			Interventi di regolazione	5
			Contatto con parti in movimento di macchine	
			Conduzione della laminazione con attrezzi Contraccolpo nell'uso di leve	2
			Interventi di attrezzamento Schiacciamento/ lesione in operazioni di movimentazione	4
			Interventi di attrezzamento Contraccolpo nell'uso di attrezzi manuali	3
			Interventi di attrezzamento Schiacciamento durante il posizionamento con carroponte	3
			Interventi di attrezzamento Sganciamento del carico durante posizionamento con gru	2
			Interventi di disincaglio Caduta in piano	2
			Taglio e rimozione del ferro dopo incaglio Investimento da materiale in lavorazione	4
			Rimozione del ferro dopo incaglio Investimento da catena in tensione che si libera	2
Raccolta stoccaggio prodotto	63	4		
			Dinamica concernente impianti, macchine	24
			Dinamica concernente mezzi sollevamento e trasporto	15
			Traumi durante il movimento	10
			Interventi di sorveglianza impianti taglio e raccolta Investimento da materiale in lavorazione deviato da incagli	2
			Interventi di recupero spezzoni presso impianti di taglio Contatto con parti in movimento di macchine	2
			Interventi di legatura Investimento da materiale in lavorazione	5
			Interventi di legatura e inserimento cartellino Contatto con parti in movimento della legatrice	2
			Movimentazione dalla raccolta al magazzino Schiacciamento nelle operazioni di messa in tiro	3
			Imbragatura del fascio di prodotto Schiacciamento da parte del fascio che si muove	2
			Imbragatura del fascio in posizione elevata FOTO Caduta su cataste di prodotti	2

			Movimentazioni in magazzino e spedizione prodotto Schiacciamento nelle operazioni di messa in tiro	4
		1	Movimentazione in magazzino Sganciamento e caduta del carico durante il trasporto	1
		1	Movimentazioni in magazzino e spedizione prodotto Investimento da parte di mezzi/ componenti	2
			Disincagli impianto di confezionamento Lesioni da sforzo	2
		1	Disincagli impianti di raccolta Investimento da materiale in lavorazione	5
			Disincagli impianto di legatura Contatto con parti in movimento della macchina	2
			Disincagli impianto di legatura Intrappolamento tra organi fissi e organi mobili	3
		1	Collaudo troncatrice a disco Colpito dalla mola disintegrata	1
Raddrizzatura e collaudo	26	--		
			Dinamica concernente impianti, macchine	13
			Interventi manuali di alimentazione e regolazione raddrizzatrice Schiacciamento da parte del materiale in lavorazione	2
			Interventi manuali di alimentazione e raddrizzatura Intrappolamento fra organi in movimento e parti fisse	2
			Imbragatura del pacco alla raccolta Schiacciato dal materiale in lavorazione	2
			Movimentazione in magazzino Investimento da materiale che oscilla o viene proiettato	2
			Disincagli impianti di raddrizzatura Intrappolamento fra organi in movimento e parti fisse	2
Condizionamento	16	--		
			Dinamica concernente mezzi sollevamento e trasporto	8
			Maneggio o contatto con materiali	5
			Movimentazione prodotto finito Schiacciamento dovuto alle oscillazioni del carico	3
Manutenzioni e lavori aus.ri	62	2		
			Maneggio o contatto con materiali	17
			Dinamica concernente impianti, macchine	16
			Traumi durante il movimento	16
		1	Travaso di lubrificante Investito dallo scoppio del bidone	1
			Pulizia del pavimento Scivolamento in piano	2
			Manutenzione meccanica degli impianti Caduta/ scivolamento sulle vie a rulli FOTO	3
			Manutenzione meccanica degli impianti Caduta in aperture del pavimento	2
			Saldatura eseguita su attrezzatura Investimento da parte di esplosione	3
			Manutenzione meccanica delle attrezzature Lesione da sforzo/ schiacciamento in lavori di posizionamento	5
			Manutenzione meccanica delle attrezzature Contraccolpo durante l'uso di attrezzi manuali	2
			Interventi di sostituzione componenti in area pericolosa Investimento da parte di componenti causa avvio intempestivo	4
		1	Interventi di manutenzione meccanica impianti Intrappolamento fra organi in movimento e organi fissi	4
			Interventi di manutenzione meccanica impianti Oscillazione/ ribaltamento del carico	2
			Manutenzione elettrica Contatto con conduttori in tensione	3

			Ripristino attrezzature con macchine utensili Investito da materiale in lavorazione	2
			Ripristino attrezzature con macchine utensili Contatto con parti in movimento della macchina utensile	2
			Ripristino attrezzature con macchine utensili Intrappolamento fra organi in movimento e organi fissi	2
Altre movimentazioni	8	--		
			Dinamica concernente mezzi sollevamento e trasporto	4
Lavori edili, montaggi	4	3		
		1	Lavori edili Caduta del carico da mezzo di sollevamento	1
		2	Lavori edili Caduta da coperture in cemento-amianto	2
Non attribuibili	6	--		

Tabella 4. Fonderia. Evidenze infortunistiche

FONDERIA	95	4		
Infortunati per macrofase	n	n†	EVIDENZE Analoghe modalità di accadimento Eventi multipli con stessa fase e con medesima modalità	n
Trasferimenti	5	--		
			Traumi durante il movimento	4
			Trasferimenti a terra in reparto Urto/ caduta/ scivolamento in piano	2
Preparazione carica	2	--		
Lavorazioni in forno	10	--		
			Investimento da parte di materiali ustionanti	9
			Operazioni manuali realizzate alla porta del forno Investimento da parte di materiale ustionante	5
			Operazioni realizzate alla porta del forno Investimento da materiale ustionante dopo esplosione	2
Lavorazioni in siviera	3	--		
			Traumi durante il movimento	2
Colata	5	--		
			Operazione di colata Investimento da parte di materiale ustionante	2
Formatura	7	--		
			Dinamica concernente impianti, macchine	3
			Formatura automatica in linea Schiacciamento fra parti fisse della macchina e protezioni	2
Animisteria	3	--		
			Dinamica concernente impianti, macchine	2
Distaffatura	6	--		
			Dinamica concernente impianti, macchine	3
Sbavatura	10	--		
			Dinamica concernente mezzi di sollevamento	5
			Posizionamento del getto con paranco Schiacciamento nelle operazioni di mesa in tiro	2
			Controllo visivo Lesioni in operazioni di movimentazione manuale	2
Trattamenti termici	1	--		
Lavorazioni meccaniche	3	--		
			Movimentazione getti Schiacciamento nelle operazioni di imbrago	2
Manutenzioni, ripristini e lavori ausiliari	29	4		

			Dinamica concernente impianti, macchine	12
			Maneggio dei materiali	7
		1	Demolizione refrattario forno Caduta da luogo elevato	1
			Manutenzione impianti di fonderia Caduta da posizione elevata	2
		1	Manutenzione impianti di fonderia Schiacciamento in operazioni manuali di sollevamento	3
			Manutenzione impianti di fonderia Uso di martello	2
			Manutenzione impianti di fonderia Contatto con utensili/ parti in movimento di macchine	4
			Manutenzione impianti di fonderia Schiacciamento da parte di organi in movimento	4
		1	Manutenzione filtri a manica Schiacciato dal carroponte contro strutture fisse	1
		1	Pulizia impianto terre Intrappolamento fra organi fissi e organi in movimento	1
Altre movimentazioni	3	--		
Lavori edili, montaggi	8	--		
			Lavori edili Caduta dall'alto	2
			Demolizione edile Contatto con lubrificante ustionante	1 3inf
Non attribuibili	0	0		

Tabella 5. Leghe non ferrose. Evidenze infortunistiche

LEGHE NON FERROSE	158	5		
Infortunati per macrofase	n	n†	EVIDENZE Analoghe modalità di accadimento Eventi multipli con stessa fase e con medesima modalità	n
Trasferimenti	12	1		
			Traumi durante il movimento	6
			Dinamica concernete mezzi di trasporto	4
			Trasferimenti a terra in reparto Caduta/scivolamento durante salita/ discesa dislivelli	2
			Trasferimenti a terra in reparto Urto/ caduta/ scivolamento in piano	2
			Trasferimento in reparto Caduta da luoghi elevati	2
		1	Trasferimento a terra in reparto Investimento da parte di carrello elevatore e suo carico	2
Ricevimento e preparazione carica	11	1		
			Dinamica concernente mezzi di trasporto	6
		1	Ricevimento materie prime Investimento da parte di carrello elevatore e suo carico	2
			Stoccaggio del materiale a parco Lesione dovuta a contraccolpo in seguito a urto con mezzo	2
Caricamento e fusione	23	--		
			Investimento da parte di materiale ustionante	10
			Dinamica concernente mezzi di sollevamento e di trasporto	6
			Caricamento manuale Schiacciamento durante operazioni di movimentazione manuale	2
			Scorifica attraverso la porta del forno Investimento da parte di materiale ustionante	5

Colata	10	--		
			Investimento da parte di materiale ustionante	4
			Interventi sulle linee a causa di inconvenienti Intrappolamento fra organi in movimento e organi fissi	2
Raccolta ed evacuazione semilavorati	3	--		
Manutenzioni e lavori aus.	30	--		
			Maneggio o contatto con materiali	8
			Dinamica concernente mezzi di sollevamento	6
			Manutenzione impianti Caduta da luoghi elevati	2
			Manutenzione impianti Intrappolamento tra organi in movimento e organi fissi	3
			Manutenzione impianti Schiacciamento durante il trasporto	2
			Pulizia e raccolta scarti Caduta percorrendo dislivelli	2
			Movimentazioni durante le fasi di manutenzione Schiacciamento durante movimentazioni manuali	5
Altre movimentazioni	8	--		
			Dinamica concernente mezzi di sollevamento	4
			Movimentazione con carrello elevatore Investimento da parte del mezzo o contraccolpo	3
Trafilatura	28	2		
			Dinamica concernente impianti, macchine	17
			Alimentazione trafilatura Caduta materiale movimentato a mano	2
			Alimentazione trafilatura Intrappolamento tra organi in movimento e organi fissi	2
		1	Interventi di disincaglio trafilatura Intrappolamento tra organi in movimento e organi fissi	3
			Attrezzaggio trafilatura Intrappolamento tra organi in movimento e organi fissi	2
			Interventi disincaglio raccolta trafilatura Intrappolamento tra organi in movimento e organi fissi	3
		1	Raccolta prodotto Schiacciamento da materiale movimentato a mano	2
			Raccolta prodotto Intrappolamento tra organi in movimento e organi fissi	2
Estrusione	20	--		
			Dinamica concernente impianti, macchine	12
			Interventi disincaglio e raccolta scarti estrusore Investimento da parte di materiale in lavorazione	2
			Interventi disincaglio estrusore Intrappolamento tra organi in movimento e organi fissi	4
			Interventi in fase di raccolta prodotto Schiacciamento in operazioni di movimentazione manuale	3
			Interventi in fase di raccolta prodotto Contatto con parti in movimento della trafilatura	2
Laminazione	4	--		
			Dinamica concernente impianti, macchine	3
Lavorazioni officina	2	--		
Lavori edili, montaggi	5	1		
		1	Lavori edili in quota Cadute dall'alto per rottura di asse o copertura	2
			Lavori di montaggio Schiacciamento dovuto al movimento del mezzo	2
Non attribuibili	2	--		

Discussione dei fattori di rischio

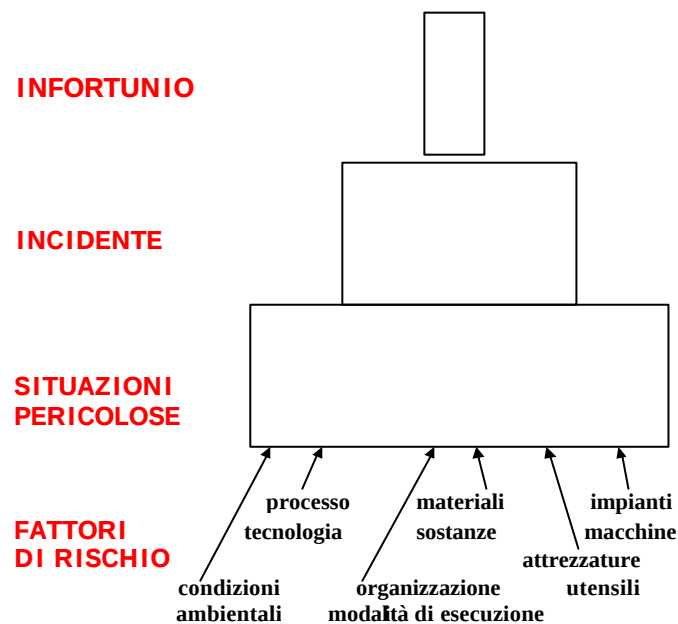
Gli infortuni gravi già verificatisi costituiscono la più importante banca dati, che il tempo ha reso disponibile, su cui concentrare gli sforzi di prevenzione. Per alcune lavorazioni, negli anni passati, è stato possibile condurre un lavoro sistematico: ogni evento è stato analizzato e discusso in specifiche riunioni e sopralluoghi, coinvolgendo i responsabili delle attività produttive, i rappresentanti dei lavoratori e i servizi di prevenzione. In altri casi, le informazioni sono state ricavate dalle indagini infortunistiche o da specifiche perizie tecniche.

Queste puntuali informazioni, con le quali è possibile costruire una concreta rete di interventi di prevenzione calibrati sui rischi che si sono evidenziati nelle situazioni storiche analizzate, vengono recepite nei profili di rischio sviluppati per ogni fase di lavorazione e nell'ultimo Capitolo *“Interventi”* riferito a problematiche comuni a tutte le attività.

Dopo avere individuato le evidenze che emergono dagli infortuni gravi già osservati, lo sforzo perseguito in questo lavoro è stato quindi quello di individuare per ogni singolo evento tutte le circostanze che hanno avuto un ruolo nella configurazione delle situazioni pericolose, nella generazione degli incidenti in concomitanza delle situazioni pericolose, nonché nell'evoluzione degli incidenti a infortuni.

La convinzione che sta alla base di un corretto approccio infortunistico è la seguente: ogni singolo infortunio è la parte emergente di un fenomeno che vede la sua base costituita da una serie di eventi (malfunzionamenti degli impianti, guasti, incidenti senza lesioni per le persone, in sintesi condizioni di anomale liberazione di energia) che solo saltuariamente dà origine a un incidente e che, a loro volta, solo con determinate condizioni comportano lesioni per le persone e si evidenziano come infortunio (Figura).

Figura 14. Piramide degli eventi infortunistici, regolata dalla probabilità e dalla dimensione del danno



Considerando l'interesse prevalente dei profili di rischio rivolto alla prevenzione, si è posta particolare attenzione alla discussione delle condizioni preliminari, definite *fattori di rischio*, utilizzando una griglia di classificazione che innanzitutto li suddivide in gruppi di natura diversa:

- strutture e spazi (SS)
- condizioni ambientali (CA)
- impianti e macchine (IM)
- movimentazione meccanica (MM)
- attrezzature e utensili (AU)
- procedure organizzative (PO)
- dispositivi di protezione personale (PP)

Per ogni gruppo di seguito sono maggiormente dettagliate e codificate (utilizzate nella discussione e organizzate per facilitare l'analisi tramite foglio elettronico) le diverse voci di rischio, ordinate secondo una gerarchia di importanza.

FATTORI DI RISCHIO INFORTUNISTICO

Si é definito "fattore di rischio infortunistico" qualunque circostanza (tecnologica, organizzativa, legata ai materiali e alle attrezzature usate, dipendente dalle modalità di esecuzione, ecc.) che abbia avuto un ruolo nelle circostanze dell'infortunio. Vanno indicati tutti i fattori che ragionevolmente hanno avuto un ruolo nella dinamica dell'infortunio.

L'attribuzione dei fattori di rischio dipendente in larga misura dalla discussione dell'infortunio e dalla professionalità delle persone che effettuano l'analisi: va quindi realizzato uno sforzo in termini di tempo analogamente a una succinta indagine infortunio.

Nel caso di fattore di rischio non identificabile con sicurezza o di fattore non contemplato, indicare il fattore di rischio infortunistico generico, cioè il primo di ogni gruppo.

00 Fattore di rischio non identificato

10 Strutture e spazi

- 11 Interferenza fra le linee di flusso dei materiali
- 12 Interferenza fra le operazioni
 - Ricaduta di inquinanti e di rischi da altre aree, dall'esterno
 - Interferenza fra aree sicure (transito, accesso, permanenza) e aree rese pericolose dalla lavorazione
 - Percorsi di accesso alle posizioni di lavoro pericolosi
- 13 Posizioni di lavoro inadeguata come collocazione e come spazio
 - Presenza di ingombri o ostacoli
- 14 Strutture inidonee ai carichi (muri, solai, ecc.)
 - Strutture deteriorate (solette, coperture, ecc.)
 - Strutture non adeguate allo stoccaggio di materiali pericolosi
- 15 Modalità incongrue di stoccaggio dei materiali/attrezzature
- 16 Mancanza di protezioni (aperture, posizioni elevate, ecc.)
- 17 Pavimentazione sconnessa o sdruciolevole
 - Insufficiente pulizia del pavimento presenza di acqua, olio
 - Scale, percorsi, pedane inidonee/senza dispositivi antiscivolo
- 18 Mancanza di visibilità
 - Illuminazione insufficiente
- 19 Segnaletica, cartelli, avvisi mancanti o insufficienti

- 20 Condizioni ambientali
- 21 Condizioni ambientali estreme (calore, polvere, fumo, vapore, ossido di carbonio)
- 22 Polveri aerodisperse

- 30 Impianti e macchine
- 31 Complessiva inadeguatezza della tecnologia in uso
Configurazione impiantistica e concezione processo inadeguati
Impiego di materie prime o ausiliarie sostituibili/condizioni di processo non controllabili
- 32 Componenti/particolari di impianti o macchine mal realizzati
- 33 Protezione degli organi in movimento inadeguata o assente
- 34 Posizione/configurazione dei comandi inadeguata
- 35 Posizione di lavoro senza condizioni di sicurezza
Posizione di lavoro non protetta o inadeguata
Mancanza di schermi, mancata o inadeguata coibentazione
- 36 Parti in tensione non schermate
- 37 Nessuno/inadeguato fissaggio dei pezzi in lavorazione
- 38 Mancanza di segnalazioni ottiche e acustiche di funzionamento
- 39 Assenza idonei dispositivi di comunicazione fra gli operatori

- 50 Movimentazione meccanica
- 51 Insufficiente dotazione di mezzi per la movimentazione
Movimentazioni gravose realizzate manualmente
- 52 Mezzi e componenti di trasporto non idonei
Attrezzature non idonee (legacci, funi, catene usurate, ecc.)
- 53 Modalità di sollevamento non sicure (tiro inclinato, carico sbilanciato, insufficienti punti di appiglio, ecc.)
- 54 Sistemi di movimentazione condotti a mano (carrelli, ecc.) eccessivamente caricati
- 55 Mancanza/carenza di dispositivi ottici e acustici di allarme

- 60 Attrezzature e utensili
- 61 Inadeguate/non esistenti per numero o dimensione (compresi dispositivi di sicurezza)
- 62 Componenti/particolari di attrezzature mal realizzate
 - Materiali deteriorati (sabbia umida, ecc.)
- 63 Mancanza/inadeguatezza di ponteggi/piattaforme per lavori in quota
- 64 Mancanza di dotazione/uso di scale/scalotti/piattaforme
- 65 Mancanza di dispositivo contro il ritorno di fiamma

- 70 Manutenzione
- 71 Verifiche non effettuate con la periodicità prevista
- 72 Non adeguata o insufficiente manutenzione prevista
- 73 Componenti non idonei mantenuti in servizio o sostituiti con insufficiente frequenza

- 80 Procedure organizzative
- 81 Interventi di manutenzione effettuati da personale non qualificato
- 82 Interventi di manutenzione effettuati con macchine in movimento/macchine operative
- 83 Operazioni su impianti elettrici in tensione
- 84 Modalità operative sbagliate (procedure non definite perché elementari)
 - Uso incongruo di utensile/macchina/attrezzo
 - Movimenti/progressione non coordinata, senza attenzione
- 85 Mancanza di coordinamento fra gli interventi (compreso quello di lavoratori non dipendenti)
- 86 Distanza di sicurezza non rispettata
- 87 Mansioni occasionali
- 88 Procedure mancanti/carenti/definite ma errate/anche in fase di collaudo
 - Informazioni rispetto ai rischi carenti/assenti
- 89 Procedure non applicate (rimozione di protezione)

- 90 Mezzi di protezione personale
- 91 mezzi mancanti non forniti
- 92 Mezzi forniti, ma non adeguati
- 93 Mezzi forniti non utilizzati correttamente
- 94 Mezzi forniti non utilizzati

Fattori di rischio per ogni attività metallurgica e per ogni fase di lavorazione

Osservando i fattori di rischio suddivisi per le macrofasi di lavorazione delle diverse attività metallurgiche (successive Tabelle 6-9 e Figure 15-18), si possono introdurre alcune considerazioni importanti e sintetiche.

1.

Il gruppo dei fattori di rischio riferito alle *Procedure Operative* comprende al suo interno elementi di formazione, informazione, che negli ultimi anni, in particolare con il DL 626/94 hanno avuto una attenzione sempre più elevata.

E' interessante osservare come questo aspetto emerge con il dovuto rilievo anche nelle analisi infortunistiche condotte all'inizio degli anni '90, nel periodo in cui sono state messe a punto le modalità di analisi di questi infortuni.

Questi fattori riferiti alle *Procedure Operative* si evidenziano in particolare per le fasi di Manutenzione, pulizia, ripristini e lavori ausiliari, riferite a tutte le attività considerate.

2.

Per alcune lavorazioni importanti e centrali per le specifiche attività:

- Acciaieria: Preparazione acciaio, Lavorazioni in siviera, Colata dell'acciaio
- Laminatoio: Preparazione e riscaldamento del semilavorato, Raccolta e stoccaggio prodotto, Raddrizzatura e collaudo
- Fonderia: Lavorazioni in forno, Colata
- Leghe non ferrose: Caricamento e fusione, colata

si evidenzia invece un importante mix riferito a molteplici gruppi di fattori di rischio, a indicare la complessità dell'intervento di prevenzione.

3.

Alcune attività:

- Leghe non ferrose: Trafilatura, Lavorazioni a freddo
- Laminatoio: Laminazione e Raccolta prodotto

evidenziano l'importanza del *rischio meccanico*, dovuto principalmente alla presenza di organi in movimento e di materiale in lavorazione.

Tabella 6. Acciaieria. Incidenza (%) dei diversi fattori di rischio sul totale degli infortuni della macrofase

ACCIAIERIA		% di incidenza sul totale degli infortuni della macrofase								
		Fattori di Rischio								
Macro Fase	N° infortuni	OO	SS	CA	IM	MM	AU	MA	PO	PP
Non Attribuibile	3	67	0	0	0	33	0	0	0	0
Trasferimenti	16	19	31	0	0	0	6	19	44	0
Preparazione Carica	6	0	50	0	0	17	0	0	100	0
Preparazione Acciaio	40	0	18	30	60	3	10	30	58	25
Lavorazioni in Siviera	11	0	27	45	9	36	9	18	82	36
Colata dell'Acciaio	33	0	27	24	24	9	12	24	45	21
Operazioni Ausiliarie di Acciaieria	4	0	75	0	25	25	25	0	75	0
Manutenzioni, Ripristini, Lavori Ausiliari	60	2	27	5	20	13	10	7	67	5
Movimentazioni Non Attribuibili a Fasi Precedenti	7	0	29	0	14	29	0	0	71	0
Lavori Edili	5	20	40	0	40	0	20	20	60	40
Montaggio Installazioni	3	0	67	0	0	0	0	0	100	0

Legenda

SS	Strutture e Spazi
CA	Condizioni Ambientali
IM	Impianti e Macchine
MM	Movimentazione Meccanica
AU	Attrezzature e Utensili
MA	Manutenzione
PO	Procedure Operative
PP	Protezioni Personali

Figura 15. Acciaieria. Incidenza (%) dei diversi fattori di rischio sul totale degli infortuni della macrofase

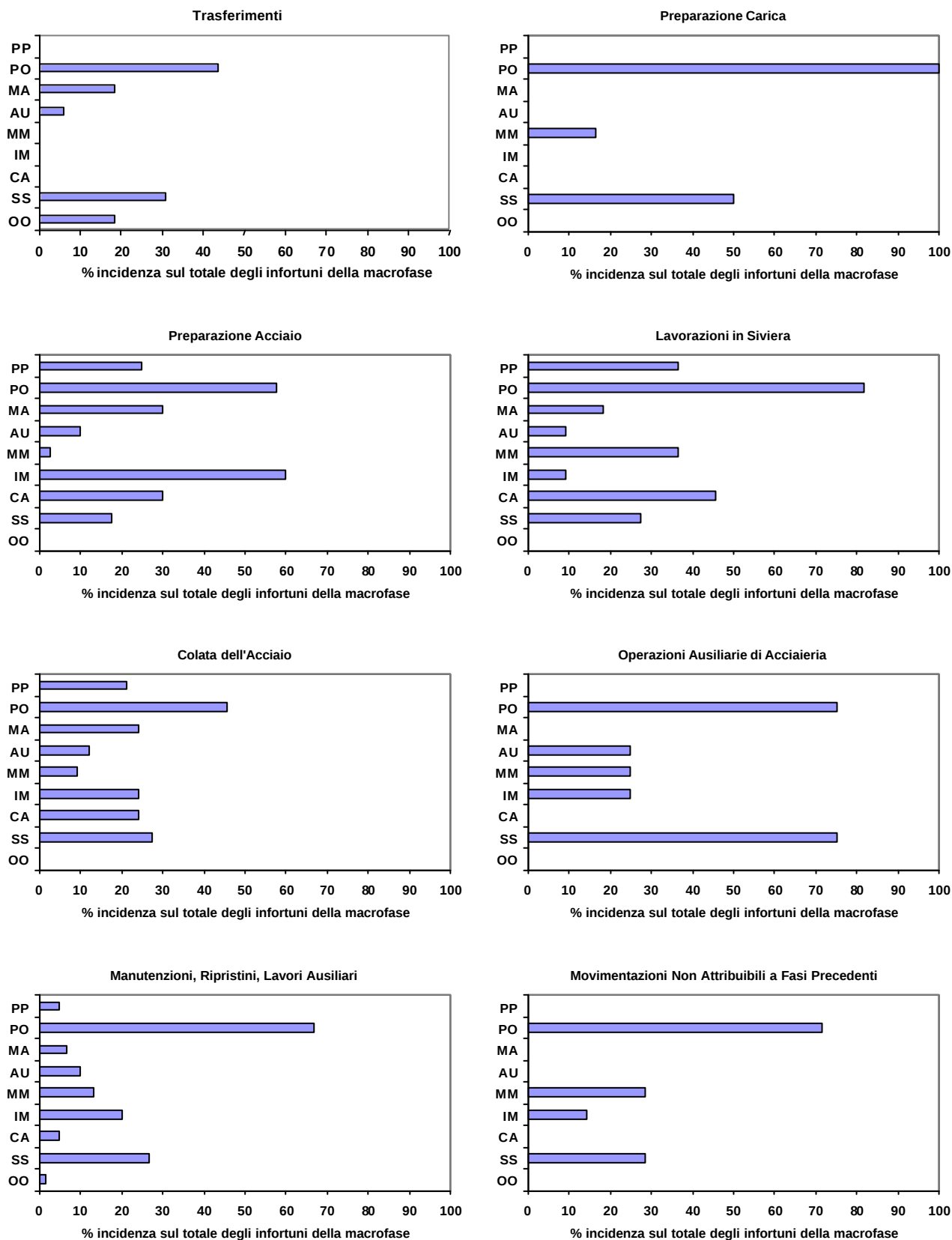


Tabella 7. Laminatoio. Incidenza (%) dei diversi fattori di rischio sul totale degli infortuni della macrofase

LAMINATOIO		% di incidenza sul totale degli infortuni della macrofase								
		Fattori di Rischio								
Macro Fase	N° infortuni	OO	SS	CA	IM	MM	AU	MA	PO	PP
Non Attribuibile	6	83	0	0	0	0	0	0	17	0
Trasferimenti	29	14	31	0	7	0	0	10	66	0
Preparazione e Riscaldamento dei Prodotti	17	0	41	24	29	12	18	0	41	12
Laminazione	50	4	20	12	26	18	6	2	72	4
Raccolta e Stoccaggio Prodotto	63	3	19	6	33	21	3	8	54	2
Raddrizzatura, Collaudo	26	12	15	0	27	19	8	4	58	0
Manutenzioni e Lavori Ausiliari	62	3	19	0	23	11	15	3	76	5
Movimentazioni Non Attribuibili a Fasi Precedenti	8	13	13	0	13	25	13	13	75	13
Condizionamento	16	0	19	0	6	38	6	6	100	0
Lavori Edili	4	0	100	0	0	25	0	0	100	50

Legenda

SS	Strutture e Spazi
CA	Condizioni Ambientali
IM	Impianti e Macchine
MM	Movimentazione Meccanica
AU	Attrezzature e Utensili
MA	Manutenzione
PO	Procedure Operative
PP	Protezioni Personali

Figura 16. Laminatoio. Incidenza (%) dei diversi fattori di rischio sul totale degli infortuni della macrofase

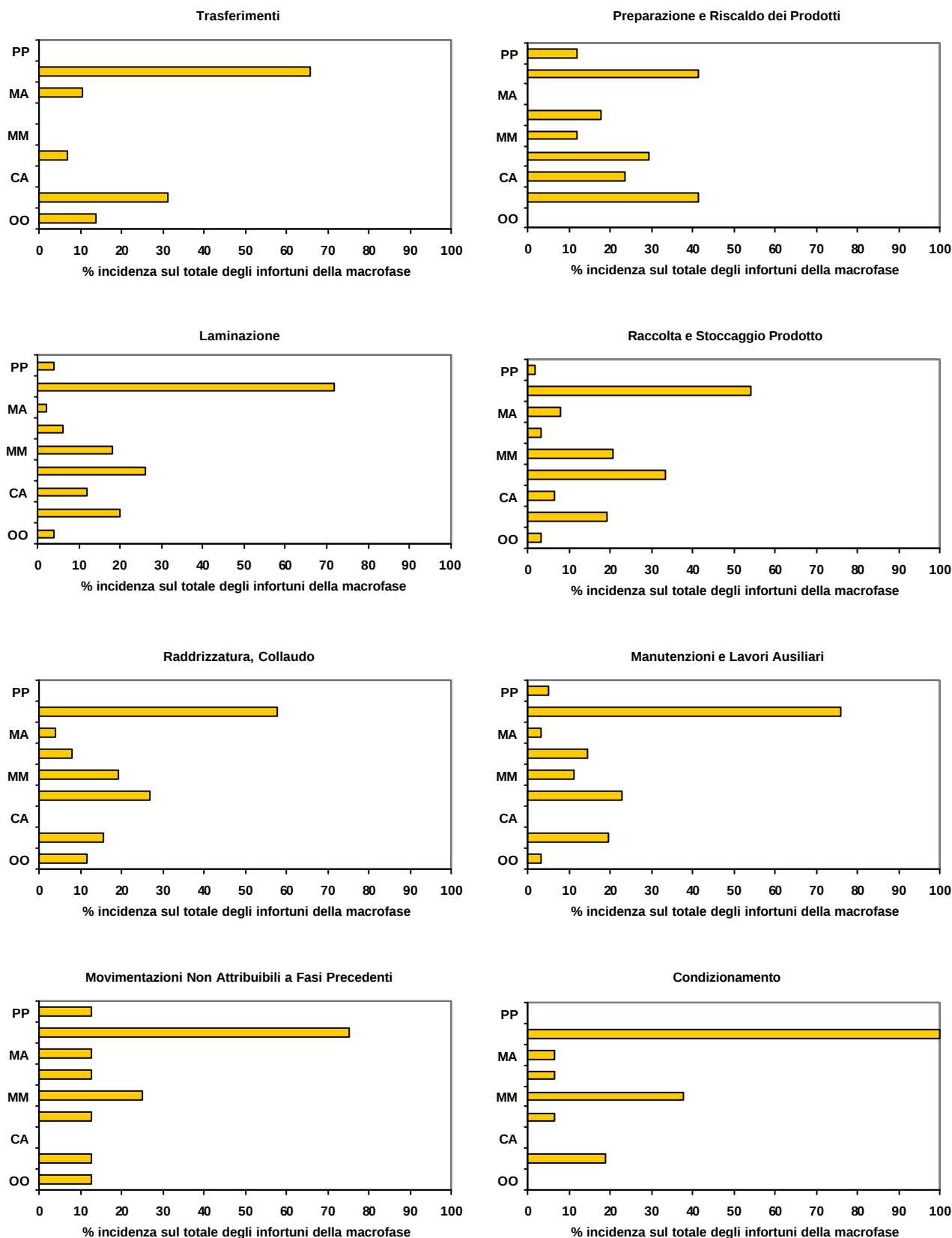


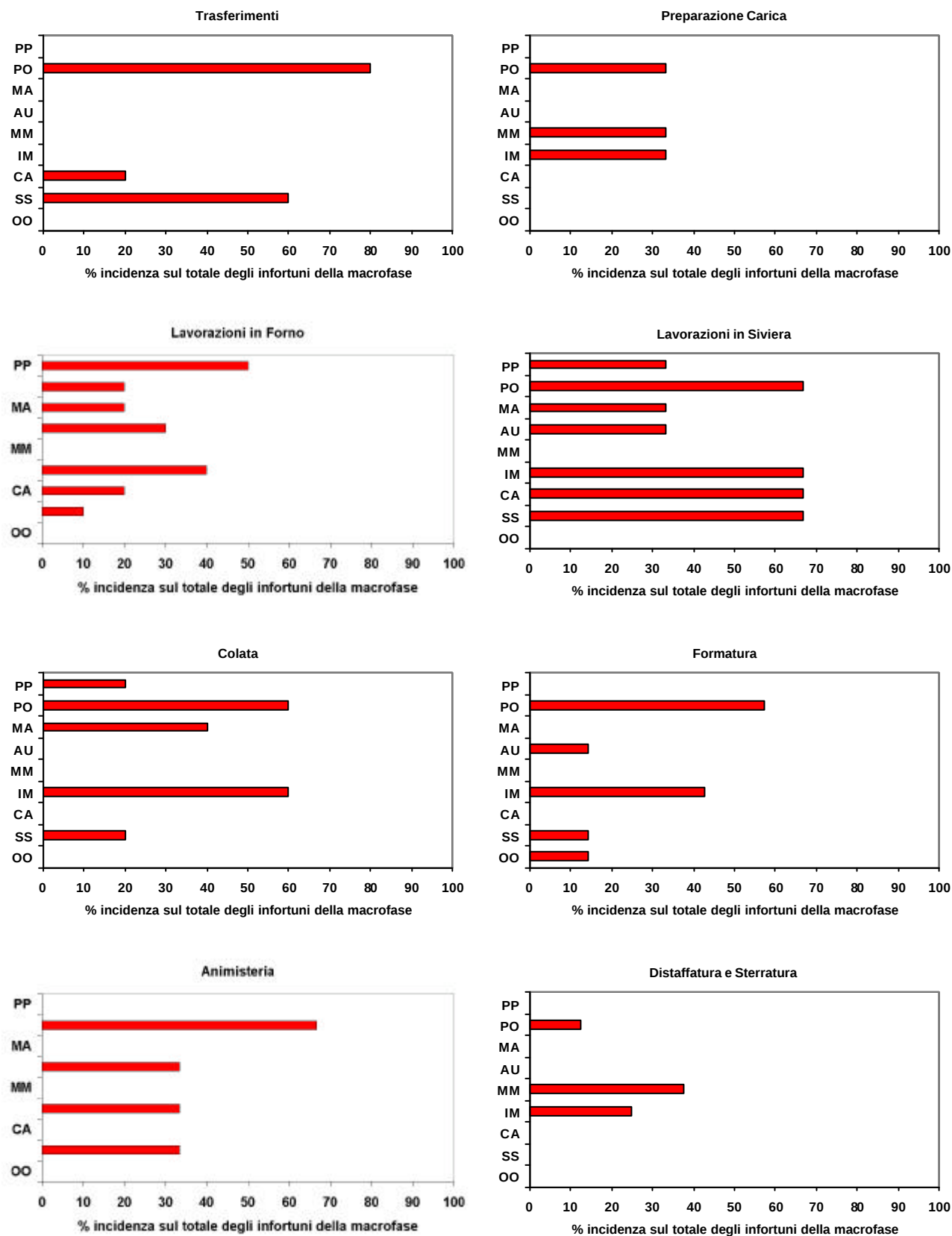
Tabella 8. Fonderia. Incidenza (%) dei diversi fattori di rischio sul totale degli infortuni della macrofase

FONDERIA		% di incidenza sul totale degli infortuni della macrofase								
		Fattori di Rischio								
Macro Fase	N° infortuni	OO	SS	CA	IM	MM	AU	MA	PO	PP
Non Attribuibile	0									
Trasferimenti	5	0	60	20	0	0	0	0	80	0
Preparazione Carica	3	0	0	0	33	33	0	0	33	0
Lavorazioni in Forno	10	0	10	20	40	0	30	20	20	50
Lavorazioni in Siviera	3	0	67	67	67	0	33	33	67	33
Colata	5	0	20	0	60	0	0	40	60	20
Formatura	7	14	14	0	43	0	14	0	57	0
Animisteria	3	0	33	0	33	0	33	0	67	0
Distaffatura e Steratura	8	0	0	0	25	38	0	0	13	0
Sbaveria	10	10	0	0	0	30	20	0	60	0
Trattamenti termici	1	0	100	0	100	0	100	0	100	0
Lavorazioni meccaniche	3	0	0	0	0	0	0	0	100	0
Assemblaggio	0									
Manutenzioni, Ripristini, Lavori Ausiliari	29	7	21	7	34	14	7	10	79	14
Movimentazioni Non Attribuibili a Fasi Precedenti	3	0	0	0	0	33	0	33	67	33
Lavori edili	3	0	67	0	0	0	0	0	67	0
Installazioni elettriche	1	0	0	0	0	0	100	0	0	100
Montaggio installazioni	4	0	0	0	75	0	0	0	100	0

Legenda

SS	Strutture e Spazi
CA	Condizioni Ambientali
IM	Impianti e Macchine
MM	Movimentazione Meccanica
AU	Attrezzature e Utensili
MA	Manutenzione
PO	Procedure Operative
PP	Protezioni Personali

Figura 17. Fonderia. Incidenza (%) dei diversi fattori di rischio sul totale degli infortuni della macrofase



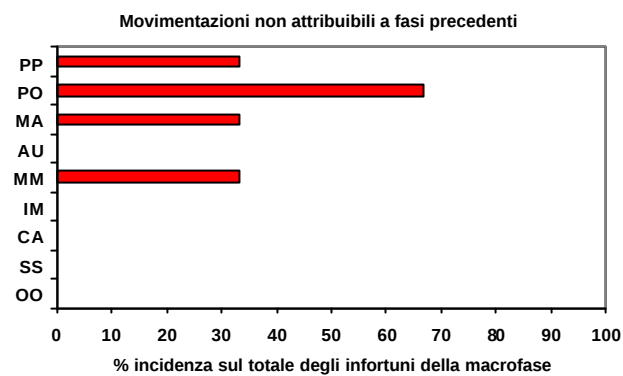
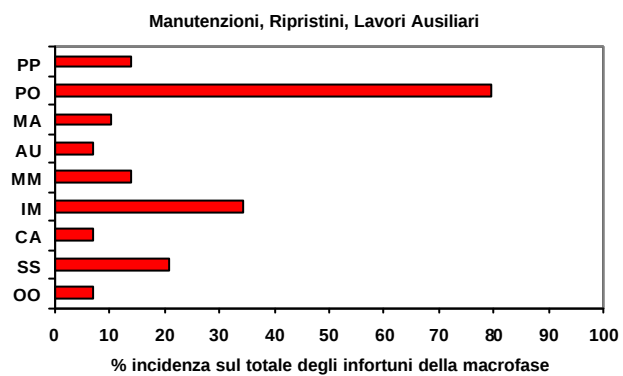
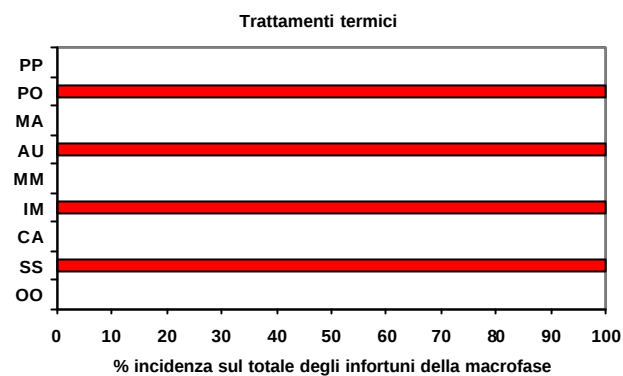
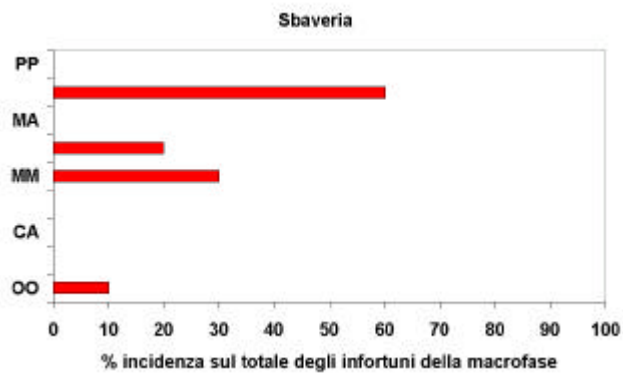


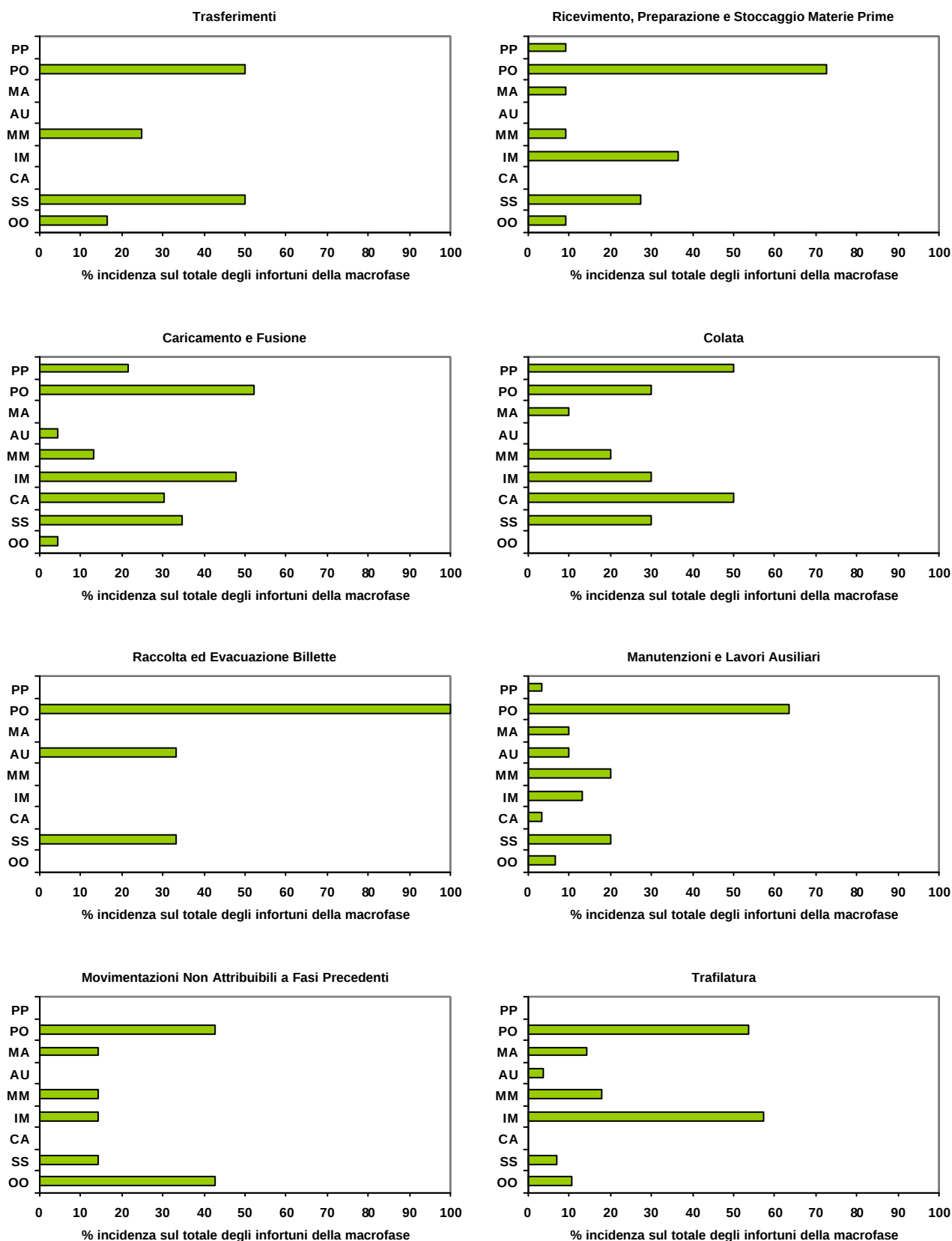
Tabella 9. Leghe non ferrose. Incidenza (%) dei diversi fattori di rischio sul totale degli infortuni della macrofase

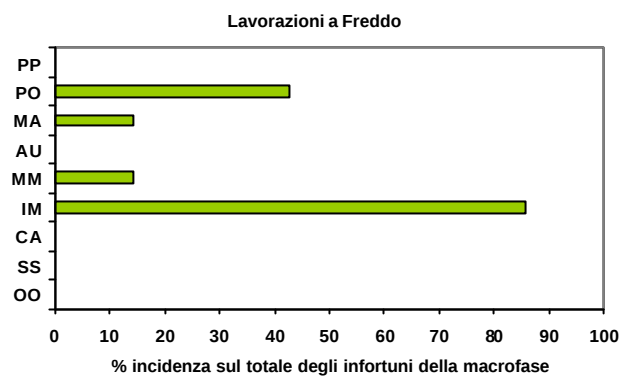
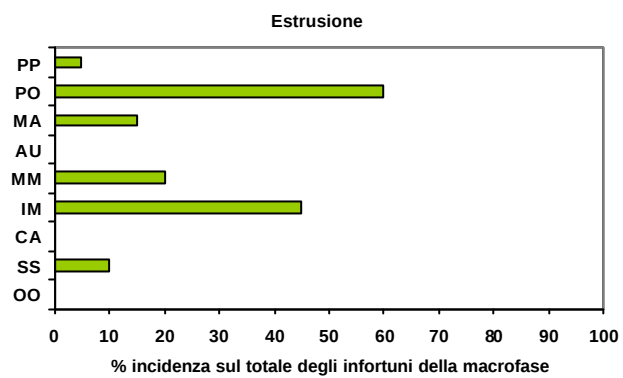
LEGHE NON FERROSE		% di incidenza sul totale degli infortuni della macrofase								
		Fattori di Rischio								
Macro Fase	N° infortuni	OO	SS	CA	IM	MM	AU	MA	PO	PP
Non Attribuibile	2	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Trasferimenti	12	17	50	0	0	25	0	0	50	0
Ricevimento, Preparazione e Stoccaggio Materie Prime	11	9	27	0	36	9	0	9	73	9
Caricamento e Fusione	23	4	35	30	48	13	4	0	52	22
Colata	10	0	30	50	30	20	0	10	30	50
Raccolta ed Evacuazione Billette	3	0	33	0	0	0	33	0	100	0
Manutenzioni e Lavori Ausiliari	30	7	20	3	13	20	10	10	63	3
Movimentazioni Non Attribuibili a Fasi Precedenti	7	43	14	0	14	14	0	14	43	0
Trafilatura	28	11	7	0	57	18	4	14	54	0
Estrusione	20	0	10	0	45	20	0	15	60	5
Lavorazioni a Freddo	7	0	0	0	86	14	0	14	43	0
Lavori Edili	4	0	25	0	0	0	25	0	50	25
Installazioni elettriche	1	0	0	0	0	100	0	0	100	0

Legenda

SS	Strutture e Spazi
CA	Condizioni Ambientali
IM	Impianti e Macchine
MM	Movimentazione Meccanica
AU	Attrezzature e Utensili
MA	Manutenzione
PO	Procedure Operative
PP	Protezioni Personali

Figura 18. Leghe non ferrose. Incidenza (%) dei diversi fattori di rischio sul totale degli infortuni della macrofase





2. Riferimenti legislativi

La raccolta delle informazioni riferite agli infortuni gravi ha consentito di individuare anche i “riferimenti legislativi” a corredo delle specifiche fasi di lavorazione per le diverse attività metallurgiche esaminate.

In questa premessa sono riportate due riflessioni che consentono di leggere in modo più corretto questi riferimenti:

- la prima riferita alla complessità del sistema introdotto con il D.L. 626/94, dove con lo stesso articolo vengono coinvolti e responsabilizzati soggetti diversi;
- la seconda riferita alla necessità di introdurre diverse filosofie di prevenzione con riferimento ai diversi regimi con cui viene utilizzata una macchina che presenta zona pericolosa di intervento.

Correlazione dei rischi infortunistici con le inadempienze a norme di legge

Il D.P.R. 547/55 ha una “struttura” di tipo “comanda e controlla”, ovvero la stessa norma individua minuziosamente i requisiti che devono possedere i luoghi e le attrezzature di lavoro e stabilisce le relative sanzioni per i trasgressori.

Il D.Lgs. 626/94 ha introdotto una nuova “filosofia” della prevenzione basata sulla responsabilità diffusa e l'autoregolazione: i soggetti chiamati a vario titolo a operare per migliorare la sicurezza e la salute dei lavoratori sul luogo di lavoro sono molteplici: datori di lavoro, dirigenti e preposti (Art. 4), lavoratori (Art. 5), progettisti, fabbricanti, fornitori e installatori (Art. 6), appaltatori o prestatori d'opera (Art. 7) servizio di prevenzione e protezione (Art. 8) medico competente (Art. 17).

Inoltre il processo di individuazione e valutazione dei fattori di rischio deve risultare specifico per ogni singola attività produttiva e le azioni di prevenzione riguardare non solo gli aspetti tecnici, in buona parte già delineati dai D.P.R. 547/55, D.P.R. 303/56 e dalle Norme tecniche, ma anche le componenti organizzativa e umana.

A fianco alle direttive CE recepite dal D.Lgs. 626/94, di tipo prettamente sociale, si innestano anche le “direttive di prodotto”; in questo ambito assume particolare rilievo la “direttiva macchine” recepita con il D.P.R. 459/96 (Art. 35 D.Lgs. 626/94).

Alla luce di quanto sopra detto, a fronte di specifiche carenze antinfortunistiche si prefigura un quadro di violazioni normative e di conseguenti responsabilità, alquanto diversificato, qualora si applichi il D.P.R. 547/55 (Tabella 10) o il D.Lgs. 626/94 (Tabella 11); il tutto è meglio evidenziato nell'esempio riportato riferito alla fase di caricamento di un forno di riscaldamento, in cui si riscontri la mancanza di schermi o barriere a parti in movimento.

Tabella 10. Esempio di applicazione del DPR 547/55

Area riscaldamento Fase: caricamento billette	Rischio	Possibili violazioni D.P.R. 547/55	Responsabili
Condizione Mancanza di schermi o barriere a parti in movimento (ribaltatori, trasferitori)	Schiacciamento Intrappolamento	Art. 41 Assenza / carenza di protezioni delle macchine Art. 48 pulizia, ingrassaggio di organi in moto Art. 375 Riparazione e manutenzione con organi in movimento o senza ulteriori cautele	Datori di lavoro e dirigenti

Tabella 11. Esempio di applicazione del DPR 547/55 e di legislazione successiva

Area riscaldamento Fase: caricamento billette	Rischio	Possibili violazioni D.Lgs. 626/94 D.P.R. 459/96	Responsabili
Condizione Mancanza di schermi o barriere a parti in movimento (ribaltatori, trasferitori)	Schiacciamento Intrappolamento	Art. 4 valutazione del rischio carente / assente Art. 5 utilizzo non corretto da parte dei lavoratori Art. 22 / Art. 38 carente formazione / addestramento Art. 35 attrezzature non idonee ai fini della sicurezza Art. 6 progettazione, realizzazione, installazione non conforme ai requisiti essenziali di sicurezza (D.P.R. 459/96)	Datore di lavoro Lavoratori Datori di lavoro, dirigenti e preposti Datori di lavoro, dirigenti e preposti Progettisti, fabbricanti e installatori

Logica di prevenzione in corrispondenza ai diversi regimi di attività

Le inadempienze legislative, per ottenere un efficace riscontro, devono per quanto possibile essere contestualizzate con riferimento alle condizioni richieste dall'attività.

Di seguito sono esemplificati in maniera schematica i requisiti e le condizioni di prevenzione in corrispondenza a diversi regimi di lavorazione.

REGIME: NORMALE FUNZIONAMENTO

Esempi

- marcia automatica di macchina complessa
- stazione di lavoro governata da robot o manipolatori
- manovre in zona pericolosa con funzionamento bloccato

Requisito

Non deve essere possibile, anche in caso volontario o di distrazione o di errore, intervenire nella "zona pericolosa" e/o giungere a contatto con il componente pericoloso

Prevenzione

È la condizione più "semplice" da governare:

- dispositivi di protezione attivi

REGIME: INTERVENTI NON CONTINUATIVI

Esempi

- interventi di avvio e di regolazione
- interventi dopo malfunzionamenti e guasti

Requisito

Deve essere possibile intervenire nella "zona pericolosa" senza giungere a contatto con il componente pericoloso

Prevenzione

Si tratta di condizione più complessa da governare in quanto deve tenere conto della necessità di intervento in zona pericolosa e, in alcune situazioni, di coordinamento fra operatori

- dispositivi di protezione esclusi: impianto "messo in sicurezza"
- marcia manuale, marcia a impulsi, marcia lenta
- operatore singolo: posizioni di manovra protette
- più operatori: visibilità e comunicazione

REGIME: MANUTENZIONE

Esempi

- controllo delle condizioni di usura dell'impianto
- lubrificazione, controllo dei fluidi di servizio
- sostituzione di componenti

Requisito

Impianto completamente fermo

Parte di impianto completamente fermo e messa in sicurezza delle altre parti

Prevenzione

Condizioni analoghe al regime precedente, in genere caratterizzate da possibilità di programmazione

- dispositivi di protezione esclusi
- messa in sicurezza di eventuali organi pericolosi (caldi, taglienti ...)
- impossibilità di avviamento impianto da posizione remota (es. selettore modale a chiave)
- idonee attrezzature / utensili
- procedure operative e addestramento

REGIME: GUASTI, EMERGENZE

Esempi

- fuoriuscita del materiale dal percorso di lavorazione
- avaria sistema di raffreddamento
- esplosioni chimiche o fisiche nel reattore o nei sistemi di aspirazione

Requisito

Dispositivi resistenti alle sollecitazioni meccaniche e ambientali

Prevenzione

In queste condizioni le protezioni devono garantire il contenimento dell'energia impropriamente liberata rispetto alle posizioni occupate dagli operatori e la possibilità di intervento degli stessi nel porre sotto controllo la situazione

- dispositivi di protezione esclusi
- comandi identificati chiaramente
- "messa in sicurezza" dell'impianto fattibile e semplice
- procedure operative e addestramento

3. Rischi, danni e prevenzione. Lavori edili, installazioni e pulizie

Si è ritenuto di accorpare e osservare congiuntamente gli eventi infortunistici che si sono osservati durante lo svolgimento di lavori edili, installazioni e pulizie, indipendentemente dal comparto in cui si sono verificati.

Si tratta di attività diversa da quella specifica metallurgica.

Occorre comunque osservare che la presenza di addetti esterni per attività di demolizione, adeguamento, installazione, revamping impiantistico è da considerare praticamente continua all'interno di questo comparto interessato da continui interventi.

Ovviamente non vengono considerati in modo sistematico tutti i rischi del comparto edile e dell'installazione, ma vengono sintetizzati e posti in piena visibilità solo i rischi che si sono evidenziati con l'analisi infortunistica condotta.

Tabella 12. Tutto il comparto metallurgia. Lavori edili. Installazioni. Pulizie.
Sintesi dei rischi di natura infortunistica: identificazione, danni, interventi di prevenzione

Alcune voci risultano dall'analisi statistica degli eventi infortunistici: questi rischi specifici, indicati con , riportano l'operazione pericolosa, la modalità di accadimento, il danno rilevato, i fattori di rischio che sono stati valutati evidenti

	IDENTIFICAZIONE RISCHIO → OPERAZIONE → MODALITA'	DANNO ATTESO DANNO RILEVATO	INTERVENTI DI PREVENZIONE FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI
E1 	→ sollevamento per lavori edili e di installazione → sbilanciamento del carico durante il trasporto	Ferite Esiti mortali	Interferenza fra le operazioni Modalità di sollevamento non sicure Procedure elementari errate Mancanza di coordinamento fra operatori
	→ lavori di rimozione e di montaggio → caduta dall'alto	Fratture Esiti mortali	Coperture non idonee ai carichi (lastre eternit, lastre policarbonato, assi e pannelli in legno) Mancanza di protezioni Posizione di lavoro senza condizioni di sicurezza Mancanza di ponteggi o piattaforme Personale non formato e qualificato Procedure carenti e/o non rispettate Mezzi forniti non utilizzati
E2 	→ taglio con cannello durante installazione → investimento da parte di olio residuo	Ustioni	Tecnologia di intervento non adeguata Procedure non applicate
	→ lavori edili → schiacciato da un escavatore che si ribalta	Fratture	Procedure carenti
	→ lavori edili e di montaggio → investito dal carrozzone in movimento	Contusioni, traumi Esiti mortali	Interferenza fra le operazioni Interventi di manutenzione con macchine operative Mancanza di coordinamento fra operatori Procedure mancanti o carenti

Fattori di rischio per lavori edili, installazioni, pulizie

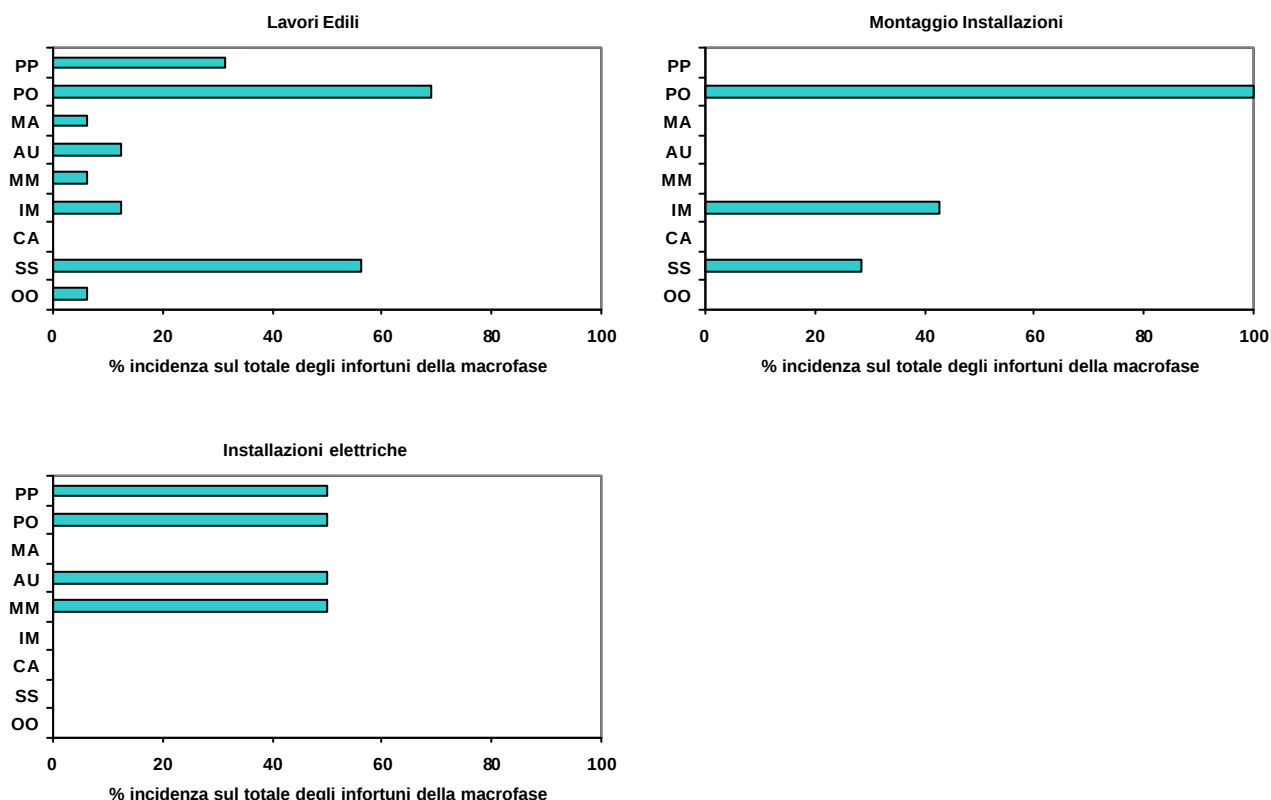
Tabella 13. Lavori edili, installazioni, pulizie. Incidenza (%) dei diversi fattori di rischio sul totale degli infortuni della macrofase

Macro Fase	N° infortuni	% di incidenza sul totale degli infortuni della macrofase								
		Fattori di Rischio								
		OO	SS	CA	IM	MM	AU	MA	PO	PP
Lavori Edili	16	6	56	0	13	6	13	6	69	31
Montaggio Installazioni	7	0	29	0	43	0	0	0	100	0
Installazioni elettriche	2	0	0	0	0	50	50	0	50	50

Legenda

SS	Strutture e Spazi
CA	Condizioni Ambientali
IM	Impianti e Macchine
MM	Movimentazione Meccanica
AU	Attrezzature e Utensili
MA	Manutenzione
PO	Procedure Operative
PP	Protezioni Personali

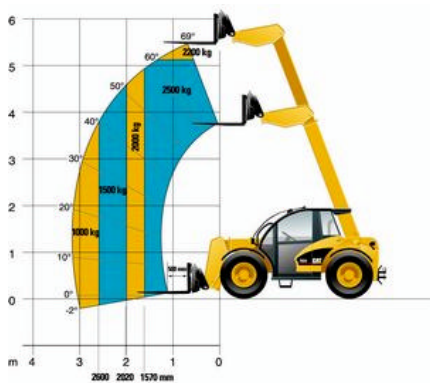
Figura 18. Lavori edili, installazioni, pulizie. Incidenza (%) dei diversi fattori di rischio sul totale degli infortuni della macrofase

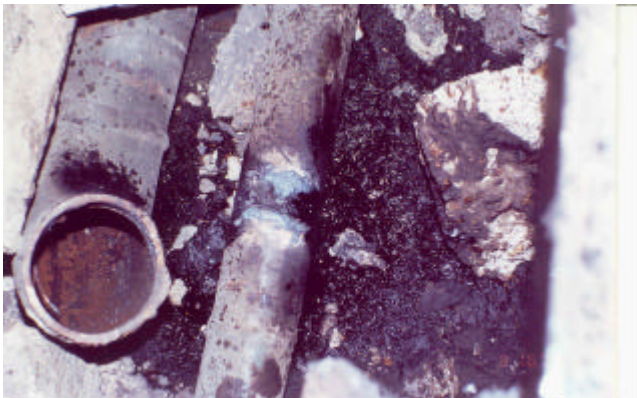


Occorrenze legislative segnalate nell'analisi degli infortuni gravi.

numero	Legge/ Articolo
5	626/4 obblighi del datore di lavoro, del dirigente, del preposto
4	547/4 obblighi dei datori di lavoro, dei dirigenti e dei preposti
4	164/10 impiego cinture di sicurezza
3	626/5 obblighi dei lavoratori
3	626/22 formazione dei lavoratori
3	164/70 apprestamenti per lavori su tetti e coperture
2	626/21 informazione dei lavoratori
1	626/7 contratto di appalto o contratto d'opera
1	626/6 obblighi dei progettisti, dei fabbricanti, dei fornitori e degli installatori
1	626/35 obblighi del datore di lavoro in merito all'uso delle attrezzature da lavoro
1	547/5 obbligo di informazione per i lavoratori autonomi dei rischi specifici dell'ambiente di lavoro
1	547/376 accesso per i lavori di manutenzione o manutenzione a punti pericolosi
1	547/374 carente manutenzione delle strutture e degli impianti
1	547/27 protezione delle impalcature, delle passerelle, dei ripiani
1	547/215 velocità dei mezzi e apparecchi di trasporto
1	547/182 posti di manovra degli apparecchi di sollevamento e di trasporto
1	547/10 protezione delle aperture nel suolo
1	494/5 visibilità e correttezza della marcatura CE
1	494/3 obbligo del committente di valutare l'entità dei rischi del futuro cantiere
1	164/7 idoneità delle opere provvisorie
1	164/23 idoneità delle tavole costituenti il piano di calpestio
1	164/12 sicurezza rispetto a franamenti nei lavori di scavo

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA INFORTUNIO		FONDERIA Installazione di un nuovo impianto di aspirazione Movimentazione di alcuni depositi di staffe tramite carro ponte per posizionare un particolare dell'impianto succitato (tipologia ricorrente anche in numerose fasi delle lavorazioni di fonderia e delle attività di installazione in tutto il comparto metallurgia) E1 
Modalità di accadimento		Dopo aver depositato le staffe nel nuovo sito, mentre sganciava l'imbraco due staffe gli scivolavano addosso. L'imbraco era stato eseguito correttamente Lo scivolamento delle due staffe è stato causato dalla pavimentazione sconnessa (terra di fonderia in cumuli e mal costipata).
Mansioni coinvolte		Installatore di impianti elettrici (dipendente di ditta esterna).
Osservazioni Discussione		Tutte le fasi erano eseguite dalla singola persona
Fattori di rischio evidenziati		• Omessa valutazione dei rischi relativi alla specifica lavorazione tenuto conto delle particolari caratteristiche dell'ambiente di lavoro (pavimentazione sconnessa, scarsa illuminazione, casualità dei depositi) dov'era eseguita (violazione art. 4 comma del D.Lgs 626/94). • omessa informazione sui rischi per la sicurezza connessi con l'impiego del carro ponte (art. 21 del D.lgs. 626/94). • Scarsa manutenzione della pavimentazione della fonderia che, raramente, veniva livellata essendo costituita da terre di fonderia. • Scarsa manutenzione delle superfici finestra e inadeguatezza dell'impianto di illuminazione artificiale.
Interventi		• Valutare i rischi relativi alla specifica mansione coordinandoli con il documento di valutazione dei rischi redatto dalla fonderia; • Mantenere in buono stato la pavimentazione, le superfici finestrate e migliorare l'impianto di illuminazione artificiale. • Informazione dei lavoratori rispetto al posto di lavoro e alla specifica mansione.

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica	ACCIAIERIA Fase di montaggio di una struttura di insonorizzazione del forno elettrico Scarico del materiale da automezzi mediante carrello a braccio telescopico
TIPOLOGIA INFORTUNIO	E1 
Modalità di accadimento	Sbilanciamento e caduta di materiale posizionato a terra, che viene reso instabile e colpisce gli addetti che operano nelle vicinanze
Mansioni coinvolte	Manovratore del carrello a braccio telescopico (Ditta esterna). Assistenti al carico (Ditta esterna).
Osservazioni Discussione	Il carrellista era a conoscenza delle corrette modalità di manovra tuttavia non ha preteso che le persone che sostavano sul pianale del mezzo si spostassero ad una distanza di sicurezza
Fattori di rischio evidenziati	Operazione imprecisa da parte dell'operatore che manovrava il carrello a braccio telescopico in condizioni di scarsa visibilità di manovra Errato posizionamento degli assistenti al carico che sono rimasti nel raggio di manovra dello stesso. • Aver eseguito manovre tali da compromettere l'altrui sicurezza e in particolare per avere manovrato in condizioni di mancanza della completa visibilità di tutta la zona di operazione del mezzo (violazione art. 5 comma 2 lettera 6 del D.Lgs 626/94 c.d. art.182 del DPR 547/55). • omesso di aver adottato misure organizzative atte ad evitare che i lavoratori a piedi si trovino nella zona di attività di attrezzature di lavoro semoventi e comunque misure appropriate per evitare che, qualora la presenza di lavoratori a piedi sia necessaria per la buona esecuzione dei lavori, essi subiscano danno da tale attrezzatura e per aver disposto lo scarico di bancali dal camion, con un carrello sollevatore a braccio telescopico che non consentiva la completa visibilità di tutta la zona di operazione del mezzo (violazione art. 35 co.4 bis, lett. b del D.lgs. 626/94). • omessa formazione in materia di sicurezza, con riferimento al proprio posto di lavoro ed alle proprie mansioni. (violazione art. 22 co.1 del D.lgs. 626/94).
Interventi	• Adottare le misure organizzate utili a garantire l'incolumità dei lavoratori qualora questi debbano sostare nelle vicinanze dell'area di lavoro; • Utilizzare un altro tipo di carrello elevatore, ad esempio uno a classico a forche, che consenta una completa visibilità dell'area di lavoro (nel caso del carrello telescopico, il braccio telescopico stesso data la sua voluminosità riduce di molto la visuale quando impiegato in posizione orizzontale). • Formazione dei lavoratori rispetto al posto di lavoro e alla specifica mansione
Schemi, disegni, fotografie	 

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica		FONDERIA Installazione nuovi impianti Taglio con cannello di una tubazione flangiata preliminare all’allestimento di un nuovo forno per i trattamenti termici.	
TIPOLOGIA INFORTUNIO		E2 	
Modalità di accadimento		Durante i lavori per la realizzazione del basamento di un nuovo forno per i trattamenti termici, veniva tagliato a mezzo di cannello ossitaglio un tubo posto a pavimento che intralciavi i lavori. Dal tubo, che in passato era utilizzato per l’adduzione di olio combustibile ai forni, si sprigionava una violenta fiammata che investiva i due manutentori interni dipendenti	
Mansioni coinvolte		Manutentori meccanici.	
Osservazioni Discussione		Il tubo non era evidenziato con nessuna specifica colorazione; era completamente ruggine. I tubi vicini erano quelli di adduzione di acqua al sistema di raffreddamento dei vecchi forni. Di solito i tubi di adduzione dell’acqua hanno un diametro superiore rispetto a quelli di adduzione dell’olio combustibile. All’inizio del taglio, una piccola fiammella si era sviluppata ma i due manutentori della ditta hanno ritenuto la cosa di poco conto in quanto, a loro dire, i tubi erano stati oggetto nel passato di adeguata bonifica.	
Fattori di rischio evidenziati		omesso di attuare misure tecniche e organizzative necessarie a ridurre al minimo il rischio connesso all’impiego del cannello ossitaglio, ovvero per non aver impedito di utilizzarlo qualora vi fossero concreti elementi di pericolo (art.35 co.2 D.Lgs 626/94).	
Interventi		Effettuare l’operazione di taglio invece che con il cannello ossitaglio, semplicemente con un seghetto manuale per ferro visto che non era completamente chiaro il contenuto della succitata tubazione. Nello specifico, un tubo analogo è stato tagliato con il seghetto manuale impiegando un tempo inferiore al tempo necessario con il cannello e ottenendo un risultato analogo senza alcun rischio.	
Schemi, disegni, fotografie		Commenti a schemi, disegni, fotografie	
		Le macchie di olio combustibile presenti nell’intorno del tubo, già presenti all’atto dell’inizio delle operazioni di taglio (formazione di una piccola fiammella), avrebbero dovuto allarmare gli operatori e chi sovrintendeva il loro lavoro nel farlo procedere in modo diverso.	

4. Appalto a ditta esterna

Nelle successive Tabelle 15-18 sono precisate e quantificate le presenze distribuite nelle diverse fasi di lavorazione per le diverse attività della metallurgia rilevata tramite il campione di unità produttive; questo censimento non comprende gli autotrasportatori che si occupano dei trasferimenti delle materie prime in ingresso e dei semilavorati in uscita.

Risulta interessante osservare congiuntamente le Figure 19-22 (riproposte nelle pagine seguenti) che evidenziano gli infortuni gravi riferiti a personale non dipendente e parallelamente la presenza degli addetti con l'indicazione delle lavorazioni appaltate.

Ferroleghie

Il comparto è stato analizzato negli anni '90: in quel periodo, per tutte le unità produttive, non sono state registrate presenze di ditte esterne a esclusione delle attività di pulizia uffici, mensa, spogliatoi e vigilanza.

Nell'unità produttiva tuttora in attività la presenza di ditte esterne incide per il 25% delle presenze di dipendenti interni, con le seguenti modalità:

- movimentazioni interne e pulizie impianti con presenza continua;
- manutenzioni elettriche, edili, assistenza elettronica e conduzione impianti trattamento effluenti con presenza discontinua del personale esterno.

Acciaieria

La lettura verticale mostra che il personale esterno, non considerando gli addetti agli autotrasporti, arriva fino a incidere per il 30% delle presenze interne all'insediamento produttivo.

La lettura orizzontale mostra quali attività siano affidate a personale esterno:

- la totalità delle lavorazioni riferite a lavori edili, montaggi e installazioni nel 100% delle aziende;
- rifacimenti refrattari per più del 90% delle aziende, con presenza continua delle imprese esterne;
- manutenzioni meccaniche, elettriche ed edili per il 60-70% delle aziende, con presenza continua o limitata a lavori specifici delle imprese esterne;
- manutenzione elettronica per il 50% delle aziende, con interventi discontinui e a chiamata delle imprese esterne;
- pulizia uffici, mensa e spogliatoi per il 25% delle aziende con presenza continua delle imprese esterne.

Oltre a queste attività non direttamente legate alla trasformazione del materiale, ma funzionali a consentire la disponibilità degli impianti, interventi da svolgere in particolare durante l'interruzione dell'attività produttiva e tradizionalmente affidate a imprese esterne, si affiancano altre attività direttamente legate alla trasformazione dei materiali, da svolgere contestualmente al funzionamento degli impianti e che prevedono necessariamente la presenza continua delle imprese esterne:

- movimentazioni interne per il 50% delle aziende;
- ripristini refrattari (interventi senza demolizione e ricostruzione rivestimenti) per il 60% delle aziende;
- movimentazione scoria per il 25% delle aziende;
- conduzione impianti trattamento effluenti per il 30% delle aziende, in questo caso con presenza discontinua del personale esterno.

Laminatoio

La lettura verticale mostra che il personale esterno, non considerando gli addetti agli autotrasporti, arriva solo in alcuni casi fino a incidere per il 15% delle presenze interne all'insediamento produttivo.

La lettura orizzontale mostra quali attività siano affidate a personale esterno; le modalità di intervento sono meno omogenee (presenza continua, discontinua e su commessa):

- la totalità delle lavorazioni riferite a lavori edili, montaggi e installazioni nel 100% delle aziende;
- lavorazioni meccaniche di ripristino utensili nel 20% delle aziende;
- rifacimenti refrattari nel 50% delle aziende;
- manutenzioni meccaniche, elettriche ed edili, manutenzione elettronica per il 55-80% delle aziende.

Fra le attività direttamente legate alla trasformazione dei materiali, da svolgere contestualmente al funzionamento degli impianti, le movimentazioni interne sono le uniche attività osservate con questo campione che prevedono la presenza continua delle imprese esterne nel 50% delle aziende.

Da segnalare la presenza di un'azienda, pur di limitate dimensioni, dove l'attività di laminazione è affidata interamente a personale esterno, che opera per periodi discontinui in funzione della richiesta del mercato.

In sintesi, il quadro di presenze esterne in laminatoio è quantitativamente meno incisivo nel laminatoio, anche perché alcuni servizi sono garantiti congiuntamente da personale presente nell'adiacente acciaieria, quando è presente. E' importante osservare comunque che la presenza di ditte esterne si riferisce, nella quasi totalità delle situazioni esaminate, esclusivamente alle attività ausiliarie e di movimentazione dei materiali in carica e nei magazzini.

Per sottolineare la dimensione del problema e della complessità richiesta da una corretta gestione delle presenze di personale esterno, viene presentato un quadro che indica e quantifica le diverse attività svolte e gli accessi giornalieri effettuati da personale esterno: il quadro degli accessi si riferisce a una significativa azienda del comparto metallurgico, al cui interno sono presenti lavorazioni di acciaieria, laminazione a caldo, trattamento termico e forgiatura.

Questo quadro può essere assunto come rappresentativo anche di altre unità produttive del comparto metallurgia, tipicamente delle imprese più strutturate dal punto di vista organizzativo.

Tabella 14. Azienda del comparto metallurgia (700 dipendenti): quadro degli ingressi registrati mensilmente

	%
Acciaieria	42,3
Manutenzione meccanica (anche installazione)	18,8
Manutenzione elettrica	0,1
Manutenzione refrattaria	3,1
Pulizie reparto	2,5
Movimentazioni ferroviarie	6,5
Taglio rottame e trattamento scoria	6,5
Altre attività	4,8
Laminatoio	21,4
Manutenzione meccanica (anche installazione)	10,4
Manutenzione elettrica	0,2
Manutenzione refrattaria	0,2
Altre attività	10,6
Magazzino	8,6
Movimentazioni ferroviarie	6,5
Altre attività	2,1
Tutti i reparti dello stabilimento	27,7
Manutenzione meccanica (anche installazione)	3,0
Manutenzione elettrica	1,8
Pulizie industriali e civili	9,8
Vigilanza	3,9
Mensa	6,5
Altre attività (edili, sollevamento, consulenza, ecc.)	2,7

Ogni mese si registrano 4500-5000 ingressi di personale esterno, secondo la distribuzione indicata in Tabella , cioè una media di 200 ingressi al giorno a cui si aggiungono 200-250 ingressi al giorno di autotrasportatori: questa situazione, riferita a un giorno tipico, si traduce nella presenza di personale così distribuito:

- 160 dipendenti per ogni turno di lavoro garantito da 4 squadre;
- 80 dipendenti con orario giornaliero;
- circa 200 addetti esterni per diverse attività, secondo la distribuzione indicata in Tabella;
- circa 200 addetti esterni per l'attività di autotrasporto, con presenza limitata a un periodo ridotto della giornata, in alcuni casi con accessi ripetuti più volte nello stesso giorno.

Figura 19. Acciaieria.
Infortunati gravi riferiti a personale dipendente e a personale non dipendente

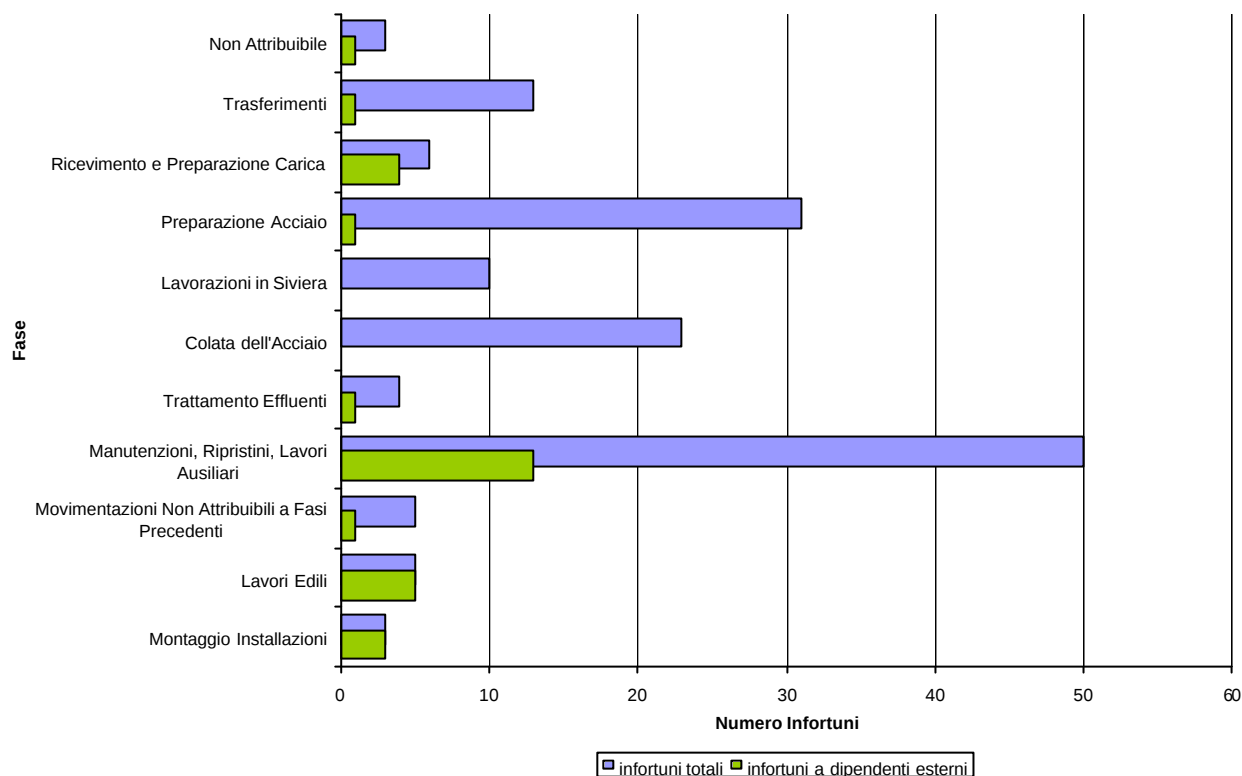


Tabella 15. Acciaieria. Personale di ditte esterne osservato in un campione di 13 aziende

Macro Fase	Lavorazioni appaltate	Presenza (X) e quantificazione (%)															
Preparazione Carica	Taglio rottame Scarico e pulizia vagoni		X	X													
Preparazione Acciaio	Ripristini refrattari	10		3	5		X	2					2	X	4		
Lavorazioni in Siviera																	
Colata dell'Acciaio																	
Operazioni Ausiliarie	Evacuazione scoria Conduzione impianto trattam. effluenti	X			4		X	1		X				2			
Manutenzioni, Ripristini, Lavori Ausiliari	Rifacimenti refrattari	6	X	2	5	2	X	2		8	X	2	X	4			
	Pulizie impianti		X		3		X	2					2	3			
	Manutenzioni meccaniche	5	X	3			X	3	X	X	X	5		8			
	Manutenzioni elettriche	2	X	1	2		X	2	X	X			2				
	Manutenzioni edili	X	X		7		X	2	X	5				X			
	Manutenzione e assistenza elettronica	X	X				X	X	X	X							
	Manutenzione impianti climatizzazione	2															
	Pulizia uffici, mensa, spogliatoi	2		2					X								
	Vigilanza			1												2	
	Mensa			1													
Movimentazioni Interne	Segreteria															3	
	Tutte		X		2				X	3						6	
	Carri ferroviari Spedizione semilavorati		X	2	2			3									
Lavori Edili	Tutte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Montaggio Installazioni	Tutte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura 20. Laminatoio.
Infortunati gravi riferiti a personale dipendente e a personale non dipendente

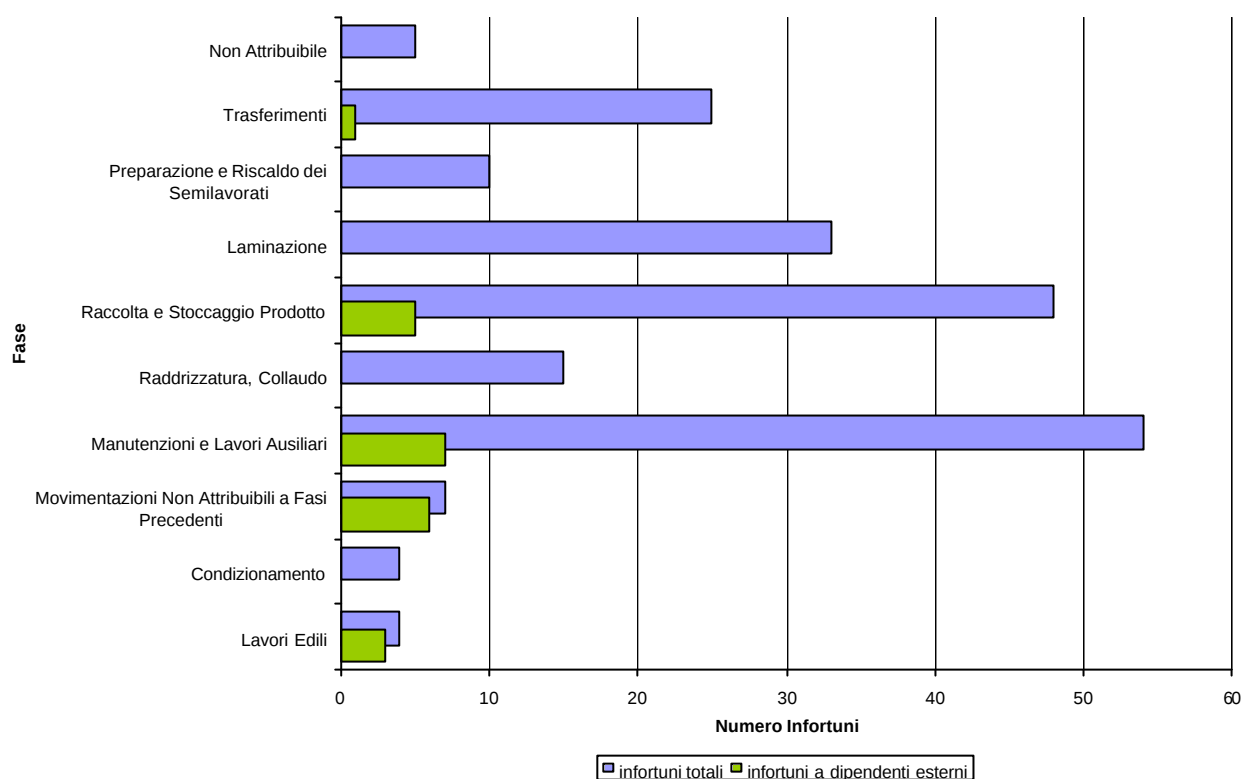


Tabella 16. Laminatoio. Personale di ditte esterne osservato in un campione di 12 aziende

Macro Fase	Lavorazioni appaltate	Presenza (X) e quantificazione (%)											
Preparazione e Riscaldamento							100						
Laminazione							100						
Raccolta e Stoccaggio Prodotto							100						
Raddrizzatura, Collaudo													
Manutenzioni e Lavori Ausiliari	Lavorazioni meccaniche (off. cilindri)								2			2	
	Rifacimenti refrattari	X	X					2				X	2
	Pulizie impianti	X	2					1	X	X		2	2
	Manutenzioni meccaniche		2	X	X	2		2	2	X		2	6
	Manutenzioni elettriche	X	2	X	X			2				2	1
	Manutenzioni edili	X	X	X					X		X	X	
	Manutenzione e assistenza elettronica	X	X	X	X						X	X	
	Conduzione impianto tratt. effluenti		1										
	Pulizia uffici, mensa, spogliatoi												
Movimentazioni interne	Tutte							5	1			2	3
	Semilavorati in carica		2										
Lavori Edili	Tutte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Montaggio Installazioni	Tutte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonderie

La lettura verticale mostra che il personale esterno, non considerando gli addetti agli autotrasporti, è presente in maniera eterogenea nelle diverse aziende e arriva in alcuni casi a superare il 30% delle presenze interne all'insediamento produttivo.

La lettura orizzontale mostra quali attività siano affidate a personale esterno; le modalità di intervento sono meno omogenee (presenza continua, discontinua e su commessa):

- la totalità delle lavorazioni riferite a lavori edili, montaggi e installazioni nel 100% delle aziende;
- pulizia delle strutture, degli impianti e delle attrezzature per la quasi totalità delle aziende con una presenza anche significativa di addetti; queste operazioni sono da ritenere contestuali e fisiologiche in particolare nell'attività di fonderia;
- rifacimenti refrattari nella quasi totalità delle aziende con presenza legata a specifici periodi ricorrenti;
- manutenzioni meccaniche, elettriche ed edili, manutenzione elettronica per il 40-50% delle aziende con presenza continua degli addetti e sporadica e a chiamata per le manutenzioni edili ed elettroniche.

Fra le attività direttamente legate alla trasformazione dei materiali, da svolgere contestualmente al funzionamento degli impianti, a parte alcune operazioni di animisteria e di preparazione/ manutenzione modelli, quest'ultima affidata a ditte in altra sede, le movimentazioni interne sono le uniche attività osservate con questo campione che prevedono la presenza continua delle imprese esterne, però osservate solo nel 25% delle aziende.

In sintesi, il quadro di presenze esterne in fonderia è circoscritto alle operazioni di manutenzione e ai lavori ausiliari, con un importante rilievo per le operazioni di pulizia.

Leghe non ferrose

La lettura verticale mostra che il personale esterno, sempre non considerando gli addetti agli autotrasporti, arriva a incidere per quote importanti, anche oltre il 50%, rispetto alle presenze interne all'insediamento produttivo in un numero rilevante di aziende.

Anche per questa attività è presente un'azienda in cui tutta l'attività di fonderia è stata integralmente appaltata, con una forma di contratto continuo, alla conduzione di personale esterno.

La lettura orizzontale mostra quali attività siano affidate a personale esterno:

- la totalità delle lavorazioni riferite a lavori edili, montaggi e installazioni nel 100% delle aziende;
- rifacimenti e ripristini refrattari per più del 70% delle aziende;
- manutenzioni meccaniche, elettriche ed edili per il 60-70% delle aziende, con presenza continua o limitata a lavori specifici delle imprese esterne.

Si tratta prevalentemente di appalti con presenza discontinua di personale, variabili a seconda dell'entità dei lavori, effettuati con scadenze periodiche, riferiti principalmente agli interventi di manutenzione straordinaria.

Figura 21. Fonderia. Infortuni gravi riferiti a personale dipendente e a personale ditte esterne

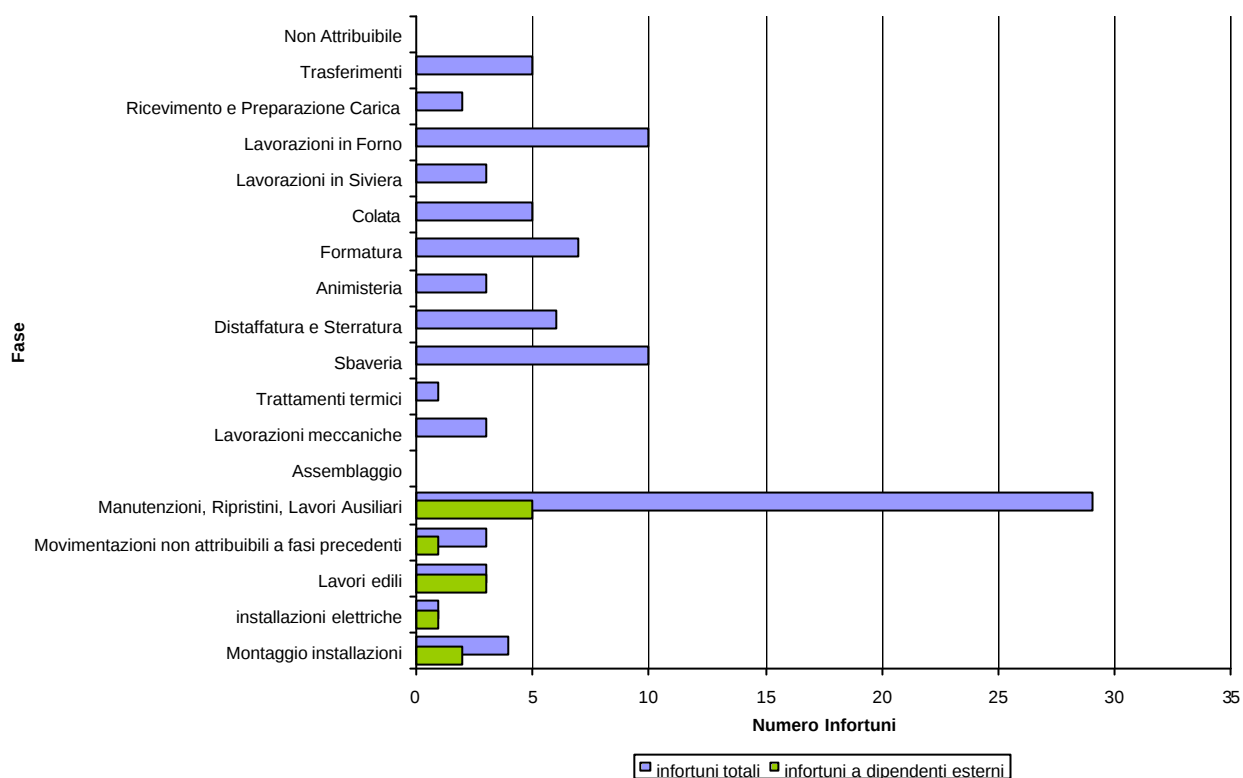


Tabella 17. Fonderia. Personale di ditte esterne osservato in un campione di 8 aziende

Macro Fase	Lavorazioni appaltate	Presenza (X) e quantificazione (%)							
Ricevimento e prep. carica									
Lavorazione in forno									
Lavorazione in siviera									
Colata									
Preparazione modelli		X							X
Formatura									
Animisteria		X	X						
Distaffatura e sterratura									
Finitura getti									
Manutenzioni e Lavori Ausiliari	Lavorazioni meccaniche		X						
	Rifacimenti refrattari	X	X	2	2	2	5		2
	Pulizie impianti	X	X	5		11	5	20	7
	Manutenzioni meccaniche		X				5	3	
	Manutenzioni elettriche		X				5	3	X
	Manutenzioni edili	X	X	3	1		X	X	X
	Manutenzione e assistenza elettronica	X	X		X		2	X	
	Conduzione impianto tratt. effluenti	X						3	
	Pulizia uffici, mensa, spogliatoi	X	X	X		X	X	X	
Movimentazioni interne	Tutte				1		10		
Lavori Edili	Tutte	X	X	X	X	X	X	X	X
Montaggio Installazioni	Tutte	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura 22. Leghe non ferrose. Infortuni gravi riferiti a personale dipendente e a personale ditte esterne

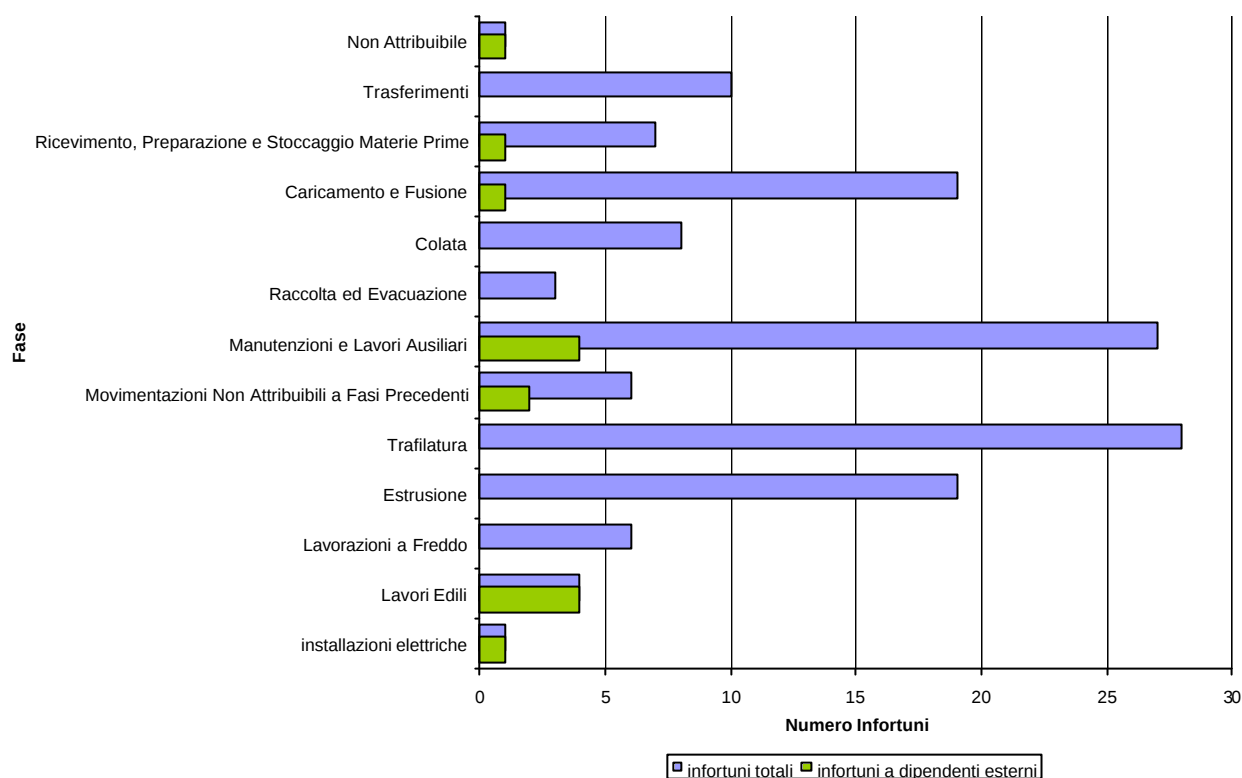


Tabella 18. Leghe non ferrose. Personale di ditte esterne osservato in un campione di 13 aziende

Macro Fase	Lavorazioni appaltate	Presenza (X) e quantificazione (%)													
Prep. materie prime							100								
Caricamento e fusione							100								
Colata							100								
Raccolta ed evacuazione							100								
Manutenzioni, Ripristini, Lavori Ausiliari	Preparazione rottame														
	Pulizie impianti		2	5						X					
	Pulizie straordinarie			X											
	Rifacimenti refrattari	1	2	3	X	7			20	X		10		2	
	Ripristini refrattari	1	2	3					10			10			
	Manutenzioni meccaniche		2	3		5		X	8					9	
	Manutenzioni elettriche		2					X		X	18	10			
	Manutenzioni edili		2	2	X				5	X	12	10	9		
	Manutenzione e assistenza elettronica		2					X	2						
	Conduzione impianti di trattamento			1				X	5	X					X
	Pulizia uffici, mensa, spogliatoi														
	Vigilanza								7						
	Mensa														
	Segreteria														
Movimentazioni Interne	Tutte														
	Spedizione semilavorati				X										
Trafilatura															
Estrusione															
Lavorazioni a freddo															
Lavori Edili	Tutte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Montaggio Installazioni	Tutte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

5. Valutazione esposizione a inquinanti aerodispersi

La caratterizzazione dell'inquinamento aerodisperso nell'ambiente di lavoro metallurgico e la correlazione con patologie di tipo polmonare e riferite ad altri apparati e sistemi sono state ampiamente ricercate. In anni recenti l'International Labour Organisation di Ginevra (*Encyclopaedia of Occupational Health*) segnala la scarsa utilizzabilità di molte ricerche e la necessità di revisioni, soprattutto perché gli studi sono stati effettuati nell'ambito della metallurgia primaria e si riferiscono a sistemi di produzione e a organizzazione del lavoro che possono avere subito profonde modificazioni. Con riferimento alla situazione italiana già dagli anni '80 sono stati messi a punto approfondimenti che hanno riguardato in particolare l'esposizione a sostanze cancerogene per le quali sono utilizzabili matrici esposizione /mansione, recentemente verificate in funzione delle sostanze presenti in ambiente di lavoro e risultate tuttora significative.

Tabella 19. Acciaieria elettrica. Matrice sostanze cancerogene/ area di esposizione (riferita a siderurgia elettrica anni '80)

	1*	2	3	4	5	6	7	8
Asbesto	+	-	+	+	+	+	++	++
Arsenico e composti	-	-	-	-	-	-	-	-
Cromo e composti	+ ^{a,b}	-	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a
Nichel e composti	+ ^{a,b}	-	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	-	+ ^a
Cadmio e composti	+ ^{a,b}	-	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	-	+ ^a
Piombo e composti	+ ^{a,b}	-	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	-	+ ^a
Catrame, nerofumo, oli minerali e prodotti di pirolisi	+	-	++	++	++	+	+	++
Berillio e composti	-	-	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	-	-
Radiazioni ionizzanti	-	-	-	-	+ ^d	-	-	+ ^d
Fibre minerali	+	-	+	+	+	+	++	++

Note
 * 1) area preparazione rottame; 2) area movimentazione rottame; 3) area forno; 4) area servizi forno; 5) area colata continua; 6) area colata in fossa; 7) area rifacimenti; 8) area manutenzione.
 ** a) nel caso di produzione di acciai legati con il metallo indicato; b) come impurezze nel rottame; c) nel caso di utilizzo di refrattari cromo-magnesiaci; d) nel caso di utilizzo di controlli a radiazioni.

Tabella 20. Laminatoio a caldo. Matrice sostanze cancerogene/ area di esposizione (riferita a siderurgia elettrica anni '80)

	1*	2	3	4	5	6	7	8
Asbesto	+	-	+	+	-	++	++	-
Arsenico e composti	-	-	-	-	-	-	-	-
Cromo e composti	+ ^a	-	+ ^a	+ ^a	-	+ ^c	+ ^a	-
Nichel e composti	+ ^a	-	+ ^a	+ ^a	-	-	+	-
Cadmio e composti	-	-	-	-	-	-	-	-
Piombo e composti	+ ^a	-	+ ^a	+ ^a	-	-	+ ^a	-
Catrame, nerofumo, oli minerali e prodotti di pirolisi	+	-	+	++	+	-	++	++
Berillio e composti	-	-	-	-	-	-	-	-
Radiazioni ionizzanti	-	-	-	+ ^d	+ ^d	-	-	-
Fibre minerali	+	-	+	+	-	++	++	-

Note
 * 1) area condizionamento; 2) area magazzino; 3) area forni di riscaldamento; 4) area laminazione e forniture a caldo; 5) area finitura a freddo; 6) area rifacimenti; 7) area manutenzione; 8) rettificatori.
 ** a) nel caso di produzione di acciai legati con il metallo indicato; b) come impurezze nel rottame; c) nel caso di utilizzo di refrattari cromo-magnesiaci; d) nel caso di utilizzo di controlli a radiazioni.

Osservazioni alle Tabelle precedenti:

- "Catrame, nerofumo, oli minerali e prodotti di pirolisi": meglio identificare la frazione di "Idrocarburi policiclici aromatici"
- Acciai al piombo: ora, stante le tecnologie utilizzate, esposizione da riferire solo alla solidificazione in lingottiera

In questa valutazione si fa riferimento ad ambienti di lavoro indagati più recentemente (principalmente riferiti agli anni '90), senza perdere di vista le esposizioni che si sono consolidate negli anni precedenti e che possono conservare ancora un valore di attualità e di utilizzabilità in particolare per restituire il profilo di rischio interessante ai fini del riconoscimento di malattie professionali.

Va tenuto presente che in molte realtà, data la contiguità e la presenza nello stesso reparto di lavorazioni diverse, si possono avere sovrapposizioni di inquinamenti di differente provenienza; in particolare è questa la condizione prevalente dei lavoratori addetti ai ripristini e alle manutenzioni. E' evidente peraltro che le condizioni di esposizione di questi addetti dipendono in modo estremamente differenziato dalle modalità adottate per i lavori di manutenzione, a seconda che questi vengano svolti o meno durante le interruzioni del ciclo lavorativo e che gli addetti operino in reparti separati oppure nei reparti di produzione.

Fattori di rischio potenziali

Nella Tabella 21 sono ricordati gli effetti critici, riscontrabili nel caso di esposizioni croniche, implicati dalle sostanze presenti nell'ambiente di lavoro siderurgico, identificando gli apparati e/o i sistemi bersaglio su cui sono basati i TLV ACGIH.

Tabella 21. Sostanze aerodisperse nell'ambiente della siderurgia, in relazione agli apparati/sistemi bersaglio

SOSTANZA	CANC IARC	APPARATO/ SISTEMA						
		RESP	DIGE	RENA	CARD	EMOP	NERV	CUTE
Polverosità		*						
Silice cristallina	2A	*						
Alluminio		*						*
Cadmio	1			*				
Cromo (metallo e Cr III)	3	*	*					*
Manganese		*					*	
Nichel	1							*
Ossido di ferro		*						
Piombo	2B				*	*	*	
Rame		*	*	*		*		*
Stagno		*						*
Zinco			*					*

RESP = Respiratorio
NERV = Nervoso

DIGE = Digerente
CUTE = Cutaneo

RENA = Renale
CANC = Cancerogeno

CARD = Cardiocircolatorio
EMOP = Emopoietico

Lo studio dei cicli di lavorazione, la composizione delle materie prime utilizzate e dei sottoprodotti della lavorazione, la tipologia dei prodotti realizzati consentono di individuare un profilo di rischio specifico per le diverse attività metallurgiche.

Con queste informazioni preliminari, eventualmente integrate dai risultati delle analisi sulle polveri sedimentate in aree non perturbate, quindi significative delle effettive ricadute in ambiente, è possibile nelle diverse realtà procedere a quantificare il rischio con campionamenti ambientali e campionamenti personali.

Per una più corretta caratterizzazione del rischio, si è puntato a selezionare i risultati che derivano da successive campagne di monitoraggio, in grado di raccogliere dati rappresentativi e omogenei e che consentono di esprimere valutazioni non solo sulle concentrazioni più rappresentative, ma anche sulla variabilità dell'inquinamento.

Il comparto metallurgia, in alcuni casi, semplifica la difficoltà di eseguire i campionamenti, in quanto opera a ciclo continuo e con ripetizioni cicliche della stessa fase lavorativa: quindi è possibile avere a disposizione la possibilità di effettuare ripetizioni dei campionamenti, consentendo di costruire con minori difficoltà logistiche una stima dell'esposizione.

Le matrici che mettono in relazione i fattori di rischio con le diverse aree indagate sono inserite in sede di analisi condotta per le diverse attività metallurgiche.

La valutazione quantitativa dell'esposizione a inquinanti aerodispersi e del rischio che ne consegue deve tenere conto inoltre di ulteriori elementi che hanno subito approfondimenti negli anni recenti.

Metodi di prelievo

Con riferimento a indagini ambientali condotte in anni passati emerge la necessità di mettere in relazione concentrazioni rilevate con metodologie di prelievo che hanno subito evoluzione e affinamento.

Appare evidente che la frazione di polveri che occorre controllare dipende dalla regione dell'organo respiratorio il cui effetto patogeno si sviluppa. In particolare per le "Particelle non altrimenti classificate", cioè per le "polveri inerti", il metodo di prelievo è stato evoluto per meglio simulare l'effettiva tossicità: la "polvere totale" è stata sostituita dalla "frazione inalabile"; anche per la "frazione respirabile" sono state introdotte successive modifiche delle tecniche di prelievo.

Si pone quindi il problema di dare un significato a concentrazioni ottenute con metodi ritenuti ora superati e di mettere in relazione concentrazioni rilevate con metodologie diverse, per potere fare emergere l'effettiva evoluzione storica del profilo di rischio delle lavorazioni metallurgiche.

Per rileggere i dati riferiti alle "polveri totali" in termini di "frazione inalabile", tenendo conto dei primi studi comparativi condotti in ambiente industriale, vengono suggeriti i seguenti fattori di conversione:

- per processi a caldo (fusione e raffinazione metalli, fonderie, ecc.): fattore di conversione 1,5;
- polveri derivanti da miniere, cave, manipolazione/ trasporto di agglomerati in massa: 2,5;
- saldatura, fumi: 1,0.

In estrema sintesi: i sistemi di prelievo adottati per le "polveri totali" sono sostanzialmente sovrapponibili ai sistemi di prelievo delle "polveri inalabili" per quanto riguarda le particelle di dimensioni più fini, mentre non restituiscono pienamente la tossicità che deriva dalle particelle di dimensioni più elevate.

Criteri di rischio

Per consentire una lettura più agevole degli indici di rischio riferiti alle diverse sostanze in Tabella 22 viene riassunta l'evoluzione dei valori limite di soglia per le sostanze più significative coinvolte nell'attività di siderurgia secondaria.

**Tabella 22. Criteri di rischio adottati: TLV-TWA (mg/m³)
(segnalate in grassetto le progressive modifiche introdotte)**

SOSTANZE		ACGIH 1990	ACGIH 1994	ACGIH 1996	ACGIH 2004
Particelle non diversamente classificate (PNOC) (1)	Frazione inalabile (I)	10	10	10	10
	Frazione respirabile (R)	3	3	3	3 (2)
Fumi di ossidi di ferro (come Fe)		5	5	5	5 A4
Manganese elemento e composti inorganici (come Mn)	Fumi di Mn = 1	1	0,2	0,2	
	Polveri e composti di Mn = 5				
Piombo elemento e composti inorganici (come Pb)		0,15 (2B IARC)	0,15 (IT)	0,05 A3	0,05 A3
Cadmio composti (come Cd)	Polveri di Cd = 0,01 (1 IARC)	0,01 A2	0,01 A2	0,002 (R) A2	
	Fumi di Cd (R) = 0,002 (1 IARC)				
Nichel composti inorganici insolubili			1	1	0,2 A1
Cromo metallo e Cromo III		0,5	0,5	0,5	0,5 A4
Ossido di calcio		2	2	2	2
Carbonato e silicato di calcio		10			10
Silice cristallina: Quarzo (frazione respirabile R)		0,1 (2A IARC)	0,1		0,05 A2
Cristobalite (frazione respirabile R)					0,05 0,025 A2 (3)
Fluoruri inorganici (Come F)			2,5 (IT)		2,5 A4

(1) = come definite da ACGIH ("polveri inerti")

(2) = **frazione respirabile selezionata come indicato da ACGIH**

(3) = **avviso di proposta di modifica in ACGIH 2004**

(I) = **frazione inalabile**

(R) = **frazione respirabile**

Sostanze cancerogene:

classificazione IARC (gruppo 1, 2A, 2B)

categorie ACGIH (A1, A2, A3, A4)

(IT) = **DL 626/1994**

Per la valutazione dei risultati si è fatto riferimento, oltre che alla normativa italiana e comunitaria (definita per il piombo e per i fluoruri inorganici), ai criteri di rischio ACGIH, che hanno subito una evoluzione nel tempo a cui si riferiscono i dati raccolti.

Esposizioni croniche

Nella successiva Tabella 23 sono ricordati gli effetti critici, riscontrabili nel caso di esposizioni croniche, implicati dalle sostanze presenti nell'ambiente di lavoro metallurgico, identificando gli apparati e/o i sistemi bersaglio su cui sono basati i TLV ACGIH.

Tabella 23. Sostanze aerodisperse nell'ambiente della metallurgia, in relazione agli apparati/sistemi bersaglio

SOSTANZA	CANC IARC	APPARATO/ SISTEMA						
		RESP	DIGE	RENA	CARD	EMOP	NERV	CUTE
Polverosità		*						
Silice cristallina	2A	*						
Alluminio		*						*
Cadmio	1			*				
Cromo (metallo e Cr III)	3	*	*					*
Manganese		*					*	
Nichel	1							*
Ossido di ferro		*						
Piombo	2B				*	*	*	
Rame		*	*	*		*		*
Stagno		*						*
Zinco			*					*

RESP = Respiratorio
NERV = Nervoso

DIGE = Digerente
CUTE = Cutaneo

RENA = Renale
CANC = Cancerogeno

CARD = Cardiocircolatorio
EMOP = Emopoietico

Riconoscimento mansioni esposte ad amianto

Il riconoscimento dell'esposizione ad amianto è stata oggetto di discussione e di differente esito, coinvolgendo in maniera diversificate le diverse aree e le diverse mansioni sviluppate in particolare nell'attività siderurgica e nell'attività di produzione ferroleghie.

A tale proposito sono state definiti Atti di indirizzo rivolti a rendere meno differenziato il riconoscimento, riducendo le diversità che si sono verificate, anche per professioni confrontabili nelle diverse realtà territoriali, quali mansioni dell'area fossa di colata (addetto fossa, addetto placca, addetto materozze, aiuto colatore); muratori – refrattaristi (demolizione e rifacimento siviere di colata, canale di colata, forni a pozzo, fosse di lento raffreddamento, forni di trattamento termico ecc.); capi (capi reparto e vice capi reparto di produzione, capi turno, capi forno e fossa acciaieria, capi turno, assistenti laminatoio, capi treno laminatoio, capi condizionamento, capi qualità, capi manutenzione).

In questa sede si vuole sottoporre uno schema (Tabella) da utilizzare per definire nel modo più dettagliato le modalità di esposizione pregressa. Questo schema può risultare utile in particolare tenendo conto della pressochè totale assenza di misure di esposizione a disposizione per il comparto metallurgico praticamente fino alla seconda metà degli anni '80.

Nel capitolo "Acciaieria elettrica" sono presentati due esempi di definizione dell'esposizione pregressa ad amianto, sviluppati per le mansioni di "colatore" e "manutentore meccanico".

Tabella 24. Schema per la ricostruzione di esposizione lavorativa

PERIODO	STABILIMENTO	REPARTO	MANSIONE

Per ogni persona vengono indicati i periodi lavorativi presso le varie unità produttive, ricavati dalle buste paga, indicando stabilimento, reparto e mansione

DESCRIZIONE SINTETICA DELLA MANSIONE

QUALIFICA	ATTIVITA' E PIAZZE DI LAVORO

Ricavare da relazioni aziendali, relazioni tecniche e ambientali una descrizione sintetica delle principali attività svolte per ogni mansione svolta

Con riferimento all'esposizione ad amianto è possibile distinguere e gerarchizzare l'esposizione.

1. AMIANTO PRESENTE PER OTTENERE SPECIFICI REQUISITI TECNOLOGICI
2. AMIANTO PRESENTE PER PROTEGGERE GLI IMPIANTI
3. AMIANTO PRESENTE PER PROTEGGERE LE POSTAZIONI DI LAVORO
4. AMIANTO PRESENTE PER PROTEGGERE GLI OPERATORI

Precisare se l'impiego dell'amianto è documentato (tipologie e quantitativi)

Per caratterizzare l'impiego dell'amianto con riferimento all'esposizione professionale, si è ritenuto di predisporre una tabella ove sia possibile distinguere la presenza di questo materiale in base alla funzione svolta, indicando:

“ESPOSIZIONE” (successivamente qualificata)

“POSIZIONE DI LAVORO” interessata da esposizione

“REGIME”, distinguendo “normale funzionamento”, “manutenzioni e ripristini”, “anomalie e guasti”

“FREQUENZA” e “TEMPI PRESUNTI” di esposizione, ove disponibili

“DESCRIZIONE ATTIVITA' ” dettagliando le specifiche operazioni interessate da esposizione

“FUNZIONE DELL'AMIANTO: considerando le molteplici funzioni può essere utile precisare la presenza di questo materiale, anche se già suddivisa nelle quattro voci”

ESP	POSIZIONE DI LAVORO	REGIME FREQUENZA- TEMPI PRESUNTI FUNZIONE DELL'AMIANTO	DESCRIZIONE ATTIVITA'

5. AMIANTO PRESENTE COME RIVESTIMENTO DI STRUTTURE PER ISOLAMENTO ACUSTICO E TERMICO

Ove presente, viene indicata la presenza di amianto a prescindere dalle funzioni prima descritte e derivante da impiego con funzioni tecnologiche per l'ambiente che accoglie la lavorazione metallurgica

L'esposizione, in assenza di misure storiche, può essere sintetizzata con riferimento a criterio qualitativo, distinguendo:

+++ MANIPOLAZIONE CONTINUA PREVISTA DALLA MANSIONE

++ MANIPOLAZIONE DISCONTINUA PREVISTA DALLA MANSIONE E/O IMPIEGO FREQUENTE DI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE PERSONALE

+ MANIPOLAZIONE SALTUARIA E/O PRESENZA NEGLI IMPIANTI E NELL'AMBIENTE E/O IMPIEGO SPORADICO DI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE PERSONALE

Facendo riferimento all'esperienza consolidata in merito a esposizione professionale, in assenza di specifiche rilevazioni ambientali di tipo personale e con significatività statistica, si è ritenuto che l'unica modalità di qualificare l'esposizione sia possibile con riferimento alla effettiva manipolazione del materiale, alla sua consuetudine intrinseca alla mansione, alla sua frequenza, oppure a esposizione derivante dalle altre molteplici motivazioni.

7. Inquinanti organici persistenti (POPs)

Il settore delle fusione e affinazione dei metalli ferrosi e non ferrosi dell'industria metallurgica secondaria rappresenta un'importante fonte di inquinamento da inquinanti organici persistenti (POPs = Persistent Organic Pollutants). Le caratteristiche che fanno di questa vasta classe di composti chimici dei pericolosi inquinanti sono l'alta tossicità, la possibilità di bioaccumulo, l'elevata persistenza nell'ambiente, la capacità di migrare su lunghe distanze dalla sorgente.

La dimostrata tossicità e il potere cancerogeno di queste sostanze sono imputabili alla loro struttura chimico-fisica e alle modalità di interazione con i tessuti viventi. Il carattere lipofilo delle maggioranze dei POPs, unitamente alla notevole resistenza alla degradazione, ne facilita l'assorbimento per solubilizzazione nei tessuti grassi di origine vegetale ed animale con conseguente magnificazione del fenomeno ai livelli superiori della catena alimentare.

L'alta refrattarietà sia alla degradazione biologica che a quella chimica conferisce a questa classe di inquinanti la possibilità di permanere nell'ambiente per lunghi periodi di tempo.

Inoltre la pericolosità dei POPs è aumentata dalla possibilità di trasporto su lunghe per effetto del moto delle correnti di aria. Il meccanismo alla base dello spostamento dei POPs è un continuo ciclo di evaporazione – condensazione, reso possibile da una limitata volatilità, che si arresta solo nelle zone più fredde del globo.

Per questa serie di ragioni gli inquinanti organici persistenti costituiscono un problema non solo su scala locale, in prossimità della fonte di emissione, ma un problema su scala regionale e addirittura globale.

Agli inquinanti organici persistenti appartengono i policlorodibenzofurani (PCDF), le policlorodibenzo-p-diossine (PCDD), gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), i policlorobifenili (PCB) e l'esaclorobenzene.

La produzione di POPs è ascrivibile alle seguenti principali attività:

- i processi di combustione, sia per l'incenerimento di rifiuti che per la produzione di energia e calore;
- i processi di affinazione e raffinazione dei metalli.

Alcune proiezioni indicano, entro l'anno 2010, negli impianti di sinterizzazione dell'industria siderurgica e nei forni ad arco elettrico le principali fonti di POPs per l'Italia.

In particolare, furani e diossine si formano attraverso una serie di lente reazioni chimiche (sintesi de – novo) che avvengono in fase eterogenea (gas – solido) tra carbonio, cloro ed ossigeno, in presenza di tracce di metalli che operano da catalizzatori, a temperature relativamente basse,.

Allo stato attuale non esistono degli inventari delle emissioni sufficientemente completi per quanto concerne il settore della metallurgia secondaria sia per le emissioni di PCDD/PCDF sia soprattutto per quelle di PCB, IPA ed HCB per i quali la carenza di informazioni è ancora più evidente.

In quest'ambito si inserisce lo studio sperimentale "Valutazione delle emissioni di inquinanti organici persistenti da parte dell'industria metallurgica secondaria" a cura del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ENEA e dell'Associazione Industriale Bresciana pubblicato nel 2003.

Oltre alle linee fusorie, sono stati analizzati anche gli impianti di pre-trattamento del rottame, quali i mulini di macinazione dei pacchi di carrozzeria (car-shredder) e i forni di essiccazione/disoleatura perché anch'essi potenziali sorgenti di POPs.

Complessivamente sono stati analizzati:

- 5 acciaierie con forno ad arco elettrico;
- 3 impianti per la produzione di alluminio secondario;
- 3 impianti per la produzione di leghe di rame;
- 1 impianto per la produzione di piombo secondario;
- 1 impianto per la macinazione dei pacchi di carrozzeria;
- 2 impianti per l'essiccazione/disoleatura della tornitura di alluminio;
- 1 impianto per l'essiccazione/disoleatura della tornitura di ottone.

I POPs ricercati nel corso dello studio sono stati:

- policlorodibenzo – p – diossine (PCDD);
- policlorodibenzofurani (PCDF);
- idrocarburi policiclici aromatici (IPA);
- esaclorobenzene (HCB);
- policlorobifenili (PCB).

Nel corso delle prove sono state eseguite delle determinazioni di POPs sia sulle emissioni gassose rilasciate al camino, che sulle polveri raccolte agli impianti di trattamento dei fumi di combustione in modo da stabilire come tali inquinanti si ripartiscono. Infatti, a seconda della temperatura che caratterizza le correnti gassose al momento dello scarico in atmosfera e della volatilità relativa dei POPs, questi si concentrano maggiormente in fase vapore o in fase condensata adsorbendosi sulle polveri contenute nei gas di scarico.

Acciaierie elettriche ad arco

Sono state eseguite 11 misure al camino e altrettante sulle polveri provenienti dagli impianti di abbattimento e raccolta. Le emissioni in atmosfera relative all'abbondanza di furani e diossine hanno evidenziato una predominanza di furani (64–88 %) sulle diossine (12–36 %) con una larga prevalenza di tetra e penta furani (47–85 %) così come nelle polveri dove il contributo dei furani (64 – 82 %) è superiore a quello delle diossine (18 – 36 %). In Tabella 25 e in Tabella 26 sono riportate le concentrazioni medie dei principali inquinanti indagati relative alle emissioni in atmosfera e nelle polveri raccolte.

Tabella 25. Concentrazione di POPs nelle emissioni in atmosfera da acciaieria elettrica

	Media	Intervallo di confidenza della media al 95 %	
		Limite inf.	Limite sup.
PCDD/PCDF, ng I-TEQ/Nm ³	0,48	0,10	0,86
PCDD/PCDF/DLPCB, ng WHO-TEQ/Nm ³	0,58	0,13	1,02
PCDD/PCDF, ng WHO-TEQ/Nm ³	0,52	0,10	0,93
DLPCB, ng WHO-TEQ/Nm ³	0,06	0,01	0,11
PCB (Aroclor), ng/Nm ³	578	5	1151
Σ IPA UNECE 4, ng/Nm ³	202	106	298
HCB, ng/Nm ³	76,4	27	126

Tabella 26. Concentrazione di POPs nelle polveri di acciaieria elettrica

	Media	Intervallo di confidenza della media al 95 %	
		Limite inf.	Limite sup.
PCDD/PCDF, ng I-TEQ/kg polvere	1446	885	2007
PCDD/PCDF/DLPCB, ng WHO-TEQ/kg polvere	1569	975	2163
PCDD/PCDF, ng WHO-TEQ/kg polvere	1538	948	2128
DLPCB, ng WHO-TEQ/kg polvere	31,6	17,2	46
PCB (Aroclor), µg/kg polvere	225	41	409
Σ IPA UNECE 4, µg/kg polvere	2718	1135	4301
HCB, µg/kg polvere	5,3	0	10,9

Impianto di macinazione del rottame

E' stato analizzato un impianto di macinazione dei pacchi di carrozzeria, poiché attraverso questa via vengono recuperati i metalli ferrosi e non ferrosi che fungono da materia prima per l'industria metallurgica secondaria. Data la possibile presenza di inclusioni di materiale di natura organica nei pacchi di carrozzeria e visto il raggiungimento nei mulini di temperature sufficientemente elevate (circa 300 °C) tali da consentire la formazione e il rilascio di POPs, sono state eseguite misurazioni anche per questo tipo di impianto.

È emerso che le principali emissioni di POPs da car – shredder sono rappresentate da policlorodifenili mentre il profilo di distribuzione dei furani e delle diossine presenta una lieve predominanza dei furani: 56 % contro il 44%. Il profilo di distribuzione evidenziato risulta sostanzialmente differente da un tipico profilo di distribuzione dovuto a origine termica ove, invece, i furani prevalgono in modo marcato, così come evidenziato nei campionamenti sui forni di ad arco elettrico in acciaieria. In Tabella 27 sono riportate le concentrazioni di PCDD,PCDF, HCB ed IPA relative alle emissioni in atmosfera dall'impianto di macinazione pacchi di rottame analizzato.

Tabella 27. Concentrazione di POPs nelle emissioni in atmosfera da impianto di macinazione pacchi di carrozzeria

	Intervallo
PCDD/PCDF, ng I-TEQ/Nm ³	0,011 - 0,024
PCDD/PCDF/DLPCB, ng WHO-TEQ/Nm ³	0,071 - 0,13
PCDD/PCDF, ng WHO-TEQ/Nm ³	0,012 - 0,025
DLPCB, ng WHO-TEQ/Nm ³	0,059 - 0,11
PCB (Aroclor), ng/Nm ³	1724 - 3720
Σ IPA UNECE 4, ng/Nm ³	132 - 304
HCB, ng/Nm ³	18,3 - 82

L'elevata concentrazione di PCB, negli impianti di car shredder, è stata attribuita alla presenza tal quale di questi composti già nel materiale di alimentazione del mulino piuttosto che alla formazione in loco. Infatti i piccoli dispositivi elettrici ed elettronici, contenenti PCB, presenti nelle autovetture rottamate non vengono vagliati dalla carica metallica per ragioni di ordine economico; in questo modo vengono rilasciati in sede di macinazione a causa della temperatura raggiunta nel mulino che ne favorisce l'evaporazione.

Produzione di alluminio secondario

I tre impianti per la produzione di alluminio secondario analizzati appartengono sia alla categoria dei refusori (*remelters*), cioè di produzione di alluminio da rottame nuovo, che a quella dei raffinatori (*refiners*), cioè di produzione di alluminio da rottame di varia natura e provenienza.

Tale attività, viste le elevate temperature coinvolte, può dar luogo a significative emissioni di POPs nell'ambiente. Le misure effettuate sui POPs per questo tipo di impianti hanno evidenziato un'elevata variabilità sia in termini qualitativi che quantitativi, spesso anche per emissioni provenienti dallo stesso impianto.

	Media	Intervallo di confidenza della media al 95 %	
		Limite inf.	Limite sup.
PCDD/PCDF, ng I-TEQ/Nm ³	29	1	57
PCDD/PCDF/DLPCB, ng WHO-TEQ/Nm ³	33	1,7	65
PCDD/PCDF, ng WHO-TEQ/Nm ³	31	1	61
DLPCB, ng WHO-TEQ/Nm ³	1,9	0,4	3,4
PCB (Aroclor), ng/Nm ³	931	184	1668
Σ IPA UNECE 4, ng/Nm ³	32596	0	67976
HCB, ng/Nm ³	3536	0	7193

Tabella 28. Concentrazione di POPs nelle emissioni in atmosfera da impianti di produzione di alluminio secondario

	Media	Intervallo di confidenza della media al 95 %	
		Limite inf.	Limite sup.
PCDD/PCDF, ng I-TEQ/kg polvere	8902	1445	16359
PCDD/PCDF/DLPCB, ng WHO-TEQ/kg polvere	9430	1665	17195
PCDD/PCDF, ng WHO-TEQ/kg polvere	9277	1547	17007
DLPCB, ng WHO-TEQ/kg polvere	153	88	218
PCB (Aroclor), µg/kg polvere	524	0	1235
Σ UNECE 4, µg/kg polvere	10533	3534	17532
HCB, µg/kg polvere	43	21	65

Tabella 29. Concentrazione di POPs nelle polveri di impianti di produzione di alluminio secondario

Sul rottame di alluminio per l'alimentazione dei forni di affinazione vengono eseguiti diversi pre-trattamenti per ripulire il rottame; in particolare la tornitura di alluminio e le lattine macinate subiscono un trattamento di disoleatura/ essiccamento in forni di combustione e/o pirolisi.

La distribuzione dei furani rispetto alle diossine ha evidenziato ampi margini di variabilità tra il 45 ed il 90 %, mentre le emissioni di PCB non risultano riproducibili tra un campionamento e il successivo.

I risultati dei campionamenti e le concentrazioni di PCDD, PCDF, PCB, IPA e HCB sono riportati per i forni di fusione e per quelli di pirolisi rispettivamente in Tabella 28, 29 e 30.

	Concentrazioni nelle emissioni in atmosfera
PCDD/PCDF	0,028 - 0,054 (ng I-TEQ/Nm ³)
PCDD/PCDF/DLPCB	0,040 - 0,072 (ng WHO-TEQ/Nm ³)
PCDD/PCDF	0,030 - 0,057 (ng WHO-TEQ/Nm ³)
DLPCB	0,010 - 0,015 (ng WHO-TEQ/Nm ³)
PCB (Aroclor)	27 - 38 (ng/Nm ³)
Σ IPA UNECE 4	30 - 60 (ng/Nm ³)
HCB	11,5 - 949 (ng/Nm ³)

Tabella 30. Concentrazione di POPs nelle emissioni in atmosfera da forni di essiccazione/disoleazione tornitura di alluminio

Produzione rame secondario

Così come per l'alluminio, anche per quanto riguarda il comparto del rame secondario è emersa una notevole variabilità per quanto concerne la stima delle emissioni di POPs derivanti da questo tipo di attività. Negli impianti analizzati di pre-trattamento della carica di rame, la pulizia mediante disoleatura e/o essiccazione termica è stata sostituita da un'operazione di lavaggio con detersivo e asciugatura con aria calda al fine di provare a prevenire la formazione di inquinanti organici persistenti per meccanismo termico.

I principali risultati delle misure eseguite al camino dei forni fusori sono riportate in Tabella 1 e Tabella 32.

	Media	Intervallo di confidenza della media al 95 %	
		Limite inf.	Limite sup.
PCDD/PCDF, ng I-TEQ/Nm ³	0,28	0	0,64
PCDD/PCDF/DLPCB, ng WHO-TEQ/Nm ³	0,34	0	0,74
PCDD/PCDF, ng WHO-TEQ/Nm ³	0,29	0	0,66
DLPCB, ng WHO-TEQ/Nm ³	0,05	0,01	0,09
PCB (Aroclor), ng/Nm ³	261	0	533
Σ IPA UNECE 4, ng/Nm ³	588	55	1121
HCB, ng/Nm ³	1163	499	1827

Tabella 31. Concentrazione di POPs nelle emissioni in atmosfera da impianti di produzione di rame secondario

	Media	Intervallo di confidenza della media al 95 %	
		Limite inf.	Limite sup.
PCDD/PCDF, ng I-TEQ/kg	13166	3439	22893
PCDD/PCDF/DLPCB, ng WHO-TEQ/kg	14348	3713	24983
PCDD/PCDF, ng WHO-TEQ/kg	13556	3558	23558
DLPCB, ng WHO-TEQ/kg polvere	793	148	1438
PCB (Aroclor), µg/kg polvere	913	0	1965
Σ UNECE 4, µg/kg polvere	38	11	65
HCB, µg/kg polvere	73	36	111

Tabella 32. Concentrazione di POPs nelle polveri di impianti di produzione di rame secondario

Nonostante la variabilità dei valori misurati il profilo di distribuzione relativo a furani e diossine risulta caratterizzato dalla maggior presenza di furani (74 – 82 %) rispetto alle diossine (18 – 26 %) nelle emissioni in atmosfera così come nelle polveri raccolte agli impianti di trattamento dei fumi di processo.

Produzione piombo secondario

Infine in Tabella 33 ed in Tabella 34 sono riportati i risultati relativi alle emissioni di POPs derivanti dal comparto di produzione del piombo secondario; produzione che viene realizzata essenzialmente per recupero delle batterie al piombo.

Visto il ridotto numero di campionamenti effettuato per questo tipo di attività le stime sono riportate in termini di valore massimo e minimo e vanno considerate solo come indicative dell'ordine di grandezza che caratterizza le emissioni di POPs. È significativo, comunque, che nel profilo di distribuzione relativo di furani e diossine i primi presentino concentrazioni maggiori sia per quanto riguarda le emissioni in atmosfera sia nelle polveri raccolte.

	Range
PCDD/PCDF, ng I-TEQ/Nm ³	0,13 - 0,29
PCDD/PCDF/DLPCB, ng WHO-TEQ/Nm ³	0,23 - 0,37
PCDD/PCDF, ng WHO-TEQ/Nm ³	0,14 - 0,31
DLPCB, ng WHO-TEQ/Nm ³	0,06 - 0,1
PCB (Aroclor), ng/Nm ³	220 - 364
Σ IPA UNECE 4, ng/Nm ³	183 - 261
HCB, ng/Nm ³	2,8 - 14

Tabella 33. Concentrazione di POPs nelle emissioni in atmosfera da impianti produzione di piombo secondario

	Range
PCDD/PCDF, ng I-TEQ/kg polvere	202 - 1204
PCDD/PCDF/DLPCB, ng WHO-TEQ/kg polvere	220 - 1322
PCDD/PCDF, ng WHO-TEQ/kg polvere	214 - 1277
DLPCB, ng WHO-TEQ/kg polvere	6,0 - 45
PCB (Aroclor), µg/kg polvere	49 - 93
Σ IPA UNECE 4, µg/kg polvere	192 - 434
HCB, µg/kg polvere	0,4 - 5,8

Tabella 34. Concentrazione di POPs nelle polveri di impianti di produzione di piombo secondario

Stima del peso delle emissioni da metallurgia secondaria

In Tabella 35 e Tabella 36 sono riportate le stime relative alle emissioni nazionali in atmosfera e nelle polveri di PCDD, PCDF, PDB, IPA ed HCB da impianti metallurgici secondari ricavate dallo studio.

	Acciaio (EAF) (media)	Car shredder (range)	Alluminio (media)	Trattamento tornitura alluminio (range)	Leghe rame (media)	Trattamento tornitura ottone (range)	Piombo (range)
PCDD/PCDF (g I-TEQ/anno)	73,4	0,04 - 0,11	61	0,03 - 0,17	2,5	0,49 - 0,98	0,7 - 0,9
PCDD/PCDF/DLPCB (g WHO-TEQ/anno)	89,9	0,28 - 0,65	73	0,05 - 0,23	3,1	0,57 - 1,1	1,1 - 1,4
PCB (Aroclor) (kg/anno)	108,9	6,8 - 17,5	6,7	0,03 - 0,12	3,9	0,07 - 0,14	1,1 - 1,3
Σ IPA UNECE 4 (kg/anno)	31,3	0,6 - 1,5	170	0,06 - 0,2	7,0	0,06 - 0,11	0,8 - 1,0
HCB (kg/anno)	12,4	0,66 - 3,7	7,6	0,01 - 3,0	13,2	0,13 - 0,26	0,01 - 0,1

Tabella 35. Stima delle emissioni nazionali in atmosfera di POPs da impianti metallurgici secondari

	Acciaio (EAF) (media)	Alluminio (media)	Leghe rame (media)	Piombo (range)
PCDD/PCDF (g I-TEQ/anno)	366	124	97	2,3 - 13
PCDD/PCDF/DLPCB (g WHO-TEQ/anno)	394	132	105	2,4 - 15
PCB (Aroclor) (kg/anno)	61	12	8,4	0,5 - 1,0
Σ IPA UNECE 4 (kg/anno)	693	171	268	2,1 - 4,9
HCB (kg/anno)	1,6	0,7	0,51	0,01 - 0,1

Tabella 36. Stima delle emissioni nazionali di POPs nelle polveri di impianti metallurgici secondari.

Dai dati raccolti e dai risultati delle misure sperimentali condotte in altri studi è possibile notare che i comparti dell'acciaieria a forno elettrico, dell'alluminio e del rame sono quelli maggiormente interessati dalla produzione di POPs.

Per il comparto acciaieria e quello dell'alluminio viste le elevate temperature coinvolte nel processo di fusione, e quindi le alte temperature dei gas combusti, il problema degli inquinanti organici persistenti è particolarmente importante nelle emissioni gassose mentre, al contrario, sono le polveri raccolte la fonte principale di immissione di POPs nell'ambiente da parte del comparto del rame secondario. La metallurgia del piombo secondario è invece, tra i comparti analizzati, quello caratterizzato dalle emissioni più basse.

Evidenze per orientare la prevenzione

La grande varietà di soluzioni impiantistiche e di condizioni di esercizio esistenti negli impianti di riferimento e incontrate durante lo studio, non hanno permesso la formulazione definitiva di ipotesi riguardanti i principali parametri responsabili della formazione di POPs in impianti metallurgici secondari; tuttavia sono state riscontrate alcune evidenze che possono aiutare a chiarire il fenomeno.

- L'introduzione di impurezze organiche (grassi, oli, vernici, plastiche, gomme, etc.) insieme alla carica metallica esercita un'importante influenza nella formazione di POPs: migliore è la qualità e il grado di pulizia del rottame, minore è risultata la produzione di POPs. Significativo è il caso delle emissioni di PCB da impianti di macinazione dei pacchi di carrozzeria, che non sono correlate alla temperatura di processo quanto alla composizione del "proler" inviato agli impianti.
- Impiegando il lavaggio con detersivo e successiva asciugatura del rottame con aria calda al posto dei forni di essiccazione/disoleatura è stato possibile minimizzare in modo efficace la formazione di POPs in questa fase di pretrattamento della carica metallica.
- Laddove sono state impiegate soluzioni tecnologiche quali la post-combustione dei gas prodotti la formazione di POPs è risultata notevolmente depleta e inoltre attraverso un attento controllo delle condizioni operative nei forni (temperatura, turbolenza e tempi di contatto) è stato possibile ridurre ulteriormente la formazione di inquinanti organici persistenti.

L'obiettivo per il rilascio in atmosfera dei POPs, in particolare PCDD, PCDF e PCB diossino – simili, nell'industria metallurgica secondaria è il raggiungimento dei limiti già imposti al settore dell'incenerimento dei rifiuti di circa 0,1 – 0,5 ng TEQ/Nm³.

Più complesso è il problema della riduzione dei POPs nelle polveri e la quantificazione dei limiti per lo scarico, infatti un miglioramento delle emissioni gassose si ripercuote su di un aumento della concentrazione di POPs nelle polveri raccolte che vanno poi trattate e smaltite.

Per minimizzare il contenuto di POPs nelle polveri è necessario prevenirne la formazione o provvedere alla distruzione successivamente alla formazione.

Le tecniche più appropriate che sono considerabili Migliori Tecnologie Disponibili (MTD o BAT, cioè Best Available Technologies) per la riduzione della formazione ed emissioni di PCDD e PCDF, e in genere per tutti i POPs, sono riportate nei documenti di riferimento per i settori considerati denominati BREFs (Best REFerece documents) e prodotti ai fini della Direttiva 96/61/CE IPPC: le linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili per le attività elencate nell'allegato I del Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n. 372 sono pubblicate nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n.135 del 13 giugno 2005.

Nonostante le differenze esistenti tra i diversi processi produttivi caratterizzanti i diversi segmenti della metallurgia secondaria, le tecniche che possono essere considerate MTD per la riduzione della formazione ed emissione di POPs sono:

- selezione della materia prima per prevenire l'introduzione nel processo di contaminanti organici o precursori che possano favorire la formazione di POPs;
- elevata efficienza di captazione e raccolta dei gas e delle polveri prodotte durante il processo fusorio e durante gli altri stadi del processo: introduzione del quarto foro sulla volta del forno; di dog-house e di elephant-house;
- distruzione dei POPs formati mediante adeguata permanenza a temperature superiori ad 850 °C e in presenza di sufficiente ossigeno in camere di post-combustione: è il metodo che ha dimostrato la maggior efficacia nell'abbattimento delle emissioni di POPs;
- raffreddamento rapido dei fumi al di sotto di 250 °C mediante torre di quenching per prevenire la sintesi "de-novo": in questo modo è possibile evitare periodo di stazionamento in un intervallo di temperatura favorevole alla formazione di inquinanti organici persistenti;
- rimozione dei POPs residui mediante adsorbimento su carbone attivo per facilitarne il trattenimento da parte dell'impianto abbattimento fumi: è allo studio l'impiego di zeoliti in sostituzione del carbone attivo al fine di minimizzare anche i problemi derivanti dalla formazione di potenziali miscele esplosive;
- impiego di filtri a maniche di elevata efficienza per ridurre le emissioni di polveri in atmosfera;
- trattamento delle polveri abbattute per distruggere i POPs presenti.

Particolare attenzione deve essere posta nell'applicazione di altre tecniche che, pur essendo considerate valide per alcuni aspetti di ordine energetico ed economico, possono rivelarsi controproducenti per quanto riguarda la formazione e l'emissioni di POPs. Tra queste si annoverano:

il preriscaldamento del rottame: questa tecnica, applicata per il recupero del calore dei fumi, può portare a un notevole incremento della formazione di PCDD/PCDF;

il recupero delle polveri raccolte dall'impianto di abbattimento fumi: le polveri possono essere utilizzate dall'industria non ferrosa per il recupero di metalli, ad esempio lo zinco. Tuttavia, queste polveri contengono quantità significative e non trascurabili di PCDD/PCDF.