

ACCIAIERIA ELETTRICA

CAPITOLO 1 NOTIZIE GENERALI SUL COMPARTO

- 1.1 Individuazione del comparto**
- 1.2 Localizzazione geografica delle aziende**
- 1.3 Contesto produttivo, sociale e storico**
- 1.4 Profilo economico – finanziario**
- 1.5 La realtà infortuni**
- 1.6 Le malattie professionali**

1.1 Individuazione del comparto

Il settore siderurgico comprende sia la produzione di ghisa e di acciaio da minerale e da rottame, sia successive lavorazioni per la produzione di semilavorati (lamiere, profilati, tubi, ecc.).

L'acciaio e la ghisa che non vengono destinati alle lavorazioni di deformazione a caldo inserite nel settore siderurgico vengono utilizzati dalle fonderie (in particolare la ghisa) per la produzione di prodotti solidificati come getti in forme non standardizzate.

Come si può vedere da Tabella 1.1 la produzione mondiale di acciaio, nel quadriennio 2000–2003, è aumentata complessivamente del 14% circa passando da 847,6 milioni di tonnellate alle attuali 965,1 milioni di tonnellate (dati Federacciai). L'aumento del quantitativo di acciaio mondiale è stato determinato dal preponderante contributo dei paesi asiatici in via di sviluppo che in capo a quattro anni hanno incrementato del 30% circa la propria produzione, guidati dalla Cina che è, oggi, il primo paese produttore al mondo.

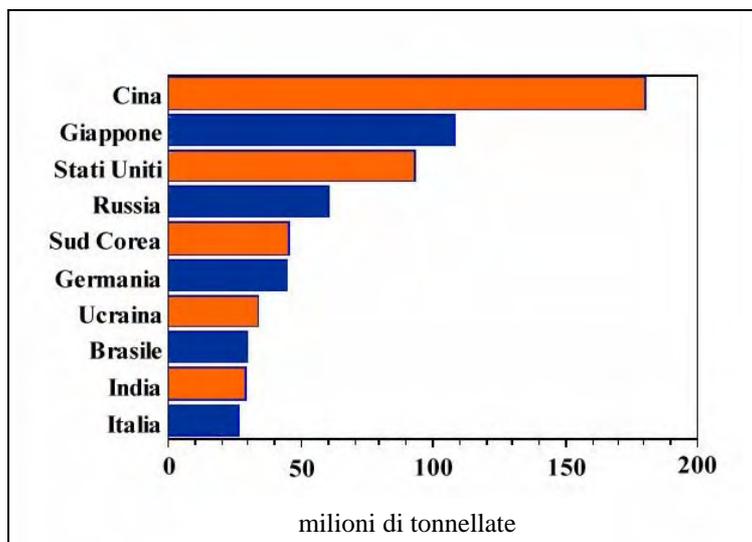
Al contrario, la produzione dell'Europa e del Nord America non è sostanzialmente aumentata in questi anni.

Tabella 1.1. Produzione di acciaio (milioni di tonnellate) nel quadriennio 2000 – 2003 (dati: Federacciai)

	2000	2001	2002	2003
Unione Europea	163.3	158.5	158.9	160.7
Altri paesi Europa	46.5	46.1	48.2	51.7
CSI (*) e Baltico	99.8	100.1	101.6	108.0
Nord America	135.3	119.1	122.9	122.9
Sud America	39.1	37.4	40.9	43.0
Africa e Medio Oriente	24.6	26.6	28.3	29.7
Asia	331.9	353.8	394.2	440.6
Oceania	7.8	7.9	8.3	8.4
Mondo	847.6	850.2	903.3	965.1

(*) CSI Comunità Stati Indipendenti (ex Unione Sovietica)

Figura 1.2. Principali paesi produttori mondiali di acciaio (milioni di tonnellate) (dati: Federacciai)



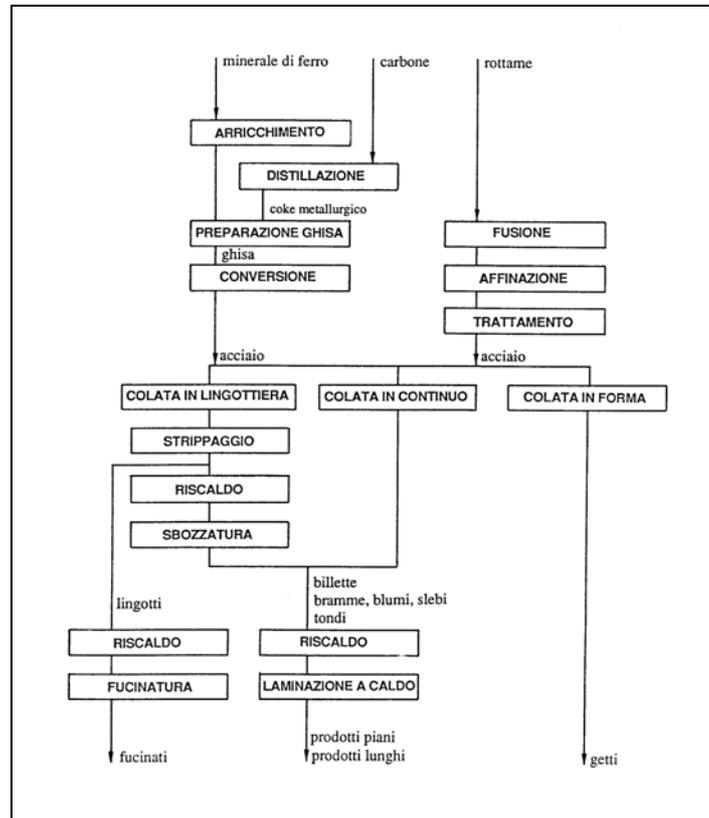
La produzione di acciaio grezzo in Italia nel 2003 è stata di 26,8 milioni di tonnellate, con un aumento rispetto all'anno precedente del 2% circa (nel 2004 è stato registrato un incremento più significativo). Questo quantitativo pone l'Italia, come illustrato in Figura 1.2, fra i primi dieci paesi produttori al mondo.

Per quanto riguarda la produzione dell'acciaio in Italia, vengono praticate due strade (*filiere*):

- quella che utilizza minerali di ferro come materia prima e carbone come ingrediente energetico riducente, cioè la siderurgia primaria denominata *siderurgia integrale*;
- quella che utilizza rottame come materia prima ed energia elettrica come vettore energetico, cioè la siderurgia secondaria indicata come *siderurgia elettrica*.

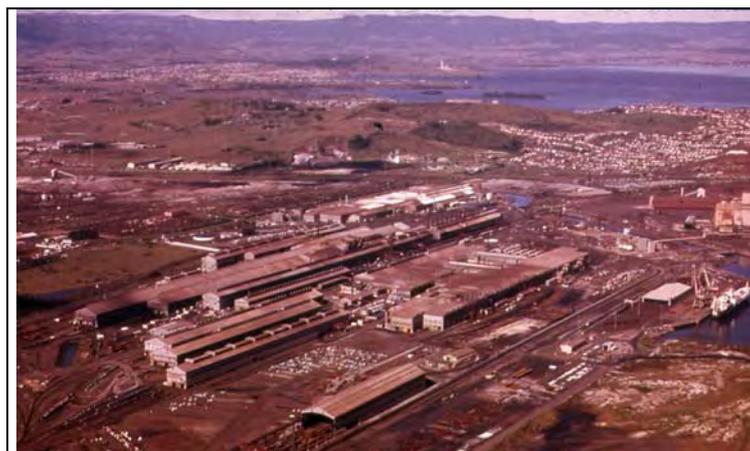
Esistono, ma non presenti nella realtà produttiva italiana, altri processi di produzione di acciaio che si basano rispettivamente sulla riduzione diretta e sulla riduzione con fusione del minerale di ferro.

Figura 1.3. Quadro delle lavorazioni siderurgiche distinte per fasi fino all'ottenimento dei semilavorati



Attraverso la siderurgia integrale si produce acciaio liquido a partire da minerali e da carbone, quest'ultimo richiesto dall'esigenza di condurre operazioni di fusione e di riduzione. Nella filiera a ciclo integrale (in alto a sinistra nella Figura 1.3) il minerale di ferro, dopo aver subito processi di frantumazione, vagliatura, arricchimento e agglomerazione, viene caricato e portato a fusione in altoforno unitamente al coke e al calcare, ottenendo ghisa. Il coke, che è ricavato dal carbone per pirolisi, svolge funzione di combustibile, di riducente e di legante, mentre al calcare è demandato il ruolo di fondente della carica. Successivamente si conduce la riduzione del tenore di carbonio della ghisa, con insufflazione di ossigeno condotta in un convertitore, e si ottiene acciaio.

Figura 1.4. Insediamento di siderurgia primaria: necessità di elevati spazi e di approvvigionamenti via mare



Gli impianti a ciclo integrale sono generalmente di taglia elevata e, nel caso specifico dell'Italia, localizzati in prossimità della costa. La taglia degli impianti è dettata dalla necessità di realizzare economie di scala; mentre la localizzazione costiera è imposta dalla necessità di favorire l'approvvigionamento delle materie prime (minerale e carbone) che derivano integralmente da importazione. Gli alti costi di investimento richiesti per questo tipo di impianti sono imputabili non solo agli impianti produttivi stessi, ma anche alle infrastrutture necessarie per il trasporto, lo scarico, lo stoccaggio, la manipolazione di grandi quantità di materie prime (minerale, carbone, calcare).

La situazione della siderurgia italiana ha visto la presenza dell'operatore pubblico concentrata soprattutto nella produzione di acciaio da minerale tramite altoforno, cioè con ciclo integrale. Questa condizione si è configurata dall'epoca della ricostruzione postbellica, allorquando lo stato era l'unico operatore economico in grado di sopportare le spese di ricostruzione di grandi impianti.

Dalla fine degli anni '90, con la privatizzazione di tutti gli impianti, si è concluso il processo di ridimensionamento della presenza pubblica nella siderurgia, in quanto tale attività non è stata più ritenuta globalmente strategica nel contesto industriale e poiché l'integrazione europea ha richiesto un contenimento significativo della capacità produttiva.

Le attività produttive della siderurgia primaria esulano dal contesto delle Piccole Medie Industrie. L'attività di produzione di acciaio considerata in questo documento riguarda quindi solo la siderurgia secondaria.

Peculiarità della siderurgia italiana

La situazione della siderurgia italiana si presenta con peculiarità uniche nel panorama mondiale quali:

- l'elevata incidenza della siderurgia elettrica, che dopo avere completamente sostituito già dal 1980 il processo con forno Martin-Siemens, erode progressivamente la quota di produzione della siderurgia primaria (Figura 1.5): questa situazione è anomala rispetto al panorama europeo che vede, nella maggioranza dei paesi produttori, la predominanza dell'acciaieria a ciclo integrale;
- l'utilizzo praticamente esclusivo, a parte una quota di acciaio destinato ai getti, della colata continua per la solidificazione, cioè di una tecnologia, introdotta negli anni '70, che consente di ottenere direttamente semilavorati in una sola fase di produzione, con elevati vantaggi produttivi e qualitativi (Figura 1.6).

Figura 1.5. Filiere di produzione dell'acciaio in Italia tra il 1965 e il 2003

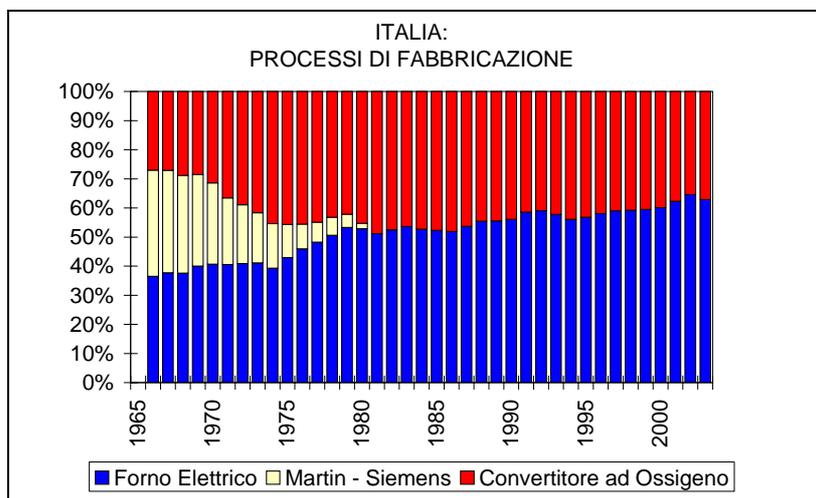
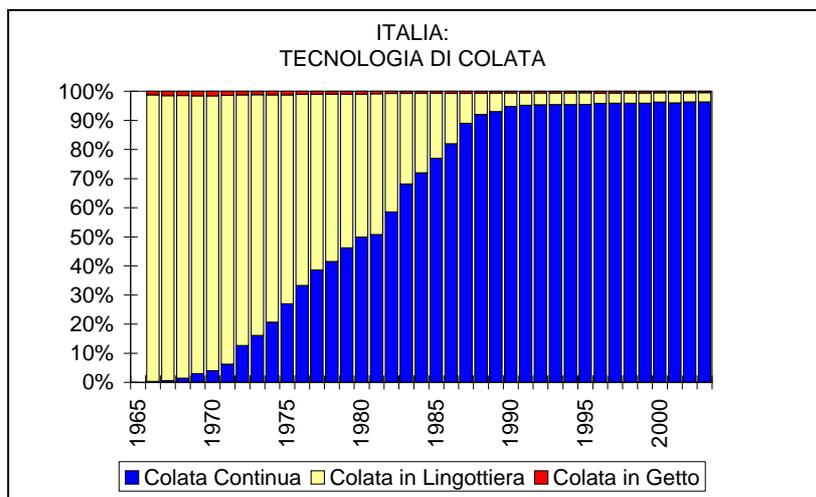


Figura 1.6. Evoluzione della tecnologia di colata in Italia tra il 1965 e il 2003



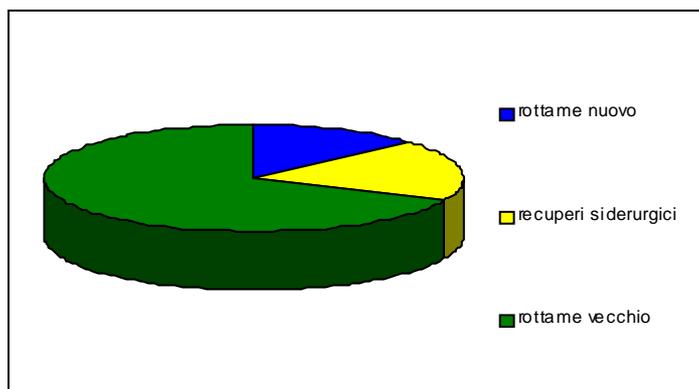
La siderurgia secondaria (in alto a destra in Figura 1.3) è caratterizzata da processi di produzione di acciaio liquido che impiegano come materia prima rottami di ferro e che realizzano la fusione in appositi forni ad

arco elettrico. I rottami ferrosi possono derivare dal recupero di scarti provenienti da lavorazioni meccaniche o dal riciclo post-consumo. La filiera al forno elettrico prevede fasi di lavorazione preliminari quali la raccolta del rottame, la selezione, la separazione e la preparazione finalizzate ad ottenere dai rottami una nuova materia prima da poter reimmettere nel ciclo di lavorazione.

La disponibilità di rottame derivante dal mercato nazionale copre oggi il 70-75% del fabbisogno: 13 milioni di tonnellate rispetto a una domanda di 17-18 milioni di tonnellate, che viene integrata con le importazioni. Questo rottame si rende disponibile dopo circa 15 anni di vita media del manufatto che lo incorpora.

La dipendenza da materia prima che deriva dal post-consumo e dal mercato di importazione comporta importanti implicazioni per l'ambiente di lavoro e per l'impatto esterno: è quindi importante conoscere e discutere questi vincoli riferiti all'attività di rifusione dell'acciaio per delineare le soluzioni di intervento che possono essere attuate all'interno di questa attività metallurgica.

Figura 1.7. Offerta di rottame per l'industria secondaria dell'acciaio (Italia anni '90)



L'offerta di rottame per la siderurgia elettrica (Figura 1.7) deriva per un 10% dai recuperi siderurgici, per un 15% dal rottame nuovo e per un 75% dalla raccolta di rottame vecchio. Per rottame nuovo si intendono scarti delle lavorazioni meccaniche, con il termine rottame vecchio si indicano materiali provenienti da demolizione di impianti industriali, di navi, di materiale rotabile, di macchine e infrastrutture varie, raccolte in aree urbane e rurali.

Quest'ultima categoria negli ultimi trent'anni ha aumentato notevolmente la sua incidenza sulla quota riciclata (dal 33 al 75%) a causa della struttura stessa della siderurgia (introduzione della colata continua e conseguente minore riciclo interno) e della aumentata maturità del mercato che vede una maggiore disponibilità di rottame e quindi un maggiore afflusso al recupero. Si è cioè passati da un rottame di fabbrica, con caratteristiche chimiche e fisiche ben conosciute e senza inquinamento di altri materiali, a un rottame che deriva dal post-consumo, con caratteristiche poco o per nulla note, che implica sporcamento di tipo organico (rivestimenti, ecc.) e inclusione di altri materiali.

I recuperi siderurgici non necessitano di processi complessi: la raccolta viene effettuata direttamente dai grandi cantieri tramite container (oltre 10.000 sul territorio nazionale).

Il rottame vecchio, cioè quello che deriva dal post-consumo, è quello che impegna tutta la struttura piramidale degli operatori del settore: piccoli raccoglitori con dimensioni artigianali, commercianti con parco rottame, cantieri di preparazione, dove si provvede anche alla preparazione del rottame da avviare alla carica del forno. Vengono effettuate operazioni di cesoiatura, frantumazione, compattazione e separazione magnetica, di maggiore complessità nel caso di demolizione di autoveicoli. Considerata la localizzazione dei forni elettrici, la distribuzione territoriale della domanda di rottami è accentrata nelle regioni settentrionali (oltre il 50% in Lombardia, 30% in Veneto, Friuli e Piemonte): si determinano quindi problemi dovuti alla dispersione sul territorio nazionale della raccolta e ai costi per il trasporto ai centri di preparazione, anch'essi concentrati nell'Italia settentrionale.

Nel 2000 vengono censiti 1.634 impianti di demolizione operanti sul territorio nazionale, di cui il 62% (841) localizzato nel nord Italia, il 18% (358) nel centro e il 20% (435) nel sud.

Per 1.436 di questi impianti (quasi l'88%), sono anche disponibili i dati relativi ai quantitativi trattati, da cui emerge che i demolitori del nord Italia gestiscono più del 62% del totale del rottame trattato (quasi 802.000 t/anno), i demolitori del centro circa il 18% (238.000 t/anno) e quelli del sud il 20% (poco meno di 252.000 t/anno).

Dei 1.436 impianti per i quali sono disponibili dati sulle quantità, 805 hanno trattato nell'anno 2000 meno di 500 tonnellate di rifiuti da demolizione di veicoli, mentre 261 demolitori tra le 500 e le 1000 tonnellate. Questo dato evidenzia la presenza di un numero molto elevato di impianti di demolizione di piccola taglia distribuiti in maniera non omogenea sul territorio nazionale. Più in particolare, può essere rilevato che dei 1.066 impianti che hanno gestito meno di 1.000 tonnellate di rifiuti da demolizione di veicoli, il 51% è localizzato al nord, il 21% al centro e il 28% al sud.

Tali impianti hanno trattato complessivamente circa 318.000 tonnellate di rifiuti da demolizione di veicoli, che corrispondono approssimativamente al 25% del totale. I 77 impianti appartenenti alla classe superiore alle 3.000 tonnellate hanno invece complessivamente trattato 477.000 tonnellate di veicoli a fine vita, pari al 37% del totale e i restanti 293 impianti (<3.000), 496.000 tonnellate (circa il 38% del totale trattato).

Gli impianti di frantumazione rappresentano l'ultimo anello della filiera di gestione e operano la riduzione in frammenti della carcassa in un frantoio e il successivo recupero dei metalli ferrosi per via magnetica; il sistema appare non diffuso in maniera capillare sul territorio, bensì maggiormente concentrato in alcuni contesti territoriali in vicinanza degli impianti di recupero del rottame ferroso.

Gli impianti di frantumazione in Italia sono in totale 16 per la maggior parte localizzati nel nord Italia; si tratta di impianti che possono essere associati all'acciaieria (come nel caso di tre aziende del campione esaminato in questo rapporto) e impianti di frantumazione inseriti nelle aziende di commercializzazione del rottame.

L'A.I.R.A. che rappresenta l'Associazione delle aziende di frantumazione dei rottami metallici stima, nell'anno 2001, in 1,470 milioni di tonnellate le quantità di rottami provenienti dal flusso dei veicoli fuori uso rispetto a 1,960 milioni di tonnellate di rottami complessivamente trattati dagli impianti di frantumazione.

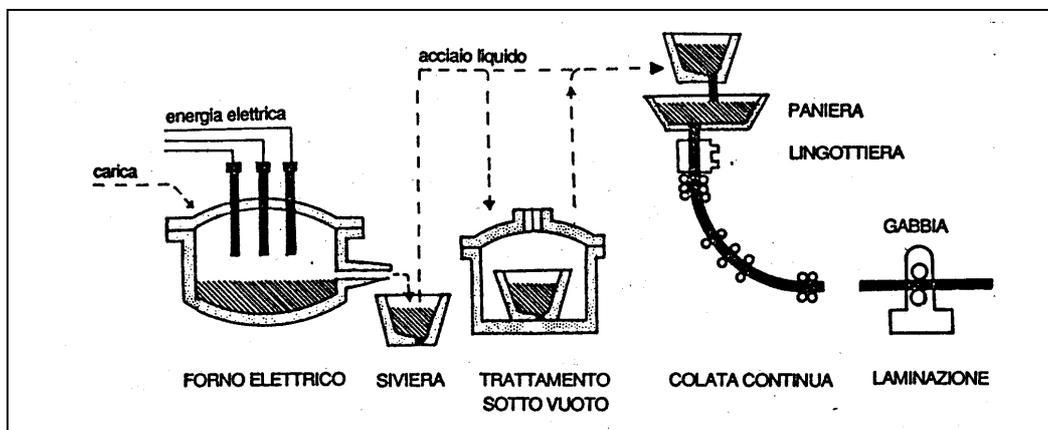
Siderurgia elettrica

La siderurgia privata italiana si è rivolta verso processi produttivi caratterizzati da una soglia di accesso economico inferiore rispetto a quella richiesta dall'acciaieria a ciclo integrale, cioè verso tecnologie di fusione che richiedono minori investimenti per la realizzazione dell'impianto. Ha potuto pertanto affermarsi ed espandersi la siderurgia da forno elettrico, nonostante fattori da ritenersi negativi per il suo sviluppo quali:

- l'impiego, come materia prima, di rottame ferroso relativamente al quale il mercato italiano è risultato dipendente per una quota importante dalle importazioni: questa quota è stata fino al 50% negli anni passati e ora si è ridotta a circa il 30%;
- lo sfruttamento di energia elettrica per il processo di fusione, cioè una forma di energia più costosa e meno disponibile rispetto a quella ricavabile dal carbone.

Il ciclo al forno elettrico è meno articolato rispetto a quello integrale poiché impiega, come materia prima, materiali (i rottami di ferro) che non necessitano di essere preliminarmente ridotti a ferro elementare e l'acciaio viene prodotto per fusione diretta del rottame e successiva solidificazione in continuo dello stesso a cui possono seguire, eventualmente, dei processi di trasformazione del prodotto mirati al miglioramento delle sue proprietà chimico - fisiche.

Figura 1.8. Schema di miniacciaieria: acciaieria elettrica e laminatoio a caldo



Nel contesto italiano si è pertanto definita e consolidata la cosiddetta *miniacciaieria*, cioè un'unità produttiva estremamente efficiente e flessibile, il cui schema generale è illustrato in Figura 1.8, costituito da:

- acciaieria con forno elettrico in cui viene realizzata la fusione del rottame;
- impianto di trattamento dell'acciaio in sivera;
- impianto di colata continua per la solidificazione;
- laminatoio per la lavorazione del semilavorato attraverso deformazione plastica a caldo.

In questi impianti si producono prevalentemente prodotti lunghi, quali tondo, vergella, profilati commerciali e tubi costituiti sia da acciai di base, sia dalla gran parte delle tipologie degli acciai di qualità e speciali.

Le attività di laminazione a caldo possono essere associate all'acciaieria (Figura 1.9) oppure localizzate in altro sito e alimentate dai semilavorati.

Le *bramme* sono prodotti di sezione rettangolare, ottenuti o dalla laminazione dei lingotti colati o dalla colata continua. Le bramme sono a loro volta utilizzate per la produzione di prodotti laminati a caldo piani.

Le *billette* e i *blumi* sono prodotti di forma quadrata o rettangolare, ottenuti o dalla laminazione dei lingotti colati o dalla colata continua. I blumi, rispetto alle billette, hanno una sezione maggiore. Blumi e billette sono in genere utilizzati per la realizzazione di prodotti laminati a caldo lunghi. Infine le *bramme sottili* e i *profilati sbozzati* sono prodotti ottenuti direttamente dalla colata continua con una forma vicina a quella finale, tramite una tecnica di colaggio (*colaggio di sezioni sottili*) che è stata recentemente inserita nel contesto produttivo.

Tabella 1.2. Denominazione dei semilavorati in acciaio (Norma EN 10079 del 1992)

Denominazione	Forma della sezione	Dimensioni caratteristiche
Billette	Quadrata Rettangolare	Lato: 40 – 130 mm Area < 169 cm ²
Blumi	Quadrata	Lato: 130 – 400 mm
Bramme, slebi	rettangolare	Lato minore: 100 mm
Barre	Quadrata, esagonale Circolare	Lato 10 – 150 mm Diametro: 5 – 30 mm
Tondino, vergella	circolare	Diametro: 5 – 30 mm
Tubi	Circolare cava	varie
Lamiere	rettangolare	Spessore: 3 – 10 mm
Nastri	rettangolare	Spessore < 3 mm
Profilati	Varie: T, I, doppia T, ecc.	varie
Lingotti	Varie: poligonali, quadrate, esagonali, ottagonale, ecc.	varie

Figura 1.9. Una min acciaieria (acciaieria + laminatoio) inserita nel contesto territoriale prealpino



Le attività di laminazione a caldo considerate in questo documento si riferiscono quindi esclusivamente alla preparazione di prodotti lunghi.

Negli ultimi trent'anni non si è osservata alcuna rilevante innovazione di filiera, bensì si è realizzato un profondo processo di ristrutturazione ed evoluzione tecnologica dei sistemi produttivi adottati.

Con riferimento agli ultimi anni e con significative ricadute anche per gli aspetti di rischio in ambiente di lavoro e per l'impatto ambientale (riduzione dei consumi energetici indiretti), si possono segnalare:

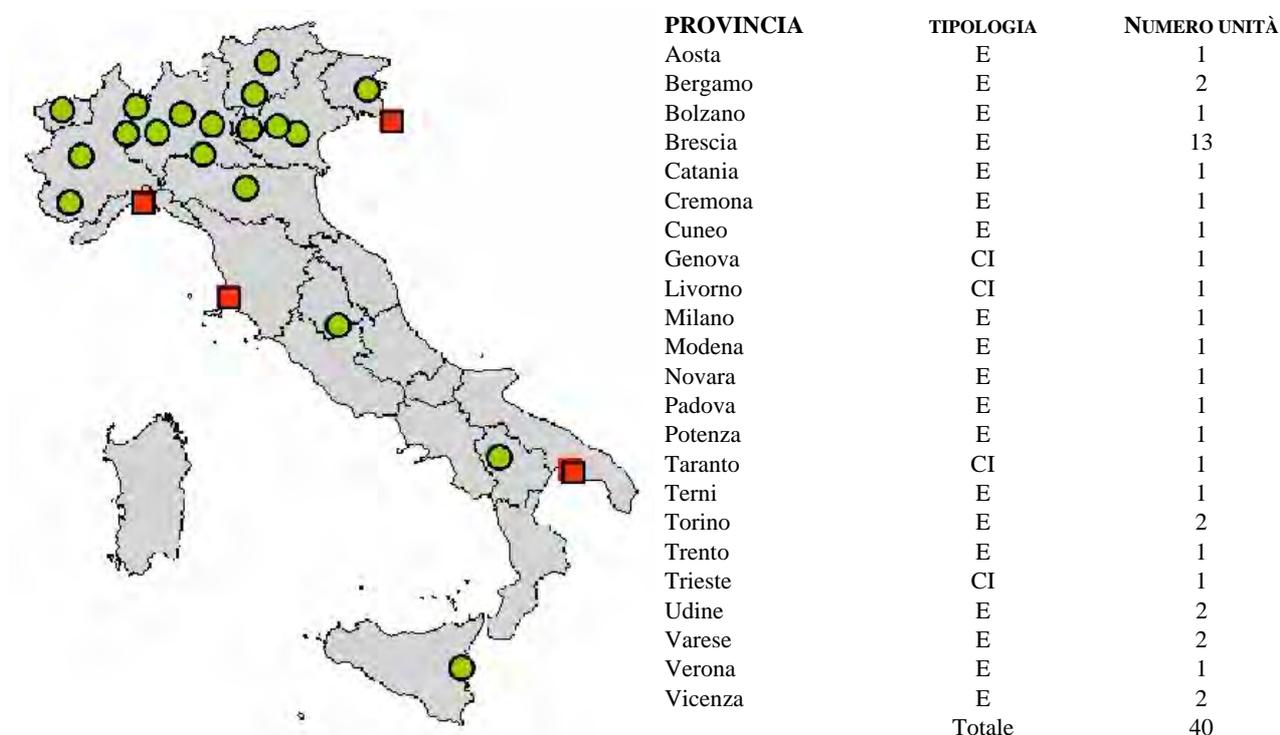
- importante sostituzione di energia elettrica con carbone e gas naturale come vettori energetici, imposti dalla scelta di velocizzare il processo di fusione con il forno elettrico;
- introduzione di significativo sistema di preriscaldamento della carica di rottame che viene portato a una temperatura di 800°C all'interno di un forno a metano: questa soluzione rimane comunque limitata a singoli impianti.

1.2 Localizzazione geografica delle aziende

Nei due centri siderurgici di Taranto e di Piombino (LI) viene prodotto circa un terzo dell'acciaio italiano, principalmente prodotti piani (nastri, lamiere) di acciai di uso generale e speciali. I centri siderurgici di Genova Cornigliano e di Trieste sono avviati a dismissione o trasformazione, quanto meno per quello che concerne l'area a caldo della lavorazione.

La siderurgia elettrica, utilizzando impianti relativamente semplici e con elevata elasticità di esercizio, sia come ritmi produttivi, sia come possibilità di variare la gamma di prodotto, si è sviluppata in maniera estesa. In Figura 1.10 sono evidenziate le aree di insediamento delle acciaierie elettriche e a ciclo integrale in Italia e sono indicate, suddivise per province, la tipologia delle acciaierie e il loro numero. Le acciaierie ad arco elettrico sono concentrate nel nord Italia e in particolare modo in Lombardia dove sono presenti 19 unità produttive; la provincia che presenta la maggiore densità di insediamenti è quella di Brescia con 13 impianti. Da questo censimento sono escluse le acciaierie elettriche che alimentano le attività di fonderia (prese in esame con il comparto fonderie acciaio) e l'attività di forgiatura, che mantiene una importante collocazione nel contesto industriale del nord Italia (3 unità produttive in Lombardia).

Figura 1.10. Localizzazione delle acciaierie in Italia (○ = E =acciaierie elettriche; □ = CI =acciaierie a ciclo integrale) (dati: Federacciai 2003 rivisitati; immagine: Federacciai)



La localizzazione costiera delle acciaierie a ciclo integrale è dettata dall'elevata taglia richiesta agli impianti per la realizzazione di un'economia di scala e dalla necessità di favorire l'approvvigionamento delle materie prime (minerale ferroso e carbone) derivanti completamente dall'importazione.

Al contrario, le acciaierie elettriche risultano essere integrate nel territorio in stretta vicinanza delle aree di insediamento delle industrie trasformatrici e utilizzatrici di acciaio. Questa collocazione resa possibile dalla disponibilità di rottame (materia prima) è alla base del concetto stesso di miniacciera riassunto dal motto "local mills for local markets".

1.3 Contesto produttivo, sociale e storico

L'attività siderurgica, prima considerata obsoleta, poi dismessa e infine ritenuta estinta, mantiene la sua importante collocazione nel contesto produttivo italiano. Le *crisi* siderurgiche non sono sostanzialmente crisi di volumi prodotti o di qualità prodotte, ma sono il risultato della drastica riduzione del numero delle aziende e degli occupati, indotto principalmente dall'evoluzione tecnologica e anche dalla scelta di organizzare il lavoro in modo diverso e di esternalizzarlo in misura sempre maggiore.

La quantità di acciaio prodotto in Italia, in virtù del contingentamento imposto all'inizio degli anni '80 dall'integrazione economica europea, a cui si sono poi sovrapposti i fattori di competizione internazionale e di assorbimento del mercato, è ormai assestata intorno ai 25 milioni di tonnellate all'anno, con punte fino a 28 milioni di tonnellate.

Figura 1.11. Produzione di acciaio in Italia nel periodo 1965 – 2004 (dati: Fedracciai)



Occupazione nelle aziende siderurgiche

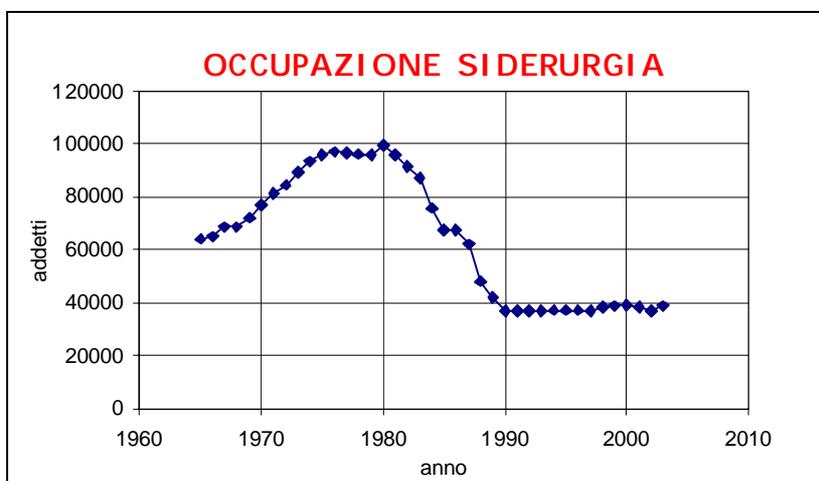
Gli occupati censiti in Figura 1.12 si riferiscono agli addetti alle *lavorazioni CECA*, cioè quelle che concernano esclusivamente le attività a caldo, di fusione e di laminazione.

Considerando tutti gli addetti, compresi quelli inseriti nelle lavorazioni a valle di nobilitazione del prodotto (laminazione a freddo, rivestimenti, ecc.), l'industria dei metalli ferrosi impiega 64 mila addetti, che rappresentano l'1,4% degli occupati impiegati nel settore industriale.

Nel 2002 l'industria siderurgica, considerando le lavorazioni a caldo, ha occupato 37000 addetti, che rappresentano lo 0,8% dell'intera forza lavoro impiegata nel settore industriale.

Da questa cifra sono esclusi i dipendenti delle aziende esterne che operano, anche con continuità o in modo esclusivo, all'interno delle strutture siderurgiche. Per le attività siderurgiche la presenza di personale esterno, escludendo gli addetti ai trasporti, coinvolge in modo continuo l'attività di circa altre 20000 persone.

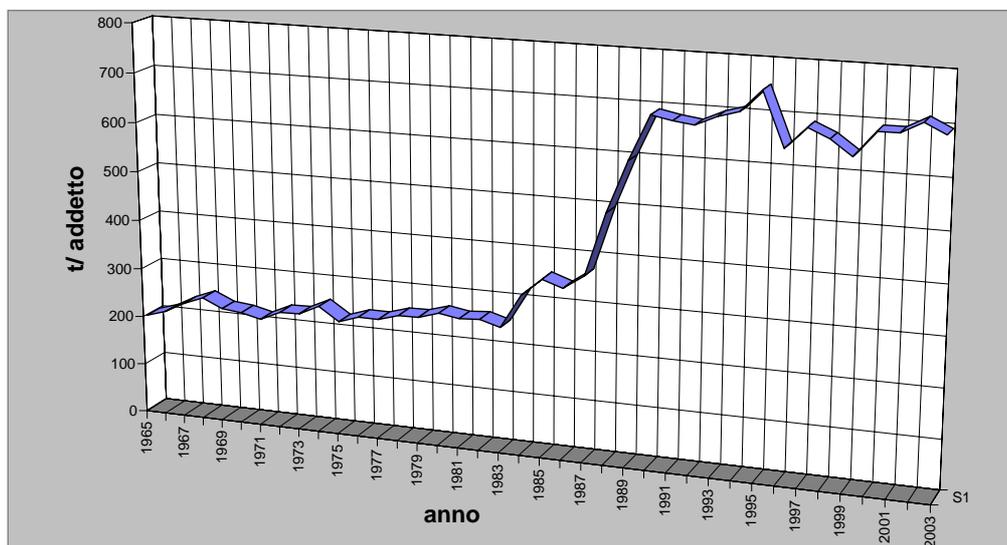
Figura 1.12. Addetti nel settore siderurgico (attività a caldo) in Italia fra il 1967 e il 2003 (dati: Federacciai)



La lettura dell'andamento dell'occupazione rende evidente la rivoluzione organizzativa che è stata imposta con gli smantellamenti fra il 1980 e il 1990.

Risulta anche significativo associare l'evoluzione della produzione e dell'occupazione (Figura 1.13) e ricavare l'andamento della produttività, che restituisce in maniera immediata e sintetica la rivoluzione avvenuta nel comparto per quanto riguarda l'innovazione impiantistica e la modifica delle condizioni di lavoro. Si tenga conto che l'andamento della produttività è ricavato per l'intero comparto (siderurgia integrale + siderurgia elettrica): questo dato riferito alla sola siderurgia elettrica indicherebbe un andamento ancora più evidente.

Figura 1.13. Evoluzione della produttività nel comparto siderurgico italiano (t/ anno x addetto)



Sviluppo della siderurgia elettrica

Storicamente, la siderurgia elettrica si è sviluppata e affermata successivamente rispetto quella integrale.

Nella metà dell'ottocento, quando il ciclo integrale raggiunse la maturità industriale, il ferro, prima, e l'acciaio, poi, divennero beni di largo consumo impiegati per la costruzione di ponti, rotaie, mezzi di trasporto e macchinari vari. Queste strutture tuttavia erano destinate a un precoce invecchiamento e a un rapido avvicendamento: di conseguenza maggiore era l'impiego di ferro, maggiore era la disponibilità di rottame. Si venne quindi a profilare una situazione decisamente favorevole per tutti coloro fossero stati in grado di recuperare e trasformare il rottame nuovamente in ferro, attraverso semplice fusione.

Attraverso tale pratica di riciclo del rottame era possibile evitare l'impiego di nuovo minerale consentendo di risparmiare sull'acquisto di carbone. Lo sfruttamento del rottame ferroso richiedeva da un lato impianti più semplici e quindi più accessibili e da un altro consentiva la realizzazione di alte quote di profitto.

Quando il rottame divenne una nuova e richiesta materia prima emerse la figura del *rottamat*, una nuova tipologia di imprenditore, che andava a cercare il rottame di ferro nei depositi di rotaie e di macchinari abbandonati, rifornendo così le industrie siderurgiche. Per fondere il rottame tramite il forno elettrico non occorre grandi impianti posti in vicinanza dei porti di sbarco del minerale e del carbone: quindi anche piccole imprese potevano accedere alla produzione di acciaio con processi nuovi, ma in perfetta continuità con una tipologia di artigianato che già esisteva in molte zone italiane soprattutto nelle valli alpine dove era radicata un'antica tradizione nella fabbricazione del ferro (stante la presenza di miniere e di lavorazioni tramite *bassi forni* di riduzione) e dove era facile approvvigionarsi di energia elettrica grazie allo sviluppo delle prime centrali idroelettriche.

Si sono evidenziati due importanti fattori che hanno contribuito allo sviluppo di unità produttive di media-piccola taglia, nonostante si tratti di attività energivora, in un contesto in cui anche parte del rottame deve essere importato: l'elevata efficienza di processo unitamente a una specializzazione nella produzione.

I ridimensionamenti del comparto, intervenuti progressivamente negli anni, hanno portato a una riduzione del numero di unità produttive in attività, conseguita tramite lo smantellamento degli impianti marginali (da 346 forni installati a 70 forni attivi in meno di dieci anni fra il 1981 e il 1990), per assistere poi a un continuo incremento della produzione tramite l'impiego degli impianti residui, che si avvalgono della continua

innovazione tecnologica (Tabella 1.3): nel 2003 si contano 40 acciaierie con 45 forni in esercizio, destinati alla solidificazione di semilavorati da deformare poi con laminazione a caldo.

Tabella 1.3. Evoluzione della siderurgia elettrica in Italia
(dati: Associazione Italiana Metallurgia integrati) (nd = dato non disponibile)

Anno	Capacità produttiva forno elettrico (forni attivi + forni inattivi) (milioni t/ anno)	Produzione (milioni t/ anno)	Forni attivi	Forni inattivi
1981	22,5 (17,3 + 5,2)	12,7	228	118
1985	20,3	12,5	80	51
1990	20,0	14,3	70	nd
1995	22,0	15,8	55	nd
2003	19,6 (19,6 + 0)	16,9	45	0

Il peso della siderurgia bresciana

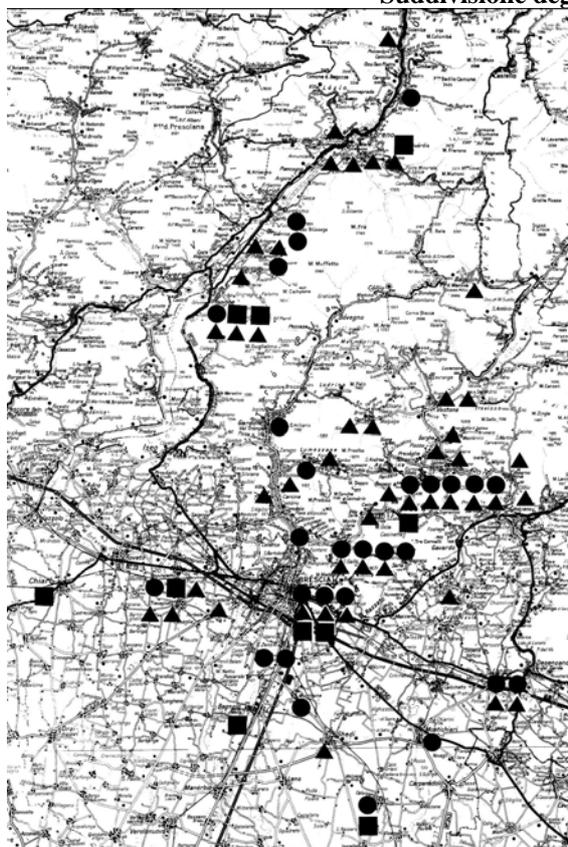
In questa atmosfera culturale e imprenditoriale è esploso il fenomeno dei “bresciani”, piccoli e poi grandi imprenditori che recuperavano rottami, soprattutto nel dopoguerra, e producevano acciaio adatto per la ricostruzione, cioè il tondino per il cemento armato degli edifici e delle strutture.

Queste piccole fabbriche nate nella Val Camonica, nella Val Sabbia e nella Val Trompia, ben presto si sono estese nella pianura a sud di Brescia, mantenendo comunque insediamenti nelle valli e creando insediamenti produttivi tuttora esistenti.

Nel 1974 la *minisiderurgia* bresciana si afferma in Italia e fa scuola in tutto il mondo:

- 57 stabilimenti sono accreditati di una capacità produttiva di 6 milioni ton semilavorati in acciaio/ anno;
- unità produttive di taglia minima e media (fra le 10.000 e le 420.000 t/ anno);
- sono utilizzati 98 forni con capacità fra 6 e 70 t (forno tipico da 25-30 t); tempi di ciclo di 3-3,5 ore;
- oltre il 70% delle unità utilizza macchine di colata continua (da 2 a 6 linee di colata), in alcuni casi più macchine;
- 44 dei 57 stabilimenti hanno laminatoio per prodotti lunghi (tondo, vergella, profilati, tubi) e nastri.

Figura 1.14. Dislocazione degli impianti siderurgici censiti in provincia di Brescia (1977)
Suddivisione degli impianti per area geografica



- acciaieria e laminatoio
- acciaieria
- ▲ laminatoio

Area	acciaieria e laminatoio	acciaieria	laminatoio
Valle Camonica–Sebino	5	3	12
Valle Trompia	2	--	3
Valle Sabbia – Nave	9	1	20
Brescia città e Bassa	12	6	11
Provincia di Brescia	28	10	46

La fase di massima espansione del settore si colloca nella seconda metà degli anni '70. Nel 1977 si era già consolidata la struttura produttiva che privilegia la localizzazione dei nuovi impianti nella zona di pianura. Per individuare in maniera precisa la massima espansione della siderurgia bresciana, è possibile fare riferimento a una specifica ricerca condotta nel 1977 dalla FLM di Brescia (Figura 1.14), che contiene anche una sintesi tecnico-economica. Vengono individuati 84 insediamenti siderurgici con 38 acciaierie e 74 laminatoi, in alcune realtà con più impianti e più linee destinati a diverse tipologie di prodotto.

Fra il 1977 e il 1985, analogamente a quanto accaduto a livello nazionale e regionale, si configura una nuova struttura produttiva attraverso una importante ristrutturazione che tocca sia le società, che gli impianti industriali, realizzati tramite gli interventi di smantellamento della capacità produttiva, finanziati dai contributi comunitari e realizzati in fasi successive.

La prima concentrazione dell'attività in un numero più ridotto di stabilimenti si conclude nel 1985: le unità produttive scendono da 75 a 55. Negli anni successivi, fino al 1990, si assiste a un consolidamento di questa struttura, nella quale si mantengono alcune caratteristiche peculiari della siderurgia bresciana, che vede la produzione di acciaio localizzata principalmente nella Bassa e a Odolo, in Val Sabbia (10 acciaierie delle 13 in provincia), l'integrazione della produzione di acciaio e di laminazione, l'attività di esclusiva laminazione in Val Camonica e in Val Sabbia di tondo per cemento armato e di profilati mercantili.

L'introduzione delle innovazioni tecnologiche e di processo, unita a una più elevata utilizzazione degli impianti, consente comunque di raggiungere un incremento della produzione con un terzo dei forni (scesi da 72 a 25 in dieci anni) e con metà degli impianti di laminazione.

Tabella 1.4. Evoluzione del settore siderurgico nella provincia di Brescia. Impianti utilizzati

	1977	1985	1988	1993	1999	2004
Unità produttive Provincia di Brescia	75	55	53	44	27	26
Acciaierie e laminatoi	19	14	14	14	8	7
Acciaierie	8	7	7	7	7	7
Laminatoi	48	34	32	23	12	12
Valle Camonica – Sebino	18 (5+2+11)	13 (2+1+10)	13 (1+1+11)	13 (1+1+11)	6 (0+1+5)	6 (0+1+5)
Valle Trompia + Nave	12 (5+0+7)	7 (3+0+4)	6 (3+0+3)	4 (3+0+1)	3 (2+0+1)	3 (2+0+1)
Valle Sabbia	23 (5+1+17)	16 (5+1+10)	17 (5+1+11)	15 (5+1+9)	8 (2+1+5)	7 (2+1+4)
Brescia città e Bassa	22 (4+5+13)	19 (4+5+10)	17 (5+5+7)	12 (5+5+2)	10 (4+5+1)	10 (3+5+2)
Impianti Provincia di Brescia						
Forni elettrici	72	28	25	25	18	16
Macchine colata continua	53	36	31	31	20	18
Impianti laminazione	92	71	55	46	25	22

3 acciaierie (1 in Valle Camonica, 2 in Brescia città e Bassa) producono esclusivamente lingotti per forgiatura

Tabella 1.5. Evoluzione della produzione siderurgica nella provincia di Brescia

	1977	1985	1988	1993	1999	2004
Produzione (000 t) Provincia di Brescia						
Semilavorati in acciaio	3800	3800	4600	4800	6000	6460
Laminati a caldo	4500	3900	4700	4300	5600	6175
Tipologia di prodotto (%)						
Tondo per cemento armato	75	54	48	nd	nd	44
Vergella	6	21	22	nd	nd	26
Profilati e piatti	17	18	22	nd	nd	24
Laminati speciali, altri	2	7	6	nd	nd	6

Già alla fine degli anni '80 si assiste a una condizione curiosa e per certi versi paradossale.

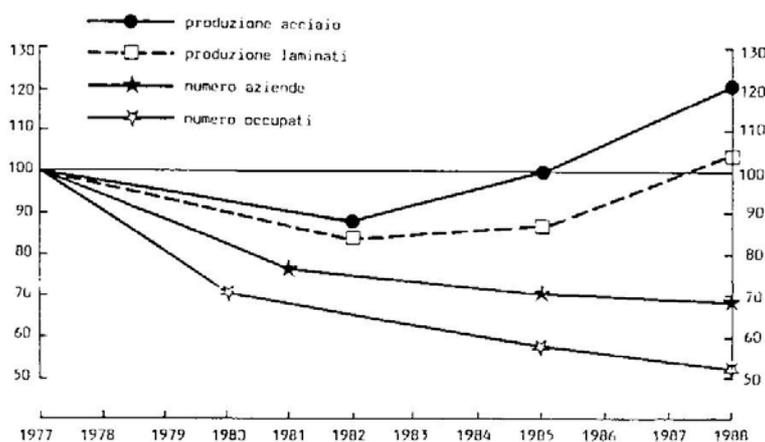
Da una parte, con il contributo economico della comunità europea, viene finanziato lo smantellamento della capacità produttiva (o quanto meno, questa è la motivazione per cui vengono erogati i contributi finanziari), contemporaneamente si è già avviato il potenziamento degli impianti non smantellati. La base produttiva viene trasformata e resa fortemente efficiente: si smantellano i residui forni utilizzati in modo saltuario (o in alcuni casi mantenuti installati solo per percepire contributi finanziari per lo smantellamento), si potenziano o sostituiscono i forni mantenuti attivi, si aggiornano le macchine di colata continua.

La crisi in atto in quegli anni non è una crisi di consumo, bensì di redditività: infatti da un lato gli impianti vengono utilizzati al di sotto di una soglia che ripaghi i costi di ammortamento degli investimenti effettuati e dei costi di produzione, dall'altro si cerca di ovviare a questa diseconomia concentrando la produzione nei periodi estivi, notturni e festivi, gravati da un minore costo dell'energia elettrica: questa situazione precaria è mantenuta ricorrendo al contenimento dei costi di produzione, costringendo il personale a una flessibilità del lavoro (sospensioni dell'attività nel periodo invernale, estensione del lavoro a 11 turni notturni e festivi).

La siderurgia elettrica è contemporaneamente costretta ad aggiornarsi per rimanere tecnologicamente competitiva, ma è condannata a produrre sotto la potenzialità che acquisisce.

Insieme a questo notevole incremento di produttività si consolida uno spostamento della produzione verso acciai di maggiore qualità e una composizione del prodotto finito che vede diminuire il peso del tondo per cemento armato, sostituito dalla produzione di vergella avviata alla trasformazione in componenti per l'edilizia (reti elettrosaldate e tralicci).

Figura 1.15. Sintesi dei principali indicatori riferiti alla Provincia di Brescia nel periodo 1977-1988



Lo sbocco di questa situazione precaria vede l'espulsione dei produttori meno competitivi e l'accentramento della fase di fusione nei gruppi con più unità territoriali.

Le ristrutturazioni usufruiscono di importanti innovazioni tecnologiche, non solo in acciaieria, che incrementano la capacità produttiva: nuovi forni di riscaldamento, conduzione della laminazione con modalità sempre più automatizzate, inserimento del trattamento di tempra e di rinvenimento del tondo in linea, raccolta differenziata dei prodotti fuori misura, meccanizzazione delle operazioni di raccolta, confezionamento e movimentazione del prodotto finito. L'utilizzo degli impianti è rimasto per molti anni comunque depresso da una limitata domanda e redditività dell'attività.

Nel 1999 il processo di innovazione e di concentrazione si conclude: 5 produttori della provincia forniscono il 50% dei prodotti lunghi, 10 produttori il 72%, 12 produttori l'84%, cioè c'è poco spazio, a parte produzioni particolari quali i lingotti per forgiatura, per produttori e impianti che non hanno introdotto razionalizzazione e innovazione.

Gli ultimi anni hanno mostrato un andamento positivo per la produzione e la redditività, che si avvale della capacità tecnologica e della competitività accumulata in questi anni e che consente di confrontarsi e tenere testa ai produttori nazionali e mondiali.

Gli occupati nelle unità produttive siderurgiche della provincia, inclusi gli amministrativi, esclusi gli addetti alle lavorazioni considerate non strettamente siderurgiche presenti in questi stabilimenti (trattamenti termici, deformazioni a freddo, lavorazioni meccaniche) sono ripartiti per zone (Tabella 1.6).

La riduzione dell'occupazione nella provincia di Brescia, già significativa prima del 1980, anticipa il fenomeno nazionale, che diventa rilevante fra il 1980 e il 1990.

Tabella 1.6. Evoluzione della occupazione siderurgica nella provincia di Brescia

	1977	1985	1988	1993	1999	2004	riduzione 2004/1977
Occupazione Provincia di Brescia	13500	7800	6900	6300	5000	4850	- 64%
Valle Camonica – Sebino	2500	1500	1150	1000	400	410	- 84%
Valle Trompia + Nave	2000	1400	1300	1200	1000	950	- 53%
Valle Sabbia	2000	1400	1650	1550	1200	1150	- 48%
Brescia città e Bassa	7000	3500	2800	2550	2400	2350	- 66%

Valle Camonica e Sebino

Per questa realtà territoriale è emblematico osservare con maggiore dettaglio la sua evoluzione.

All'inizio degli anni '90 quanto si può osservare in questo bacino produttivo è per certi versi paradossale: viene finanziato con il contributo economico della comunità europea lo smantellamento e nello stesso tempo gli impianti non smantellati vengono potenziati. Infatti, fra il 1977 e il 1993, vengono mantenuti 11 impianti di laminazione e la capacità produttiva viene più che raddoppiata, praticamente si impenna, in virtù degli adeguamenti tecnologici introdotti, in modo differenziato nei diversi insediamenti. Questa capacità produttiva viene sfruttata praticamente al 50% fino al 1991, per ridursi al 30% nel 1993.

In quegli anni convivono in Valle Camonica impianti di laminazione con livelli di meccanizzazione e di automazione fortemente differenziati. Nella maggioranza delle attività di produzione del tondo per cemento armato non si osservano gli importanti aggiornamenti tecnologici, prima citati, introdotti in impianti analoghi principalmente negli anni 1988-1991.

L'occupazione nel periodo subisce un costante ridimensionamento e si osserva un dimezzamento degli addetti rispetto all'inizio degli anni '80.

La situazione nella seconda metà degli anni '90 si mantiene estremamente precaria ricorrendo principalmente alla flessibilità del lavoro (sospensioni dell'attività, regimi di funzionamento differenziati fra periodo invernale e periodo estivo, fra giorni feriali e giorni festivi, lavoro notturno soprattutto per ridurre i costi dell'energia elettrica) e ricorrendo, in numerose realtà, alla cassa integrazione guadagni.

Fra il 1993 e il 1999 si assiste al dimezzamento del comparto, in conseguenza di tutte le dinamiche imposte dal mercato e penalizzato all'interno della stessa provincia bresciana dalla localizzazione meno favorevole e per quanto riguarda l'occupazione è l'area che pagherà di più in termini di contrazione.

Dal 2000 si assiste a un assestamento della situazione degli impianti produttivi, che mantiene un'elevata potenzialità di laminazione. Si segnala il mantenimento dell'occupazione in questo periodo.

Tabella 1.7. Comparto siderurgico Valle Camonica – Sebino

	addetti	numero insediamenti			capacità produttiva (000 t/ anno) acciaio + laminati	produzione (000 t/ anno) acciaio + laminati	utilizzo impianti
		acciaieria e laminatoio	acciaieria	laminatoio			
1977	2100	5	3	12	455000 + 1140000	323000 + 904000	77%
1993	998	1	1	11	290000 + 2316000	219000 + 910000	43%
1999	403	0	1	5	65000 + 1350000	45500 + 495000	38%
2004	410	0	1	5	65000 + 1395000	45500 + 619000	46%

Consistenza del campione

Il campione riferito all'attività siderurgica elettrica risulta altamente significativo (Tabella 1.8).

Delle 36 acciaierie elettriche attive in Italia nel 2003 19 sono state interessate dalla raccolta di informazioni; a queste si aggiungono le informazioni che derivano dalle unità produttive non più attive, per un totale di 30 acciaierie coinvolte.

La produzione osservata con questo campione di impianti, nel periodo 2001-2003, rappresenta circa il 50% dei semilavorati in acciaio prodotti per via elettrica in Italia, pari a 8.468.000 tonnellate, prodotte da 18 forni elettrici, rispetto al totale di 16.880.000 tonnellate prodotte in Italia nel 2003 con 45 forni attivi. Il campione ha intercettato i forni più significativi (una media di 470.000 t/ anno per ogni forno rispetto a 375.000 t/ anno) nel contesto italiano.

La produzione di lingotti di 356500 tonnellate, derivante da cinque forni elettrici, tre di questi utilizzati in modo esclusivo per questa tipologia, costituisce il 43% delle 838000 tonnellate colate in lingottiera nel 2003.

Tabella 1.8. Acciaieria. Alcuni dati sintetici del campione coinvolto dal profilo di rischio

Provincia	Unità coinvolte	prodotto	Unità in funzione nel 2005	Capacità produttiva 2003 (000 t/ anno)	Produzione 2003 (000 t/ anno)	Forni	Colata cont.	Colata lingott.
BS	18	billette/blumi e lingotti	11	7300000 48000	6425000 48000	12	14	1
	3	lingotti	3	253400	176500	3		3
BG	1	billette	---	---	---	---	---	---
MI	1	blumi	---	---	---	---	---	---
CR	1	blumi	1	Nd	Nd	1	1	
TN	1	billette	1	Nd	Nd	1	1	
VI	1	lingotti	1	Nd	Nd	1		1
UD	2	billette/blumi e lingotti	2	1940000 300000	1518000 300000	3	3	1
TO	2	billette	---	---	---	---	---	---
Totale	30		19			21	19	6
		Billette e blumi		9388000	8111000			
		Lingotti		453400	356500			

1.4 Profilo economico – finanziario

L'acciaio è uno dei più importanti materiali per costruzione e applicazioni ingegneristiche, e trova impiego in molti settori, nella forma di semilavorato o dopo ulteriori lavorazioni.

Considerando le quote di materiale si possono schematicamente distinguere le seguenti destinazioni:

30%	→	STRUTTURE	edilizia infrastrutture stradali
30%	→	BENI DI CONSUMO	Trasporti Elettrodomestici Arredamento
30%	→	IMPIANTISTICA	Meccanica Idraulica Energetica
10%	→	ALTRI COMPARTI	Imballaggio

Nel 2003 il 63% della produzione totale di acciaio, 16,9 milioni di tonnellate, è stato realizzato attraverso il ciclo da forno elettrico e la restante parte, 9,9 milioni di tonnellate attraverso il ciclo integrale.

La produzione di laminati a caldo piani, 11,1 milioni di tonnellate, è stata superiore del 10% a quella dell'anno precedente e quella di laminati lunghi, 14,2 milioni di tonnellate del 2,6%.

Figura 1.16. Produzione di acciaio in Italia dal 1995 al 2004 (000 t) (dati: Federacciai)

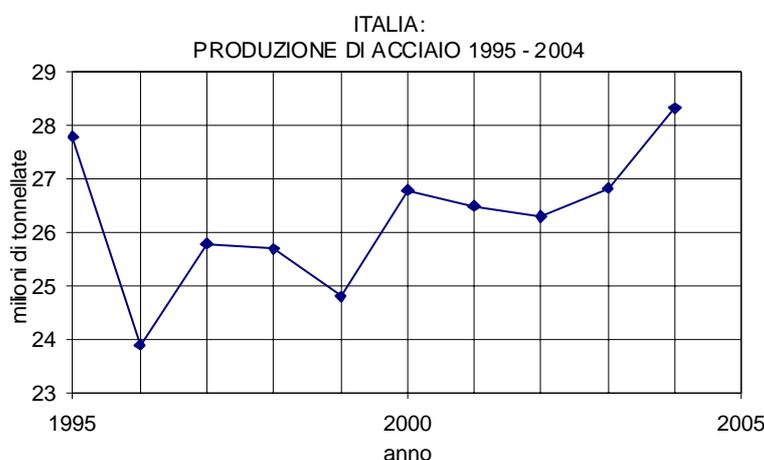


Tabella 1.9. Bilancio acciaio in Italia (000 t) (dati: Federacciai)

	2000	2001	2002	2003
Produzione	26.8	26.5	26.3	26.8
Importazioni	18.9	19.6	18.5	19.5
Esportazioni	13.3	13.9	12.8	12.8
Consumo apparente	32.4	32.2	32.0	33.5

In Tabella 1.9 è riportato un quadro riassuntivo relativo alla produzione, alle importazioni e alle esportazioni, ricavandone il consumo apparente di acciaio per il quadriennio 2000 – 2004.

Il consumo apparente di acciaio (prodotti della siderurgia primaria e secondaria) nel 2003 è stato pari a 33,5 milioni di tonnellate, superiore del 4,6% a quello dell'anno precedente. L'aumento del consumo apparente è stato soddisfatto dalla crescita del 2% della produzione nazionale e da quella del 4,9% delle importazioni; è risultato quindi un peggioramento del saldo degli scambi commerciali con l'estero, che da un disavanzo di 800 mila tonnellate è passato a uno di 1,1 milioni di tonnellate.

I flussi di commercio con l'estero mostrano nel 2002 un passivo di circa 1 miliardo di euro, che riassume un attivo pari a circa 2 miliardi per i tubi e un passivo di circa 3 miliardi per il resto del settore. Il saldo negativo è dovuto soprattutto ai prodotti di uso generale.

Il valore della produzione, comprendendo anche la quota che compete il settore delle fonderie, è stimabile intorno ai 18,3 miliardi di euro, pari al 2,2% del totale della produzione industriale italiana.

1.5 La realtà infortuni

Questa prima sintesi riferita al periodo 1979-2003 riportata in Tabella 1.10 si riferisce ai dipendenti delle unità produttive della siderurgia elettrica (acciaieria e laminatoio a caldo) e coinvolge un campione ampio e significativo dell'intero comparto: nella fase di massima espansione dell'occupazione in Italia (periodo 1979 - 1983) gli addetti intercettati con queste statistiche sono il 12-14%; nell'ultimo periodo considerato (1999-2003) rappresentano il 13-14% e si mantiene quindi la possibilità di riferire gli infortuni a un campione di analoga consistenza e di ricavare informazioni significative.

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

La capacità produttiva coinvolta dalle acciaierie del campione è di 9.960.000 t di acciaio/ anno, nel 2003 l'acciaio prodotto è stato di 8.310.000 t, che corrisponde al 50% dell'acciaio elettrico italiano, con un utilizzo della capacità produttiva disponibile dell'83%.

La capacità produttiva dei laminatoi coinvolti con questo campione è di 9.956.000 t di semilavorati/ anno; nel 2003 i laminati a caldo prodotti sommano a 7.680.000 t, che corrispondono anche in questo caso a circa il 50% dei prodotti lunghi del contesto italiano; per i laminatoi considerati l'utilizzo della capacità produttiva è stato del 77%.

Tabella 1.10. Siderurgia elettrica. Sintesi dati infortunistici attività di acciaieria e di laminatoio a caldo

numero aziende	anno	addetti	infortuni	mortali	giorni infortunio	ore lavorate	IF	IG	durata media (gg)
61	1979	10765	2535	5	56125	16740158	151	3,35	22
63	1980	11434	2718	7	58449	18433869	147	3,17	22
65	1981	12775	2672	4	61323	19242823	139	3,19	23
65	1982	12258	2365	2	59525	17939325	132	3,32	25
68	1983	11839	1907	6	49014	16883215	113	2,90	26
69	1984	10906	1879	1	47825	17109229	110	2,80	25
67	1985	10035	1772	0	45440	16074851	110	2,83	26
65	1986	9645	1701	1	42267	14976728	114	2,82	25
64	1987	9027	1538	2	40191	14350819	107	2,80	26
66	1988	8802	1555	3	39800	14221913	109	2,80	26
51	1989	6261	1178	1	27932	10727794	110	2,60	24
39	1990	3763	688	2	17214	6437768	107	2,67	25
38	1991	3831	646	2	18992	6282957	103	3,02	29
33	1992	3162	451	0	12575	5213688	87	2,41	28
13 (*)	1993	1386	125	0	3780	2057269	61	1,84	30
13 (*)	1994	1294	154	0	4144	1800206	86	2,30	27
13 (*)	1995	1177	132	0	2996	1908312	69	1,57	23
13 (*)	1996	1124	132	1	3917	1871141	71	2,09	30
11 (*)	1997	1141	144	1	3121	1944280	74	1,61	22
10 (*)	1998	1173	144	0	2897	2022601	71	1,43	20
31	1999	5206	716	2	14294	8168487	88	1,75	20
31	2000	5306	756	1	18627	8683821	87	2,15	25
31	2001	5276	790	0	18940	9060723	87	2,09	24
31	2002	5331	738	1	18557	8733471	85	2,12	25
31	2003	5313	710	2	18726	8512660	83	2,20	26

Infortuni riferiti esclusivamente agli addetti dipendenti delle unità produttive della siderurgia elettrica

IF: indice di frequenza degli infortuni (numero infortuni x 1000000 / ore lavorate)

IG: indice di gravità degli infortuni (giorni infortunio x 1000 / ore lavorate)

(*) I dati fra il 1993 e il 1998 non sono riferiti a tutte le realtà territoriali indagate e quindi non sono significativi dell'andamento dell'intero campione.

Fra il 1979 e i primi anni '90 si può osservare una significativa riduzione dell'indice di frequenza, accompagnata anche dalla riduzione dell'indice di gravità, benché di misura inferiore, determinato da un progressivo incremento della durata media degli infortuni.

Negli anni più recenti questa dinamica positiva si è sostanzialmente arrestata e gli indici infortunistici si assestano sui valori più bassi registrati nel decennio precedente.

Tabella 1.11. Siderurgia elettrica. Sintesi dati infortunistici distinti per attività

anno	acciaieria (12 aziende)			acciaieria + laminatoio (5 aziende)			laminatoio (14 aziende)		
	IF	IG	durata media (gg)	IF	IG	durata media (gg)	IF	IG	durata media (gg)
1999	100	2,06	21	78	1,43	18	89	1,89	21
2000	98	2,03	21	84	2,07	25	83	2,34	28
2001	103	2,33	23	83	1,92	23	80	2,13	27
2002	91	1,74	19	82	2,07	25	82	2,51	31
2003	91	2,20	24	82	2,38	29	80	1,96	25

Infortuni riferiti esclusivamente agli addetti dipendenti delle unità produttive della siderurgia elettrica

Con i dati riportati in Tabella 1.11 è possibile osservare le differenze fra i diversi indici infortunistici riferiti distinguendo le diverse attività.

Gli indici di frequenza dell'attività di laminazione risultano negli anni sempre inferiori ai corrispondenti indici di frequenza registrati in acciaieria, ma l'indice di gravità viene penalizzato da una durata media più lunga degli infortuni.

1.6 Le malattie professionali

Si rinvia a quanto già presentato nel Paragrafo "*Le malattie professionali*" inserito nel primo Capitolo "*Introduzione e struttura comparto Metallurgia*".

Si tenga presente che in molte situazioni le malattie professionali sono state individuate con riferimento alla attività complessivamente considerata di acciaieria + laminatoio, presente congiuntamente in quasi tutte le realtà territoriali considerate.

Si tenga inoltre conto della mobilità lavorativa degli esposti fra queste attività.

ACCIAIERIA ELETTRICA

CAPITOLO 2 INDIVIDUAZIONE DEL CICLO DI LAVORAZIONE

- 2.1** Descrizione sintetica
- 2.2** Schema a blocchi, materie prime, materiale ausiliari, sottoprodotti, prodotti
- 2.3** Fattori di rischio lavorativo
- 2.4** Impatto e rischio ambientale

2.1 Descrizione sintetica

Con la metallurgia secondaria la preparazione di semilavorati in acciaio viene ottenuta a partire da una carica solida di rottame ferroso, acquisito sul mercato nazionale ed estero, a cui si aggiungono materie prime ricche in ferro, quali preridotto e ghisa solidificata, e i recuperi interni di acciaieria (spuntature, materozze e canali di colata, prodotti non conformi, ecc.) e di laminatoio (prodotti non conformi, spuntature, scarti, ecc.), nel caso l'attività di laminazione sia associata all'acciaieria.

Gli acciai, cioè le leghe ferro-carbonio con tenore di carbonio inferiore a 2,06%, in cui sono presenti altri elementi in tenori non trascurabili, hanno caratteristiche meccaniche e resistenziali molto diverse in base alle molteplici applicazioni per cui vengono destinati. Risulta perciò estremamente complesso potere raggruppare i diversi tipi di acciai in poche categorie per poterli classificare.

Fra le possibili classificazioni si possono citare quelle:

- in base ai requisiti qualitativi ottenuti attraverso il controllo delle tecniche di produzione (acciai di base, acciai di qualità, acciai speciali);
- in base alla composizione chimica (acciai al solo carbonio, acciai legati);
- in base a proprietà fisiche e chimico-fisiche (resistenza alla corrosione, caratteristiche elettriche, ecc.);
- in base alle applicazioni (acciai di uso generale, acciai speciali da costruzione, acciai da utensili, acciai inossidabili, ecc.).

Gli acciai sono classificati, secondo la norma europea EN 10020, con riferimento sia alla composizione chimica, sia ai requisiti qualitativi:

- acciai di base: si tratta di acciai non legati, per i quali non è richiesta nessuna prescrizione particolare legata all'impiego, viene garantita una certa proprietà resistenziale, non è prescritto alcun trattamento termico;
- acciai di qualità: gli acciai che non presentano una regolarità di comportamento ai trattamenti termici, ma le cui condizioni di impiego richiedono accorgimenti particolari nella fase di produzione, in particolare per ridurre il rischio di rottura fragile e lo stato superficiale;
- acciai speciali: destinati in genere ai trattamenti termici, con necessità di purezza, rispetto alle inclusioni gassose e non metalliche.

Dovendo in questo testo individuare il ciclo di lavorazione e i rischi implicati, può risultare particolarmente utile conoscere il legame che esiste fra lavorazione e tipologia di acciaio prodotto, e quindi comprendere le motivazioni delle diverse tecniche di produzione, più o meno complesse, adottate, nonché la possibilità di risolvere problemi di rischio legati a una particolare fase con soluzioni metallurgiche ottenibili con fasi meno rischiose (per esempio trattamento e pulizia del rottame per evitare inquinamenti organici nelle successive fasi di fusione; colata continua in sostituzione della solidificazione in lingotti, taglio e pulizia delle superfici, sbazzatura, ecc.).

Le diverse qualità di acciaio sono ottenute seguendo sostanzialmente la stessa filiera produttiva; mentre la possibilità di ottenere specifiche composizioni o di controllare le caratteristiche qualitative (inclusioni non metalliche, gas) è affidata a specifiche fasi di lavorazione, in primo luogo alla metallurgia fuori forno, cioè all'elaborazione (*affinazione*) dell'acciaio condotta allo stato liquido in siviera o in specifici impianti (Tabella 2.1).

Tabella 2.1. Soluzione tecnologica ed esigenze metallurgiche: fase di lavorazione implicata

Soluzione tecnologica	Esigenza metallurgica	Fase di lavorazione
Aggiunte di lega	Struttura di solidificazione Caratteristiche meccaniche	Affinazione in forno Affinazione in siviera Lavorazioni fuori forno Solidificazione in lingottiera c.c.
Diminuzione delle inclusioni gassose e non metalliche	Struttura	Lavorazioni fuori forno
Ricristallizzazione della struttura	Struttura di solidificazione Caratteristiche meccaniche	Solidificazione in lingottiera c.c. Laminazione controllata Trattamenti termici

La materia prima viene scaricata e depositata nel parco rottame e suddivisa, previa classificazione, in categorie omogenee. Le materie prime, insieme a materiali ausiliari, ricicli interni e materiali energetici, vengono prelevate dallo stoccaggio e inserite in ceste e trasferite nell'area forno.

Il materiale, approvvigionato tramite alcune ceste in successione, viene caricato nel forno, aperto tramite rotazione della volta. Il rottame viene fuso mediante arco elettrico, ottenuto da tre elettrodi consumabili realizzati in grafite, e tramite l'apporto energetico che deriva dalla combustione di carbone, caricato in cesta e insufflato nel forno tramite lance, metano, derivante da bruciatori, e lance a ossigeno, che consente di sfruttare il calore che deriva dalle reazioni esotermiche di ossidazione degli ingredienti energetici e metallici. Una volta fuso il rottame, viene effettuata scorifica della parte fusa non metallica e si conduce una breve affinazione destinata a una prima messa a punto della composizione, tramite aggiunte di materiali ausiliari (calce, ecc.) e ferroleghie approvvigionati direttamente al forno durante la lavorazione tramite impianto di stoccaggio, trasporto e dosatura, e a un riscaldamento dell'acciaio alla temperatura desiderata.

Il forno viene svuotato, in realtà viene mantenuto un piede liquido per facilitare la ripresa del processo successivo e ridurre il trascinarsi di scoria, travasando l'acciaio in una siviera, dove vengono condotte ulteriori lavorazioni di affinazione della composizione. In funzione delle caratteristiche qualitative questa affinazione può essere condotta esclusivamente in siviera oppure tramite l'utilizzo di specifici *impianti fuori forno*, di complessità diversa. Vengono aggiunte ferroleghie e i materiali ausiliari necessari al risultato chimico e metallurgico richiesto, vengono insufflati gas inerti per il controllo di temperatura e inclusioni.

La siviera viene trasferita all'impianto di solidificazione: la siviera viene posizionata sopra un impianto di distribuzione dell'acciaio (*paniera*) a diverse unità parallele di solidificazione (*lingottiere*), dove si impone la sezione esterna del semilavorato e si solidifica una pelle esterna tramite importante scambio termico realizzato all'interno della lingottiera da circolazione di acqua. L'acciaio in solidificazione, estratto dalla lingottiera con continuità (*colata continua*), trascinato e raffreddato tramite spruzzi di acqua, viene tagliato a caldo nelle lunghezze richieste.

In alternativa la solidificazione avviene travasando l'acciaio liquido all'interno di contenitori statici di solidificazione (*lingottiere*). Al termine della solidificazione le lingottiere vengono sfilate e i lingotti avviati alle destinazioni successive.

Le lavorazioni di un'acciaieria elettrica sono schematizzate nella Figura 2.1 della pagina successiva.

Si è ritenuto importante distinguere due gruppi di lavorazioni:

- 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, che sono visualizzate traslate a destra nel flusso;
- allineate a destra 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 dell'attività siderurgica.

Le materie prime utilizzate e i materiali ausiliari, i materiali prodotti e i sottoprodotti sono suddivisi per le diverse aree di lavoro e presentati nella Tabella 2.2.

2.2 Schema a blocchi, materie prime, materiale ausiliari, sottoprodotti, prodotti

Figura 2.1. Schema a blocchi acciaieria: principali fasi di lavorazione e relazione tra le fasi
In grigio sono indicate le fasi di lavorazione presenti solo in alcune unità produttive

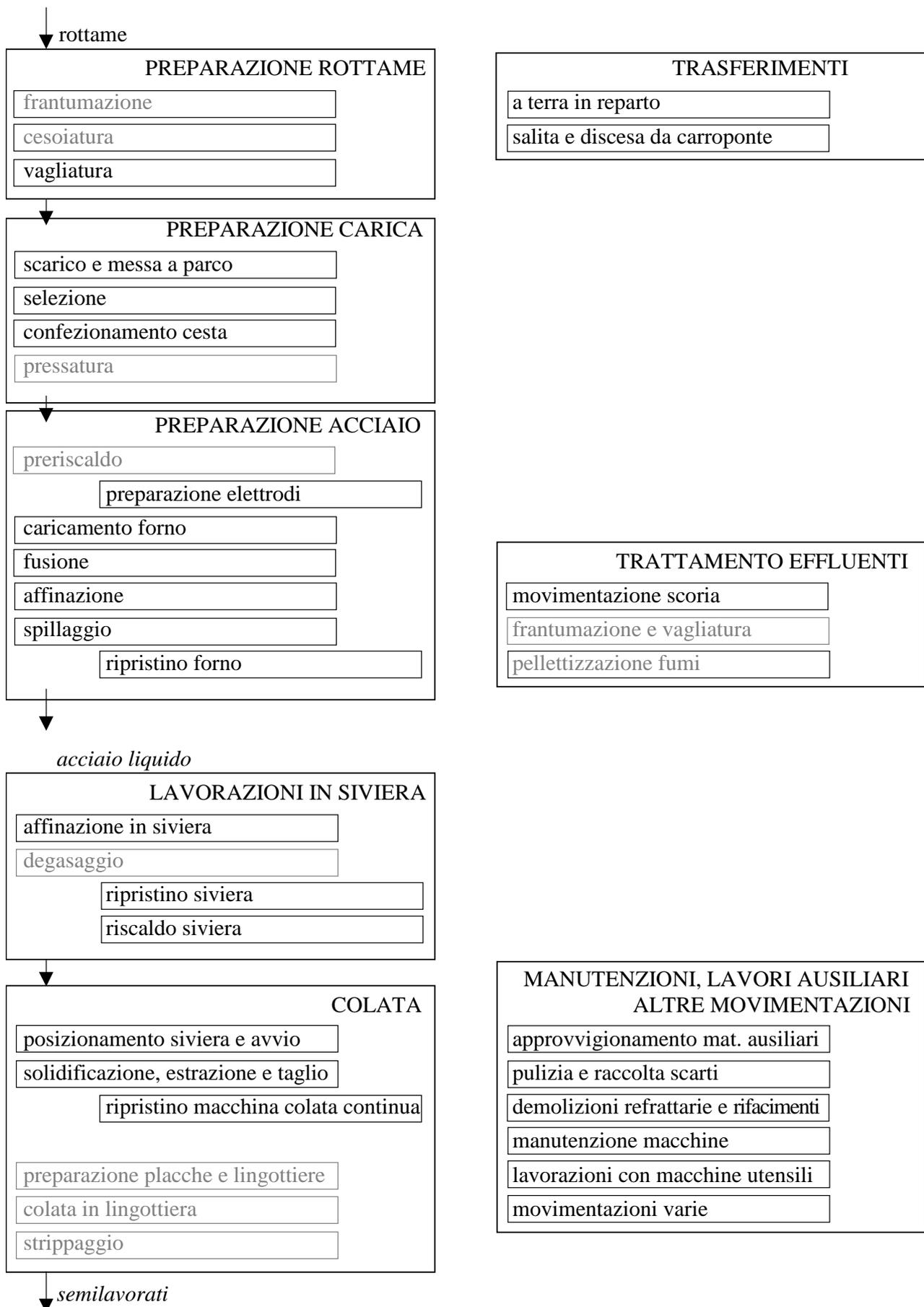


Tabella 2.2. Materie prime, materiali ausiliari, sottoprodotti, prodotti del comparto acciaieria

Materie prime <i>Materiali ausiliari ed energetici</i>	Sottoprodotti	Prodotti
PREPARAZIONE ROTTAME (1)		
Autoveicoli dopo smontaggio selettivo di alcuni componenti	Frazioni non metalliche ed eterogenee frantumate (<i>fluff</i>)	Rottame ferroso frantumato (<i>proler</i>) Rottame non ferroso frantumato (materia prima della metallurgia non ferrosa)
PREPARAZIONE CARICA		
Demolizioni Lamierini Pacchi Torniture Frantumato Preridotto Ghisa in pani Ricicli interni	Accumulatori Fondi vagoni (frazioni fini non ferrose eterogenee) Componenti elettrici Corpi cavi (bombole, serbatoi, ecc.)	Rottame ferroso selezionato
PREPARAZIONE ACCIAIO		
Rottame Fumi di acciaieria Carbone (soprattutto come <i>materiale energetico</i>) Ferroleghe <i>Calce e/o calcare</i> <i>Scorificanti</i> <i>Elettrodi</i> <i>Metano</i> <i>Ossigeno</i> <i>Argon</i> <i>Polveri di copertura</i> <i>Refrattari</i> <i>Scaricatori, piastre cassetto</i> <i>Massa da spruzzo</i>	Scoria da forno Polveri (<i>fumi</i>) Scoria da siviera (<i>scoria bianca</i>) Materiali refrattari usurati	Acciaio liquido
TRATTAMENTO EFFLUENTI		
Scoria Polveri (fumi) <i>Acqua</i>	Colaticci, croste (riciclo interno)	Scoria granulata Fumi acciaieria (<i>pellets</i>)
LAVORAZIONI IN SIVIERA		
Acciaio liquido Ferroleghe <i>Elettrodi</i> <i>Ossigeno</i> <i>Argon</i> <i>Polveri di copertura</i> <i>refrattari</i>	Scoria da forno siviera (<i>scoria bianca</i>) Refrattari usurati	Acciaio liquido (temperatura, composizione, inclusioni nei parametri di colata)
COLATA CONTINUA		
Acciaio liquido <i>Acqua</i> <i>Polveri di copertura</i> <i>Refrattari</i> <i>Scaricatori, tuffanti</i>	Scoria da siviera (<i>scoria bianca</i>) Spuntature in acciaio (riciclo interno) Materiali refrattari usurati	Semilavorati (billette, blumi, tondi, profilati, ecc.)
COLATA IN LINGOTTIERE (2)		
<i>Refrattari</i> <i>Sabbia silicea</i> <i>Collanti</i> Acciaio liquido <i>Polveri di copertura</i>	Materozze e canali di colata (ricicli interni) Materiali refrattari usurati	Lingotti

(1) lavorazione normalmente effettuata in impianti specifici: 3 impianti nelle 13 acciaierie esaminate

(2) lavorazione presente nel caso vengano solidificati lingotti da avviare a lavorazione di forgiatura: impianti presenti in 5 acciaierie esaminate nel comparto

2.3 Fattori di rischio lavorativo

Tabella 2.3. Principali fattori di rischio lavorativo nelle varie fasi di lavorazione

FASE DI LAVORAZIONE	Caduta o proiezione di gravi	Traumi durante il movimento	Contatto investimento da sostanze pericolose	Maneggio o contatto con materiali	Concerne impianti, macchine, attrezzature	Concerne mezzi sollevamento e trasporto	Corrente elettrica	Posture incongrue/ fatica fisica	Particelle aerodisperse	Affissianti	Metalli tossici	Sostanze cancerogene	Rumore	Vibrazioni	Stress e affaticamento da calore	Condizioni microclimatiche sfavorevoli	Radiazioni non ionizzanti e campi	Radiazioni ionizzanti	Illuminazione inadeguata	Radiazioni infrarosse/ ultraviolette
Frantumazione, vagliatura, cesoiatura				+	+				+				+	+		+				
Scarico e messa a parco	+					+							+							
Selezione		+		+		+							+			+		+		
Confezionamento cesta	+		+			+							+	+						
Pressatura					+															
Preriscaldamento													+							
Preparazione elettrodi						+		+	+				+		+					+
Caricamento forno	+					+		+		+	+	+	+		+					
Fusione e affinazione		+	+				+	+		+	+	+	+	+	+		+			
Spillaggio			+							+				+	+					+
Ripristino forno				+				+							+					+
Movimentazione scoria			+			+								+	+	+				+
Frantumazione e vagliatura scoria					+			+		+	+	+	+	+		+				
Pellettizzazione fumi								+		+	+	+				+				
Affinazione in siviera			+					+		+	+									
Degasaggio			+																	
Rispristino siviera				+	+	+		+	+						+	+				+
Riscaldamento siviera								+												
Posizionamento siviera, avvio colata		+	+	+	+			+		+					+					+
Solidificazione, estrazione e taglio			+					+					+	+	+			+		+
Ripristino macchina colata continua	+		+			+		+							+				+	
Preparazione placche e lingottiere		+						+	+			+								
Colata in lingottiera		+	+			+		+		+					+					+
Strippaggio		+				+									+					+
Approvvigionamento materiali ausiliari		+				+		+	+				+			+				+
Pulizia e raccolta scarti	+	+				+		+	+		+	+	+		+	+			+	+
Demolizioni refrattari e rifacimenti		+	+	+				+	+				+		+	+			+	
Manutenzione macchine		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+				+	+
Lavorazioni con macchine utensili					+															
Movimentazioni varie		+				+		+						+		+				

Nell'attività dell'acciaieria sono individuabili numerosi fattori di rischio lavorativo di varia natura.

La sintesi riportata nella precedente Tabella 2.3 non elenca tutti i rischi, ma seleziona solo quelli che si sono rilevati come evidenti nelle indagini condotte e ha la funzione di indicare le priorità di rischio presenti nel comparto. In particolare, per quanto concerne i rischi infortunistici, si è fatto riferimento alle informazioni ricavate dalla raccolta dati condotta e dalle specifiche indagini disponibili per alcune realtà produttive.

Alcune di queste fasi di lavorazione non indicano significative evidenze, in alcuni casi da riferire al fatto che durante il loro svolgimento non si ha una significativa presenza degli addetti.

E' evidente, in particolare in presenza di sorgenti importanti quali il forno elettrico, che la diffusione dei rischi in ambiente di lavoro dipenda in misura importante dalla struttura in cui si sviluppa l'attività, dal layout, in base al quale le sorgenti del rischio possono essere allontanate, separate o confinate rispetto alla diffusione in altre aree.

L'organizzazione del lavoro dell'attività di acciaieria è fortemente standardizzata, cioè l'attività e le mansioni sono molto simili in aziende diverse.

Da questa prima classificazione sintetica non emerge invece la possibilità di mettere in luce un profilo di rischio del personale esterno, che interviene con modalità che possono variare in misura significativa. La maggioranza del personale esterno svolge la propria attività con funzioni di manutenzione e di ristrutturazione, operando quindi con un profilo di rischio che è sovrapponibile alle analoghe operazioni svolte da personale interno, attività sviluppate generalmente anche durante il funzionamento degli impianti. Per quanto concerne l'attività di ristrutturazione e di installazione si determina un profilo di rischio tipico dell'attività di costruzione, per il quale si rinvia a documenti specifici, e all'attività di funzionamento degli impianti, realizzato in genere con modalità che vedono affiancato il personale esterno e i dipendenti che dovranno poi condurre le nuove installazioni.

Rischi di tipo trasversale

Con questa definizione vengono considerati i rischi per la sicurezza e la salute da ricondurre, in termini sintetici, al rapporto tra l'operatore e l'organizzazione del lavoro.

Per il comparto acciaieria alcuni di questi assumono un ruolo evidente.

Stabilità della propria occupazione

Questo comparto ha subito recenti e significativi ridimensionamenti occupazionali, legati sinteticamente a motivazioni che derivano da motivazioni indotte dal mercato del lavoro e da motivazioni da ricondurre all'evoluzione tecnologica e impiantistica.

Questa precarietà mina il rapporto di fiducia e le motivazioni di chi viene coinvolto in queste dinamiche.

Lavoro in continuo, sistema di lavoro a turni, lavoro notturno

Il lavoro con continuità temporale, che vincola anche il funzionamento in sequenza degli impianti a monte e a valle, determina una condizione di elevato stress, in quanto la propria specifica attività è fortemente vincolata ed è fortemente determinante anche per le attività di altre aree e impianti.

La lavorazione condotta in continuo può prevedere 20 turni di attività e 1 turno dedicato ai ripristini e alle manutenzioni. In alcune contingenze produttive viene praticata l'attività prevedendo 11 turni settimanali (5 turni notturni feriali, sabato e domenica con attività continuata) scegliendo una modalità di consumo dell'energia elettrica durante gli orari notturni e festivi, quindi con minori costi.

Il sistema di lavori a turni e il lavoro notturno sono intrinsecamente determinati dalla lavorazione condotta a ciclo continuo. Nelle attività di acciaieria la grossa maggioranza di addetti (oltre l'80%) non può prescindere dalla turnazione sui diversi orari.

Nel comparto esaminato normalmente un turno di lavoro viene mantenuto per una settimana.

Presenza di numerose imprese esterne

Questa condizione rende meno semplice l'organizzazione del lavoro e implica, per alcune attività, un quadro di intervento che può diventare particolarmente complesso soprattutto per quanto concerne gli aspetti organizzativi.

La situazione di questa attività è stata caratterizzata insieme alle altre attività metallurgiche nel Paragrafo "Appalto a ditta esterna" inserito nel precedente Capitolo "Rischi riferiti a tutto il comparto".

Gli aspetti di prevenzione implicati vengono sviluppati nel capitolo *Soluzioni*.

Intensità e responsabilità della mansione

Alcune mansioni presenti nell'attività di acciaieria implicano un'importante responsabilità che coinvolge, oltre che i risultati produttivi, anche la sicurezza degli impianti, nonché in primo luogo la propria sicurezza e quella dei colleghi di lavoro.

Le mansioni più critiche da questo punto di vista possono essere identificate con il gruista di colata, in quanto trasferisce siviere piene di acciaio fuso transitando con il carico sospeso su aree di lavoro, con il sivierrista che deve valutare l'usura dei refrattari delle siviere, con il responsabile della manutenzione, sul quale convergono numerose e importanti decisioni in merito all'assetto impiantistico.

Monotonia e ripetitività del lavoro

Molte mansioni che implicano lavori da effettuare manualmente comportano principalmente fatica fisica. La specificità della ripetitività in questa attività viene coinvolta in modo specifico solo per alcune mansioni, quali gli addetti alla selezione del rottame dopo frantumazione e preliminare vagliatura e per alcune specifiche attività di riparazione effettuate con utensili manuali.

Condizioni climatiche esasperate

Nel quadro riassuntivo precedente è stato considerato lo stress e affaticamento da calore dovuto a esposizione a elevate temperature radianti, connesse al normale funzionamento degli impianti.

Alcuni interventi rivolti a risolvere condizioni di malfunzionamento o di guasto, da eseguire facendo i conti con i tempi di mancata produzione (per esempio: problemi durante la carica del forno, interventi sull'impianto con materiale fuso all'interno, interventi nella sezione di solidificazione e raffreddamento della macchina di colata continua) vengono condotti in presenza di condizioni microclimatiche molto pesanti.

2.4 Impatto e rischio ambientale

Gli impianti di produzione di acciaio a partire da rottami (metallurgia secondaria) compresa la colata continua, rientrano nelle categorie di attività industriali soggette al decreto legislativo n. 372 del 4 agosto 1999. Con la pubblicazione del Decreto 31 gennaio 2005 si ha l'emanazione delle linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecnologie disponibili.

Prende quindi forma ufficiale il nuovo quadro di controllo rivolto a evitare oppure, qualora non sia possibile, ridurre le emissioni che si determinano nell'aria, nell'acqua, nel suolo, cioè gli impatti ambientali con riferimento al normale funzionamento dell'attività di produzione.

Le lavorazioni della metallurgia non rientrano fra le attività nel campo di applicazione del D.P.R. del 17/05/1988 n°175, "Attuazione della direttiva CEE n° 82/501, relativa ai rischi di incidenti rilevanti connessi con determinate attività industriali, ai sensi della legge 16 aprile 1987, n. 183", recepimento italiano della Direttiva denominata 'Seveso', e delle successive integrazioni.

Mancando infatti nel ciclo produttivo l'impiego di sostanze classificate pericolose in quantitativi significativi, non è obbligatorio per l'esercente presentare un rapporto di sicurezza secondo le linee guida di cui al DPCM 31/03/89, che in funzione della complessità del caso sono denominati Notifica o Dichiarazione. Infatti per sostanza pericolosa si intende "una qualunque sostanza classificata come tossica o molto tossica, facilmente infiammabile o estremamente infiammabile, cancerogena, esplosiva, comburente secondo le leggi vigenti in materia, ovvero contenuta nell'elenco in allegato II o III del citato DPR 175/88 e successive modifiche"

Gli impianti delle lavorazioni metallurgiche comportano ugualmente rischi che, anche se non coinvolgono le sostanze così definite sono decisamente significativi; comunque in genere un incidente catastrofico in metallurgia non coinvolge l'esterno dello stabilimento.

Dalla definizione del DPR 175/88 di incidente rilevante "... un avvenimento quale un'emissione, un incendio o un'esplosione di rilievo connessi ad uno sviluppo incontrollato di una attività industriale che dia luogo a un pericolo grave, immediato o differito, per l'uomo, all'interno o all'esterno dello stabilimento, e per l'ambiente e che comporti l'uso di una o più sostanze pericolose." si può desumere che l'esplosione risponda a questo articolato, fatte salve l'assenza delle lavorazioni e dei quantitativi indicati nel DPR 175/88.

La successiva Tabella 2.4 mette in relazione gli impatti ambientali durante il normale funzionamento dell'attività e i rischi connessi con eventi incidentali con le principali fasi di lavorazione da cui derivano; costituisce quindi la griglia da cui partire per individuare le fasi di lavorazione maggiormente efficaci per conseguire risultati di mitigazione significativi.

I fattori di impatto e di rischio ambientale dettagliati sono riportati nel Capitolo 4 di questa lavorazione riferita all'acciaieria elettrica.

Tabella 2.4. Principali fattori di impatto e di rischio ambientale determinati dalle varie fasi di lavorazione

FASE DI LAVORAZIONE	FATTORI DI IMPATTO							FATTORI DI RISCHIO			
	Consumo risorse materiali e idriche	Consumo di risorse energetiche	Emissioni in atmosfera	Reflui idrici	Produzione di rifiuti	Diffusione di rumore	Contaminazione radioattiva	Incendio	Esplosione chimica	Esplosione fisica	Rilascio accidentale (liquidi, solidi, aerodispersi)
Frantumazione, vagliatura, cesoiatura			+		+	+	+(1)	+			
Scarico e messa a parco						+		+			
Selezione							+(1)				
Confezionamento cesta		+(1)								+(1)	
Pressatura		+(1)									
Preriscaldamento		+(1)	+(1)			+(1)					
Preparazione elettrodi		+(1)									
Caricamento forno		+	+							+	
Fusione e affinazione	+	+	+		+	+		+	+	+	
Spillaggio			+							+	
Ripristino forno										+(1)	
Movimentazione scoria										+	
Frantumazione e vagliatura scoria					+						
Pelletizzazione fumi			+	+							+
Affinazione in siviera			+							+	
Degasaggio								+			
Rispristino siviera											
Riscaldamento siviera			+								
Posizionamento siviera, avvio colata										+	
Solidificazione, estrazione e taglio	+									+	
Ripristino macchina colata continua											
Preparazione placche e lingottiere			+								
Colata in lingottiera			+								
Strippaggio											
Approvvigionamento materiali ausiliari			+								
Pulizia e raccolta scarti					+						
Demolizioni refrattari e rifacimenti			+		+	+					
Manutenzione macchine								+			
Lavorazioni con macchine utensili				+							
Movimentazioni varie											

(1) effetto indiretto, in quanto l'intervento in questa fase mitiga impatti che si determinano in altra fase

ACCIAIERIA ELETTRICA

CAPITOLO 3 ANALISI DEI RISCHI, DANNI E PREVENZIONE PER FASE DI LAVORAZIONE

- 3.1** **Analisi rischi e interventi comuni a più fasi**
- 3.2.** **Trasferimenti**
- 3.3** **Preparazione rottame. Preparazione carica**
- 3.4** **Preparazione acciaio**
- 3.5** **Trattamento effluenti**
- 3.6** **Lavorazioni in siviera**
- 3.7** **Colata**
- 3.8** **Manutenzioni, ripristini, lavori ausiliari. Movimentazioni generiche**
- 3.9** **Valutazione dei requisiti di igiene e sicurezza**

3.1 Analisi rischi e interventi comuni a più fasi

3.1.1. Valutazione esposizione a inquinanti aerodispersi

Le indagini a cui si fa riferimento con questo profili sono state condotte negli anni '90 in diverse acciaierie elettriche italiane, destinate a fornire semilavorati tramite colata continua e solidificazione in lingottiera. Sono coinvolti circa 1700 addetti di cui sono state indagate le principali mansioni lavorative. In Tabella 3.1.1. vengono riportate le principali caratteristiche delle acciaierie indagate.

Tabella 3.1.1. Principali caratteristiche delle acciaierie indagate

ACC	ADDETTI	PRODOTTO	PRESTAZIONE FORNO (t/h)	FORNO				FUORI FORNO	COLATA n.*linee
				capacità (t)	potenza MVA(e)+MW(t)	asp (Nmc/h*1000) primaria + sec	chiusura		
1	310	acciai di base	25-30	2x60	15	25	no	no siviera	2x4
		acciai di qualità	40	70	30+6	62+400	modulo		
2	200	acciai di qualità	40	75	55+6	86	parziale	siviera	1x2
3	50	acciai speciali	15	30	11	100	no	siviera	lingotti
4	170	acciai di base	40	80	36+8	80+240	modulo	LF	2x4
		acciai di qualità							
5	60	acciai speciali	10	30	10	72	no	LF+VD	lingotti
6	150	acciai di base	60	60	50+8	90+300	modulo	siviera	2x5
7	90	acciai di base	30-35	55	24+6	90+200	parziale	siviera	2x4
8	85	acciai di base	25-30	45	20+6	70+150	no	siviera	2x3
9	190	acciai di base	70-75	70	50+20	110+175	no	siviera	1x5
10	110	acciai di qualità	70	80	55+10	120+200	dog-house	LF+VD	1x3 lingotti
		acciai speciali							
11	220	acciai di base	20-25	2x60	18+3	72	no	LF	2x6
		acciai di qualità							

Si tratta di acciaierie all'epoca meno evolute:

- tempi di ciclo (tap to tap) lunghi: 100-180 minuti,
 - produttività forno non elevata: 20-30 t/ ora,
 - aspirazione solo dei fumi primari e reparto non segregato, neppure parzialmente,
- e di acciaierie da ritenere all'epoca al vertice delle prestazioni:

- tempi di ciclo (tap to tap) ridotti: 40-60 minuti,
- produttività forno elevata: 60-80 t/ ora,
- presenza di aspirazione secondaria e forno segregato in modulo o dotato di dog-house.

Ora tutti gli impianti, tranne alcuni destinati esclusivamente alla solidificazione di lingotti, hanno introdotto le innovazioni tecnologiche che consentono di raggiungere le produttività più elevate, come già praticate in alcuni impianti del campione indagato.

Per il forno, cioè per la principale sorgente di inquinamento aerodisperso, vengono specificate le principali prestazioni e, in particolare, la presenza di impianto per la captazione dei fumi secondari e di segregazione del forno o del reparto. Si può immediatamente osservare che le condizioni dei reparti forno indagati sono significativamente diverse rispetto a quelle osservate nel recente campione di acciaierie, dove le complesse strutture di contenimento delle emissioni sono ora generalizzate.

Dal punto di vista dell'inquinamento aerodisperso queste chiusure implicano un peggioramento delle condizioni di lavoro in prossimità del forno, ma un significativo miglioramento delle condizioni delle aree adiacenti.

Composizione degli aerodispersi

Le composizioni degli aerodispersi riferite alle diverse aree indagate sono riportate in Tabella 3.1.2.

Tabella 3.1.2. Composizione (%) degli aerodispersi rilevati in acciaiera

	SiO ₂ (*)	Fe (**)	Mn (**)	Ni (**)	Cr (**)	Pb (**)	CaO (**)
Area forno							
Acciaieria 1	1,2-2,4	7,2-8,4	0,9-1,9	0,03	0,13	1,3-1,4	9,3-11,1
Acciaieria 2	1,0	5,2	2,4	0,03	0,11	0,6	10,5
Acciaieria 4	<1,0	0,9-19,8	0,4-7,5	.....	0-0,13	0,1-1,6	5,6-19,2
Acciaieria 5	1,5	0-9,3	6,7-12,2	.....	.....	0,4	5,5-8,1
Acciaieria 6	<1,0	10,1	3,4	0,1	0,1	1,1	18,7
Acciaieria 7	1,0	7,8	1,1	0,1	0,06	2,2	1,1
Acciaieria 9	1,7	12,6-32,2	1,4-5,7	0,03-0,09	0,06-0,14	0,3-0,4	13,7-35,9
Area fuori forno							
Acciaieria 1		29,0	2,6	0,06	0,11	0,4	18,6
Area colata							
Acciaieria 4	<1,0	0,9-19,8	0,4-7,5	.....	0-0,13	0,1-1,6	5,6-19,2
Acciaieria 3	<1,0	15,1	2,0	0,14	0,1	0,6	5,9
Acciaieria 8	<1,0	18,4	1,9	0,18	0,12	2,7	0,2
Acciaieria 9	<1,0	25,7	1,5	0,05	0,08	0,1	14,7
Area refrattari							
Acciaieria 7	4,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Acciaieria 8	<1-13,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd

(*) composizione riferita alla frazione respirabile

(**)composizione riferita alla polvere totale

Per rileggere i successivi dati di “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.*

Nelle successive figure i dati riferiti alle esposizioni valutate per mansioni indagate in acciaierie diverse vengono sintetizzati con riferimento alla mediana e agli intervalli di dispersione individuati dai quartili, ricordando che in ambiente di lavoro la distribuzione che meglio riassume il comportamento delle concentrazioni di inquinanti è una distribuzione non simmetrica, chiamata lognormale.

Un metodo grafico efficace di rappresentazione è quello dei “diagrammi a scatola e baffi”. In questo tipo di diagrammi si possono riconoscere la scatola, i baffi, i punti esterni e la scala.

La linea interna alla scatola rappresenta la mediana (questo valore indica la concentrazione in corrispondenza al 50% dei dati, cioè che divide il gruppo di dati per metà), i lati inferiore e superiore della scatola sono i cardini, che corrispondono al 1° e 3° quartile (rispettivamente le concentrazioni in corrispondenza al 25% e al 75% dei dati); la scatola quindi, per

definizione, include il 50% dei dati; i baffi inferiore e superiore indicano rispettivamente il 1° e il 99° percentile. I punti inferiore e superiore indicano i valori estremi misurati del gruppo di dati.

Questo modo di sintetizzare i dati consente di ottenere immediatamente delle informazioni:

- la posizione della mediana rispetto ai quartili, se centrale o se eccentrica, e il confronto tra la lunghezza dei baffi, informano se i dati sono disposti simmetricamente o meno rispetto al valore di tendenza centrale;
- la lunghezza dei baffi e la presenza di dati esterni informa se i dati sono concentrati o dispersi;
- è possibile controllare se sono presenti dati esterni sospetti (presumibilmente da riferire a situazioni particolarmente difformi nel contesto del comparto).

Tutte le aree

I prelievi personali hanno interessato 4 mansioni indagate in 3 acciaierie.

Nella Tabella 3.1.3 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Le esposizioni personali, anche tenendo conto della ritaratura dei dati, non evidenziano condizioni particolari di rischio.

E' importante sottolineare che le indagini condotte nelle 11 acciaierie in tutte le aree non evidenziano esposizioni significative a carico dei metalli più tossici (Ni, Cr, Cd), in genere ai limiti della rilevabilità analitica, con alcune eccezioni solo per il nichel, anche nel caso di produzione di acciai legati e speciali.

Tabella 3.1.3. Tutte le aree. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali riferiti alle mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
4	analista	0,94	0,38	0,000	0,028	0,018		0,000	0,003	0,161
4	capoturno	2,13	0,85	0,000	0,064	0,040		0,000	0,006	0,364
10	capoturno	2,71	0,81	0,000	0,133	0,020	0,001	0,001	0,009	1,624
11	capoturno	2,59	1,84	0,000	0,141	0,020	0,002	0,000	0,014	0,223

Preparazione rottame. Preparazione carica

I prelievi personali hanno interessato 10 mansioni indagate in 5 acciaierie.

Nella Tabella 3.1.4 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali. Le concentrazioni riferite alle diverse mansioni caratterizzate sono trattate statisticamente in Figura 3.1.1.

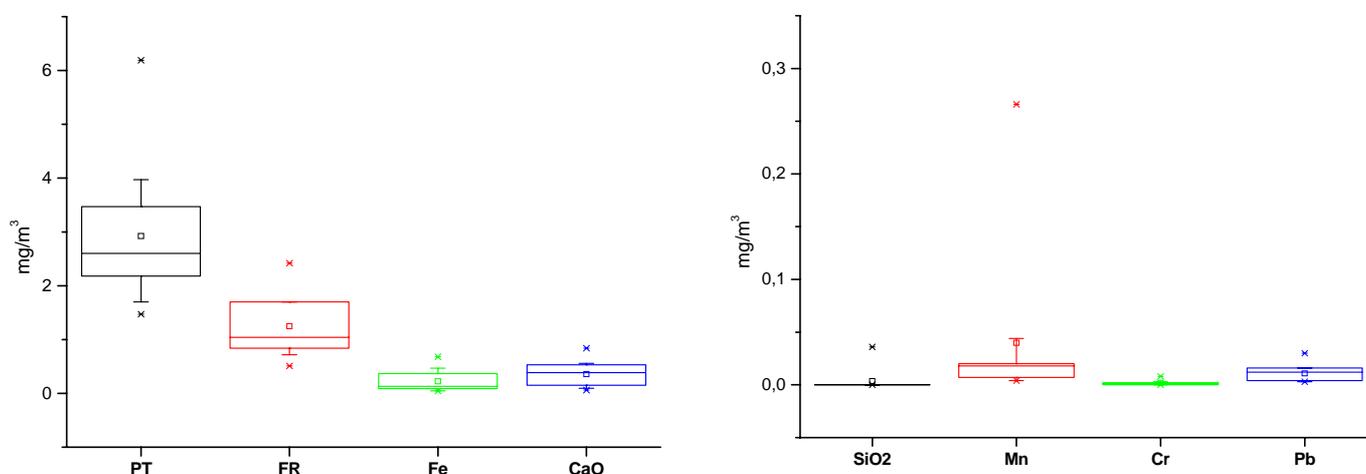
Le esposizioni personali indicano situazioni critiche (per PNOC e manganese) unicamente per la mansione di gruista di carica che opera in cabina carroponte in corrispondenza a un impianto in cui l'aspirazione secondaria del forno risultava ampiamente insufficiente.

Nelle recenti configurazioni i gruisti di carica utilizzano radiocomando per il movimento del carroponte e operano in cabina forno o da pulpiti protetti, risolvendo le problematiche dovute alla cabina carroponte.

Tabella 3.1.4. Area rottame. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali riferiti alle mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
4	gruista carica	2,60	1,04	0,000	0,047	0,044		0,000	0,003	0,385
5	gruista carica	3,97	2,42	0,036	0,369	0,266			0,016	0,322
9	gruista parco rottame	2,56		0,000	0,130	0,004		0,001	0,004	0,154
9	gruista parco rottame	2,18		0,000	0,190	0,020		0,002	0,030	0,840
9	pesatore vagoni	6,19		0,000	0,680	0,020		0,003	0,004	0,430
10	gruista di carica	1,70	0,51	0,000	0,098	0,007	0,001	0,002	0,007	0,532
10	gruista parco rottame	2,80	0,84	0,000	0,469	0,008	0,008	0,008	0,003	0,560
11	addetto gru carica	2,29	1,51	0,000	0,125	0,018	0,001	0,000	0,013	0,197
11	classificatore rottame	3,47	1,70	0,000	0,090	0,007	0,000	0,000	0,016	0,094
11	gruista parco rottame	1,47	0,72	0,000	0,046	0,004	0,000	0,000	0,012	0,062

Figura 3.1.1. Area rottame. Sintesi dei prelievi personali



Preparazione acciaio

I prelievi personali hanno interessato 24 mansioni indagate in 9 acciaierie.

Nella Tabella 3.1.5 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Le concentrazioni riferite alle diverse mansioni caratterizzate sono trattate statisticamente in Figura 3.1.2.

Vanno segnalate sporadiche situazioni di rischio per PNOC, Mn, Pb e calce. Ricordando che le concentrazioni vanno ritirate tenendo conto che risultano da prelievi di “polvere totale”, l’analisi statistica ci consente di osservare che la frazione respirabile accettabile viene superata per un quarto delle mansioni indagate; risulta più ridotta la quota delle esposizioni a rischio per Mn e Pb.

L’origine di queste esposizioni è da riferire soprattutto all’insufficiente controllo dei fumi secondari (in particolare durante la carica e lo spillaggio), a perdite che derivano dai nastri di trasporto additivi, agli interventi in prossimità della porta del forno e di pulizia della platea.

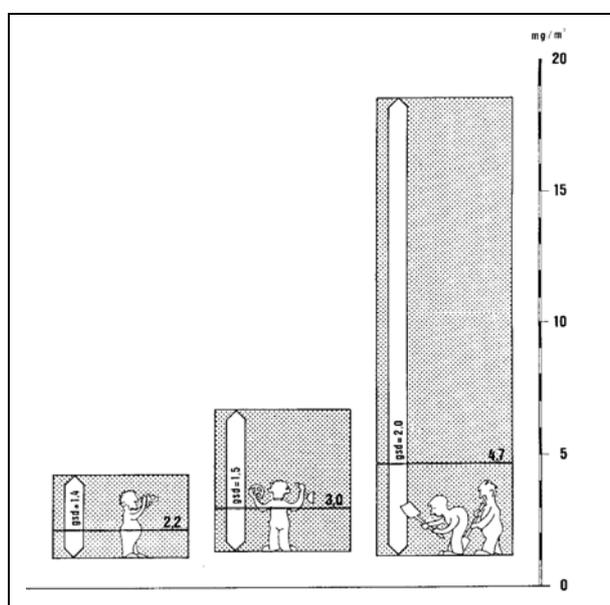
Le esposizioni degli addetti sono penalizzate da alcuni interventi, anche se di breve durata, effettuati in posizioni scarsamente o per nulla protette, piuttosto che dalla permanenza, per la maggior parte del tempo, in cabine o in reparto. Nelle condizioni impiantistiche tecnologicamente più evolute, si osservano ora in platea procedure di lavoro automatizzate che riducono il numero degli interventi vicino al forno; questa condizione migliorativa viene in parte penalizzata dalla maggiore frequenza degli interventi residui, dovuta alla riduzione dei tempi di ciclo del forno (Figura 3.1.3).

Tabella 3.1.5. Area forno. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali riferiti a diverse mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
1	addetto al forno (forno 3)	4,53	1,81	0,022	0,390	0,086	0,001	0,006	0,059	0,503
1	addetto forno (forno 1 e 2)	2,75	1,10	0,026	0,199	0,025	0,001	0,004	0,039	0,256
1	contromaestro (forno 1 e 2)	1,59	0,64	0,015	0,114	0,014	0,000	0,002	0,022	0,148
1	contromaestro (forno 3)	2,21	0,88	0,011	0,190	0,042	0,001	0,003	0,029	0,245
1	primo al forno (forno 1 e 2)	1,97	0,79	0,019	0,142	0,018	0,001	0,003	0,028	0,183
1	primo al forno (forno 3)	1,20	1,20	0,014	0,258	0,057	0,001	0,004	0,039	0,333
2	addetto forno (forno 1 e 2)	4,70	1,88	0,019	0,244	0,113	0,001	0,005	0,028	0,494
2	contromaestro (forno 1 e 2)	2,20	0,88	0,009	0,114	0,053	0,001	0,009	0,013	0,231
2	primo al forno (forno 1 e 2)	3,00	1,20	0,012	0,156	0,072	0,001	0,003	0,018	0,315
4	addetto al forno	10,29	4,12	0,000	0,237	0,226		0,004	0,021	1,585
4	primo al forno	4,01	1,60	0,000	0,036	0,016		0,000	0,024	0,225
5	aiuto forno	5,09	1,31	0,020	0,473	0,341			0,020	0,412
6	secondo al forno	3,78	0,98	0,000	0,382	0,129	0,004	0,004	0,042	0,707
6	terzo al forno	1,61	0,42	0,000	0,163	0,055	0,002	0,002	0,018	0,301
7	primo al forno	3,78	1,63	0,016	0,295	0,042	0,004	0,002	0,083	0,042
7	secondo al forno	1,61	0,69	0,007	0,126	0,018	0,002	0,001	0,035	0,018
9	primo al forno	5,24	1,62	0,028	0,430	0,031		0,004	0,025	0,896
9	quarto al forno	7,64	2,37	0,041	0,490	0,087		0,005	0,025	1,820
9	secondo al forno	6,52	2,02	0,035	0,660	0,064		0,005	0,033	1,414
9	terzo al forno	5,03	1,56	0,027	0,440	0,055		0,003	0,025	1,386
10	fonditore	2,41	0,77	0,000	0,238	0,007	0,001	0,002	0,006	1,064
11	aiuto fonditore	2,45	1,62	0,000	0,172	0,013	0,001	0,000	0,017	0,304
11	capoforno	2,19	1,55	0,000	0,063	0,009	0,001	0,000	0,011	0,033
11	fonditore	2,87	1,89	0,000	0,156	0,022	0,002	0,000	0,016	0,247

Figura 3.1.3. Esposizione a PNOC in funzione delle mansioni.

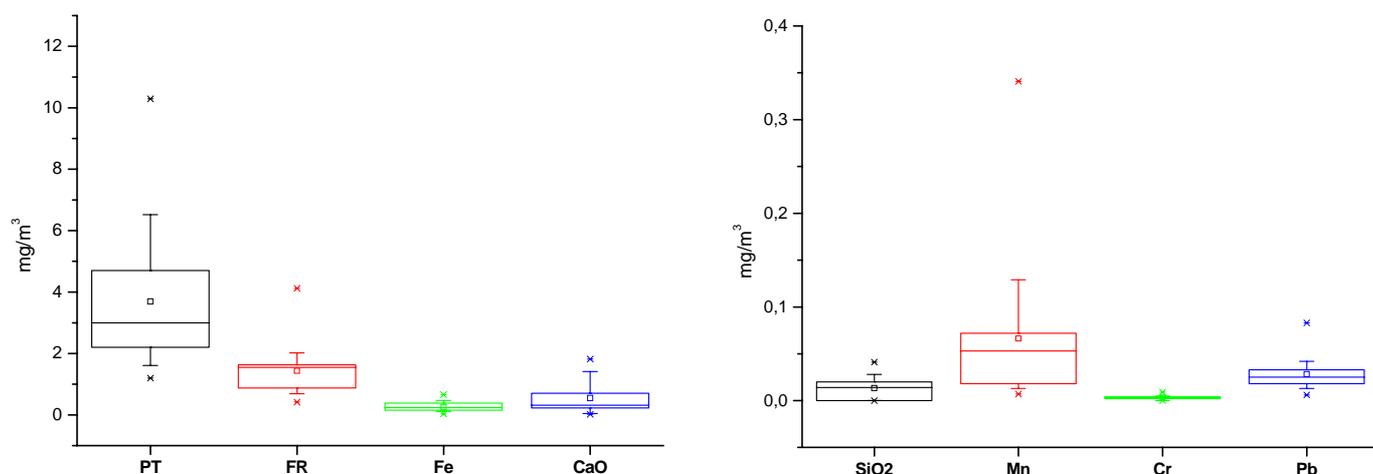
**Capo turno o Analista (coordinamento della produzione e controllo della qualità)
Capoforno (controllo e manovra del forno). Secondo o Terzo al forno (esecuzione delle operazioni)**



In presenza di segregazione del forno o dell'area forno, svolge un ruolo importante l'efficienza di captazione del sistema secondario, nel determinare le condizioni di esposizione degli addetti quando operano in prossimità del forno all'interno della segregazione, mentre prima intervenivano in un volume sottoposto a importante ventilazione.

Per la presenza di silice cristallina, in assenza di refrattari silicei utilizzati per i rivestimenti, possono giocare un ruolo gli accumuli pregressi che si mobilitano dalle strutture su cui sono depositati e la silice cristallina che può essere presente come impurezza nei materiali di consumo impiegati al forno (calce e carbone).

Figura 3.1.2. Area forno. Sintesi dei prelievi personali



Trattamento effluenti

I prelievi personali hanno interessato 2 mansioni indagate in 2 acciaierie. Nella Tabella 3.1.6 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Tabella 3.1.6. Trattamento scoria. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali per le mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
10	manovratore carro scoria	2,35	0,70	0,000	0,161	0,009	0,001	0,002	0,006	0,840
11	addetto movimentazione scorie	1,91	1,28	0,000	0,062	0,013	0,000	0,000	0,012	0,297

Lavorazioni in siviera

I prelievi personali hanno interessato 2 mansioni indagate in 2 acciaierie. Nella Tabella 3.1.7 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Tabella 3.1.7. Lavorazioni in siviera. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali per le mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
10	addetti fuori forno	7,72	2,32	0,000	0,252	0,117	0,002	0,004	0,014	6,118
11	addetto forno siviera	3,72	2,64	0,000	0,138	0,063	0,001	0,000	0,011	0,271

Colata

I prelievi personali hanno interessato 27 mansioni indagate in 8 acciaierie; si ricorda che le acciaierie 3, 5, 10 prevedono la solidificazione di lingotti, per l'ultima solo di una quota dei semilavorati.

Nella Tabella 3.1.8 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Le concentrazioni riferite alle diverse mansioni caratterizzate sono trattate statisticamente in Figura 3.1.4.

Vanno segnalate alcune situazioni di rischio per PNOC, silice cristallina (riferita a colata in lingottiera) Mn e Pb. La presenza di piombo presumibilmente ha origine da ricadute che derivano dall'area forno presidiata in maniera insufficiente.

L'esposizione dei colatori colata continua è determinata in misura rilevante dal livello di automazione installato, che condiziona il numero degli operatori presenti e la durata e frequenza degli interventi richiesti sulle linee; nelle condizioni impiantistiche attuali che prevedono in maniera generalizzata il controllo di

livello in lingottiera, questa esposizione si può ritenere non più significativa durante il normale funzionamento dell'impianto di colata.

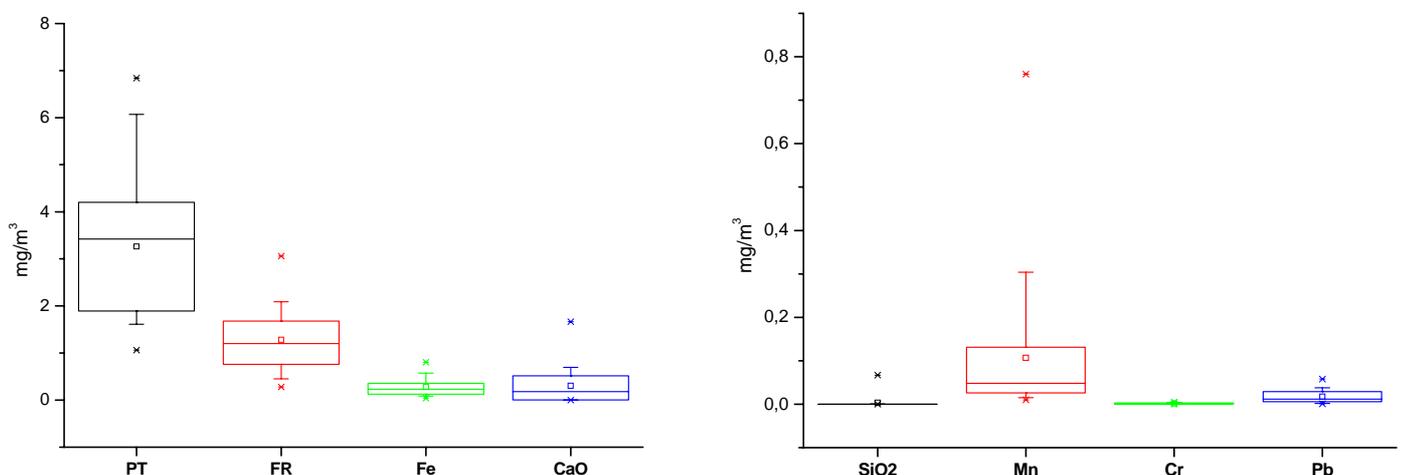
Ricordando che le concentrazioni vanno ritirate tenendo conto che risultano da prelievi di "polvere totale", l'analisi statistica ci consente di osservare che per il Mn si configura un numero significativo di situazioni non accettabili, riferite alle mansioni di sivierrista e colatore in fossa.

L'origine di queste esposizioni è da riferire soprattutto alle emissioni che si generano in sede di travaso dell'acciaio, dovuto anche alla necessità di effettuare interventi specifici in caso di malfunzionamento (in particolare, erogazione di ossigeno per la pulizia dello scaricatore sivierra).

Tabella 3.1.8. Area colata. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali riferiti a diverse mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
3	colatore lingottiera	1,61	0,63	0,000	0,243	0,320	0,002	0,002	0,010	0,095
3	colatore sivierra	3,78	1,47	0,000	0,571	0,760	0,005	0,004	0,023	0,223
3	gruista colata	1,06	0,41	0,000	0,160	0,021	0,001	0,001	0,006	0,063
4	addetto evacuazione	4,20	1,68	0,000	0,433	0,055		0,000	0,004	0,407
4	capo macchina CC	1,37	0,55	0,000	0,042	0,012		0,000	0,001	0,122
4	colatore	6,84	2,74	0,000	0,212	0,062		0,001	0,006	0,609
4	gruista colata	3,61	1,44	0,000	0,249	0,135		0,003	0,058	0,693
4	gruista fossa	1,89	0,76	0,000	0,059	0,017		0,000	0,002	0,168
4	sivierrista	4,06	1,62	0,000	0,804	0,304		0,005	0,006	0,434
5	addetto fossa	3,70	2,09	0,067	0,355	0,355			0,015	0,178
5	sivierrista	2,23	1,36	0,020	0,207	0,149			0,009	0,181
6	gruista colata	1,06	0,28	0,000	0,107	0,036	0,001	0,001	0,012	0,198
8	colatore	1,79	0,86	0,000	0,329	0,034	0,003	0,002	0,048	0,004
8	sivierrista	1,61	0,77	0,000	0,296	0,031	0,003	0,002	0,043	0,003
9	aiuto sivierrista	6,07	1,88	0,000	0,590	0,131		0,003	0,038	0,812
9	colatore di linea	3,43	1,06	0,000	0,330	0,048		0,002	0,022	0,434
9	jolly	3,68	1,14	0,000	0,230	0,028		0,002	0,007	0,518
9	sivierrista	5,12	1,59	0,000	0,640	0,053		0,004	0,030	0,812
10	capomacchina CC	2,02	0,45	0,000	0,161	0,024	0,001	0,003	0,012	0,000
10	colatore di sivierra	6,37	1,91	0,000	0,510	0,058	0,003	0,004	0,016	1,666
10	colatore lingottiera	1,90	0,42	0,000	0,084	0,014	0,001	0,001	0,005	0,000
10	gruista di colata	1,65	0,50	0,000	0,091	0,010	0,002	0,003	0,002	0,560
10	gruista slingottamento	2,76	0,83	0,000	0,126	0,015	0,005	0,001	0,002	0,000
11	capo macchina CC	6,50	2,54	0,000	0,208	0,083	0,000	0,000	0,029	0,000
11	colatore lingottiera	3,42	1,33	0,000	0,109	0,044	0,000	0,000	0,015	0,000
11	colatore sivierra	2,03	1,20	0,000	0,065	0,026	0,000	0,000	0,015	0,000
11	gruista colata	4,31	3,06	0,000	0,235	0,055	0,000	0,000	0,031	0,000

Figura 3.1.4. Area colata. Sintesi dei prelievi personali



Manutenzioni, ripristini, lavori ausiliari

I prelievi personali hanno interessato 14 mansioni indagate in 6 acciaierie.

Nella Tabella 3.1.9 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Le concentrazioni riferite alle diverse mansioni caratterizzate sono trattate statisticamente in Figura 3.1.5.

Si evidenziano significative condizioni di rischio dovute alle PNOC e alla silice cristallina. Alcune mansioni evidenziano rischio per Mn e Pb. Da ricordare la presenza di colaticci di piombo, che si evidenziano durante la demolizione del crogiolo del forno.

Il rischio respiratorio è legato alle modalità di esecuzione (martello pneumatico sostenuto dall'operatore, oppure utilizzo di mezzo meccanico demolitore con addetto che opera in cabina). Le demolizioni siviera, se eseguite dalla cabina della macchina operatrice, comporta una significativa riduzione dell'esposizione.

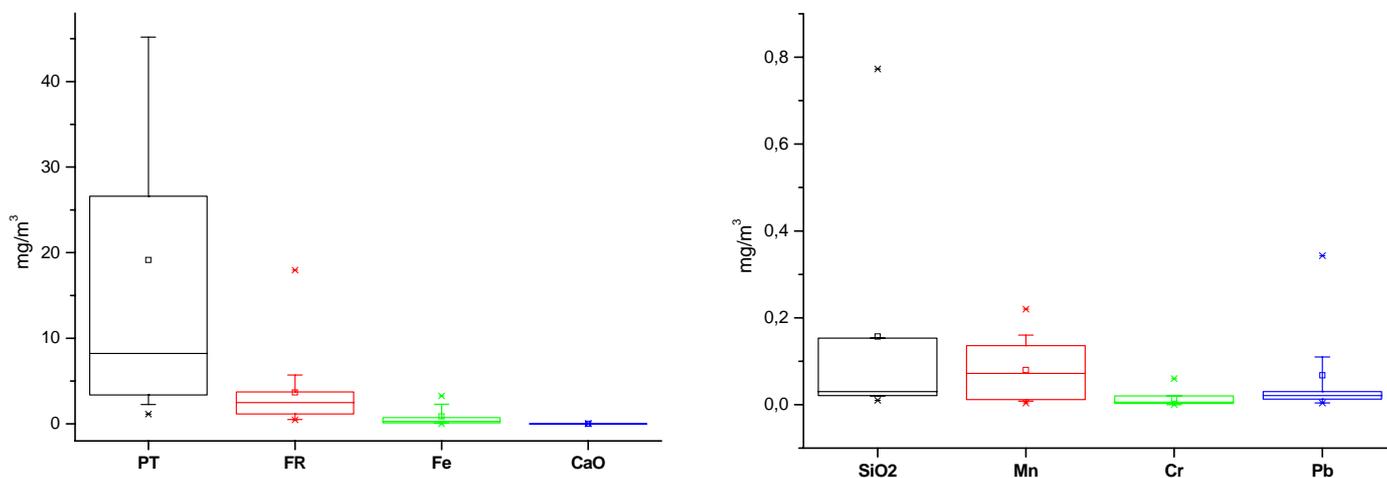
Il rischio respiratorio per gli addetti al rifacimento paniere è determinato dalla silice libera cristallina presente nei materiali eventualmente utilizzati (cementi, materiale riempimento retro pannello). La tecnologia di applicazione del refrattario con tecnica di spruzzo a umido può risultare risolutivo per questa esposizione.

La collocazione dell'area rifacimenti risente in maniera elevata, tenendo conto delle dinamiche con cui si sviluppa, della ricaduta di inquinanti provenienti da altre lavorazioni; in alcuni casi queste operazioni vengono localizzate negli spazi "residui" dell'acciaieria.

Tabella 3.1.9. Manutenzione, ripristini, lavori ausiliari.
Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali riferiti a diverse mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
9	manutentore	21,27			2,290	0,220		0,009	0,016	0,000
5	muratore	1,12	0,67	0,010	0,000	0,136			0,004	0,062
7	addetto demolizione forno	89,86	17,97	0,773						
7	addetto demolizione paniera	2,45	0,49	0,021						
7	addetto rifacimento paniera	2,26	0,46	0,020						
9	demolizione paniera	14,66			0,720	0,072		0,020	0,021	0,000
9	demolizione tino	45,20	3,62		3,260	0,160		0,060	0,343	0,000
9	rifacimento paniera	4,31			0,280	0,025		0,006	0,110	0,000
10	preparazione placche	3,37	2,48	0,092	0,168	0,012	0,002	0,003	0,004	0,000
11	muratore	3,80	1,40		0,114	0,004	0,000	0,000	0,030	0,000
11	rifacimento paniere	4,18	2,51	0,030	0,071	0,008	0,000	0,000	0,013	0,000
8	addetto demolizione forno	40,73	5,70							
8	addetto demolizione paniera	26,60	3,72							
8	addetto rifacimento paniera	8,22	1,15	0,153						

Figura 3.1.5. Manutenzione, ripristini, lavori ausiliari. Sintesi dei prelievi personali



Valutazione di esposizione a composti organoclorurati persistenti, idrocarburi policiclici aromatici, metalli, radiazioni ionizzanti

In anni recenti il Centro di ricerca sui rischi chimici e radiochimici nella metallurgia secondaria, in collaborazione con la Cattedra di Igiene Industriale dell'Università degli Studi di Brescia, ha affidato ad Assoservizi un lavoro conoscitivo riferito all'esposizione e all'assorbimento da parte degli addetti di particolari sostanze con riferimento ad aree critiche nella lavorazione di acciaio mediante forno elettrico. Complessivamente sono state analizzate le aree di preparazione rottame, preparazione carica, preparazione acciaio, lavorazioni in siviera e colata, realizzando 11 campionamenti ambientali, e caratterizzando 13 mansioni cui sono corrisposti 18 campionamenti personali.

Tabella 3.1.10. Esposizione personale per i tre principali inquinanti di riferimento: Diossine (in I-TEQ e WHO-TEC), PCB e IPA (come benzo(a)pirene) (fonte: A. Corsini e altri)

DIOSSINE		area principale				altra area			esposizione personale			
Cod. Mansione	Mansione	tempo		descrizione	conc.	tempo	descrizione	conc.	conc. personale	conc. Personale max *	conc. personale	conc. Personale max *
unità d.m.		%	ore		pg I-TEQ/m ³	%		pg I-TEQ/m ³	pg I-TEQ/m ³	pg WHO-TEQ/m ³	pg WHO-TEQ/m ³	pg WHO-TEQ/m ³
P1	1°forno	90	7,2	cabina forno	0,25	5	Area Forno*	3,6	0,42	0,56	0,54	0,64
P2	2°forno	65	5,2	cabina forno	0,25	30	Area Forno*	3,6	1,25	2,11	1,77	2,37
P3	gruista PR	95	7,6	Parco Rottame	0,76				0,73		1,25	
P4	classificatore	95	7,6	Parco Rottame	0,76				0,73		1,25	
P5	sivierista	85	6,8	area LF	1,13	10	Area Forno*	3,6	1,33	1,62	1,55	1,75
P6	addetto LF	85	6,8	area LF	1,13	10	esterno	0,2	0,99		1,05	
P7	addetto C.C	50	4,0	Colata Continua	1,09	45	area LF	1,13	1,06	1,62	1,20	1,86
P8	analista LF	60	4,8	cabina analisi	0,2	35	area LF	1,13	0,53		0,55	
P9	manut.elett.	75	6,0	tutte	2,33	20	ufficio	0,2	1,80		2,42	
P10	manut.mecc.	75	6,0	tutte	1,11	20	ufficio	0,2	0,88		1,18	
P11	gruista CC	95	7,6	Colata Continua	0,84				0,81		0,96	
P12	capo mulino	75	6,0	mulino	0,3	20	nastri	0,3	0,30		0,66	
P13	cernita man.	20	1,6	cabina cernita	0,3	75	mulino	0,3	0,30		0,66	

PCB		area principale				altra area			esposizione personale	
Cod. Mansione	Mansione	tempo		descrizione	conc.	tempo	descrizione	conc.	conc. personale	conc. personale massima *
unità d.m.		%	ore		ng/m ³ Aroclor	%		ng/m ³ Aroclor	ng/m ³ Aroclor	ng/m ³ Aroclor
P1	1°forno	90	7,2	cabina forno	1,35	5	Area Forno*	36,69	3,07	4,47
P2	2°forno	65	5,2	cabina forno	1,35	30	Area Forno*	36,69	11,91	20,3
P3	gruista PR	95	7,6	Parco Rottame	36,69				34,88	
P4	classificatore	95	7,6	Parco Rottame	36,69				34,88	
P5	sivierista	85	6,8	area LF	0,57	10	Area Forno*	36,69	4,18	6,98
P6	addetto LF	85	6,8	area LF	0,57	10	esterno	0,5	0,56	
P7	addetto C.C	50	4,0	Colata Continua	4,05	45	area LF	0,57	2,31	4,36
P8	analista LF	60	4,8	cabina	0,5	35	area LF	0,57	0,52	
P9	manut.elett.	75	6,0	tutte	21	20	ufficio	0,5	15,88	
P10	manut.mecc.	75	6,0	tutte	10	20	ufficio	0,5	7,63	
P11	gruista CC	95	7,6	Colata Continua	3,11				2,98	
P12	capo mulino	75	6,0	mulino	7,67	20	nastri	500	105,78	
P13	cernita man.	20	1,6	cabina cernita	339	75	mulino	7,67	73,58	

IPA		area principale				altra area			esposizione personale	
Cod. Mansione	Mansione	tempo		descrizione	conc.	tempo	descrizione	conc.	conc. personale	conc. personale massima *
unità d.m.		%	ore		ng/mc	%		ng/mc	ng/mc	ng/mc
P1	1°forno	90	7,2	cabina forno	1,5	5	Area Forno*	16,4	2,20	2,55
P2	2°forno	65	5,2	cabina forno	1,5	30	Area Forno*	16,4	5,92	8,08
P3	gruista PR	95	7,6	Parco Rottame	7				6,68	
P4	classificatore	95	7,6	Parco Rottame	7				6,68	
P5	sivierista	85	6,8	area LF	6	10	Area Forno*	16,4	6,77	7,49
P6	addetto LF	85	6,8	area LF	6	10	esterno	0,5	5,18	
P7	addetto C.C	50	4,0	Colata Continua	46,2	45	area LF	6	25,83	49,23
P8	analista LF	60	4,8	cabina	0,5	35	area LF	6	2,43	
P9	manut.elett.	75	6,0	tutte	22	20	ufficio	0,5	16,63	
P10	manut.mecc.	75	6,0	tutte	11	20	ufficio	0,5	8,38	
P11	gruista CC	95	7,6	Colata Continua	35,5				33,75	
P12	capo mulino	75	6,0	mulino	0,5	20	nastri	0,5	0,50	
P13	cernita man.	20	1,6	cabina cernita		75	mulino	0,5	0,40	

L'esposizione per le diverse mansioni a POPs, tenendo conto delle difficoltà di analisi di campionamenti effettuati con tecnica personale, è stata ricavata tenendo conto della permanenza e della durata della permanenza nelle diverse aree monitorate con campionamenti ambientali.

Lo studio ha ritenuto opportuno condurre in parallelo anche campionamenti di polveri totali e di metalli, al fine di avere un quadro completo della situazione espositiva, in particolare tenendo conto che i POPs (Persistent Organic Pollutants) in ambiente sono spesso adsorbiti e veicolati dal particolato.

Le concentrazioni delle polveri e dei metalli monitorati sono sintetizzate rispettivamente in Tabella 3.1.11 e Tabella 3.1.12 per i campionamenti ambientali e per i campionamenti personali.

Tabella 3.1.11. Campionamenti ambientali: quadro riassuntivo dei risultati ottenuti (polveri totali e metalli)
(fonte: A. Corsini e altri)

POLVERI E METALLI PESANTI											
		A1			A2			A3	A4	A5	A6
Area		Area forno			Cabina forno			Parco Rott.	area L.F.	mulino	Colata Cont.
Polveri totali	mg/m ³	7,17	6,07	2,25	0,37	0,68	1,12	1,52	0,78	0,76	1,79
Cadmio	µg/m ³	1,70	0,83	0,18	< 0,20	< 0,09	< 0,09	< 0,2	< 0,2	0,16	< 0,2
Cromo totale	µg/m ³	12,60	5,53	1,55	< 0,20	< 0,34	0,8	0,80	1,53	0,49	1,03
Cromo VI	µg/m ³	< 0,20	< 0,104	< 0,11	< 0,20	< 0,09	< 0,09	< 0,2	< 0,2	< 0,1	< 0,2
Molibdeno	µg/m ³	0,60	0,44	0,24	< 0,40	< 0,19	< 0,19	< 0,2	0,25	< 0,2	0,92
Vanadio	µg/m ³	< 0,30	1,46	2,06	< 0,20	< 0,19	< 0,19	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Antimonio	µg/m ³	< 0,40	0,75	< 0,328	< 0,40	< 0,19	< 0,19	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,30
Manganese	µg/m ³	92,60	60,79	6,62	5,80	2,53	6,43	6,34	32,40	3,63	15,00
Piombo	µg/m ³	307,50	138,28	28,39	2,80	11,20	17,76	12,20	10,96	29,07	38,50
Rame	µg/m ³	14,70	8,63	3,48	0,80	0,93	1,63	1,77	4,18	1,79	19,21
Zinco	µg/m ³	1675,20	1618,22	165,80	12,30	49,27	104,82	303,75	48,60	121,60	111,18
Cobalto	µg/m ³	0,20	0,21	< 0,2	< 0,20	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Arsenico	µg/m ³	< 0,41	0,25	< 0,2	< 0,40	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,92
Stagno	µg/m ³	1,40	1,77	0,71	< 0,20	< 0,2	0,26	0,25	0,35	0,26	2,04
Nichel	µg/m ³	2	3,95	1,37	< 0,20	0,23	0,28	0,55	1,34	0,24	1,77
Alluminio	µg/m ³		630,19	24,98	0,00	20,41	8,91	14,45	8,97	6,82	18,93
Ferro	µg/m ³		636,07	358,89	0,00	34,78	83,90	128,78	120,41	68,39	224,63

Tabella 3.1.12. Campionamenti personali: quadro riassuntivo dei risultati ottenuti (polveri totali e metalli)
(fonte: A. Corsini e altri)

		P1		P2		P3	P4	P5	P6	P7		P8	P9	P10	P11	P12	P13		
Mansione		1°forno		2°forno		gruista PR	classificatore	sivernista	addetto LF	addetto C.C.		analista	manut. el. att.	manut. m. ecc.	gruista CC	capo m. lino	cerchia m.		
Polveri totali	mg/m ³	1,00	0,88	2,52	2,49	4,88	0,85	1,55	1,60	1,00	4,69	1,15	1,15	0,68	1,76	3,71	0,86	0,99	0,79
Cd	Cadmio µg/m ³	< 0,99	< 0,68	< 0,98	< 0,6	< 0,7	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,6	< 0,7	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Cr	Cromo totale µg/m ³	< 99	< 1,35	2,58	5,83	3,51	< 1	1,39	3,74	8,42	4,45	< 1	< 1	27,82	3,11	4,89	< 0,6	< 1	< 1
Cr VI	Cromo VI µg/m ³	< 99	< 0,58	< 98	< 0,6	< 0,7	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,6	< 0,7	< 1	< 1	< 1	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Molibdeno	µg/m ³	< 193	< 1,35	< 1.988	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	8,41	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
V	Vanadio µg/m ³	< 99	< 1,35	< 98	3,49	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Sb	Antimonio µg/m ³	< 198	< 1,35	< 1.988	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1,24	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Mn	Manganese µg/m ³	4,83	5,00	29,75	13,83	15,39	8,93	7,51	18,92	37,31	38,30	15,77	12,20	56,79	13,26	19,30	6,97	2,83	3,23
Pb	Piombo µg/m ³	13,63	19,19	63,18	35,14	89,62	16,97	12,93	14,97	7,72	23,92	16,15	16,50	6,22	58,10	96,94	9,76	17,35	14,32
Cu	Rame µg/m ³	0,99	1,76	4,96	4,05	7,43	3,22	2,79	9,33	7,34	114,25	10,13	6,31	8,17	4,51	6,64	2,21	1,35	1,94
Zn	Zinco µg/m ³	35,57	78,78	343,55	264,75	517,67	71,85	52,78	54,76	22,42	39,99	38,72	53,98	18,27	283,08	519,20	30,08	62,81	50,58
Co	Cobalto µg/m ³	0,99	< 1,35	< 976	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1,40	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
As	Arsenico µg/m ³	< 1973	< 1,35	< 1.988	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5,71	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Sn	Stagno µg/m ³	< 1973	< 1,35	< 1.988	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	8,20	< 1	< 1	< 1	< 1	1,63	< 1	< 1	< 1
Ni	Nichel µg/m ³	< 1976	< 1,35	< 988	24,39	3,09	< 1	< 1	< 3	1,34	22,61	1,28	< 1	2,40	< 1	1,63	< 1	< 1	< 1
Al	Alluminio µg/m ³		10,54	164,08	34,64	9,36	31,71	40,34	9,33	11,89	11,54	9,90	15,24	19,51	80,83	50,41	10,43	6,58	6,58
Fe	Ferro µg/m ³		86,89	203,04	373,91	134,32	261,79	246,43	177,19	2824,86	141,54	158,11	357,14	241,21	219,67	29,15	78,00	78,32	78,32

In questo paragrafo risulta di particolare interesse mettere in relazione i valori medi di polveri totali e metalli che risultano dal campione di acciaierie indagate negli anni '90, restituite nel precedente profilo di rischio, con le concentrazioni riferite ad analoghe sostanze individuate con la ricerca condotta nel 2003.

Tabella 3.1.13. Concentrazioni campione acciaierie 1992-1998 (escursione valori medi riferiti alla mansione) e acciaieria 2003 (singoli prelievi)

	PT (mg/m ³)	Fe (mg/m ³)	Mn (mg/m ³)	Ni (mg/m ³)	Cr (mg/m ³)	Pb (mg/m ³)
Area preparazione carica						
Gruista parco rottame						
1992-98	1,47-2,80	0,46-0,469	0,004-0,020	<0,001-0,008	<0,001-0,008	0,003-0,030
2003	0,85	0,134	0,007	<0,001	<0,001	0,017
Classificatore rottame						
1992-98	3,47	0,090	0,007	<0,001	<0,001	0,016
2003	1,65	0,262	0,008	<0,001	0,001	0,013
Area forno						
Primo al forno						
1992-98	1,20-5,24	0,036-0,295	0,009-0,072	<0,001-0,004	<0,001-0,004	0,011-0,083
2003	0,88-1,00	0,087-0,098	0,005-0,005	<0,002	<0,001	0,014-0,019
Secondo al forno						
1992-98	1,61-10,29	0,126-0,660	0,007-0,226	<0,001-0,004	<0,001-0,006	0,006-0,059
2003	2,49-4,88	0,203-0,374	0,014-0,030	<0,001-0,025	0,003-0,006	0,035-0,090
Area lavorazioni in siviera						
Addetto LF						
1992-98	3,72-7,72	0,138-0,252	0,063-0,117	0,001-0,002	<0,001-0,004	0,011-0,014
2003	1,00	0,177	0,037	0,001	0,008	0,008
Analista						
1992-98	0,94	0,028	0,018	<0,001	<0,001	0,003
2003	0,68	0,357	0,157	0,002	0,028	0,006
Area lavorazioni in siviera						
Gruista colata continua						
1992-98	1,06-4,31	0,091-0,249	0,010-0,135	<0,001-0,002	<0,001-0,003	0,002-0,058
2003	0,86	0,029	0,007	<0,001	<0,001	0,010
Sivierista						
1992-98	1,61-6,07	0,207-0,804	0,031-0,304	<0,001-0,003	<0,001-0,005	0,006-0,043
2003	1,60	0,246	0,019	0,003	0,004	0,015
Colatore siviera (*)						
1992-98	2,03-6,37	0,065-0,571	0,026-0,760	<0,001-0,005	<0,001-0,004	0,015-0,023
2003						
Addetto colata continua						
1992-98	1,37-6,34	0,042-0,330	0,012-0,320	<0,001-0,003	<0,001-0,003	0,001-0,048
2003	1,15-4,68	0,141-2,823	0,012-0,038	0,001-0,023	<0,001-0,004	0,016-0,024

Osservando l'evoluzione delle esposizioni e delle concentrazioni di alcuni particolari metalli, risultano evidenti alcune modalità di lavoro che hanno subito significative variazioni:

- il primo al forno (o capo forno) con l'attuale organizzazione agisce esclusivamente in cabina forno, salvo coordinare alcune operazioni di ripristino o manutenzione riferite al forno non attivo;
- il numero dei fonditori (secondo al forno, eventuale terzo al forno) è ridotto all'interno della squadra di lavoro;
- lo spillaggio espone a minori emissioni, sia per la configurazione EBT, sia perché l'operazione viene sorvegliata da postazione protetta e le aggiunte in siviera sono effettuate con modalità meccanizzate;
- l'affinazione in siviera viene effettuata esclusivamente in impianti LF (o simili) con il governo delle operazioni da cabina protetta;
- l'attività dell'analista è ora concentrata nell'area di lavorazione in siviera in ausilio all'addetto LF;
- per un corretto confronto si è riportata la mansione del "colatore siviera", indicato con (*) in Tabella 3.21, che presidia in maniera praticamente esclusiva il colaggio dalla siviera alla paniera in colata continua, mansione che nella "acciaieria 2003" è svolta dal sivierista.

3.1.2 Valutazione esposizione a rumore

Le indagini a cui si fa riferimento sono state condotte successivamente al 1994 in diverse acciaierie elettriche italiane, destinate a fornire semilavorati tramite colata continua e solidificazione in lingottiera.

Queste indagini sono state selezionate perché si riferiscono a un campione composito di acciaierie che vedono forni in grado di rappresentare le differenziate situazioni impiantistiche tuttora attive, di apprezzare i risultati ottenibili con soluzioni diverse di segregazione del forno, nonché di valutare l'efficacia, per quanto concerne il contenimento dell'esposizione a rumore, ottenuta con interventi tecnologici e organizzativi introdotti successivamente alla valutazione del rumore e verificati strumentalmente.

Le rilevazioni riferite a posizioni fisse sono state effettuate tenendo conto della variabilità della rumorosità presente nell'area. Le valutazioni degli addetti sono state effettuate analogamente a quanto previsto dalla normativa italiana vigente (D.L. 277/91). Sono riportate le misure di area ritenute più significative per caratterizzare le principali sorgenti. In queste valutazioni sono coinvolti oltre 600 addetti di cui sono state indagate le principali mansioni lavorative.

In Tabella 3.1.14 vengono riportate le principali caratteristiche delle acciaierie indagate.

Tabella 3.1.14. Principali caratteristiche delle acciaierie indagate

ACC	Addetti	FORNO				FUORI FORNO	COLATA n. x linee
		Prestazione (t/h)	Capacità (t)	Potenza MVA (el) + MW (termica)	Confinamento		
1	190	75-80	85	50 + 20	Forno non segregato Poi: segregazione parziale	LF	1 x 5
2	140	50-55	80	50 + 12	Dog-house	LF	1 x 5
3	170	40-50	80	36 + 8	Modulo (pareti non complete)	LF	2 x 4
4	110	70	80	55 + 10	Dog-house	LF VD	1 x 3 lingotti

Tabella 3.1.15. Mansioni che percorrono tutte le aree. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
2	Platea esterna forno Zona transito forno FE - LF Capoturno	91.2-91.7 80.6	90.6	Forno con dog-house
3	Cabina di lavoro Area forno Area insufflazione Capoturno	74.5-81.3 75.7-108.4 77.2-84.9	89-96	Modulo forno (pareti non complete)
4	Capo acciaieria Capo turno Responsabile area a caldo		81.6 84.2 83.9	Forno con dog-house

Tabella 3.1.16. Area rottame. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L_{eq} dB(A)	Esposizione L_{EP} dB(A)	osservazioni
1	A terra nel parco Addetto pulizia vagoni Gruisti Cabina carico cesta	83.9-87.6 75.9-83.9	 86.1 70.0-83.0	Area esterna non significativamente interessata dal rumore del forno
2	Cabina parco rottame Cabina carro ponte Gruista parco rottame Area aggancio cesta a gru di carica Classificatore	67.8 84.5 86.2	 84.3 85.3	Area esterna non significativamente interessata dal rumore del forno
4	Cabina parco rottame Responsabile parco rottame Cabina carro ponte Gruista parco rottame Posizione classificazione rottame con movimento locomotiva e scarico rottame Classificatore Pesatore	63.9 82.2 66.0 86.7-90.8	83.0 81.9 85.3-88.3 91.1	Area esterna non significativamente interessata dal rumore del forno

La rumorosità in questa area è determinata dalla principale sorgente dell'acciaiera, cioè il forno elettrico ad arco, il cui tipico andamento di rumorosità è riportato in Figura 3.1.6 e dipende principalmente dalle condizioni di erogazione della potenza e di discontinuità dell'arco all'interno, prima del rottame e poi del metallo fuso.

I livelli di rumore rilevati in area forno crescono all'aumentare della potenza elettrica specifica ($L_{eq} = f \text{ MW}/t$ capacità forno) e sono modulati da una ulteriore serie di parametri legati principalmente alle caratteristiche dell'impianto e alla conduzione: fra questi particolarmente importanti le modalità con cui si effettua la prima fase, più rumorosa, di fusione e la presenza di scoria schiumosa che agisce anche con funzione isolante per l'arco elettrico.

Figura 3.1.6. Tipico andamento del L_{eq} per un ciclo (tap to tap 42 minuti) con tre ceste rilevato in platea forno

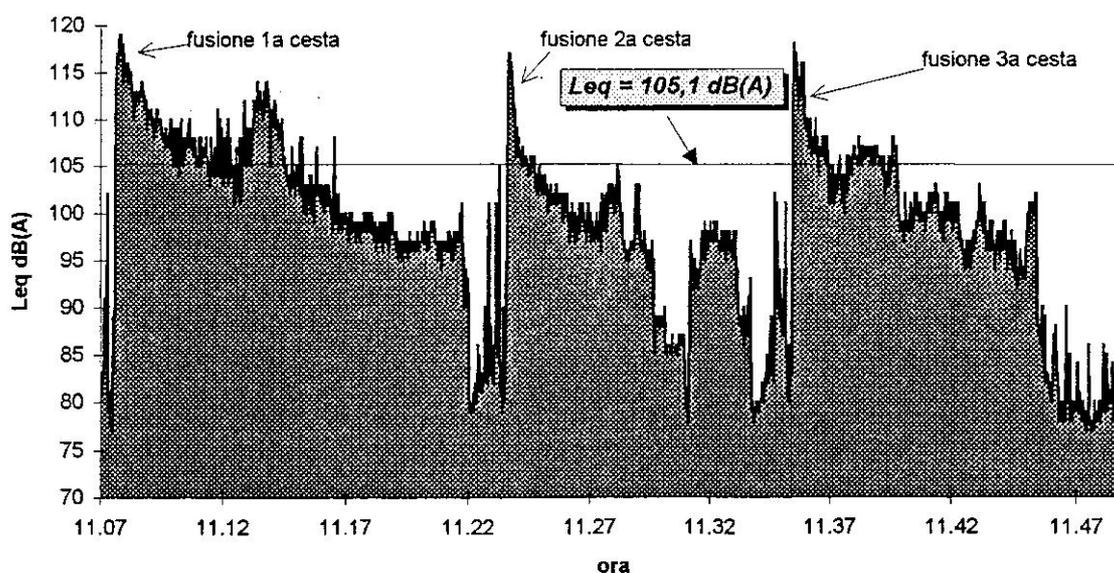


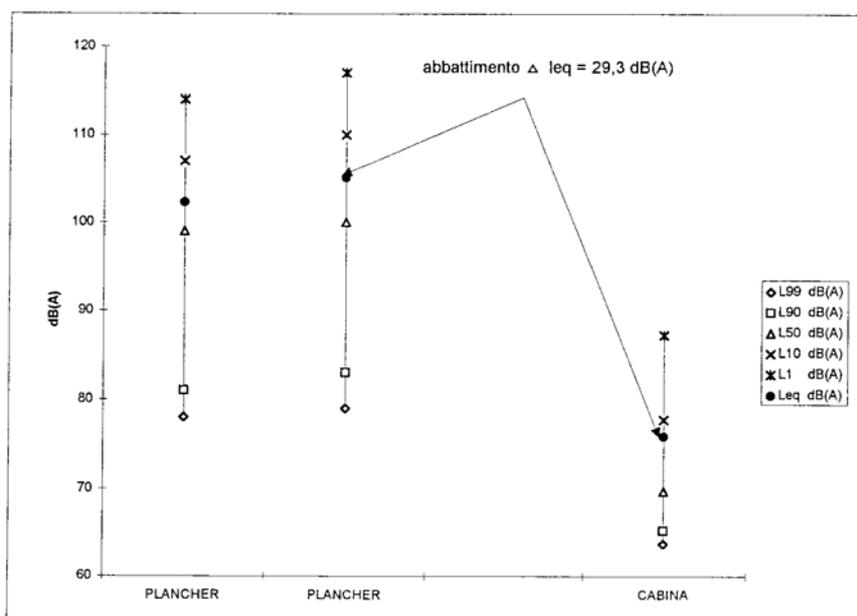
Tabella 3.1.17. Area forno. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
1	Cabina forno Platea remota (carico ferroleghie) Platea forno (tutto il ciclo) Cabina additivi Primo al forno Secondo al forno Terzo al forno Chimico Gruista carico cesta Gruista colata	77.6-82.5 96.2 100.5-101.9 79.2-81.7	94.6 99.9 99.9 90.8 83.4 81.8	Forno non segregato
1	Cabina forno Platea remota (carico additivi) Platea forno (tutto il ciclo) Cabina additivi Gruista carico cesta	75.8 94.9-95.3 102.3-105.1 84.5-86.7	85.8	Trasformatore più potente (Figura)
1	Cabina forno Platea forno (tutto il ciclo) Cabina pulpito spillaggio Gruista carico cesta	72 100-101 71	81	Inserita segregazione parziale + insonorizzazione migliorata + modificate modalità innesco arco + nuova struttura + insonorizzazione migliorata
2	Cabina forno Platea remota Zona pesatura rottame Platea forno (tutto il ciclo) Platea forno (solo insufflazione ossigeno) Primo al forno Secondo al forno Terzo al forno Platea forno (tutto il ciclo) Platea forno (solo insufflazione ossigeno) Primo al forno Secondo al forno Terzo al forno	70.0 76.0-77.3 88.3 90.6-93.0 96.0	91.2 94.1 90.7	Forno con dog-house Dog-house aperta per insufflazione Dog-house aperta per insufflazione Dog-house aperta per insufflazione Dog-house aperta per insufflazione Dog-house chiusa per insufflazione Dog-house chiusa per insufflazione Dog-house chiusa per insufflazione Dog-house chiusa per insufflazione
3	Cabina forno Platea remota (interventi e transiti) Platea forno (tutto il ciclo) Primo al forno Secondo al forno Analista Gruista carico cesta Gruista colata	74.5-81.3 74.7-100.4 102.9-105.5	88-94 97-99 89-95 81-84 85-86	Modulo forno (pareti non complete)
4	Cabina forno Platea remota (zona additivi e prep. elettrodi) Platea forno (solo affinazione) Postazione spillaggio Primo al forno Secondo al forno Cabina carroponete carico cesta Gruista carico cesta Gruista colata	78.3 79.2-85.0 88.9-91.5 90.6	84.0 88.7 79.5 75.8	Forno con dog-house

Figura 3.1.7. Acciaieria 1. Area forno. Abbattimento garantito dalla cabina forno

COLATA N.	3055	3056	3055-3056	ABBATTIMENTO Δ (*)
POSIZIONE	PLANCHER	PLANCHER	CABINA	dB(A)
L99 dB(A)	78	79	63,7	15,3
L90 dB(A)	81	83	65,2	17,8
L50 dB(A)	99	100	69,7	30,3
L10 dB(A)	107	110	77,7	32,3
L1 dB(A)	114	117	87,2	29,8
Leq dB(A)	102,3	105,1	75,8	29,3

(*) ABBATTIMENTO CALCOLATO UTILIZZANDO I VALORI RELATIVI ALLA COLATA N. 3056
(i rilievi effettuati in cabina non sono perfettamente contemporanei)



Contrariamente a quanto spesso previsto in sede progettuale, la realizzazione della segregazione non modifica in misura rilevabile i livelli di rumore in platea forno, a indicare che l'effetto di riflessione della parete non risulta significativo.

La cabina forno garantisce un significativo abbattimento del livello esterno; ma livelli di esposizione confortevoli all'interno delle cabine forno sono ottenuti solo con soluzioni ancora più efficaci (completo isolamento della struttura dalla platea, tripla vetratura, doppia porta, ecc.).

La permanenza in area forno, durante le fasi iniziali di fusione, per pochi minuti in un turno di lavoro, compromette l'esposizione degli addetti, esposti direttamente o esposti in modo indebito, e configura situazioni di rischio.

Con i rilievi effettuati nell'acciaieria 2 è possibile apprezzare in particolare l'efficacia della dog-house mantenuta chiusa durante un'operazione svolta durante l'affinazione di insufflazione ossigeno, realizzata tramite manipolatore lancia in sostituzione di lancia manipolata dall'operatore; questa meccanizzazione riduce in misura importante l'esposizione degli operatori al forno che eseguono questa operazione durante l'affinazione.

Tabella 3.1.18. Trattamento scoria. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
2	Palista		85.1	
4	Cabina carro asportazione paiola scoria	90.3-94.7		

Tabella 3.1.19. Area siviere e fuori forno. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
1	Area riscaldamento siviere Sivierista Cabina LF Platea LF	90.1-92.1 64.9-68.8 85.6-90.1	 90.9	Forno non segregato (Figura) (Figura)
2	Cabina lavorazione fuori forno Platea lavorazione fuori forno Addetto LF/ Analista Platea forno zona colata Area ripristino siviere Addetto siviera	74.3 86.5 86.0 84.0	 84.9 87.1	Forno con dog-house
3	Area forno durante affinazione e spillaggio Percorso siviera Area colata continua Sivierista	74.5-97.0 83.1-83.9 84.1-94.3	 88-95	Modulo forno (pareti non complete)
4	Area rifacimento cassette Postazione preparazione siviere Postazione inserimento siviera allo spillaggio Sivierista Cabina LF/ VD Platea VD Addetto LF/ VD	82.0 82.9-85.4 91.0 70.2 82.4	 85.4 84.9	Forno con dog-house

Figura 3.1.8. Area forno. Cabina forno. Figura 3.1.9. Area lavorazioni fuori forno. Cabina in platea LF

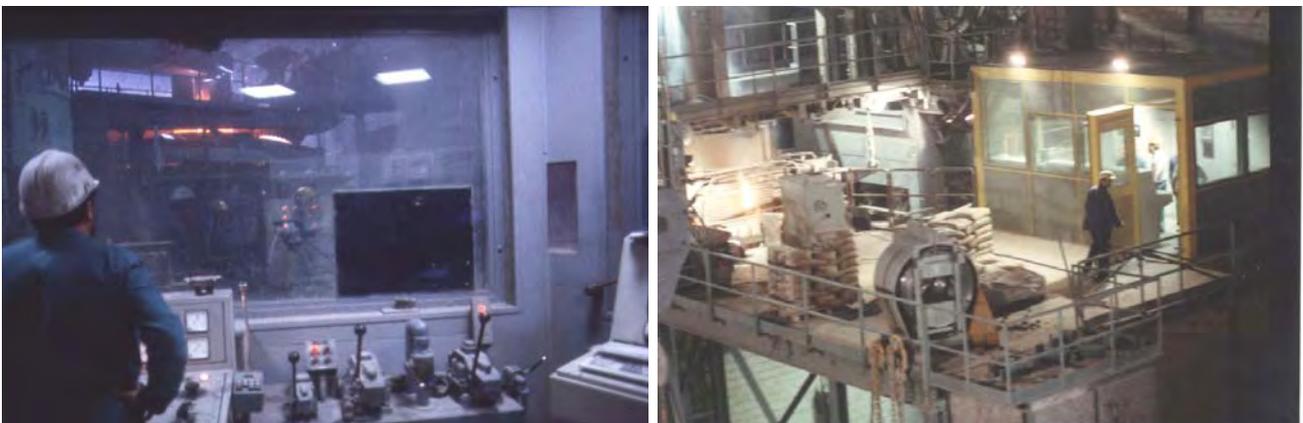


Figura 3.1.10. Acciaiera 1. Area lavorazione in siviera. Abbattimento garantito dalla cabina LF

AFFINAZIONE COLATA N.	3059		ABBATT. Δ dB(A)	IMPIANTO FERMO		ABBATT. Δ dB(A)	3060		ABBATT. Δ dB(A)
	PLANCHER	CABINA		PLANCHER	CABINA		PLANCHER	CABINA	
L99 dB(A)	83	61	22	81	61	20	82	61	21
L90 dB(A)	84	62	22	82	61	21	85	62	23
L50 dB(A)	87	64	23	85	62	23	88	65	23
L10 dB(A)	93	70	23	90	66	24	93	71	22
L1 dB(A)	98	78	20	93	75	18	102	79	23
Leq dB(A)	88,7	67,7	21,0	85,6	64,9	20,7	90,1	68,8	21,3

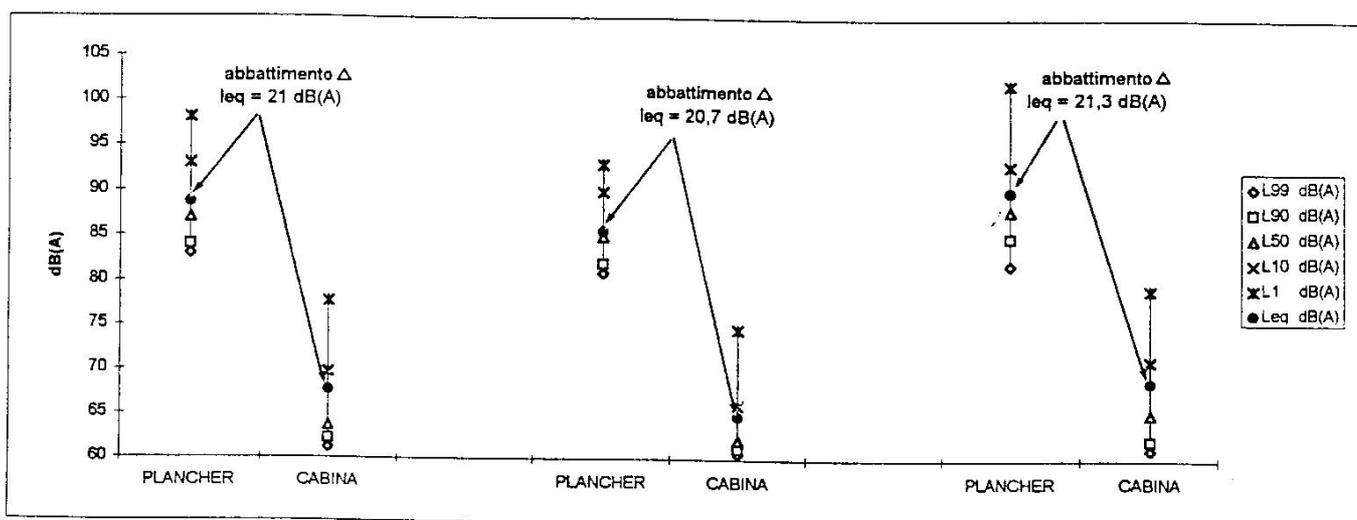
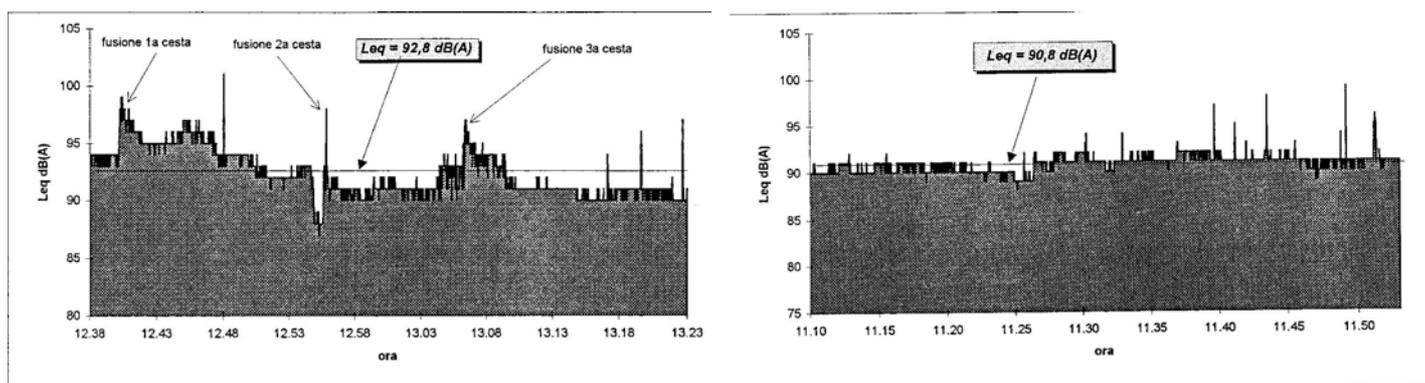


Figura 3.1.11. Acciaiera 1. Tipico andamento del Leq per un ciclo rilevato in area colata a sinistra posizione colatore siviera, a destra piano colatori lingottiera



Si può osservare che l'area di colata continua mantiene una rumorosità sostanzialmente costante, generata da fonti endogene (flussi di raffreddamento interni alla macchina, bruciatori di riscaldamento, ecc.), mentre le sorgenti esterne, principalmente il forno, possono essere più riconoscibili solo per le posizioni non schermate dalla macchina di colata (postazione colatore siviera che opera in posizione elevata), mentre sono completamente mascherate in platea (Figura 3.16).

Tabella 3.1.20. Area colata. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
1	Cabina colata	74.4-86.2		Forno non segregato
	Area transito colata - forno	95.8		
	Assistente capoturno		94.6	
	Colatore siviera		105.8	
	Colatori di linea		92.1-98.3	
	Gruista di colata		75.9	
1	Cabina colata	66.2-67.9		Inserita segregazione
	Platea colatore siviera	91.2-93.6		Impianto allontanato dal forno (Figura)
	Platea colatori di linea	90.0-91.0		(Figura)
3	Cabina controllo colata	60.2-64.8		Modulo forno (pareti non complete)
	Cabina controllo pulpitista	60.2-64.8		
	Cabina di sosta	58.8-59.2		
	Platea colatori di linea (tutto il ciclo)	84.1-94.3		
	Piano pompe (periodo di ripristino macchina)	88.3-91.8		
	Piano evacuazione (durante colaggio)	91.5-95.2		
	Piano evacuazione (durante ripristino)	84.2-85.9		
	Cabina carro ponte colata in fossa	74.9-76.7		
	Postazione colaggio in fossa	83.5		
	Cabina carro ponte slingottamento	69.5		
	Capo macchina		91	
	Colatore		88-92	
	Addetto evacuazione		89	
	Meccanico colata continua		90	
	Gruista aiuto colata		90	
4	Cabina controllo colata	68.5		Forno con dog-house
	Pulpito colata	62.1-66.8		Forno non funzionante
	Pulpito colata	85.7		Forno funzionante
	Pulpitista		67.1	
	Platea colatori di linea (tutto il ciclo)	88.9-89.0		
	Postazione colatore siviera	87.1		
	Piano evacuazione	81.2-84.0		
	Posizione taglio (cannelli)	84.5-88.5		
	Cabina carro ponte colata	79.0		
	Cabina carro ponte evacuazione	78.2-81.1		
	Responsabile colata continua		83.3	
	Colatore		87.6-88.1	
	Gruista evacuazione		79.5	
	Responsabile spedizione		79.3	
	Addetto movimentazione materiali ausiliari		86.8	

Nelle posizioni adiacenti al forno, impegnate dall'esecuzione di lavori ausiliari, risulta fondamentale il contributo di insonorizzazione che si può ricavare con la segregazione del forno. In acciaieria 1 la postazione di demolizione e rifacimento tino è collocata ai piedi del forno senza interruzione e risente della medesima rumorosità della platea, mitigata solo da una maggiore distanza.

Le postazioni di rifacimento paniera presentano un andamento analogo: la segregazione parziale risulta generalmente non efficace per interrompere in misura completa la propagazione del rumore dal forno (area riscaldamento paniera in Figura 3.18); aumentando la distanza dal forno il rumore prodotto in zona si sovrappone e rende meno riconoscibile il rumore provocato dal forno stesso, che contribuisce con importanti picchi a inizio fusione.

Tabella 3.1.21. Area refrattari. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L_{eq} dB(A)	Esposizione L_{EP} dB(A)	osservazioni
1	Area demolizione e rifacimento tino	89.8-97.8		Forno non segregato
	Addetto demolizione tino		96.8	
	Cabina manutenzione siviere	75.9		
	Addetto ricostruzione siviera		90.8	
	Area demolizione e rifacimento paniere	90.8-95.1		
	Addetti demolizione e ricostruzione paniere		90.8-95.1	
1	Area demolizione e rifacimento tino	93.1-94.1		Inserita segregazione parziale (Figura)
	Area demolizione e rifacimento paniere	85.8-90.0		
	Area riscaldamento paniere	88.4-89.3		
2	Zona rifacimento	84.5		Forno con dog-house
	Area magazzino	77.0		
	Muratore		83.6	
4	Zona rifacimento placche	78.2-80.0		
	Zona rifacimento colonne	80.0-94.6		
	Responsabile colata in fossa		83.9	
	Addetto fossa		82.6	
	Cabina carroponte movimentaz. lingottiere	81.9-84.7		
	Cabina automezzo movimentaz. carri colata	81.8		
	Gruista di colata		80.1	
	Gruista di fossa		81.3	
	Area riparazione lingottiere	97.0-102.7		
	Area demolizione con martello pneumatico	102.7		
	Addetto muratore		81.8	
	Addetto riparazioni		101.3	

Figura 3.1.12. Tipico andamento del L_{eq} per un ciclo rilevato in area rifacimento tino senza segregazione del forno

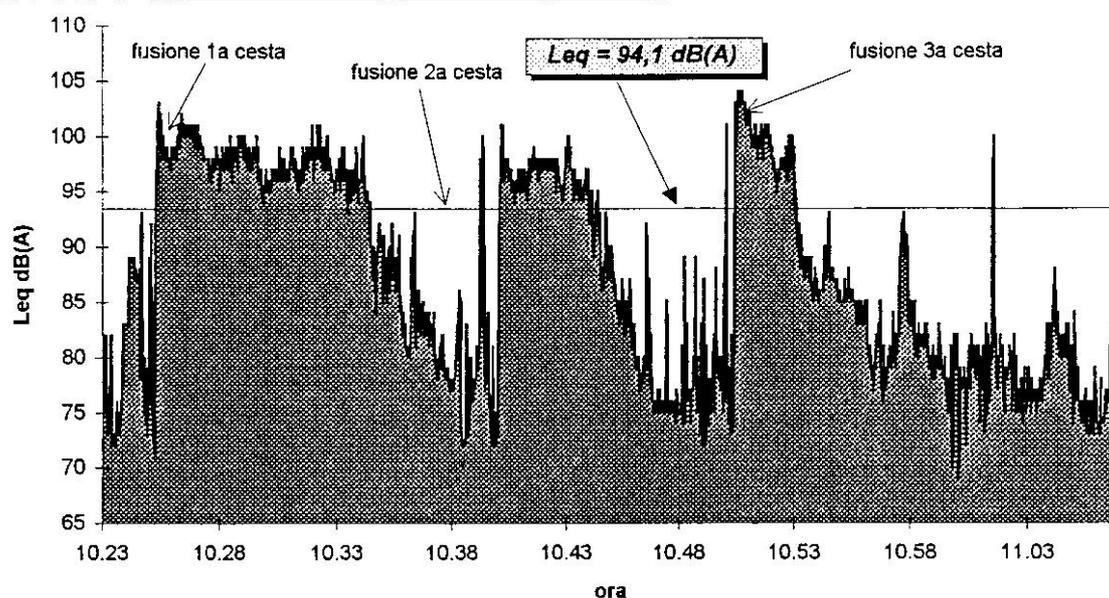


Figura 3.1.13. Tipico andamento del Leq per un ciclo rilevato in area riscaldo paniere e rifacimento paniere

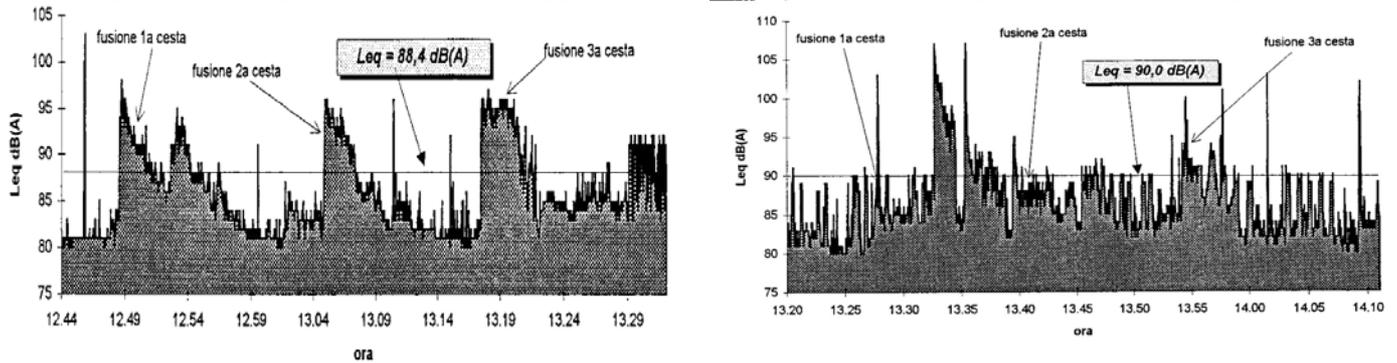


Tabella 3.1.22. Manutenzione, ripristini, lavori ausiliari. Rilevazioni di rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
2				Forno con dog-house
	Platea remota	89.0-85.3		
	Cabina forno	80.6-83.3		
	Meccanico forno		90.2	
	Manutentore meccanico elettrico		87.9	
	Elettricista giornaliero		86.5	
	Platea forno	88.2		
	Piazzali	85.0		
	Carrellista materiali ausiliari		86.8	
4	Pala meccanica	89.7		
	Carrello materiali ausiliari	91.0		
	Addetto agli approvvigionamenti		86.5	

In Tabella 3.31 viene presentata la suddivisione degli addetti dell'acciaieria 4 in cui sono presenti colata continua e colata in lingotti. L'acciaieria è caratterizzata dalla presenza di dog-house collocata a protezione del forno.

E' interessante osservare come fra gli addetti all'area fusione sono escluse esposizioni a Leq superiori a 90 dB(A). Questa condizione di rischio può essere considerata rappresentativa per le situazioni in cui si sia proceduto, con interventi efficaci, a interrompere la trasmissione del rumore del forno verso le altre aree di lavoro e dove gli interventi degli addetti al forno, tramite interventi di governo della lavorazione a distanza, escludono posizioni di lavoro in platea durante le fasi più rumorose.

Tabella 3.1.23. Acciaieria 4 (colata continua e lingotti). Livelli di esposizione a rumore distinti per aree e per fascia di rischio (Leq in dB(A))

AREA	< 80	80 - 85	85 - 90	> 90
AREA PARCO ROTTAME	--	8	6	3
AREA FUSIONE	6	15	6	--
AREA SIVIERA E COLATA IN FOSSA	--	8	10	--
AREA PREPARAZIONE COLATA IN FOSSA	--	10	--	2
AREA COLATA CONTINUA	9	1	14	--
TUTTI GLI ADDETTI	15%	43%	37%	5%

3.1.3 Stress e affaticamento da calore

Nella valutazione del rischio per la sicurezza e per la salute deve essere tenuto presente sia lo stress da calore che l'affaticamento da calore che coinvolge alcune posizioni di lavoro, in particolare nell'esecuzione di specifiche operazioni.

Tenendo conto che il WBGT è solo un indice che deriva da misure ambientali, i criteri di valutazione subiscono adattamenti in funzione del vestiario utilizzato e dei carichi di lavoro, da precisare in maniera dettagliata per le diverse operazioni, come pure dell'acclimatazione.

Nelle successive Figure 3.52, 3.53, 3.54 si riportano i valori di WBGT calcolati messi in relazione con le T_g (temperature del globotermometro, indicatrici dell'irraggiamento) e le temperature T_a dell'aria, rilevate in periodo estivo: queste figure consentono di evidenziare l'importanza delle componenti radianti nel determinare la presenza di elevati valori di WBGT nell'area forno, nell'area colata e in alcune posizioni di lavoro dei refrattaristi.

Le componenti radianti sono da ritenersi immutate in tutti i mesi dell'anno.

Le componenti radianti sono ovviamente non significative nel determinare il WBGT calcolato nelle postazioni protette (cabine), anche nei casi in cui non risultano adeguatamente climatizzate. In questo caso i parametri su cui intervenire per garantire confort termico sono in primo luogo la temperatura dell'aria.

I WBGT misurati sono messi in relazione alle specifiche operazioni eseguite e ai limiti per l'attività metabolica svolta.

Inoltre in questo processo di valutazione andrebbe considerato l'incremento dei valori di WBGT misurati in funzione dei tipi di vestiario, che nel caso specifico di tutta la metallurgia, prevedono tute di stoffa ignifuga oppure tute isolanti, scelte con funzione di proteggere rispetto alle ustioni, che annullano il passaggio del vapore d'acqua o i movimenti dell'aria.

Figura 3.1.14. A sinistra. Area forno. WGBT calcolato per la platea e per la cabina
A destra. Area forno. Condizioni di esposizione a stress termico per specifiche attività svolte in platea

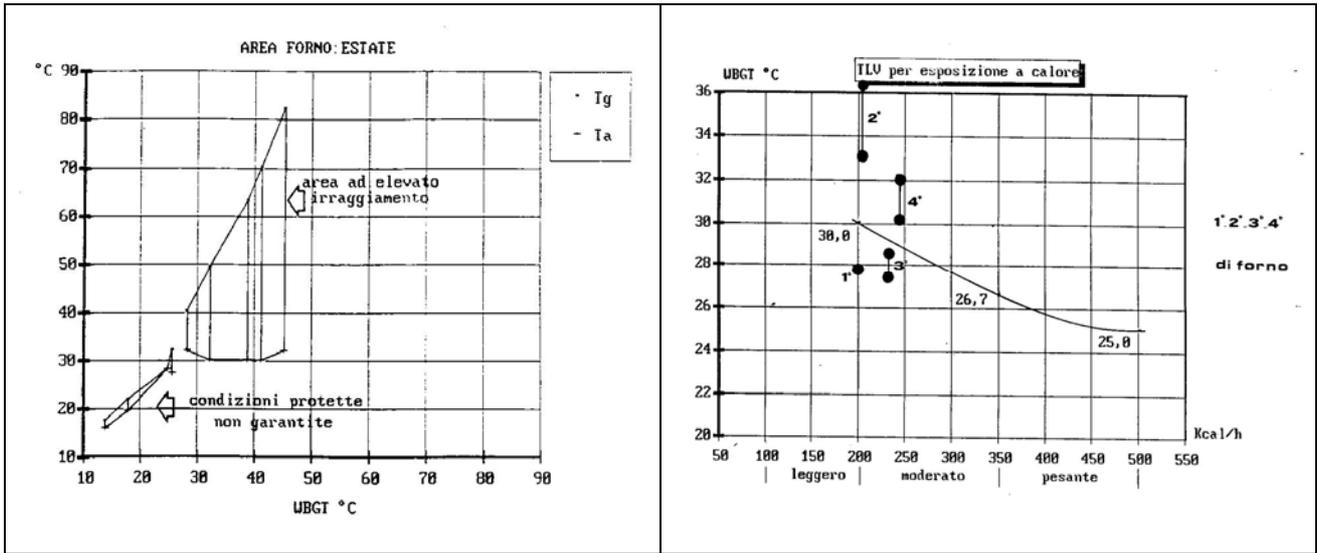


Figura 3.1.15. A sinistra. Area ripristino e rifacimento refrattari. WGBT calcolato per la platea e per la cabina
A destra. Area forno. Condizioni di esposizione a stress termico per specifiche attività svolte in platea

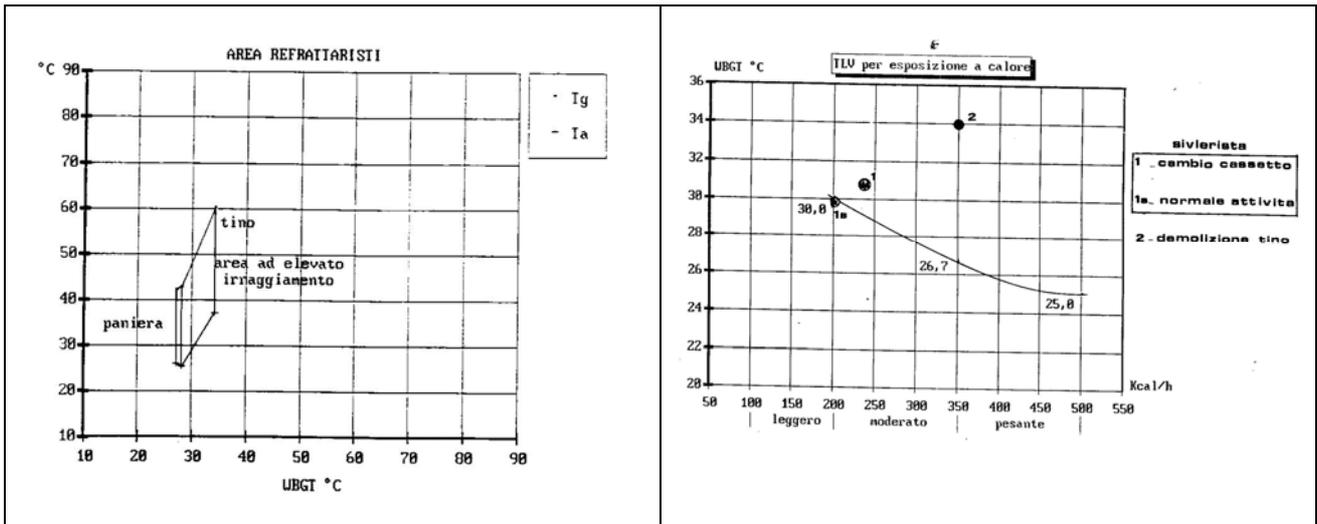
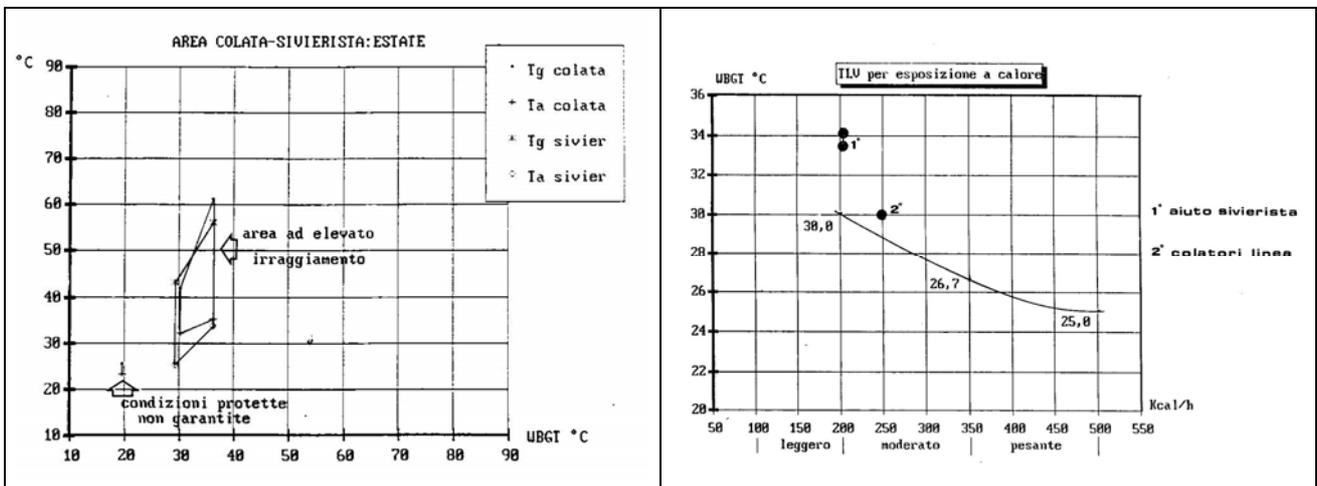


Figura 3.1.16. A sinistra. Area colata. WGBT calcolato per la platea e per la cabina
A destra. Area forno. Condizioni di esposizione a stress termico per specifiche attività svolte in platea



3.2. Trasferimenti

FASI SPECIFICHE

Trasferimenti a terra in reparto
Salita e discesa scale/ dislivelli in reparto
Salita e discesa da carroponte
Salita e discesa da macchine operatrici/ autoveicoli
Trasferimenti in bicicletta

Non costituiscono una specifica fase di lavorazione, ma sono attività da cui non si può prescindere nel descrivere il profilo di rischio; coinvolgono tutto il ciclo produttivo e sono riferite a tutti gli impianti.

Gli addetti (interni ed esterni) effettuano trasferimenti:

- all'inizio del periodo di attività, per raggiungere dall'ingresso dello stabilimento prima i locali di spogliatoio, se previsti, e poi la posizione o l'area di lavoro, a piedi o con mezzi (autoveicoli, biciclette, ecc.) in funzione della distanza da percorrere, della frequenza di questi trasferimenti e della necessità di trasportare carichi o attrezzature di lavoro;
- al termine del periodo di attività, per tornare dalla posizione o area di lavoro agli spogliatoi e all'uscita dello stabilimento;
- per raggiungere, nel corso del periodo di attività, il locale di ristoro e i servizi disponibili.

Lo svolgimento delle diverse attività lavorative prevede la necessità di spostamenti più o meno importanti fra le diverse posizioni di lavoro. I trasferimenti quindi incidono in misura diversificata sulle diverse attività.

Nell'analisi riferita all'acciaieria, gli infortuni intercettati con l'analisi infortunistica rappresentano il 6% degli infortuni gravi e hanno coinvolto:

- addetti impianti (forno, LF, colata): 42% dei casi,
- responsabili di area: 8%,
- gruisti: 8%,
- addetti manutenzione (meccanici, elettricisti): 42%.

Tabella 3.2.1. Trasferimenti.

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 SPECIFICO →OPERAZIONE →MODALITA'	DANNO ATTESO DANNO RILEVATO	INTERVENTI DI PREVENZIONE FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI
I 1 	→ Trasferimenti a terra in reparto → Caduta/ scivolamento durante salita/ discesa dislivelli	Distorsioni e lussazioni Fratture	Lay-out e percorsi addetti Disegno delle strutture (scale con geometrie non idonee, pavimenti sporchi): fattori di rischio di semplice eliminabilità Manutenzione strutture
I 2 	→ Trasferimenti a terra in reparto → Urto/ caduta/ scivolamento in piano	Distorsioni e lussazioni Ferite lacero-contuse	Lay-out e percorsi addetti Manutenzione strutture (pavimenti sporchi, ecc.) Pulizia e raccolta scarti
	→ Trasferimenti a terra in reparto durante interventi di manutenzione → Caduta da luoghi elevati	Contusioni e traumi Distorsioni e lussazioni	Protezione aperture durante manutenzioni Procedure di manutenzione
I 3 	Accesso alla posizione di manovra carroponete → Salita e discesa da carroponete → Scivolamento durante salita/ discesa delle scale	Fratture Distorsioni e lussazioni	Manovra con radiocomando Configurazione con rampe e pianerottoli (evitando scale a marinaio) Materiali e manutenzione
	→ Trasferimento a terra in reparto → Investimento da parte di spruzzi di acciaio e di scoria	ustioni	Percorsi e procedure carenti (per esempio transiti in prossimità del forno, all'interno della segregazione, con segregazione aperta, ecc.)

Ricorrenze legislative segnalate nelle analisi degli infortuni gravi

Numero	Legge/ Articolo	
2	547/374	carente manutenzione delle strutture degli edifici
1	547/8	pavimenti e passaggi
1	626/35	obblighi del datore di lavoro in merito all'uso delle attrezzature da lavoro
1	626/36	disposizioni concernenti le attrezzature di lavoro

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica	ACCIAIERIA Trasferimenti Trasferimento a terra in reparto	
TIPOLOGIA INFORTUNIO	I 1 ⚠ I 2 ⚠	
Modalità di accadimento	Urto/ caduta/ scivolamento in piano Caduta/ scivolamento durante salita/ discesa dislivelli	
Mansioni coinvolte	Tutte le mansioni Si osserva una incidenza più elevata per gli addetti alle manutenzioni, per i responsabili di area e per i gruisti, la cui attività prevede importanti spostamenti per raggiungere le posizioni di intervento	
Fattori di rischio evidenziati	Fattori di rischio di semplice risoluzione (scale non idonee, pavimenti sporchi, manutenzione e pulizia pavimenti, grigliati, parapetti) Segnaletica (orizzontale e verticale) non presente o non evidente Fattori di rischio di complessa risoluzione (transiti in aree pericolose o rese pericolose dalla lavorazione) Infortuni riferibili a progressione con carente attenzione	
Interventi	Modifica dei lay-out, con l'esclusione di transiti in aree pericolose (per esempio possibile proiezione materiali incandescente, ecc.) e con l'inserimento di nuove strutture o l'individuazione di aree disponibili per transito sicuro La condizione ideale è quella di potere accedere tramite percorso sicuro alle zone protette (cabine e pulpiti) e solo da queste posizioni protette, in caso di necessità ed eventualmente secondo procedure definite, alle aree di intervento presso gli impianti (<i>configurazione a cipolla</i>)	
Schemi, disegni, fotografie	<p>Commenti a schemi, disegni, fotografie</p> <p>Una semplice scala, che consente l'accesso alla torretta porta siviera in colata continua per l'innesto del sistema di manovra cassetto, permette di discutere e valutare i fattori di rischio di semplice risoluzione: idoneità delle scalette, manutenzione e pulizia, condizione dei grigliati e dei parapetti</p>  <p>L'area sottostante la macchina di colata continua deve essere esclusa dal transito, di persone e di mezzi: la condizione rischiosa non è dovuta al normale funzionamento della colata continua, ma si instaura nel caso di inconveniente che preveda la deviazione del getto di acciaio e la raccolta in paiola posizionata per l'emergenza</p> 	

COMPARTO		ACCIAIERIA
Fase di lavorazione		Accesso alla cabina di manovra carro ponte
Operazione specifica		Discesa dalla cabina di Gru a ponte con scala alla marinara
TIPOLOGIA INFORTUNIO		I 3 
Modalità di accadimento	Scivolamento durante salita/ discesa dalle scale alla marinara Durante la discesa dalla via di corsa, lungo la scala alla marinara, forse anche per la presenza di grasso sui gradini, il gruista ha perso la presa ed è scivolato al suolo. Per riferito il fatto era già accaduto a un manutentore che saliva con la borsa degli attrezzi.	
Mansioni coinvolte	Gruista, Addetti manutenzione. Capo Turno Forno, Addetto manutenzione estintori.	
Osservazioni Discussione	In fase progettuale, non vi era alcuna attenzione ai percorsi di accesso alle cabine gru e alla possibilità di attraversamenti in quota tra una campata e l'altra	
Fattori di rischio evidenziati	Cadute dall'alto. Scala di lunghezza eccessiva. Fatica fisica per la salita. Mancato rispetto della distanza tra gradino e colonna di vincolo. Pedata di dimensione non corretta. Caduta su materiali vari depositati nella zona di accesso scala.	
Interventi realizzati	<ul style="list-style-type: none"> ○ Plancia a metà lunghezza della scala. ○ Riposizionamento dei due tratti di scala non in posizione verticale ma con inclinazione di circa 15° al fine di consentire una salita più agevole. ○ Posizionamento di grigliati in quota per il trasferimento dalla campata rottami alla campata forni e billette. ○ Posizionamento di agganci calcolati per il fissaggio di paranchi da utilizzarsi per il posizionamento in quota delle attrezzature di manutenzione. ○ Procedura per scarico rottami in zone prestabilite. 	
Schemi, disegni, fotografie	Commenti a schemi, disegni, fotografie	
<i>Interventi fattibili</i> Realizzazione di scale a rampa		
<i>Interventi potenzialmente fattibili</i> Installazione di ascensori/montacarichi per persone e manutenzione. Copertura delle scale di accesso		
		

3.3 Preparazione rottame. Preparazione carica

FASI DI LAVORAZIONE SPECIFICHE
Frantumazione
Cesoiatura
Vagliatura
Pressatura
Taglio
Scarico rottame da autocarro o da vagoni
Pulizia vagoni
Selezione e cernita
Messa a parco
Confezionamento cesta
Pressatura cesta
Approvvigionamento materiali ausiliari (materiali di consumo e refrattari)

La materia prima è costituita da rottame ferroso, derivante principalmente dal post-consumo e da lavorazioni industriali, nonché da riciclo interno all'acciaieria (spuntature, prodotti e semilavorati non conformi). Viene utilizzata anche ghisa solidificata in pani, derivante dalle lavorazioni di siderurgia primaria e preridotto, proveniente da processi di riduzione diretta. I diversi rottami sono classificati in funzione delle caratteristiche dimensionali, della composizione e della presenza di inquinanti nella carica.

Tabella 3.3.1: classificazione del rottame con particolare riferimento alla pulizia

classe	descrizione	inquinamento inorganico	inquinamento organico
01/05	Da demolizione	Poco o non ossidato	Normalmente non presente
02/06	Da lavorazione meccanica	Poco o non ossidato	Lubrificanti da lavorazione
03/07	Da raccolta	Normalmente ossidato Rivestimenti metallici Smaltatura, placcatura	Rivestimenti plastici Presenza di materiali non ferrosi (materie plastiche, ecc.)
04/08	Da raccolta, compresa demolizione automobilistica	Normalmente ossidato Rivestimenti metallici	
09/50	Nuovo, non verniciato (lamierino) Escluso riciclo laminatoio	Non ossidato	Lubrificanti da lavorazione
52	Pacchi di rottame nuovo, non verniciato Escluso riciclo interno	Non ossidato	
55	Pacchi di lamiere verniciate, di prim'ordine	Non ossidato	Rivestimenti plastici
40	Tornitura palabile, pulita	Non ossidato	Senza inclusioni non metalliche
41	Tornitura lunga	Poco ossidata	Lubrificanti da lavorazione
42	Tornitura di ghisa	Normalmente ossidata	
45	Altra tornitura	Poco ossidata	Senza inclusioni non metalliche Lubrificanti da lavorazione
14	Demolizione ferroviaria	Normalmente ossidata	Normalmente non presente
15	Demolizione navale	Normalmente ossidata	Normalmente non presente
33	Frantumato (<i>proler</i>)	Normalmente ossidato	Non presente, oppure Presenza di contaminanti nel rottame trattato
53	Pacchi di rottame nuovo proveniente da stampaggio	Non ossidato	Lubrificanti da lavorazione

Il rottame arriva in acciaieria tramite autotreni e carri ferroviari. Viene normalmente sottoposto a controllo radioattivo mediante portali fissi, finalizzato a individuare frazioni e oggetti radioattivi presenti nella carica. Nel caso di segnale positivo o sospetto si interviene scaricando il rottame a terra e verificandolo con contatore geiger portatile.

Il rottame viene scaricato tramite ribaltamento del cassone oppure prelievo con gru a ragno o a magnete dai cassoni degli autocarri e dai carri ferroviari, selezionato e messo a parco in fosse e cataste.

Il rottame in arrivo ha subito operazioni di preparazione sviluppate in insediamenti specifici.

In alcuni casi le operazioni di trattamento del rottame eterogeneo (rottame automobilistico, demolizione, ecc.) sono associate all'attività dell'acciaieria in una specifica area dell'insediamento:

- cesoiatura del rottame pesante e voluminoso;
- pressatura in pacchi per le frazioni voluminose, tipicamente per torniture e sfridi di lamierino;
- frantumazione del rottame eterogeneo;
- vagliatura delle frazioni eterogenee e di diversa pezzatura.

Tabella 3.3.2. Presenza dei trattamenti di preparazione del rottame nel campione di acciaierie indagate

Lavorazione	Presenza	Quota rottame trattato dove presente la lavorazione
Frantumazione e vagliatura	19 %	25-35 %
Cesoiatura	6 %	2 %
Taglio	13 %	5-10 %
Pressatura	6 %	2 %
Scarico e pulizia vagoni	38 %	8-65 %

Figura 3.3.1. Impianto di frantumazione e vagliatura. Figura 3.3.2. Impianto di pressatura e cesoiatura



L'interesse del produttore di acciaio per un rottame selezionato e di idonea pezzatura è giustificato in maniera evidente attraverso vantaggi apprezzabili nelle successive fasi di lavorazione, sia per quanto riguarda l'ambiente di lavoro che l'impatto esterno della lavorazione di fusione:

- l'utilizzo di rottame meno inquinato da elementi non metallici e da ossidi semplifica l'elaborazione dell'acciaio, permette una minore aggiunta di calce e fondenti, riduce i problemi di natura metallurgica;
- lo sviluppo di un minore quantitativo di polveri e di scoria, tramite un processo di fusione condotto con materia prima più pulita, comporta la riduzione dell'energia, un incremento della resa metallica e una riduzione del costo di conferimento e di smaltimento dei rifiuti prodotti;
- un'idonea pezzatura (rapporto tra volume e superficie) migliora lo scambio termico della carica,, aumenta l'efficienza del processo e riduce la rumorosità del forno (maggiore stabilità dell'arco elettrico in assenza di blocchi compatti), nonché rende più veloci le operazioni di carica, eliminando inconvenienti (*cesta alta*) e riducendo le emissioni.

La messa a punto del frantoio o mulino (*shredder*) permette la lavorazione di tipologie di rottami, quali carcasse d'auto, altrimenti non utilizzabili, fornendo una soluzione idonea alla possibilità di separare con un elevato grado di efficienza, in base a semplici principi meccanici e fisici, le frazioni ferrose da quelle non ferrose. Questa separazione non viene soddisfatta dai metodi tradizionali di cesoiatura e pressatura, che provvedono esclusivamente alla modifica delle dimensioni del rottame.

Il materiale, che esce dal frantoio solo dopo aver raggiunto una dimensione controllata da griglie calibrate; la frazione ferrosa viene recuperata tramite separazione magnetica, la parte residua viene convogliata a mezzo di piani vibranti e nastri trasportatori a un sistema di separazione ad aria in controcorrente, o a umido, che provvede a separarlo dalla frazione più leggera (scarto denominato *fluff*).

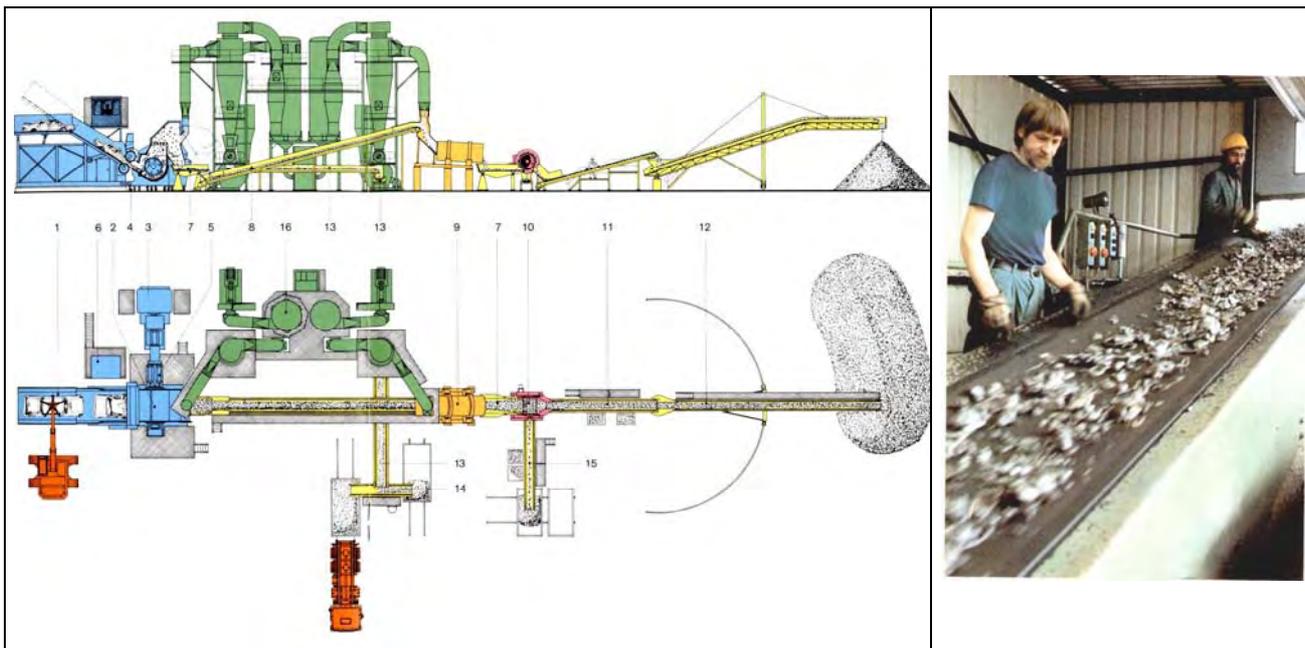
Alla fine del processo si ottengono:

- rottame ferroso, denominato *proler* (67-68% in peso) caratterizzato da un elevato grado di pulizia e da una ridotta pezzatura, con densità 0,8-1,5 kg/ dm³;
- metalli non ferrosi (7-8% in peso), da avviare alle specifiche attività di rifusione;
- frazione leggera, voluminosa ed eterogenea (circa 25-30% in peso), costituita da materiali plastici, materiali espansi, gomme, legno.

Si rinvia al Capitolo 4, riferito all'impatto esterno, per una disamina delle problematiche concernenti la dismissione di questa ultima frazione.

Figura 3.3.3. Impianto di frantumazione e vagliatura: visualizzazione delle frazioni ottenute.

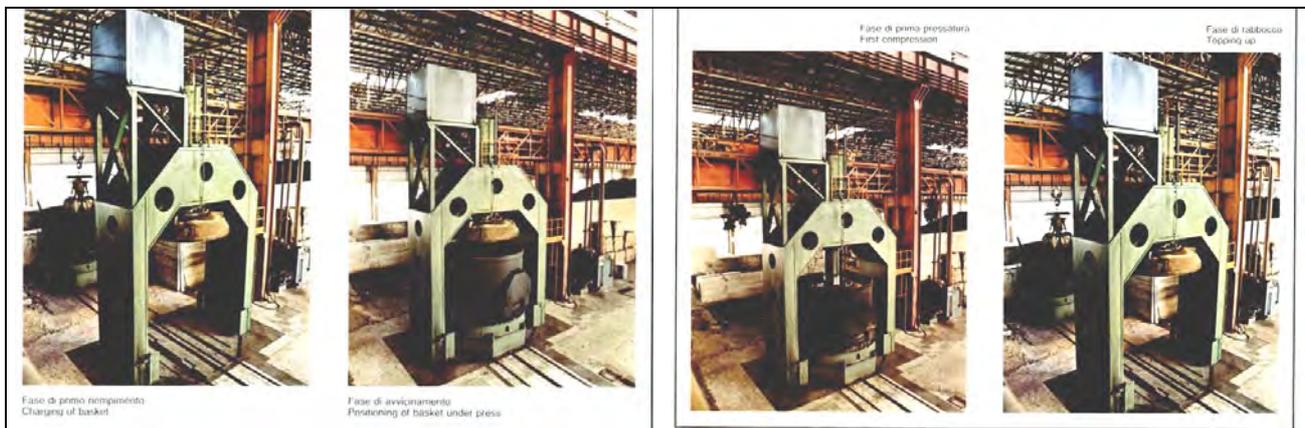
Figura 3.3.4. Attività di classificazione manuale effettuata sul nastro in uscita dal vaglio



Per alcune classi di rottame possono essere necessarie ulteriori operazioni aggiuntive, che vengono eseguite nel parco rottame:

- cernita manuale delle inclusioni di metalli non ferrosi (rame, piombo, stagno, ottone, alluminio) e recupero separato;
- esclusione di componenti (pacchi di incerta provenienza, corpi cavi, bombole, cilindri, pistoni, serbatoi, ecc.) che possono inglobare liquidi e comportare rischi di esplosione nel forno;
- taglio del rottame con cannello.

Figura 3.3.5. Fasi di lavoro di una pressa di compattazione del rottame



Il confezionamento della cesta viene effettuato con il prelievo tramite carro ponte, nel caso di fosse, e tramite mezzi su gomma, nel caso di cataste, delle diverse categorie di rottame, per ottenere un peso determinato, un volume controllato, una disposizione del rottame all'interno della cesta tale da consentire una discesa equilibrata e da evitare scariche dell'arco su pezzi di elevata massa.

Nel caso di rottame voluminoso, in particolare negli anni passati, era stato introdotto l'impiego di pressa oleodinamica (Figura 3.3.5) in grado di aumentare la densità del rottame (da 0,6-0,8 t/m³ a 1-1,2 t/m³) e ridurre di conseguenza numero di ceste, tempi, dell'ordine del 5%, e consumi di fusione.

In cesta possono essere caricati carbone, calce e fumi destinati all'arricchimento nei metalli basso bollenti.

Le ceste vengono trasferite nell'area di fusione tramite carri su rotaia.

In questa area è considerata anche la fase di approvvigionamento dei materiali ausiliari di consumo (calce, ferroleghie, carbone), dei materiali refrattari, destinati a rifacimenti e ripristini, cioè dei materiali direttamente utilizzati nelle fasi di lavorazione, escludendo quindi tutti i materiali destinati alle attività di manutenzione.

Mansioni della fase

Mansione	Posizione di lavoro	Operazione
Responsabile preparazione	Tutte le successive	Supervisione e coordinamento delle attività di preparazione; interagisce con il gruista e con l'addetto alla preparazione per la gestione del rottame
Addetti alla preparazione	Cabina frantoio Cabina carro ponte Nastro Cabina vaglio	Gestione e controllo del mulino frantumatore Approvvigionamento rottame Classificazione manuale del rottame sul nastro in uscita dal vaglio Controllo selezione di gomme e metalli non ferrosi
Addetti pulizia vagoni	Pianale vagoni ferroviari e piazzale	effettuano le operazioni di pulizia con pala manuale del materiale residuo che rimane nei vagoni ferroviari, puliscono vie ferrate e piazzali
Classificatore/ capo piazzale	A terra	Coordina il traffico dei mezzi; Controlla lo scarico Effettua identificazione e classificazione rottame Cernita e selezione del rottame non conforme
Addetti carro ponte	Cabina carro ponte	procedono allo scarico dei rottami dai vagoni e dagli autocarri, movimentano le diverse tipologie, confezionano le ceste
Addetto carro cesta	cabina	coordina il confezionamento delle ceste, mantiene le comunicazioni tra area parco rottame e area forno, effettua il trasferimento delle ceste dal parco rottame all'area forno
Addetto approvvigionamento materiali ausiliari	Cabina piazzale	Coordina l'approvvigionamento e il rapporto con le ditte di autotrasporto Impiego di pale e muletti

Impianti, macchine, attrezzature

Principali impianti	Fattori di rischio
Berte, cesoie, presse	Infortuni: rischio meccanico Polverosità Rumore, vibrazioni
Mulini frantumatori	Infortuni: rischio meccanico Polverosità, rumore
Vagli, depolveratori	Polverosità, rumore
Carroponti con magnete o pinza idraulica	
Ruspe, mezzi movimentazione	Infortuni: traumi dovuti a investimento, ribaltamento Rumore, vibrazioni
Cannelli da taglio a ossigeno e ossi-combustibile Rete di distribuzione o sistema a bombole trasportabile	Fumi metallici
Impianti taglio. Impianto captazione e abbattimento fumi	Fumi metallici, inquinanti organici

Il parco rottame è collocato in zone generalmente coperte, ma possono essere presenti situazioni di lavoro e di deposito non protette dalle intemperie.

Le chiusure laterali lungo le campate in genere sono parziali e destinate al contenimento del rottame; le testate delle campate sono aperte per consentire le movimentazioni.

La pavimentazione prevede solette in cemento armato, terreno battuto e, in alcuni casi, condizioni di terreno sconnesso e disseminato di rottami e altri materiali.

I carroponi sono dotati di cabina di lavoro; a terra sono installate posizioni protette, realizzate in muratura o in strutture prefabbricate, dove viene coordinato il traffico e l'attività del reparto.

Rischi di natura infortunistica

La scelta di configurare il parco rottame con cataste e movimentazione garantita esclusivamente con autoveicoli gommati, anziché con fosse e movimentazione garantita tramite carroponi, modifica in misura importante il profilo di rischio dell'intera area.

Schematizzando:

- l'eliminazione delle fosse risolve i problemi di caduta nei dislivelli accessibili;
- l'eliminazione dei carroponi risolve i problemi di accessibilità a posizioni di lavoro elevate, modifica le problematiche di intervento nelle aree sottoposte a carichi sospesi, penalizza la visibilità di chi opera nel deposito e nel prelievo del rottame;
- l'impiego di automezzi gommati, penalizzati da una visibilità più compromessa soprattutto nelle manovre in retromarcia, richiede di risolvere problemi di viabilità per evitare collisioni con altri autoveicoli che transitano e operano nell'area e investimenti di personale che opera a terra, garantendo zone esclusive e segregate di operazione.

Tabella 3.3.3. Preparazione rottame. Preparazione carica.

Sintesi 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 SPECIFICO →OPERAZIONE →MODALITA'	DANNO ATTESO DANNO RILEVATO	INTERVENTI DI PREVENZIONE FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI
I 4 	Presenza di autisti esterni nell'area di scarico e di intervento dei carroponi → Scarico rottame da autocarro → Schiacciamento durante manovre eseguite col magnete	Lesioni traumatiche Schiacciamento	Lay-out e percorsi addetti Autoarticolati con ribaltamento Procedure operative
R1 	Investimento durante la manovra di carri ferroviari e durante il movimento di autotreni	Lesioni traumatiche Schiacciamento, fratture Esiti mortali	Mancanza di visibilità durante le manovre Distinzione aree transito e deposito Lay-out e percorsi addetti
	Lesioni scendendo dal cassone dei carri ferroviari e degli autotreni	Distorsioni Fratture	Pavimentazione vie di transito
R2	Caduta del rottame da elettrocalamite e benne nelle aree di scarico carri e autotreni	Lesioni traumatiche Schiacciamento Esiti mortali	Distinzione aree di transito e di deposito
	Infiammabilità del preridotto	Lesioni traumatiche Ustioni	Limitazione quantitativi nei singoli cumuli Stoccaggi coperti
R3	Interferenze dovute alle varie movimentazioni del rottame in ingresso e ad altri flussi in transito (scoria, fumi, ecc.)	Lesioni traumatiche Fratture Esiti mortali	Analisi percorsi addetti Analisi lay-out e flussi
R4	Caduta del rottame dalle cataste	Lesioni traumatiche Schiacciamento	Distinzione aree di transito e di deposito Procedure operative per la configurazione delle cataste

Rischi di natura igienico ambientale

Tabella 3.3.4. Preparazione rottame. Preparazione carica.
Sintesi dei rischi di natura igienico ambientale: identificazione, danni, interventi di prevenzione

	IDENTIFICAZIONE RISCHIO	DANNO ATTESO	FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI INTERVENTI DI PREVENZIONE
A1	Polveri aerodisperse e fumi metallici <ul style="list-style-type: none"> - Scarico e movimentazione rottame - Scarico additivi (calce, carbone, ferroleghie) se presente in area rottame - Eventuale presenza di taglio rottame - Pulizia vagoni Possibili esposizioni indebite se presenti ricadute principalmente da forno elettrico, se insufficientemente segregato e aspirato	Bronchite cronica, Pneumoconiosi da polveri Irritazione vie respiratorie e occhi	Separazione delle aree di lavoro Frequente pulizia delle zone di accumulo
	Gas e prodotti di degradazione termica <ul style="list-style-type: none"> - Provenienti da taglio rottame verniciato e inquinato 	Irritazione vie respiratorie e occhi	Effettuare taglio rottame solo in postazioni aspirate Non tagliare rottami non conformi
A2	Esposizione a rumore <ul style="list-style-type: none"> - Macchine di preparazione rottame - Scarico e movimentazione rottame - Mezzi di movimentazione - Eventuali esposizioni indebite (fasi caricamento del forno e fasi di fusione) 	Danni uditivi Danni extra uditivi	Miglioramento cabine mezzi di movimentazione Vigilare sull'impiego dei DPI
	Vibrazioni e scuotimenti <ul style="list-style-type: none"> - posizioni di manovra di mezzi di movimentazione (automezzi e carroponti) - posizioni di manovra e di controllo vagli e frantoi 	Traumi e alterazioni degenerative ai sistemi articolari Morbo di Raynaud Effetti sui nervi e sui muscoli	Sostituzione delle attrezzature di lavoro con altre che producono meno vibrazioni Impiego di guanti antivibranti Isolamento delle strutture vibranti Inserimento di posizioni e sedili smorzanti
	Esposizione a basse temperature Correnti e sbalzi termici <ul style="list-style-type: none"> - posizioni di lavoro esterne esposte ad agenti atmosferici - posizioni in reparti interessati da correnti d'aria 	Alterazioni degenerative tessuti periarticolari Malattie da raffreddamento	Inserimento di postazioni protette Cabine di sosta Indumenti protettivi adeguati
	Radiazioni infrarosse e ultraviolette <ul style="list-style-type: none"> - impiego cannelli e lance ossigeno 	Processi di invecchiamento dell'occhio Cataratta Danneggiamento retina	Inserimento di schermi Adozione di DPI specifici

A1, A2: vedi Capitolo 3.1 "Analisi rischi e interventi comuni a più fasi"

Contaminazione radioattiva dovuta a rottame

Negli ultimi anni diversi episodi hanno esposto gli operatori a radiazioni pericolose e hanno causato sensibili danni economici alle aziende.

La soluzione più efficace del problema non può essere gestita nell'acciaieria, ma piuttosto da chi procura il rottame, tramite uno stretto controllo delle fonti potenzialmente a rischio evitando inoltre la tentazione di superficialità e truffe. La cronaca recente ha comunque dimostrato che le acciaierie si devono tutelare attraverso il controllo delle forniture.

Tipicamente il controllo della radioattività del rottame avviene all'ingresso nello stabilimento degli autocarri e dei carri ferroviari: i veicoli attraversano un passaggio obbligato (*portale*) dove, oltre a essere pesati, vengono controllati i *livelli di radioattività emessi* dal carico.

Questo tipo di controllo tende a impedire l'ingresso di materiali radioattivi in acciaieria e consente l'individuazione del fornitore, ma questo controllo può rivelarsi critico o poco sensibile, ai normali livelli di taratura, in presenza di carichi particolari o spessori significativi del carico.

Un controllo più affidabile deve avvenire su strati di rottame relativamente sottili (tipicamente quelli veicolati tramite nastro), in quanto consente un'indagine più accurata e garantisce risultati più certi.

Appalto a ditta esterna

Con il campione esaminato sono state individuate ditte esterne per le operazioni di preparazione del rottame (taglio del rottame), scarico e pulizia vagoni.

Ricorrenze legislative segnalate nell'analisi degli infortuni gravi

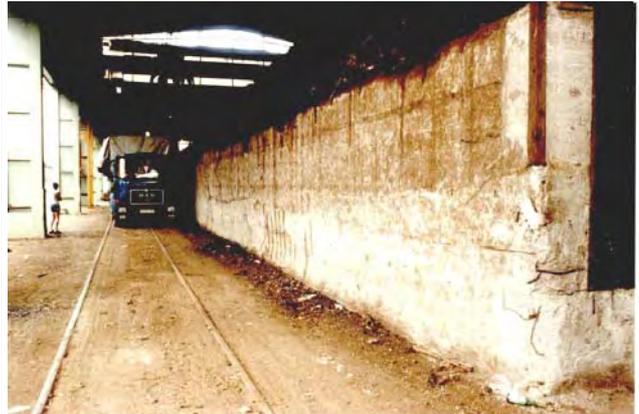
Numero	Legge/ Articolo
1	547/168 appropriatezza e impiego dei mezzi e apparecchi di sollevamento e di trasporto

Interventi

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica		ACCIAIERIA Scarico rottame al parco rottame (autocarro con cassone ribaltabile) Schiacciamento durante manovre eseguite col magnete	
TIPOLOGIA INFORTUNIO		I 4 	
Modalità di accadimento	<p>L'autista era intento ad aprire i due portelloni del cassone e quello sinistro opponeva resistenza all'apertura. Era intervenuto il gruista, che, con l'ausilio del magnete agganciato al carro ponte, tentava di spingere il portellone per agevolare l'apertura. Durante quest'operazione, l'autista ha subito accidentalmente lo schiacciamento della mano sinistra in quanto non si era accorto che il gruista stava completando la manovra di apertura. Inoltre l'autista aveva anche tentato di bloccare il portellone per non farlo sbattere contro la sponda.</p>		
Mansioni coinvolte	<p>L'operatore addetto al carro ponte e l'autista del camion</p>		
Osservazioni Discussione	<p>L'autista aveva chiesto la collaborazione del gruista per tentare di aprire il portellone, in quanto lo stesso autista non riusciva con le proprie forze. Il gruista aveva invitato l'autista ad allontanarsi dalla zona di manovra. L'autista, oltre a vantare una lunga esperienza, era anche informato del rischio presente durante questa fase</p>		
Fattori di rischio evidenziati	<p>Intervento "poco convenzionale" distanza di sicurezza non rispettata mancanza di coordinamento fra gli interventi procedure non applicate</p>		
Interventi	<p>Invito dall'azienda, nei confronti dell'operatore, a rispettare le procedure Problematica complessa, in quanto coinvolge numerosi e diversi autotrasportatori esterni, abituati anche ad altre procedure e consuetudini in diverse unità produttive</p>		
Schemi, disegni, fotografie	<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2; padding-left: 10px;"> <p>Commenti a schemi, disegni, fotografie</p> <p>L'autocarro, previa l'apertura del portellone posteriore, scarica tramite ribaltamento il suo carico a terra o in fossa. Nell'infornuto esaminato il magnete è stato utilizzato per agevolare lo sblocco del portellone di chiusura.</p> <p>Autocarri che non ribaltano il carico vengono portati sotto la campata per essere scaricati tramite pinza idraulica o magnete manovrati dal gruista</p> </div> </div>		

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA DI RISCHIO	ACCIAIERIA PREPARAZIONE CARICA SCARICO ROTTAME DA AUTOCARRO E STOCCAGGIO A PARCO R1 ⚠. Investimento durante manovra carri ferroviari e movimento di autotreni R2. Caduta del rottame da elettrocalamite e benne nelle aree di scarico carri ferroviari e autotreni
Modalità di accadimento Mansioni coinvolte	Schiacciamento, con magnete/ragno o con materiale movimentato, degli operatori che operano a terra o sul pianale dell'autocarro durante manovre con magnete/ ragno eseguite dal manovratore del carroponete Addetti al parco rottame Autisti esterni (addetti esterni)
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI Interferenza fra aree sicure (transito, accesso, permanenza) e aree rese pericolose dalla lavorazione Modalità incongrue di stoccaggio dei materiali Pavimentazione sconnessa o sdruciolevole Mancanza di visibilità, illuminazione insufficiente MOVIMENTAZIONE MECCANICA Impiego di autocarri non ribaltabili destinati alla raccolta eterogenea e/o locale Modalità di sollevamento non sicure (tiro inclinato, ecc.) PROCEDURE OPERATIVE Mancanza di coordinamento fra gli interventi (compreso quello di lavoratori non dipendenti) Distanza di sicurezza non rispettata Procedure mancanti/ carenti/ definite ma errate Procedure non applicate
Interventi Disposizioni per autotrasportatori esterni redatte in tutte le lingue Definizione delle operazioni consentite ai trasportatori Definizione delle aree accessibili (compreso locale di sosta e servizio) e della viabilità <i>Gli autisti, all'ingresso in stabilimento, ricevono la destinazione dello scarico o del carico e devono rigorosamente percorrere il tragitto indicato. Gli autisti sono tenuti a rispettare il codice della strada e la segnaletica installata. Giunti in zona osservano le disposizioni del capo area e si attengono scrupolosamente a esse. Durante le operazioni di scarico o di carico, il conducente rimane in cabina e assiste alle operazioni. In parco rottame, nel caso l'autocarro non venga scaricato per ribaltamento, essendo la cabina dell'autocarro sotto carichi sospesi e nell'area di intervento del magnete, il conducente, dopo aver messo il veicolo in sicurezza, lo consegna nelle condizioni richieste per lo scarico e, percorrendo i tragitti indicati, si reca nel punto di sosta in attesa di ricevere l'autocarro dopo le operazioni.</i>	
Schemi, disegni, fotografie 	Distinzione fisica dell'area interessata da carichi sospesi e procedure per evitare la presenza degli autisti nell'area di intervento dei carroponeti

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica RISCHIO SPECIFICO	ACCIAIERIA PREPARAZIONE CARICA SCARICO ROTTAME DA AUTOCARRO E STOCCAGGIO A PARCO CONFEZIONAMENTO CESTA R1  . Investimento durante manovra carri ferroviari e movimento di autotreni R2. Caduta del rottame da elettrocalamite e benne nelle aree di scarico carri ferroviari e autotreni R3. Interferenze dovute alle varie movimentazioni del rottame in ingresso e ad altri flussi in transito (scoria, fumi, ecc.)	
Mansioni coinvolte	Addetti al parco rottame Autisti esterni (addetti esterni) Addetti movimentazioni interne (carrellisti, scoria, ecc.)	
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI Interferenza fra linee di flusso dei materiali Interferenza fra aree sicure (transito, accesso, permanenza) e aree rese pericolose dalla lavorazione Modalità incongrue di stoccaggio dei materiali Mancanza di visibilità (in particolare durante le manovre), illuminazione insufficiente MOVIMENTAZIONE MECCANICA Modalità di sollevamento non sicure (tiro inclinato, ecc.) PROCEDURE OPERATIVE Mancanza di coordinamento fra gli interventi (compresi lavoratori non dipendenti) Distanza di sicurezza non rispettata Procedure mancanti/ carenti/ definite ma errate Procedure non applicate	
Interventi Analisi percorsi di accesso e di intervento per: – personale del parco rottame – personale esterno (autotrasportatori, ecc.) Analisi viabilità di: – mezzi ferroviari – autotreni – carrelli e automezzi spuntature, colaticci e fumi – carro cesta		
Schemi, disegni, fotografie 	Commento alle foto, agli schemi, ai disegni Lungo il percorso delle ceste, che il carroponte trasferisce ai carri passacampata per entrare nell'area forno, viene utilizzato un mezzo gommato per il prelievo delle paiole Una più razionale progettazione dei percorsi eviterebbe l'interferenza fra queste due movimentazioni, che nel turno di lavoro, considerando 1 paiola ogni due colate e 3 ceste per ogni colata, risultano essere più di 20 eventi critici	

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica		ACCIAIERIA Formazione dei cumuli Messa a parco del rottame in cumuli
RISCHIO SPECIFICO		R4. Caduta del rottame da cataste
Mansioni coinvolte	Addetti parco rottame Classificatori Addetti ditte esterne Autotrasportatori	
Osservazioni Discussione	Le fosse possono essere sormontate, lo stesso dicasi per i muri di contenimento, quantomeno fino a che i carroporti mantengono la possibilità di operare Queste situazioni risentono sia della disponibilità del rottame sul mercato, sia della convenienza economica a anticipare l'approvvigionamento	
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI PROCEDURE OPERATIVE	
Interventi	Procedure di stoccaggio e rispetto delle stesse anche in condizioni di eccezionale impegno del parco rottame I rischi sono aggravati dalla presenza abituale di numerosi addetti agli autotrasporti non dipendenti	
Schemi, disegni, fotografie		
		 <p>Si può osservare che in alcuni casi (per esempio nell'immagine a destra) la situazione di rischio è ulteriormente critica: chi esegue operando in cabina carroportante alla formazione dei cumuli di rottame, nella campata di messa a parco dietro i muri di contenimento, non è in grado di vedere i transiti e la presenza di mezzi o persone nelle aree soggette a caduta del rottame dai cumuli</p>

3.4 Preparazione acciaio

FASI DI LAVORAZIONE SPECIFICHE

Preparazione elettrodi
Caricamento forno
Introduzione di additivi
Fusione
Affinazione
Controllo del processo
Scorifica
Bussaggio
Spillaggio
Ripristino forno a termine ciclo

Processi

Fusione della carica metallica
Ossidazione selettiva dei componenti dell'acciaio
Affinazione della sua composizione

Trasformazioni chimico – fisiche e condizioni operative (temperatura e pressione)

Elemento ossidante: ossigeno
Elemento riducente: carbone
Vettori energetici: energia elettrica + combustibili gassosi (gas naturale) e solidi (carbone)

Reazioni esotermiche di ossidazione:

Processi di combustione e di ossidazione selettiva degli elementi con elevata affinità con l'ossigeno (in base alla temperatura) e formazione di scoria costituita da una soluzione di ossidi:

- $2C + O_2 \rightarrow 2CO$
- $C + O_2 \rightarrow CO_2$
- $SiO + O_2 \rightarrow SiO_2$
- $2Mn + O_2 \rightarrow 2MnO$
- $4P + 5 O_2 \rightarrow 2P_2O_5$

Riduzione dell'ossido di ferro tramite ossidazione parziale del carbonio (disossidazione):

- $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$

Processi di affinazione, cioè di controllo del tenore degli elementi in lega tramite equilibrio lega – atmosfera e bagno – scoria (rapporti di ripartizione fra metallo e scoria):

- $2Mn(\text{bagno}) + O_2 \rightarrow 2MnO(\text{scoria})$
- $Si(\text{bagno}) + O_2 \rightarrow SiO_2(\text{scoria})$
- $4P(\text{bagno}) + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5(\text{scoria})$
- $4Cr(\text{bagno}) + 3O_2 \rightarrow 2Cr_2O_3(\text{scoria})$

Temperatura: ambiente – 1700 °C

Caratteristiche strutturali dei materiali in lavorazione

- Soluzione di carbonio e di altri elementi nel ferro metallico
- Formazione di fase liquida non metallica (scoria) sovrastante il bagno

Generalmente sono utilizzati forni ad arco diretto, a suola non conduttrice, trifasi con tre elettrodi. Nel panorama italiano sono installati anche alcuni forni a suola conduttrice con unico elettrodo.

Si tratta di contenitori realizzati in carpenteria metallica rivestita internamente di refrattario e di carpenteria a circolazione d'acqua (pannelli), che consentono di fondere tramite un processo discontinuo governato da carica, fusione e svuotamento dell'involucro. La volta del forno è dotata di tre fori per il passaggio degli elettrodi, di un quarto foro per l'estrazione dei fumi, di un ulteriore quinto foro per l'introduzione degli additivi tramite il sistema di caricamento automatizzato. Gli elettrodi si posizionano automaticamente in altezza, governati dall'andamento del processo metallurgico.

Figura 3.4.1. Forno elettrico ad arco, particolare delle porta e della carpenteria del tino a circolazione di acqua
Figura 3.4.2. Rappresentazione schematica dei flussi riferiti a un forno ad arco

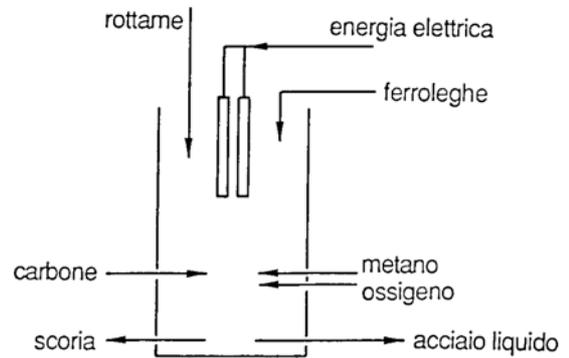
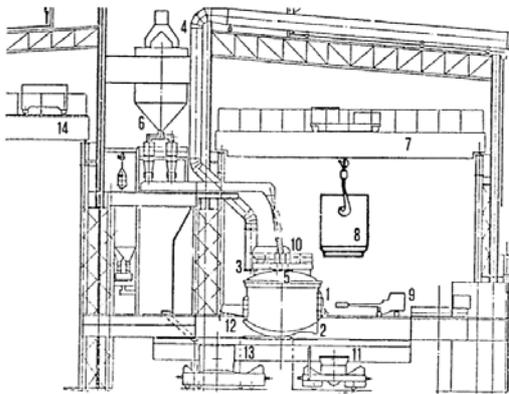


Figura 3.4.3. Sezione dell'area di lavoro di un tipico forno elettrico. Figura 3.4.4. Vista della campata forno



- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. porta di scorifica | 8. cesta di carica rottame |
| 2. culla di basculamento forno | 9. macchina operatrice in platea |
| 3. quarto foro per aspirazione fumi | 10. elettrodi |
| 4. canalizzazione di aspirazione | 11. paiola della scoria (su carro) |
| 5. quinto foro per caricamento additivi | 12. canale di colata |
| 6. sistema meccanizzato per additivi | 13. siviera dell'acciaio (su carro) |
| 7. carroponte caricamento cesta | 14. carroponte trasferimento siviera |

La carica del rottame si effettua dall'alto, dopo aver sollevato gli elettrodi e ruotato la volta, per mezzo di apposite ceste con fondo apribile, sostenute da carroponte: normalmente si ricorre a 2-3 ceste per ogni ciclo.

Figura 3.4.5. Rotazione della volta. Figura 3.4.6. Sollevamento della cesta



Richiuso il forno, la fusione del rottame viene realizzata con energia fornita dall'arco elettrico: la corrente passa attraverso la carica e il riscaldamento avviene principalmente per irraggiamento; viene effettuata un'importante integrazione energetica con l'impiego di bruciatori ossigeno-metano, l'ausilio di lance per l'insufflazione di ossigeno e con l'insufflazione di polverino di carbone: entro un limitato volume si raggiungono elevate temperature (dell'ordine dei 3500°C). La fusione viene condotta con la presenza di scoria schiumosa, ottenuta con l'insufflazione di polverino di carbone e calce, principalmente con funzione di protezione delle pareti dell'involucro dall'irraggiamento.

Figura 3.4.7. Posizionamento della cesta sopra il forno. Figura 3.4.8. Apertura delle valve e caduta del rottame



Al termine della fusione viene effettuata la scorifica, basculando il forno e facendo defluire all'esterno del forno, in una paiola o direttamente a terra, la scoria sovrastante il bagno.

L'acciaio fuso è portato alla composizione richiesta mediante l'aggiunta di additivi e di ferroleghie e con l'insufflazione di ossigeno per il controllo del tenore di carbonio, effettuata tramite lance inserite nel forno.

Terminata l'affinazione, l'acciaio viene spillato dal forno e travasato nella siviera, con l'aggiunta di correttivi metallurgici destinati al controllo dell'ossidazione. Lo svuotamento si effettua mediante l'apertura di un foro collocato nella suola del forno (EBT eccentric bottom tapping), che ha sostituito il sistema a canale. In forno viene generalmente mantenuta una quota di acciaio liquido per favorire l'innesco dell'arco elettrico nella nuova carica di rottame

Al termine del ciclo, prima di procedere con una nuova carica di rottame, l'involucro del forno viene controllato per escludere evidenti usure localizzate del refrattario e perdite visibili dei sistemi di raffreddamento. Se necessario, vengono effettuate riparazioni tramite lo spruzzaggio di polvere refrattaria, tecnica che consente di equilibrare l'usura delle varie zone e di far fronte a usure localizzate.

Figura 3.4.9. Spillaggio dell'acciaio. Figura 3.4.10. Spruzzaggio di polvere refrattaria tramite lancia



Attrezzature, impianti, macchine

Principali impianti	Fattori di rischio
Cesta di carica Impianto stoccaggio e caricamento additivi Sistema di caricamento (nastri trasportatori, tramogge) Forno elettrico ad arco Bruciatori e lance ossigeno – combustibili (Paiola scoria) Siviera Prima sezione raffreddata impianto di captazione Cassa polveri o separatore inerziale	Infortunati: caduta di rottame, urti delle strutture Dispersione di polverosità da tramogge, celle di pesatura, nastri di trasporto Rumorosità, vibrazioni Emissioni aerodisperse Incremento del volume di emissioni Infortunati: problemi dovuti alla movimentazione Infortunati: problemi dovuti alla movimentazione

Mansioni della fase

Gli operatori che conducono la lavorazione al forno elettrico compongono una squadra che si alterna con altre durante i turni di lavoro; in ogni squadra sono previste diverse figure professionali con il compito di realizzare:

- mansioni di organizzazione del lavoro e di controllo della qualità del prodotto (in genere si tratta di un responsabile di area e/o di un capo turno);
- mansioni di regolazione del processo e di controllo dell'impianto, governato da un processore che garantisce una marcia standardizzata (primo al forno o maestro forno);
- mansioni di manovra (addetti carroponi e mezzi di movimentazione a terra);
- mansioni prevalentemente esecutive, con interventi manuali in ausilio agli impianti (fonditori);
- mansioni di manutenzione: risulta difficile definire gli interventi occasionali, determinati da manutenzioni, ripristino degli impianti ausiliari e delle attrezzature, malfunzionamenti dell'impianto, incidenti.

Mansione	Posizione di lavoro	Operazione
Addetto carica	Cabina carroponi (cabina forno/ platea se con radiocomando)	Aggancio cesta rottame, trasferimento e scarico del rottame in forno Movimentazioni materiali ausiliari e attrezzature Aggancio, posizionamento e trasferimento paiole
Primo al forno	Cabina forno Platea forno	Controllo e regolazione del processo Manovra del forno e degli impianti ausiliari Ispezioni all'impianto e controllo rivestimento a termine ciclo
Fonditori	Cabina forno Platea Macchina operatrice Pulpito spillaggio Passerella spillaggio	Ausilio al controllo e regolazione Rilievo temperatura, prelievo acciaio Sostituzione cartucce Approvvigionamento materiali ausiliari Preparazione e allungamento elettrodi Pulizie manuali Assistenza ai gruisti per manovre Ripristino forno mediante spruzzaggio Manutenzione porta forno Pulizie Aggiunte in siviera Pulizia e ripristino EBT
Assistente/ capoturno	Area acciaieria Cabina forno Platea	Interventi di coordinamento degli operatori Affiancamento nell'attività di controllo Interventi in caso di inconvenienti e coordinamento della manutenzione

Evoluzione dell'impiantistica e delle mansioni

La Figura 3.4.11 visualizza l'insieme degli sviluppi tecnologici che si sono resi disponibili e che sono stati introdotti per migliorare e rendere più efficiente il processo di fusione. Una continua raffica di innovazioni che mantengono in un sostanziale *revamping* tutta l'acciaiera e che impongono di non considerare maturo e ripetitivo la tecnologia di fabbricazione.

Questa continua rincorsa di maggiore produttività del forno (restituita dal parametro t acciaio prodotte/ ora) si è accompagnata anche con un profondo cambiamento dell'attività di lavoro.

Figura 3.4.11. Indicazione cronologica degli sviluppi tecnologici nei forni e miglioramento dei parametri operativi
Tap to tap (= tempo da spillaggio a spillaggio) (minuti) indicatore sintetico della produttività
Consumo di elettricità (kWh/t acciaio): principale voce degli input energetici
Consumo di elettrodo (kg/t acciaio): principale voce dei materiali di consumo
DC-EAF: consumo di elettrodo con forno a corrente continua, configurazione non presente nel contesto italiano

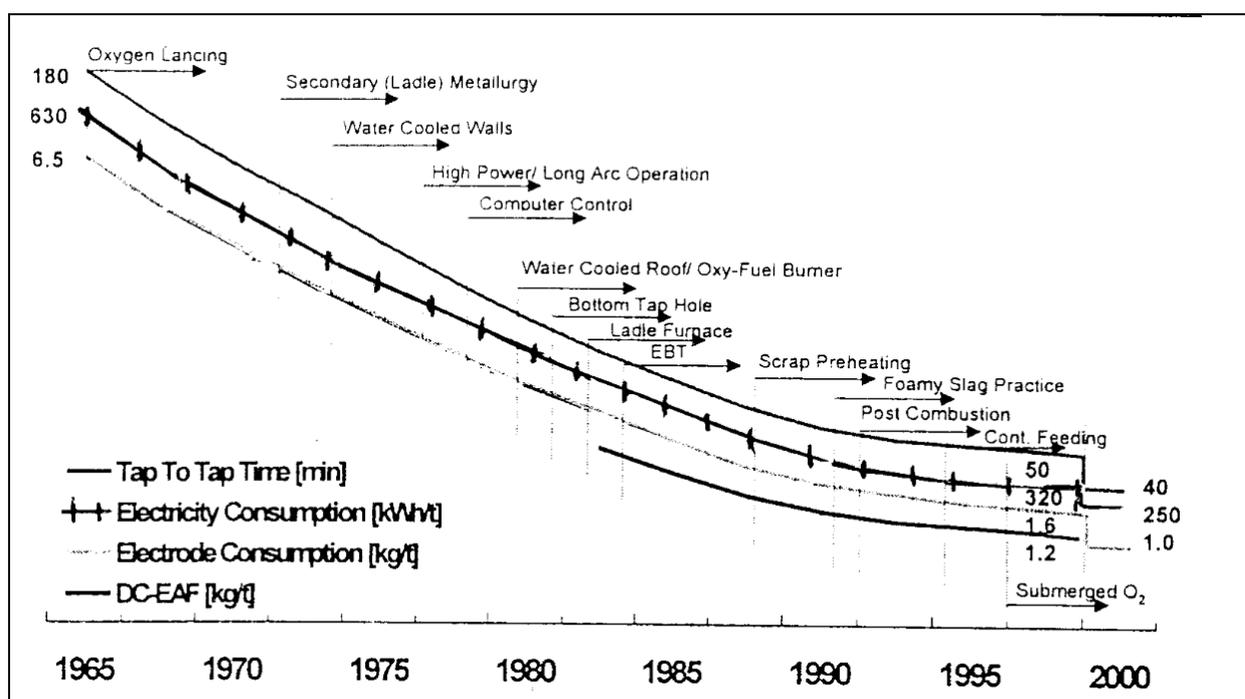


Tabella 3.4.1. Caratteristiche impiantistiche e prestazioni dei 15 forni elettrici nel campione di 13 acciaierie (solidificazione semilavorati in colata continua)

Caratteristiche Prestazioni	Valore medio variabilità	Escursione dei valori
Anno installazione		1975 - 2000
Ultime innovazioni significative		1990 - 2004
Capacità forno (colata in continuo)	85 ± 28	30 - 150
MVA elettrici	68 ± 24	14 - 120
MVA/ t capacità forno	0.80 ± 0.17	0,47 - 1.00
MW termici	28 ± 19	9 - 70
Tempo tap to tap (minuti)	56 ± 14	40 - 95
Produttività (t/ ora)	96 ± 32	19 - 150
Aspirazione totale (Nm ³ /h)	1270000 ± 310000	950000 - 1950000
(Nm ³ /h / t capacità)	16300 ± 5900	8100 - 33000

10 forni: elephant-house o segregazione reparto

3 forni: dog-house

1 forno: segregazione forno

1 forno: dog-house e segregazione forno

Tabella 3.4.2. Caratteristiche impiantistiche e prestazioni dei 3 forni elettrici nel campione di 3 acciaierie indagate (solidificazione esclusivamente di lingotti)

Caratteristiche Prestazioni	Valore medio variabilità	Escursione dei valori
Anno installazione		1980 - 2000
Ultime innovazioni significative		2000 - 2002
Capacità forno (colata in lingotti)	33 ± 16	18 - 50
MVA elettrici	20 ± 17	8 - 40
MVA/ t capacità forno	0.55 ± 0.22	0.40 - 0.80
MW termici	non presenti	
Tempo tap to tap (minuti)	78 ± 20	69 - 100
Produttività (t/ ora)	28 ± 20	11 - 50
Aspirazione totale (Nm ³ /h) (Nm ³ /h / t capacità)		60000 - 600000 3300 - 20000

2 sistemi elephant-house

1 sistema ad aspirazione bilanciata

La Tabella 3.4.1 riporta le caratteristiche dei forni installati nelle acciaierie del campione esaminato: fra i produttori di blumi e billette prodotte con colata continua, un gruppo consistente mantiene il forno di fusione ai vertici della produttività (fino a 150 t/ ora di produttività), inserendo progressive e tempestive innovazioni. Si segnala che in questo campione sono compresi impianti ai vertici delle prestazioni mondiali.

Pochi produttori mantengono impianti non di punta, con produzioni orarie ormai non più ai vertici: in questi casi evidentemente si preferisce occupare un ruolo marginale, che evita nel contempo gli investimenti delle innovazioni e le incertezze dei risultati conseguibili. Questa è la situazione anche dei forni destinati alla solidificazione di lingotti (Tabella 3.4.2), dove la velocità di fusione non costituisce il requisito caratterizzante le prestazioni.

Figura 3.4.12. Insufflazione di ossigeno con lancia manovrata a mano: condizioni di lavoro presenti in acciaierie a bassa produttività destinate alla solidificazione di lingotti (e solidificazione di getti: v. comparto Fonderie)

Figura 3.4.13. Insufflazione di ossigeno e carbone con lancia montata su manipolatore governato da cabina forno



Per meglio comprendere queste modifiche nella situazione della siderurgia elettrica italiana è stata fatta una lettura dell'evoluzione impiantistica e produttiva di un forno elettrico (Tabella 3.4.3), affiancata all'analisi delle modalità di lavoro degli addetti (Tabella 3.4.4). Questa analisi si riferisce a un impianto che può essere definito *forno veloce*, dove negli ultimi anni sono state introdotte molteplici soluzioni tecnologiche destinate al miglioramento della produttività dell'impianto e della qualità dell'acciaio.

Questa evoluzione riferita all'impianto principale dell'acciaieria, che regola e condiziona il regime di tutta l'attività, costituisce un significativo punto di riferimento e consente di leggere in modo efficace l'evoluzione delle condizioni di impegno lavorativo dell'intero comparto, per quanto riguarda le mansioni riferite al normale funzionamento degli impianti.

Negli ultimi anni si evidenziano:

- una riduzione delle postazioni di lavoro non protette (cioè eseguite all'esterno di cabine e pulpiti), ma che si accompagna, e rende possibile, un aumento dei cicli di lavoro realizzati nello stesso periodo: di conseguenza aumenta la frequenza delle operazioni rimaste da eseguire in postazioni non protette;
- sempre meno lavori manuali, ma con maggiore frequenza, legata alla riduzione dei tempi di ciclo;
- sempre più controlli di processo, con intervento nelle emergenze e nelle situazioni di deviazione del funzionamento.

Si consideri anche che nelle acciaierie di qualche anno fa aveva importanza ed emergeva l'esperienza, mentre nelle acciaierie di oggi la tecnologia è fornita dai costruttori e incorporata nel software, quindi disponibile anche a persona senza specifica esperienza: gli interventi di manutenzione, cioè quelli sporadici e non prevedibili, hanno assunto sempre maggiore rilievo e impegnano quote di lavoro sempre più elevate: la presenza di addetti durante il turno in posizioni fisse di intervento e di controllo si è diradata, surrogata dall'automazione e dalla meccanizzazione, è ha assunto maggiore importanza il lavoro da effettuare per garantire la continuità del funzionamento dell'impianto.

Tabella 3.4.3. Evoluzione impiantistica di un'acciaieria assunta a riferimento dell'evoluzione del comparto

		1991	1994	1996	2003
PRODOTTO	TIPO	ACCIAI DI BASE E DI QUALITÀ			
PRODUTTIVITA'	t anno/ addetto	3300	4100	4300	6500
CAPACITA' NOMINALE FORNO	t	85	85 NUOVO FORNO	100 NUOVO TINO	110 NUOVO TINO
DURATA CICLO TAP TO TAP	minuti	60	48	55	52
PRESTAZIONI DEL FORNO	t/h	85	95	100	130
POTENZA ELETTRICA	MVA	40 + 20 %	55 + 20 % NUOVO TRASFORMATORE	55 + 20 %	75+20% NUOVO TRASFORMATORE
POTENZA TERMICA	MW	24 4 X 6 BRUCIATORI	24 4 X 6 BRUCIATORI	40 4 X 10 BRUCIATORI	40 4 X 10 BRUCIATORI
		3 LANCE CARBONE	3 LANCE CARBONE	3 LANCE CARBONE	3 LANCE CARBONE
INSUFFLAZIONE OSSIGENO		TRAMITE LANCIA 40 Nm3/t	TRAMITE LANCIA 45 Nm3/t	TRAMITE LANCIA 50 Nm3/t	DA PARETE 40 Nm3/t
INSUFFLAZIONE CALCE E ADDITIVI		LANCIA MANUALE PORTA FORNO	LANCIA CALCE PORTA FORNO	LANCIA CALCE PORTA FORNO	NUOVO IMPIANTO PARETE FORNO INIEZIONE ADDITIVI
TRATTAMENTO SCORIA FORNO E SIVIERA					NUOVO IMPIANTO RICICLO SCORIA
SISTEMA SPILLAGGIO		A CANALE	A CANALE	EBT	EBT
SEGREGAZIONE AREA FORNO		NO	PARZIALE (lato colata)	PARZIALE (lato colata)	PARZIALE (in completamento lato campata servizi forno)
ASPIRAZIONE PRIMARIA	Nm3/h	117.000	150.000	150.000	150.000 – 190.000 NUOVO COOLER
ABBATTIMENTO FUMI	TIPO	UMIDO VENTURI	SECCO MANICHE	SECCO MANICHE	SECCO MANICHE
ASPIRAZIONE SECONDARIA	Nm3/h	350.000	350.000	350.000	650.000
ABBATTIMENTO FUMI	TIPO	SECCO MANICHE	SECCO MANICHE	SECCO MANICHE	SECCO MANICHE
IMPIANTO AFFINAZIONE		SIVIERA	IMPIANTO LF	IMPIANTO LF	IMPIANTO LF
LINEE COLATA	N°	NUOVO IMPIANTO 1 x 5	NUOVA LINEA 1 x 6	1 x 6	AUMENTO SEZIONE 1 x 6
CAPACITA' DI SOLIDIFICAZIONE	t/h	100	120	140	160
SISTEMI MOVIMENTAZIONE					
FORNO CESTA		2 CARRI CESTA 1 GRU CESTA	2 CARRI CESTA 1 GRU CESTA	2 CARRI CESTA 1 GRU CESTA	CARRO TINO FORNO 3 CARRI CESTA 1 GRU CESTA
SIVIERA		2 GRU SIVIERA	1 GRU SIVIERA	1 GRU SIVIERA	1 GRU SIVIERA
		CARRO SIVIERA	CARRO SIVIERA	CARRO SIVIERA	CARRO SIVIERA
			TORRETTA LF	TORRETTA LF	TORRETTA LF
			TORRETTA COLATA	TORRETTA COLATA	TORRETTA COLATA

**Tabella 3.4.4. Evoluzione delle modalità di lavoro nella preparazione dell'acciaio liquido
Posizioni di lavoro e operazioni effettuate dagli addetti forno e siviera**

1991	1994	1996	2003
CABINA FORNO	CABINA FORNO	NUOVA CABINA FORNO SOPRAELEVATA	NUOVA CABINA FORNO SOPRAELEVATA
<i>di seguito sono indicate POSIZIONI e operazioni effettuate esternamente alla cabina forno</i>			
PULPITO ESTERNO Manovra componenti forno	PULPITO ESTERNO manovra componenti forno	Posizione di lavoro eliminata Operazioni in cabina forno	
CABINA ADDITIVI carico sili e alimentazione forno	CABINA ADDITIVI carico sili e alimentazione forno	Posizione di lavoro eliminata	
PLANCHER FORNO			
insufflazione calce con lancia manuale	azionamento lancia calce da quadro comando esterno	Operazione automatizzata	Operazione automatizzata anche per iniezione additivi
prelievo provini	prelievo provini	Operazione automatizzata	
rilievi di temperatura	rilievo di temperatura	rilievo di temperatura	rilievo di temperatura
controllo affinazione	Operazione eliminata		
manutenzione scalino porta	manutenzione scalino porta	manutenzione scalino porta	manutenzione scalino porta
controllo/ pulizia foro per lancia ossigeno	controllo/ pulizia foro per lancia ossigeno	controllo/ pulizia foro per lancia ossigeno	Operazione eliminata per eliminazione lancia
pulizie varie con muletto	pulizie varie con muletto	pulizie varie con muletto	pulizie varie con muletto
allungamento elettrodi	allungamento elettrodi	allungamento elettrodi	allungamento elettrodi
SPILLAGGIO			
apertura bussaggio	apertura bussaggio	apertura saltuaria bussaggio solo per malfunzionamento	apertura saltuaria bussaggio solo per malfunzionamento
approvvigionamento materiale refrattario	approvvigionamento materiale refrattario	Inserito dispenser di materiale refrattario	Inserito impianto pneumatico di trasporto materiale refrattario
aggiunta leghe e polveri di copertura	aggiunta leghe e polveri di copertura		
chiusura bussaggio	chiusura bussaggio	controllo visivo apertura distributore per chiusura	controllo visivo
NASTRO CARICO ADDITIVI alimentazione siviera	NASTRO CARICO ADDITIVI alimentazione siviera	posizione di lavoro disattivata	posizione di lavoro disattivata
PULPITO SPILLAGGIO controllo spillaggio	PULPITO SPILLAGGIO controllo spillaggio	CABINA SPILLAGGIO controllo spillaggio	Realizzato transito protetto; cabina non più utilizzata
PULPITO AFFINAZIONE IN SIVIERA carico e spostamento carriere rilievo temperatura	posizione di lavoro disattivata		
3 GRU operazioni in cabina carroponte	2 GRU operazioni in cabina carroponte	2 GRU operazioni in cabina carroponte	2 GRU (radio comandate) OPERATORI IN CABINA FORNO E PLANCHER
CABINA LF			
<i>di seguito sono indicate POSIZIONI e operazioni effettuate esternamente alla cabina LF</i>			
	PLANCHER LF rilievo temperatura prelievo provino carico additivi	PLANCHER LF sostituzione cartucce campionatori e termocoppia carico additivi	PLANCHER LF sostituzione cartucce campionatori e termocoppia
ADDETTI FORNO/ TURNO 5	ADDETTI FORNO/ TURNO 5	ADDETTI FORNO/ TURNO 4	ADDETTI FORNO/ TURNO 3
	ADDETTI LF/ TURNO 1	ADDETTI LF/ TURNO 1	ADDETTI LF/ TURNO 1

Rischi di natura infortunistica

Tabella 3.4.5. Preparazione acciaio.

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 SPECIFICO →OPERAZIONE →MODALITA'	DANNO ATTESO DANNO RILEVATO	INTERVENTI DI PREVENZIONE FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI
I 5 	Caduta di rottame su posizioni di lavoro e di manutenzione interessate dal transito sospeso della cesta di carica → Trasferimento con carroponte cesta carica → Investimento da parte del rottame in seguito a urto cesta contro strutture fisse	Schiacciamento e fratture Esiti mortali	Lay-out che escludono abituali posizioni di lavoro Adozione di ceste con valve normalmente chiuse Procedure per interventi nelle aree sottoposte a carico sospeso
R5	→ Trasferimento con carroponte della cesta di carica → Proiezione di frammenti derivanti da esplosione tamburo freno	Lesioni traumatiche Esiti mortali	Impianti di aspirazione e pulizia dell'area Raddoppio dei pattini striscianti Procedura di prova freno a pieno carico
R6	Fuoriuscita rottame e metallo fuso durante la fase di caricamento Interventi di pressatura rottame con cesta e di pulizia bordo tino	Lesioni traumatiche Ustioni	Strutture e schermi di protezione Procedura confezionamento cesta Procedura di allontanamento e permanenza in posizioni protette durante il caricamento
	Esplosione durante la fase di caricamento e di fusione in forno (vedi fase PREPARAZIONE ROTTAME)	Lesioni traumatiche Ustioni	Tutto il personale sempre in posizione protetta durante la carica Procedura per la manipolazione di corpi cavi e rottame non conosciuto
R7	Esplosione impianto alimentazione ossigeno	Lesioni traumatiche Possibili esiti mortali	Sistemi di ricambio aria Sistemi di rilevazione Manutenzione periodica degli impianti
	→ Preparazione dell'elettrodo → Schiacciamento fra l'elettrodo movimentato e struttura fissa	Fratture alle mani	Inserimento di attrezzature adeguate Formazione del personale Procedure
	Caduta elettrodo o spezzone durante sostituzione e allungamento	Possibili esiti mortali Lesioni e ustioni	Flussi dei materiali Procedure operative
	Caduta carichi sospesi nell'approvvigionamento dei materiali ausiliari in platea forno	Possibili esiti mortali Lesioni e ustioni	Flussi dei materiali Procedure operative
	Investimento da carrello elevatore che agisce nelle aree utilizzate come deposito/magazzino	Possibili esiti mortali Lesioni e ustioni	Flussi dei materiali Procedure operative
	Salita e discesa dai mezzi di trasporto	Lesioni e distorsioni Fratture	Manutenzione e pulizia
	Transito e permanenza all'interno di segregazioni (tipo dog-house)	Ustioni da calore Eventi mortali	Vedi Fase TRASFERIMENTI
I 6 	→ Operazioni di controllo dello stato del forno a termine ciclo → Investimento da materiale ustionante dopo esplosione	Ustioni da calore Lesioni traumatiche Esiti mortali	Configurazione impiantistica Componenti non modificati Manutenzione periodica Posizioni di intervento protette Procedure definite e praticate
I 7	→ Spillaggio Investimento da materiale ustionante dopo esplosione	Ustioni da calore Lesioni traumatiche Esiti mortali	Configurazione impiantistica Procedure definite ed effettivamente praticate
	→ Operazioni manuali realizzate alla porta del forno → Investimento da parte di materiale ustionante (per esempio: reazioni incontrollate della scoria)	Ustioni da calore	Adozione di manipolatore per lancia Schermi di protezione Manutenzione delle protezioni Adeguati mezzi di protezione personale

	<ul style="list-style-type: none"> → Operazioni realizzate alla porta del forno → Investimento da materiale ustionante dopo esplosione 	Ustioni da calore Contusioni e lesioni traumatiche	Configurazione impiantistica Posizioni di intervento protette Manutenzione sistemi di raffreddamento (vedi anche fase MANUTENZIONE) Definizione e applicazione di procedure Impiego di adeguati DPI
	<ul style="list-style-type: none"> → Bussaggio → Investimento da parte di materiale ustionante 	Ustioni	Adozione di sistema EBT Posizioni di intervento protette Definizione di procedure adeguate Corretto impiego di DPI adeguati

Si veda anche la fase “Manutenzioni, ripristini, lavori ausiliari”

Rischi di natura igienico – ambientale

Tabella 3.4.6. Preparazione acciaio
Sintesi dei rischi di natura igienico ambientale: identificazione, danni, interventi di prevenzione

	IDENTIFICAZIONE RISCHIO	DANNO ATTESO	FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI INTERVENTI DI PREVENZIONE
A1	Polveri aerodisperse e fumi metallici <ul style="list-style-type: none"> - Operazioni eseguite in prossimità del forno - Emissioni non captata dal forno - Trasporto materiali additivi (calce, carbone, ferroleghhe) 	Bronchite cronica, Pneumoconiosi da polveri Irritazione vie respiratorie e occhi	Adeguamento aspirazione sistema secondario del forno Ottimizzazione impianto di aspirazione trasporti e stoccaggi materiali additivi Frequente pulizia delle zone di accumulo
A2	Esposizione a rumore <ul style="list-style-type: none"> - In particolare durante le fasi di caricamento del forno e delle fasi iniziali di fusione 	Danni uditivi Danni extrauditivi	Segregazione del forno (intervento efficace per le posizioni esterne alla segregazione) Realizzazione della cabina controllo forno e postazioni di presenza discontinua protette Vigilare sull'impiego dei DPI
	Vibrazioni <ul style="list-style-type: none"> - Impiego di eventuali macchine per le operazioni ausiliarie alla porta del forno 	Traumi e alterazioni degenerative ai sistemi articolari Morbo di Raynaud Effetti sui nervi e sui muscoli	Inserimento di posizioni e sedili smorzanti
A3	Stress e affaticamento da calore <ul style="list-style-type: none"> - Interventi presso la porta del forno - Spillaggio e ripristino foro/ canale di colata - Interventi di controllo a termine ciclo 	Aggravamento problematiche cardiocircolatorie, digestive e renali	Obiettiva difficoltà a proteggere le posizioni di intervento Adozione di DPI specifici
	Correnti e sbalzi termici Interventi esterni alle cabine protette: l'area forno è caratterizzata da elevata ventilazione indotta anche dalla aspirazione dell'impianto	Alterazioni degenerative tessuti periarticolari Malattie da raffreddamento	Area critica anche tenendo presente la tipologia impiantistica
	Radiazioni infrarosse e ultraviolette <ul style="list-style-type: none"> - controllo superfici incandescenti - controllo materiale fuso - operazioni di scorifica - operazioni di travaso 	Processi di invecchiamento dell'occhio Cataratta Danneggiamento della retina	Inserimento di schermi Adozione di DPI specifici

A1, A2, A3: vedi Capitolo 3.1 “Analisi rischi e interventi comuni a più fasi”

Appalto a ditta esterna

Nessuna presenza rilevata nel campione esaminato.

Ricorrenze legislative segnalate nell'analisi degli infortuni gravi

Numero	Legge/ Articolo	
5	547/263	carenti protezioni sui forni e nelle operazioni di scorifica e di spillaggio
4	547/374	carente manutenzione delle strutture e degli impianti
4	547/383	protezione delle mani
4	547/4	obblighi dei datori di lavoro, dei dirigenti e dei preposti
3	547/377	mancati requisiti e disponibilità dei mezzi di protezione personale
2	547/382	protezione degli occhi
2	626/4	obblighi del datore di lavoro, del dirigente, del preposto
1	547/241	requisiti di resistenza e di idoneità per impianti, apparecchi e recipienti in pressione
1	547/261	temperature elevate nei posti di lavoro e di manovra dei forni
1	547/267	quadri elettrici aperti
1	547/354	concentrazioni pericolose e segnalatori automatici per gas esplosivi
1	547/76	organi di comando per la messa in moto delle macchine
1	626/35	obblighi del datore di lavoro in merito all'uso delle attrezzature da lavoro
1	626/43	obblighi del datore di lavoro in merito all'uso dei dispositivi di protezione personale

“Gli interventi”

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA INFORTUNIO		ACCIAIERIA PREPARAZIONE ACCIAIO TRASFERIMENTO CON CARROPONTE DELLA CESTA DI CARICA DALLA PRESSA ALLA PLATEA FORNO ELETTRICO I 5 
Modalità di accadimento	Investimento da parte del rottame in seguito a urto della cesta contro strutture fisse Durante la traslazione della cesta ad apertura rapida, effettuata con la gru di carica, dalla postazione della pressa rottami alla platea antistante il forno elettrico ad arco, per una probabile interruzione di corrente, il dispositivo di apertura urtava contro il condotto di aspirazione dei fumi provocando l'apertura delle valve e la caduta del rottame nella zona sottostante dove due lavoratori stavano terminando un intervento di manutenzione sulla lancia ossigeno carbone	
Mansioni coinvolte	Addetto al forno, Manutentore meccanico	
Osservazioni Discussione	Acciaieria “Progettualmente infelice”. Il percorso di trasferimento cesta, era stato spostato dalla posizione iniziale che terminava in platea forno, al centro della campata acciaieria a causa dell'inserimento nel ciclo di un Pressa rottami, che per motivi operativi era stata posta al centro campata. Questa scelta comportava 48 trasferimenti della cesta, con la gru di carica, sopra la platea forno, la postazione di comando spillaggio, la zona rifacimento elettrodi e la zona L.F.	
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI Progettazione errata. La postazione di caricamento cesta al Parco rottami, normalmente posta al centro dello stesso per potere garantire un lavoro più fluido con la possibilità di potere operare con due gru, dovrebbe trovarsi in corrispondenza con la platea forno. In questo caso la campata rottami dovrebbe essere sfalsata rispetto alla campata forni. Inserimento del nuovo impianto fumi senza uno studio attento delle sezioni del capannone. Interferenza fra aree di intervento (manutenzione) e aree rese pericolose dai carichi sospesi MOVIMENTAZIONE MECCANICA Cesta ad apertura rapida PROCEDURE OPERATIVE Mancanza di coordinamento fra gli interventi Mancata predisposizione di procedure di lavoro. Mancata predisposizione di “Permessi di lavoro” per “lavori a rischio” Manomissione dei comandi gru Manomissione del freno di traslazione gru	
Interventi realizzati	<ul style="list-style-type: none"> ○ Installazione di sistemi di controllo automatico del percorso cesta tale da non permettere urti contro parti fisse. ○ Potenziamento di lampeggianti rotanti sulla gru, anche con rotazione sull'asse orizzontale. ○ Installazione di lampeggianti rotanti installati sulle colonne, associati a segnaletica esplicativa che si attivavano al passaggio della gru di carica. ○ Formazione del personale sulla gestione delle operazioni di manutenzione con definizione delle modalità di segnalazione, anche ottica delle zone oggetto di manutenzione (tipo lavori stradali). ○ Predisposizione di nuovo modello controllo dispositivi di sicurezza gru. Non di segnalazione anomalia, ma di verifica di efficienza dei dispositivi di sicurezza e del sistema frenante. ○ Sostituzione delle ceste ad apertura rapida con ceste ad apertura lenta (ceste con valve normalmente chiuse) 	



Interventi fattibili

Realizzazione di un percorso in piano (binario/carrello) in tunnel in calcestruzzo lungo un lato del parco rottami dotato di piattaforme girevoli tali da consentire l'ingresso cesta in prossimità della platea forno

Interventi potenzialmente fattibili

Spostamento degli impianti in maniera tale che la platea forno si venga a trovare in corrispondenza dell'area pressa. Con questa configurazione si potrebbe ridurre la necessità di manodopera in quanto le operazioni di pressatura rottame potrebbero venire gestite in cabina forno con l'eliminazione della mansione



COMPARTO
Fase di lavorazione
Operazione specifica

ACCIAIERIA
CARICAMENTO FORNO
MOVIMENTAZIONE CESTA DI CARICA
FASE DI DISCESA PER DEPOSITO IN AREA DAVANTI AL FORNO
R5

TIPOLOGIA RISCHIO

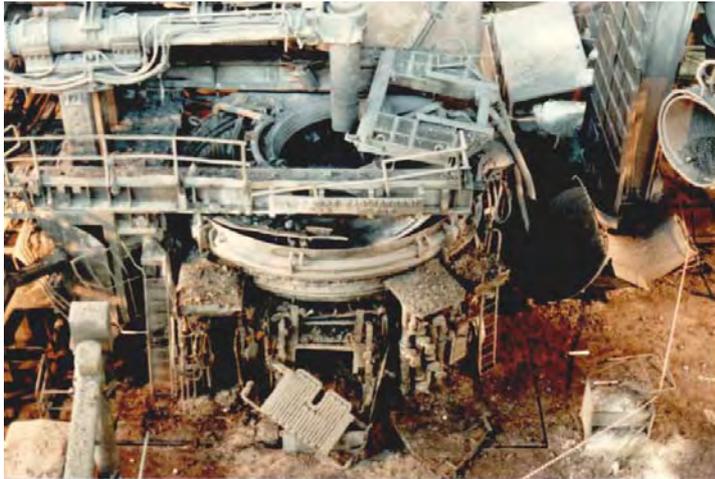
<p>Modalità di accadimento</p> <p>Mansioni coinvolte</p>	<p>Terminata la traslazione della cesta dalla pressa rottami alla zona di deposito in area forno, durante la fase di discesa, causa una breve interruzione di corrente, l'intervento automatico del freno dell'argano non è stato in grado di frenare la discesa e l'aumento di velocità ha fatto esplodere il tamburo del freno, i cui frammenti hanno sono stati proiettati in un ampio raggio forando anche il tetto del capannone.</p> <p>Solo incidente</p> <p>Gli operatori (Addetti forno, Capo turno, Capo acciaieria) erano defilati, in cabina forno, come da procedura</p>
<p>Osservazioni</p> <p>Discussione</p>	<p>La portata della gru era stata aumentata con interventi che si sono limitati alle strutture metalliche</p> <p>Il percorso cesta prevedeva percorsi eccessivi</p> <p>Vi era un solo pattino di contatto per ogni barra di alimentazione</p> <p>La polverosità dell'area era notevole</p> <p>Il lavoro a 11 turni, rendeva più difficile la regolazione dei freni causa la significativa variazione di temperatura del freno gru</p>
<p>Fattori di rischio evidenziati</p>	<p>Strutture e spazi: percorso di traslazione cesta non ottimale (eccessivo)</p> <p>Polveri e calore</p> <p>Configurazione impiantistica inadeguata</p> <p>Mezzo di trasporto non idoneo</p>
<p>Interventi</p>	<p>Potenziamento impianto di aspirazione forno elettrico.</p> <p>Potenziamento impianto aspirazione silos ferroleghe</p> <p>Raddoppio dei pattini striscianti per ciascuna sbarra di alimentazione</p> <p>Realizzazione di bocchette di aspirazione lungo le vie di corsa e silos ferroleghe</p> <p>Raddoppio degli interventi di aspirazione al suolo e lungo le vie di corsa</p> <p>Procedura con obbligo di prova freno a pieno carico nella fase di discesa</p>
<p>Schemi, disegni, fotografie</p>	<p>Commenti a schemi, disegni, fotografie</p> <p>Il tetto del capannone forato dai frammenti del tamburo esploso</p>  <p>Il carrello della gru a ponte oggetto dell'incidente</p> <p>Si noti la precaria chiusura degli armadi elettrici</p> 

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica RISCHIO SPECIFICO	ACCIAIERIA PREPARAZIONE ACCIAIO CARICAMENTO CESTA R6. Fuoriuscita rottame e metallo fuso durante la fase di caricamento Interventi di pressatura rottame e di pulizia bordo tino
Mansioni coinvolte	Addetti che operano nell'area forno Addetto al forno Gruista carica
Osservazioni Discussione	Nel caso di cesta "alta", cioè quando il rottame supera il bordo superiore del tino, è necessario procedere a una sua asportazione tramite ragno o calamita, oppure alla pressatura del rottame stesso utilizzando la cesta di carica Nel caso il rottame abbia ostruito il bordo tino e impedisca la rotazione e chiusura della volta è necessario intervenire per una pulizia del bordo, con l'imperativo di riprendere l'attività di fusione nel più breve tempo possibile
Fattori di rischio evidenziati	CONDIZIONI AMBIENTALI Condizioni estreme (calore radiante, polverosità) Condizioni di stress IMPIANTI E MACCHINE Configurazione impiantistica inadeguata Componenti di impianti mal realizzati Mancanza di schermi/ coibentazioni Posizione di lavoro senza condizioni di sicurezza Assenza idonei dispositivi di comunicazione fra gli operatori PROCEDURE OPERATIVE Procedure mancanti/ carenti/ definite ma errate Procedure non applicate (in genere questa condizione si determina in presenza di ceste mal confezionate da parte degli addetti parco rottame o di errata valutazione di termine fusione da parte degli addetti forno)
Esempio di procedura ai fini della sicurezza <i>Obiettivi da conseguire nel confezionamento delle ceste:</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Peso predeterminato</i> - <i>Volume controllato</i> - <i>Disposizione del rottame tale da consentire una discesa equilibrata con l'apertura delle valve</i> - <i>Disposizione del rottame all'interno del forno tale da evitare scariche dell'arco su pezzi di elevata massa.</i> <i>Il confezionamento delle cariche deve essere effettuato disponendo il rottame pesante, quali lingotti e pezzi compatti, sul fondo della prima cesta. In cesta non vanno caricati comunque rottami con lunghezza superiore a 1,5 m.</i> <i>Il riciclo dei fumi avviene tramite sistemi di insufflazione pneumatica.</i> <i>La cesta deve essere riempita in modo tale che il rottame non fuoriesca dalla stessa.</i>	
Schemi, disegni, fotografie 	Commenti a schemi, disegni, fotografie In alcune situazioni un addetto deve intervenire a controllare le ostruzioni che impediscono la rotazione della volta e in ausilio alle operazioni di pulizia, in particolare tenendo conto della ridotta visibilità per il gruista determinata dalla presenza della cesta e dell'elevata emissione di fumi e polveri

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica	ACCIAIERIA Adduzione di ossigeno su vari impianti Distribuzione dell'ossigeno proveniente dall'impianto centralizzato
TIPOLOGIA INCIDENTE	R7
Modalità di accadimento	Esplosione/ deflagrazione causata dalla saturazione della cabina di distribuzione a seguito di una perdita di ossigeno da una delle condotte presenti. Esplosione innescata da trafilamento di olio o dalla formazione di cariche elettrostatiche.
Mansioni coinvolte	Nessuna
Osservazioni Discussione	L'incidente non ha coinvolto nessuna persona Si ritiene di segnalare questo evento per le informazioni di prevenzione in esso contenute, a prescindere dal fatto che l'incidente non è evoluto in infortunio
Fattori di rischio evidenziati	<ul style="list-style-type: none"> • mancanza di ventilazione naturale e/o artificiale all'interno della cabina finalizzata a favorire una rapida fuoriuscita dei gas; • mancanza di sistemi di rilevazioni atti a rilevare la presenza di gas in concentrazioni pericolose; • mancanza di un qualsiasi sistema di intercettazione dei gas; • presenza di cavi elettrici non pertinenti all'impianto di distribuzione dei gas; • mancata manutenzione degli impianti.
Interventi	<ul style="list-style-type: none"> • Prevedere adeguati sistemi che facilitino il ricambio dell'aria: finestre/griglie di ripresa o sistemi di ricambio dell'aria artificiali collegati al sistema di rilevazione gas (superata una soglia di allarme, l'impianto entra in funzione); • installazione di sistemi di rilevazione della concentrazione dei gas presenti nell'ambiente (questi, oltre ad essere collegati a dei sistemi di ventilazione artificiali, potranno essere collegati a delle valvole d'intercettazione che bloccano l'afflusso del gas in caso di perdite); • manutenzione periodica degli impianti.

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA INFORTUNIO	ACCIAIERIA Ripristino forno a termine ciclo Verifica dalla porta di scorifica delle condizioni interne del tino, dei refrattari, dei setti porosi e dei vari circuiti di raffreddamento I 6 	
Modalità di accadimento Mansioni coinvolte	Investimento da parte di materiale ustionante dopo esplosione Avvicinandosi alla porta di scorifica, a una distanza di circa un metro, è stato investito da una fiammata prodotta da un'esplosione generatosi all'interno del forno. All'atto dell'esplosione la volta del forno era chiusa. La esplosione molto probabilmente è stata causata da una perdita di acqua dal pannello di raffreddamento di un bruciatore. Questa perdita ha formato un blocco di materiale refrattario umido, che crollando e inglobando umidità nel piede liquido di acciaio ha provocato l'esplosione Primo di forno, cui è affidata la specifica operazione di controllare lo stato interno del forno al termine di ogni ciclo	
Osservazioni Discussione	I DPI previsti dalla ditta per questa specifica lavorazione (scarpe anti infortunistiche, casco e tuta ignifuga) erano <u>inidonei rispetto</u> allo specifico rischio. L'uso di certi DPI (ad esempio casco ignifugo) era lasciata alla discrezionalità dei singoli operatori. Alcuni operatori, che si ritenevano persone esperte, non avevano mai letto nessuna delle procedure esposte in sala controllo e taluni invece, pur avendole lette, operavano secondo le indicazioni del primo di forno anche se queste differivano da quelle della ditta. Nella sala di controllo però erano esposte diverse procedure inerenti la conduzione del forno a <u>eccezione</u> di quelle relative a <i>frequenza dei controlli all'interno del forno e presenza d'acqua nel forno</i> , quasi a sottolineare la volontà di non contraddire la pratica non corretta che si era instaurata per queste operazioni	
Fattori di rischio evidenziati	<ul style="list-style-type: none"> • Omessa valutazione dei rischi relativi alla conduzione del forno elettrico (violazione art. 4 comma 2 lettera a del D.Lgs 626/94). 	
Interventi	Adozione di DPI idonei: capotte alluminizzate, guanti anticalore, visiera "dorata" riflettente, elmetto con sahariana e ghette. Fattibilità di collocare uno schermo o altra barriera atta a fermare le proiezioni di materiali incandescenti, compatibilmente alle necessità del controllo visivo da parte dell'operatore. Tale dispositivo comporta la soluzione di non facili problemi tecnici poiché una protezione fissa, collocata davanti all'apertura, andrebbe ad interferire con il movimento rotatorio della lancia di adduzione dell'ossigeno e con le operazioni di pulizia dello scalino; inoltre, la facilità di deterioramento della protezione stessa nella fase di carico forno la renderebbe inefficace Adozione di procedure operative di controllo del forno da eseguire con la volta aperta. In questo modo le eventuali sovrappressioni andrebbero a sfogarsi verso l'alto e non attraverso la porta di scorifica.	
Schemi, disegni, fotografie Indumenti impiegati dall'operatore all'atto del controllo dalla porta del forno del tino interno.	Tuta ignifuga alluminizzata non utilizzata	
		

COMPARTO	ACCIAIERIA
Fase di lavorazione	PREPARAZIONE ACCIAIO. AFFINAZIONE
Operazione specifica	OPERAZIONI DI CONTROLLO AL TERMINE DELL’AFFINAZIONE
TIPOLOGIA INFORTUNIO	I 6 bis 
Modalità di accadimento	Investimento da parte di materiale ustionante dopo esplosione
Mansioni coinvolte	Addetti forno Addetti manutenzione Addetti in transito (compresi addetti esterni)
<p>Discussione</p> <p>Questa problematica rinvia agli aspetti di gestione e manutenzione dei sistemi di raffreddamento del forno. Le possibili cause che comportano il rischio di esplosione all’interno del forno elettrico sono perfettamente conosciute dai tecnici che lavorano nel settore: questo rischio è determinato principalmente dall’acqua che viene introdotta e inglobata nel materiale fuso e che può derivare dal rottame o dai sistemi di raffreddamento dei componenti del forno.</p> <p><u>Sistemi di raffreddamento presenti in un forno elettrico</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - componenti elettrici (morse porta elettrodi, tubi, corde portacorrente) - travi porta volta, gomito fisso aspirazione fumi - anello esterno della volta, pannelli della volta - porta del forno, voltino della porta, anello superiore del tino, pannelli del tino, economizzatori - lance e bruciatori <p>Il forno risulta fasciato di acqua in circolazione (centinaia di metri cubi per ora). Possono determinare situazione di pericolo i componenti che, in caso di rottura, scaricano acqua nel forno e, ancora più critica, la situazione in cui questa perdita non sia rilevabile in maniera visibile, come nel caso dei pannelli del tino che possono perdere acqua e impregnare i refrattari delle pareti e della suola. La condizione di esplosione si determina allorquando la perdita di acqua rimanga inglobata all’interno della massa fusa, determinando una rapida evaporazione con incremento del volume e sovrappressione.</p>	
<p>Fattori di rischio evidenziati</p> <p>Vengono indicate le condizioni che hanno determinato l’esplosione e le condizioni presenti sull’impianto che hanno reso possibile che l’evento iniziale evolvesse fino alle lesioni/ morte per gli operatori</p> <p><u>Condizione: entrata di acqua all’interno del forno dalla perdita di un tubo flessibile del circuito di un pannello del tino</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - configurazione del tubo flessibile, anziché raccordo rigido - manutenzione meccanica del fasciame - manutenzione refrattaria - organizzazione dell’approvvigionamento del materiale da spruzzo per le riparazioni durante il ciclo - manutenzione dei circuiti di raffreddamento <p><u>Condizione: presenza di acqua sul bagno fuso</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - configurazione dei sistemi di raffreddamento - manutenzione dei sistemi di raffreddamento - manutenzione sistemi di controllo - assenza dei sistemi di controllo <p><u>Condizione: proiezione di lamiera e materiale fuso</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - configurazione fasciame tino - manutenzione fasciame tino - manutenzione refrattario <p><u>Condizione: caduta dei pannelli della volta</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - configurazione volta a pannelli - configurazione supporti - configurazione sistemi anticaduta <p><u>Condizione: lesioni e morte</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - manutenzione del sistema di aggiunte ferroleghie in siviera durante spillaggio: quindi presenza di addetto esposto - mancanza procedura formalizzata in casi di emergenza - indumenti protettivi mancanti o non adeguati 	



Esplosione distruttiva che ha provocato la demolizione dei componenti strutturali del forno: si osserva la caduta nel bagno dei pannelli di raffreddamento della volta, la proiezione di un braccio porta elettrodo, lo scardinamento della porta del forno, la proiezione di materiale fuso da tutti i varchi che si sono creati nella zona del tino e sotto tino

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica RISCHIO SPECIFICO	ACCIAIERIA PREPARAZIONE ACCIAIO SPILLAGGIO I 7. Esplosione durante la fase di spillaggio
Modalità di accadimento Mansioni coinvolte	Investimento da parte di materiale ustionante e di componenti proiettati dall'esplosione La sovrappressione determinata dall'esplosione ha proiettato la volta in alto per farla poi ricadere in campata colata Addetti che operano nell'area forno
Discussione Si veda quanto indicato nella scheda precedente. In questo caso si vuole sottolineare un particolare meccanismo di inglobamento dell'acqua. In questo incidente l'acqua, già osservata sul bagno ("assuefazione al malfunzionamento dei componenti di raffreddamento") derivante da una significativa perdita di un pannello del tino, viene inglobata in fase di spillaggio durante la discesa dell'acciaio nel foro di colata EBT "eccentric bottom tapping" posto nella suola del forno	
Fattori di rischio evidenziati Lo spillaggio collocato nella suola trasferisce l'acciaio per svuotamento dal basso, anziché per travaso come con il sistema a canale. Il rischio di inglobamento di acqua presente sulla superficie si determina nel "gorgo" di discesa. Si tenga presente che anche con l'inclinazione del forno per il travaso con il sistema a canale la superficie del bagno viene messa in movimento, con il rischio di avere un' "onda" di materiale fuso che va a ricoprire il bagno. Quindi la prevenzione è comunque da ricondurre a corrette procedure operative che escludono la presenza di acqua sul bagno e, comunque, procedure operative che in presenza di acqua, prevedano l'apertura della volta e la completa evaporazione dell'acqua, prima di qualunque ulteriore operazione	
Schemi, disegni, fotografie 	Commenti a schemi, disegni, fotografie Esplosione distruttiva che ha trovato sfogo verso l'alto proiettando la volta e lasciando sostanzialmente intatto il tino e gli altri componenti. La configurazione di raffreddamento della volta a pannelli è stata ora universalmente sostituita da sistemi di raffreddamento monolitici, che evitano comunque caduta di pannelli nel bagno, eventualmente in seguito a esplosioni di minore entità

3.5 Trattamento effluenti

FASI DI LAVORAZIONE SPECIFICHE

Movimentazione scoria
 Messa a parco
 Frantumazione e vagliatura
 Pellettizzazione e trattamento fumi

La scoria, versata direttamente a terra durante la scorifica del forno elettrico e la quota residua che viene ribaltata a termine colata dalla siviera, viene generalmente prelevata con ruspa e trasferita direttamente o tramite autocarri a un deposito destinato allo spegnimento e al raffreddamento.

Nelle configurazioni con forno collocato a piano terra la scoria viene raccolta in paiola collocata in fossa e recuperata tramite sollevamento con carroponte. Questa operazione risulta più complessa, in quanto la fossa antistante la porta del forno, da cui fluisce la scoria, deve essere coperta durante l'attività per consentire le operazioni metallurgiche realizzate alla porta del forno: si procede quindi con il sollevamento della copertura e con l'estrazione della paiola tramite specifica staffa di trasporto agganciata al carroponte. La fossa necessita poi di periodica pulizia e può presentare il pericolo di presenza di acqua e di umidità.

La scoria raffreddata, a terra tramite spruzzi d'acqua, viene poi avviata a frantumazione e a selezione delle frazioni ferrose (colaticci, solidificazioni, croste). Le frazioni ferrose vengono reintrodotti nel parco rottame e costituiscono riciclo interno. Le scorie possono trovare valorizzazione come sottofondo stradale o, nelle situazioni più favorevoli, come materiale per costituire manto di usura autostradale.

Le polveri che risultano dalla lavorazione in forno elettrico si raccolgono in varie posizioni dell'impianto di trasporto e abbattimento. A valle della prima sezione di trasporto è collocata una cassa polveri, o un depolveratore inerziale, dove si intercettano le frazioni grossolane che costituiscono una importante frazione quantitativa. Nelle tramogge inferiori alle celle di filtrazione, tramite scuotimento automatico dei filtri vengono raccolti e da qui prelevate e stoccate le frazioni fini (*fumi*).

L'opportunità di valorizzazione di questi fumi tramite riciclo è subordinata alla possibilità di arricchire questi fumi nei componenti (zinco, piombo) recuperabili dalla frazione solida. A tale proposito si procede a un riciclo in forno, mediamente di due o tre volte, di questi fumi per raggiungere significativi tenori dei metalli richiesti. Tale riciclo può essere effettuato riversando i fumi nella cesta di carica o direttamente in forno, eventualmente previa pellettizzazione, oppure inserendo specifici impianti di trasporto pneumatico e di iniezione nel forno.

Il conferimento dei fumi avviati a riciclo può prevedere la necessità di procedere a pellettizzazione, cioè a una agglomerazione delle frazioni fini con acqua. Ultimamente la tecnologia di riciclo si orienta sulla lavorazione diretta dei fumi non pellettizzati.

Mansioni della fase

Mansione	Posizione di lavoro	Operazione
Addetti impianto acque e laboratorio	Impianto acque Laboratorio	Controlli e regolazione impianti Analisi strumentale
Addetti movimentazione scoria	Cabina automezzi A terra parco scoria	Prelievo scoria con ruspa Caricamento autocarri Prelievo paiola (se scoria raccolta in paiola) Versamento scoria a parco Controllo erogazione acqua per spegnimento
Addetti frantumazione	A terra deposito scoria Cabine impianti trattamento	Interventi di controllo dei materiali Manovra e controllo impianti frantumazione e trasporto
Addetto impianto fumi	Impianto fumi Cabina controllo	Interventi in seguito a malfunzionamenti Sostituzione mezzi filtranti Controllo impianti di depolverazione
Addetto pellettizzatore	Area adiacente Cabina	Controllo e regolazione

Impianti, macchine, attrezzature

Paiole. Mezzi movimentazione paiole
 Ruspe
 Frantoi, deferrizzatori, vagli, impianti depolverazione
 Impianto depolverazione e abbattimento
 Pellettizzatore

Rischi di natura infortunistica

Tabella 3.5.1. Trattamenti effluenti.

Sintesi 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 SPECIFICO →OPERAZIONE →MODALITA'	DANNO ATTESO DANNO RILEVATO	INTERVENTI DI PREVENZIONE FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI
I 8	→ estrazione cassa scoria da fossa forno → investimento da parte di materiale ustionante	Ustioni Lesioni dovute a caduta	Strutture e spazi non agevoli Elevato calore radiante Visibilità durante la manovra Comunicazione con gruista
I 9 	→ rovesciamento scoria → investimento da parte di materiale ustionante dopo esplosione	Lesioni traumatiche Ustioni	Impiego di mezzi e attrezzature idonee Formazione e addestramento addetti
	→ movimentazione scoria → caduta, scivolamento durante salita/discesa scala cabina manovra	Lesioni traumatiche Fratture	Geometria delle scalette Manutenzione delle scalette Procedure per eventi di emergenza (esplosione scoria, incendio, ecc.)

Si veda anche la fase "Manutenzioni, ripristini, lavori ausiliari"

Rischi di natura igienico-ambientale

Tabella 3.5.2. Trattamenti effluenti

Sintesi dei rischi di natura igienico ambientale: identificazione, danni, interventi di prevenzione

	IDENTIFICAZIONE RISCHIO	DANNO ATTESO	FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI INTERVENTI DI PREVENZIONE
A1	Polveri aerodisperse - Derivante da transito e da emissioni della scoria	Bronchite cronica Irritazione vie respiratorie e occhi	DPI mancanti o inadeguati Frequente pulizia delle zone di accumulo
A2	Esposizione a rumore - durante la presenza in concomitanza a fasi rumorose del forno elettrico Mezzo (ruspa) utilizzata per il trasporto	Danni uditivi Danni extra uditivi	Procedure di accesso all'area forno Conduzione dei mezzi con cabina adeguata e chiusa
	Vibrazioni - posizioni di manovra di mezzi di movimentazione	Traumi e alterazioni degenerative ai sistemi articolari Morbo di Raynaud Effetti su nervi e muscoli	Inserimento di posizioni e sedili smorzanti
A3	Stress e affaticamento da calore - fasi di prelievo e rovesciamento scoria fase di colata in siviera da forno elettrico	Aggravamento problematiche cardiocircolatorie, digestive e renali	Coibentazione e condizionamento cabina
	Radiazioni infrarosse e ultraviolette - Lavoro che prevede la visione di materiale fuso e superfici incandescenti	Processi di invecchiamento dell'occhio Cataratta Danneggiamento retina	Inserimento di schermi Adozione di DPI specifici

A1, A2, A3: vedi Capitolo 3.1 "Analisi rischi e interventi comuni a più fasi"

Appalto a ditta esterna

Frantumazione e vagliatura scoria

Ricorrenze legislative segnalate nell'analisi degli infortuni gravi

Numero	Legge/ Articolo	
1	547/352	affissione di norme di sicurezza per materiali o prodotti pericolosi o nocivi
1	547/8	pavimenti e passaggi
1	547/4	obblighi dei datori di lavoro, dei dirigenti e dei preposti
1	547/353	isolamento delle operazioni che presentano pericolo di esplosione o incendio
1	547/186	posti di lavoro sottoposti a carichi sospesi

COMPARTO ACCIAIERIA Fase di lavorazione MOVIMENTAZIONE SCORIA Operazione specifica ESTRAZIONE CASSA SCORIA DA FOSSA SCORIFICA TIPOLOGIA INFORTUNIO I 8	
Modalità di accadimento	Durante la movimentazione della lamiera di copertura, imbracatura e sollevamento della cassa scoria e successivo posizionamento della cassa vuota.
Mansioni coinvolte	Addetti al forno.
Osservazioni Discussione	Acciaieria "Progettualmente infelice": il forno è a quota 0 e non su platea. L'operazione veniva svolta all'inizio della fase di fusione della prima cesta, nel momento di massimo rumore dell'arco elettrico e di proiezione di scintille dalla giunzione volta/tino e dagli alveoli degli elettrodi. Principali operazioni: imbracatura e sollevamento lamiera, sostituzione catene, imbracatura e sollevamento cassa piena, posizionamento cassa vuota, sostituzione catene, riposizionamento lamiera.
Fattori di rischio evidenziati	Difficoltà di comunicazione con gruista carica Schiacciamenti nella manipolazione catene e agganci lamiera Rumore, polveri, fumi, calore radiante Caduta della lamiera di protezione della zona porta. Cadute nella fossa scorifica Inciampamenti
Interventi realizzati Coperchio fossa scarifica raffreddato ad acqua con motorizzazione per apertura e chiusura fossa senza necessita dell'uso gru. Bilancino ad ancora che consente al gruista di agganciare in modo autonomo la cassa scoria senza necessità di intervento dell'operatore. Definizione di una procedura che disponeva le operazioni in platea dopo la stabilizzazione dell'arco elettrico. Installazione di faro localizzato per migliorare la visibilità del gruista. Miglioramento dei corrimano perimetrali al forno in zona porta, tali da consentire all'addetto forno di fare segnali al gruista da posizione più sicura	
	Interventi fattibili Rendere più profonda la fossa di scorifica in modo di consentire la realizzazione di plinti sopraelevanti che in caso di fuoriuscita della scoria consentano sempre un appoggio in piano e nella medesima posizione della cassa scoria.. Posizionamento di lampeggianti che segnalino il movimento del coperchio fossa scarifica. Definire al suolo in maniera indelebile la zona di movimentazione coperchio.
	Intervento potenzialmente fattibile. Realizzazione di un tunnel con carrello e su binari che trasporti la cassa scoria, sotto il livello del suolo, fuori dalla campata forni, sino al parco scorie, possibilmente coperto . Al termine del tunnel si realizzerà una apertura meccanizzata tale da consentire l'operazione di aggancio e sollevamento della cassa con gru dotata di bilancino.
	Soluzione ottimale Forno in quota, cassa scoria su plinti e asportazione con macchina operatrice dedicata, oppure scarico della scoria a terra e prelievo con ruspa meccanica

3.6 Lavorazioni in siviera

FASI DI LAVORAZIONE SPECIFICHE

Affinazione in siviera

Ripristino siviera

Travaso scoria

Pulizia scaricatore

Controllo e ripristino cassetto

Riscaldo siviera

Processi:

Affinazione della composizione

Disossidazione dell'ossido di ferro

Degasaggio dell'acciaio per gorgogliamento di gas inerte (argon)

Degasaggio ed elaborazione sotto vuoto

Trasformazioni chimico – fisiche e condizioni operative (temperatura e pressione)

Vettori energetici: reazioni esotermiche di ossidazione; energia elettrica (solo negli impianti con elettrodi)

Processi di affinazione spinta, cioè di controllo del tenore degli elementi in lega (rapporti di ripartizione fra metallo e scoria):

- $2\text{Mn}(\text{bagno}) + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MnO}(\text{scoria})$
- $\text{Si}(\text{bagno}) + \text{O}_2 \rightarrow \text{SiO}_2(\text{scoria})$
- $4\text{P}(\text{bagno}) + 5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{P}_2\text{O}_5(\text{scoria})$
- $4\text{Cr}(\text{bagno}) + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{scoria})$
- Temperatura = 1500 – 1700 °C
- Pressione = 0.1 – 1.0 torr

Modifica caratteristiche strutturali (e meccaniche) tramite aumento del tenore degli elementi in lega

Controllo della temperatura e della omogeneità della colata: conseguente aumento della resistenza alla corrosione e alla rottura a fatica

Diminuzione delle inclusioni gassose e non metalliche: eliminazione dei difetti puntiformi, lineari, di superfici (bordi di grano); da cui miglioramento della struttura cristallina e riduzione delle rotture fragili

Caratteristiche strutturali dei materiali in lavorazione

- Soluzione di carbonio e di altri elementi nel ferro metallico
- Ridottissimo tenore di inclusioni non metalliche e gassose
- Formazione di fase liquida non metallica (scoria) sovrastante il bagno

Le esigenze qualitative dell'acciaio, unite alla necessità di velocizzare il ciclo di lavorazione, riservando la fase di fusione al forno elettrico, date le elevate potenze elettriche installate (dell'ordine di 1 MW elettrico per tonnellata di capacità del forno), hanno dato impulso a trattamenti effettuati in siviera e in impianti di diversa complessità:

- processi di degasaggio a pressione atmosferica mediante insufflazione di gas inerte immesso da tappi porosi collocati sul fondo;
- omogeneizzazione dell'analisi della colata ed eventuali aggiunte di ferroleghie;
- regolazione della temperatura del bagno di acciaio;
- riduzione delle inclusioni non metalliche, sempre tramite insufflazione di gas inerte;
- decarburazione dell'acciaio, ottenuta con insufflazione di ossigeno;
- disossidazione, desolfurazione, defosforazione mediante insufflazione di reagenti veicolati con gas inerte di trasporto.

Ripristino siviera

Svuotata la siviera dall'acciaio (nella macchina di colata continua o nelle lingottiere), viene travasata la scoria residua, versandola a terra oppure in paiole o mastelli in ghisa.

Per potere riutilizzare la siviera, deve essere pulito lo scaricatore (operazione di *sfiammatura*) eseguita posizionando orizzontale la siviera su stalli e insufflando ossigeno tramite lancia, per bruciare il metallo residuo rimasto nella sezione di deflusso.

La regolazione del flusso dell'acciaio in uscita dalla *busetta* (foro inferiore) della siviera è affidato a un'attrezzatura denominata *cassetto*, dove due *piastre refrattarie* forate sono inserite e consentono il deflusso dell'acciaio tramite un meccanismo a ghigliottina, cioè quando il foro della piastra inferiore viene messo in corrispondenza di quello della piastra superiore, tramite un comando pneumatico operato dall'addetto con pulsantiera. La manovra di questo meccanismo necessita di agganciare il circuito al cassetto, prima di avviare la siviera in *colata*.

Lo scaricatore a piastre e cassetto ha sostituito ormai da molti anni il sistema ad *asta e tampone* (un sistema di ostruzione a tampone inserito nello scaricatore), manovrato da meccanismo di sollevamento azionato manualmente dall'operatore con una leva, soprattutto in virtù della possibilità di regolare con precisione il flusso e di evitare il deterioramento del materiale refrattario di protezione dell'asta a livello scoria.

Dopo ogni colata il sistema di scarico viene pulito, controllato e rimontato, dopo alcuni cicli di colata vengono sostituite le piastre.

Dopo decine o centinaia di cicli di lavoro la siviera deve essere demolita e ricostruita (lavorazione di *rifacimento refrattario* inserita nelle *manutenzioni refrattarie*) per ripristinare lo *strato di usura* sovrapposto allo spessore di *sicurezza* posto a protezione della carpenteria della siviera.

Queste lavorazioni sono inserite insieme alle lavorazioni dell'acciaio in siviera, pur trattandosi di operazioni di ripristino, perché spesso vengono condotte nella medesima area.

Mansioni della fase

Mansione	Posizione di lavoro	Operazione
Addetti impianto fuori forno	(Area fra FE e LF) Cabina impianto LF Platea lavoro	(Ricevimento siviera da spillaggio) (inserimento circuito gas inerte) Controllo parametri di processo e regolazione Prelievo provino Rilievo temperatura
Addetti ripristino siviera/ Addetti siviera	Area movimentazione siviere Area ripristino siviera	Connessione ed estrazione circuito gas inerte Aggancio e sgancio sistema ribaltamento siviera Controllo insufflazione argon Inserimento polvere di copertura Sfiammatura scaricatore con ossigeno Controllo condizioni Sostituzione piastre cassetto Innesto e disinnesto circuito erogazione argon Innesto e disinnesto circuito manovra scaricatore

Impianti, macchine, attrezzature

Principali impianti	Fattori di rischio
Impianto stoccaggio e caricamento additivi Sistema di caricamento (nastri trasportatori, tramogge) Siviera Specifico impianto (LF, ASEA-SKF, VAD-FINKL, ecc.) Impianto a eiezione per la produzione del vuoto Impianto di captazione degli aerodispersi	Dispersione di polverosità da tramogge, celle di pesatura, nastri di trasporto Infortuni: problemi dovuti alla movimentazione
Lancia a ossigeno per sfiammatura Bruciatori preriscaldamento siviera	Ossidi di metalli Gas combustione e prodotti di degradazione termica derivanti dai leganti refrattari

I trattamenti di affinazione vengono realizzati in siviera oppure in impianti che sommano molteplici funzioni, con possibilità di inoculare reagenti (impianto TN), effettuare il vuoto e con autonomo sistema di riscaldamento (impianto ASEA-SKF, VAD-Finkl, ecc.).

Per elaborazione di acciai particolari, destinati principalmente alla fucinatura, viene realizzata la circolazione dell'acciaio fuso oppure il degasaggio del getto (impianto RH, impianto DH, ecc.).

Il processo di degasaggio consente di eliminare in particolare il pericolo dell'idrogeno negli acciai e permette di ottenere prodotti a basso contenuto di inclusioni non metalliche. Sotto vuoto si realizzano livelli di disossidazione, cioè di riduzione dell'ossigeno mediante disossidazione con carbonio, che in atmosfera possono essere ottenuti solo con l'impiego di energici disossidanti (Si, Al): questi ultimi lasciano però nell'acciaio le loro tracce, sotto forma di silicati e di ossidi non facilmente eliminabili.

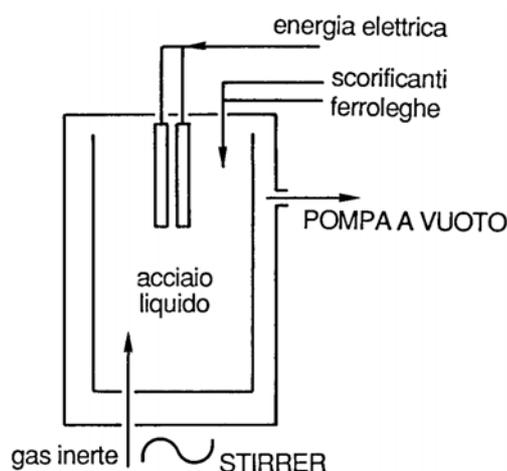
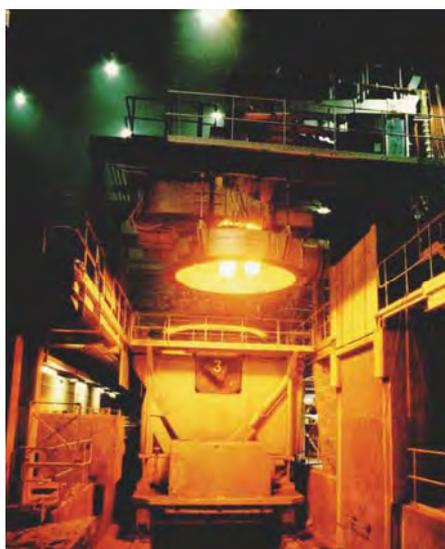
Tabella 3.6.1. Trattamenti di elaborazione dell'acciaio fuori forno effettuati nel campione di acciaierie indagate

Trattamento	Presenza	Quota acciaio trattato
Riscaldamento	100 %	100 %
Inoculazione reagenti	100 %	100 %
Trattamento sotto vuoto	11%	90%
Degasaggio del getto	11%	100%
Rifusione	6%	100%
Trattamento in convertitore AOD	6%	100%

Come si osserva dai trattamenti realizzati negli impianti del campione esaminato, si ricava una elevata specializzazione per tutto l'acciaio lavorato.

Figura 3.6.1. Impianto . trattamento dell'acciaio in siviera: carro porta siviera (senza siviera), impalcato di lavoro, voltino raffreddato con elettrodi

Figura 3.6.2. Rappresentazione schematica dei flussi riferiti a un impianto di elaborazione dell'acciaio in siviera con possibilità di realizzare trattamento sotto vuoto



Il preriscaldamento di siviere (e di paniere utilizzate in colata continua) è realizzato nelle aree di ripristino e preparazione.

L'essiccazione dei refrattari eseguita dopo completo o parziale rifacimento dei rivestimenti di usura genera l'emissione di sostanze organiche e di fumi, fra questi prodotti che derivano dalla decomposizione e degradazione termica dei leganti organici presenti nell'impasto refrattario, generando idrocarburi policiclici aromatici che si propagano negli ambienti di lavoro, in quanto solo in alcuni casi il preriscaldamento viene effettuato in ambiente confinato e presidiato da aspirazione.

Rischi di natura infortunistica

Tabella 3.6.2. Lavorazioni in siviera

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 SPECIFICO →OPERAZIONE →MODALITA'	DANNO ATTESO DANNO RILEVATO	INTERVENTI DI PREVENZIONE FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI
	Proiezione di materiale fuso e contatto → operazioni manuali alla porta del forno siviera → investimento da parte di materiale ustionante	Ustioni	Protezione della posizione di intervento Adeguata formazione Definizione di procedure complete Impiego di adeguati DPI
	Accumulo di gas infiammabili ed esplosivi negli impianti a vuoto		Configurazione dell'impianto del vuoto Definizione di procedure di verifica
	Transiti in posizioni difficoltose e con pavimentazione sconnessa	Traumi e lesioni	Condizioni pavimentazione Manutenzione e pulizia Illuminazione (vedi TRASFERIMENTI)
	Proiezioni e spruzzi di materiale fuso durante lancio di polveri esotermiche	Ustioni da calore	Modalità di stoccaggio materiali per evitare accumulo di umidità Essiccazione prima dell'impiego Schermi Dispositivi di protezione personale
I 10 	Interventi operativi e transiti di persone sotto siviere sospese, anche in caso di movimentazioni di emergenza → movimentazione della siviera → tracimazione e investimento da parte di materiale ustionante	Fratture Ustioni da calore Esiti mortali	Progettazione del lay-out anche con riferimento alle emergenze Esclusione del transito sospeso delle siviere su percorsi e aree di lavoro Segnaletica e procedure
	→ ripristino siviera → urto/ lesioni/ schiacciamenti durante ripristino scaricatore e sistema di manovra	Lesioni traumatiche	Adottare innesti più semplici da eseguire (innesto a baionetta) Inserire attrezzature di sostegno (paranchi a carico bilanciato, ecc.) Procedure di movimentazione carichi
	Ritorni di fiamma e scoppi durante pulizia scaricatore con lancia a ossigeno	Ustioni da calore Lesioni traumatiche	Manutenzione lance Procedure corrette di utilizzo
	Proiezione di materiale fuso durante ripristino siviera	Ustioni da calore	Segregazione della operazione Schermi adeguati
	Ripristino cassetto e cambio piastre Ripristino setti porosi	Ustioni da calore Irraggiamento	
R8	Perdita incontrollata di acciaio dallo scaricatore o dal mantello, causa usure localizzate o cedimenti nel refrattario della siviera, oppure foratura del cassetto o del setto poroso	Ustioni da calore Lesioni varie Esiti mortali	Massima professionalità per gli addetti siviera Procedure di controllo e ripristino
I 11 	Presenza di acqua o di materiale umido nelle posizioni di raccolta e travaso scoria → operazioni manuali di scorifica → investimento da parte di componenti dell'impianto proiettati dall'esplosione	Lesioni varie Esiti mortali	Esclusione dell'acqua dalle fosse di colata Manutenzione dei sistemi di impermeabilizzazione Evitare tiro triangolare per il sostegno delle paiole (carro, staffa)

Si veda anche la fase "Manutenzioni, ripristini, lavori ausiliari"

Rischi di natura igienico-ambientale

Tabella 3.6.3. Lavorazioni in siviera.
Sintesi dei rischi di natura igienico ambientale: identificazione, danni, interventi di prevenzione

	IDENTIFICAZIONE RISCHIO	DANNO ATTESO	FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI INTERVENTI DI PREVENZIONE
A1	Polveri aerodisperse e fumi metallici - Interventi platea impianto fuori forno - Sfiammatura scaricatore siviera Esposizioni indebite dovute a ricadute da altre aree (principalmente forno elettrico)	Bronchite cronica, Pneumoconiosi da polveri Irritazione vie respiratorie e occhi	Separazione delle aree di lavoro DPI mancanti o inadeguati Frequente pulizia delle zone di accumulo
A1	Idrocarburi policiclici e altri prodotti di combustione e degradazione termica - Essiccazione siviere	Irritazione vie respiratorie e occhi	Aspirazione postazioni riscaldamento siviere
A2	Esposizione a rumore durante le fasi di caricamento del forno e delle fasi iniziali di fusione nel caso di area non separata	Danni uditivi Danni extra uditivi	Segregazione forno elettrico Vigilare sull'impiego dei DPI
A3	Stress e affaticamento da calore - interventi di ripristino siviera - cambio piastre scaricatore	Aggravamento problematiche cardiocircolatorie, digestive e renali	Inserimento di attrezzature a carico bilanciato per la manipolazione dei carichi (riduzione sforzo fisico e conseguente riduzione stress da calore) Inserimento di protezioni e schermi Adozione di DPI specifici
	Esposizione a basse temperature Correnti e sbalzi termici - posizioni in area siviere interessate da correnti d'aria	Alterazioni degenerative tessuti periarticolari Malattie da raffreddamento	
	Radiazioni infrarosse e ultraviolette - controllo superfici incandescenti - controllo materiale fuso - operazioni di travaso - impiego lance ossigeno	Processi di invecchiamento dell'occhio Cataratta Danneggiamento retina	Inserimento di schermi Adozione di DPI specifici

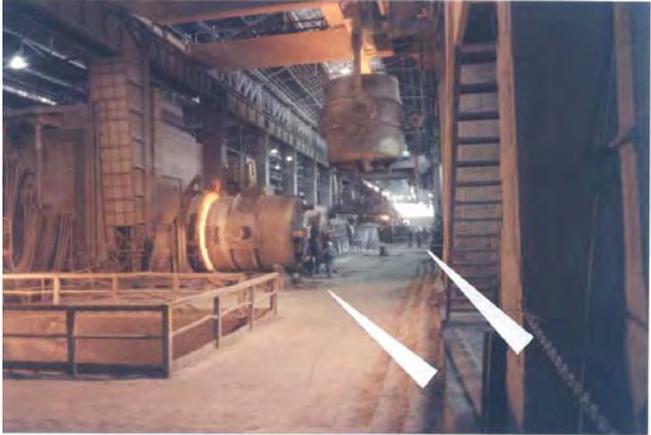
A1, A2, A3: vedi Capitolo 3.1 "Analisi rischi e interventi comuni a più fasi"

Appalto a ditta esterna

Presenza generalizzata di dipendenti esterni per ripristini refrattari.

Ricorrenze legislative segnalate nell'analisi degli infortuni gravi

Numero	Legge/ Articolo	
1	547/4	obblighi dei datori di lavoro, dei dirigenti e dei preposti
1	547/172	ganci dei mezzi e apparecchi di sollevamento
1	547/186	posti di lavoro sottoposti a carichi sospesi
1	547/352	affissione di norme di sicurezza per materiali o prodotti pericolosi o nocivi
1	547/366	trasporto di materiali a temperatura elevata
1	547/377	mancati requisiti e disponibilità dei mezzi di protezione personale
1	626/37	informazione in merito all'utilizzo delle attrezzature da lavoro
1	626/22	formazione dei lavoratori
1	626/35	obblighi del datore di lavoro in merito all'uso delle attrezzature da lavoro

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica	ACCIAIERIA LAVORAZIONI IN SIVIERA TRASFERIMENTO DELLA SIVIERA DALLO SPILLAGGIO A IMPIANTO LF, DA IMPIANTO LF A COLATA, DA COLATA A RIPRISTINO
TIPOLOGIA INFORTUNIO	I 10 ⚠
Modalità di accadimento Mansioni coinvolte	Tracimazione e investimento da parte di materiale ustionante Addetti siviera Addetti colata Addetti alle movimentazioni (anche addetti esterni) Addetti in transito da e per le specifiche aree di lavoro (anche addetti esterni)
Osservazioni Discussione	Necessità di considerare non solo i percorsi abituali della siviera, ma anche quelli utilizzati in caso di movimentazioni di emergenza
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI Interferenza fra linee di flusso dei materiali Interferenza fra aree sicure (transito, accesso, permanenza) e aree rese pericolose dalla lavorazione Modalità incongrue di stoccaggio dei materiali Mancanza di visibilità, illuminazione insufficiente MOVIMENTAZIONE MECCANICA Modalità di sollevamento non sicure (tiro inclinato, ecc.) IMPIANTI E MACCHINE Mancanza di segnalazioni ottiche e acustiche di funzionamento Assenza di dispositivi di comunicazione fra gli operatori PROCEDURE OPERATIVE Mancanza di coordinamento fra gli interventi (compreso quello di lavoratori non dipendenti) Distanza di sicurezza non rispettata Procedure mancanti/ carenti/ definite ma errate Procedure non applicate
Interventi	
Schemi, disegni, fotografie	Commenti a schemi, disegni, fotografie
	
	la configurazione degli spazi di trasporto delle siviere può sovrastare in maniera sistematica posizioni di intervento o di trasferimento degli addetti: in questo caso la presenza di carichi sospesi può essere esclusa unicamente con procedure per il gruista

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica RISCHIO SPECIFICO	ACCIAIERIA TRASFERIMENTO O STAZIONAMENTO DELLA SIVIERA SVUOTAMENTO DELLA SIVIERA R8. Foratura siviera, perdita di acciaio dal cassetto
Mansioni coinvolte	Addetti siviera Colatori
Osservazioni Discussione	Necessità di avere la posizione dei comandi di rotazione torretta in posizione comunque protetta anche in caso di emergenza. Le scale che conducono al piano dei colatori siviera devono essere agevoli (numero, larghezza e inclinazione) anche in caso di emergenza
Fattori di rischio evidenziati	Interferenza fra percorso di trasporto siviera piena e posizioni di intervento, di lavoro abituale, di transito Manutenzione effettuata con periodicità non adeguata Materiali non adeguati (degradati, fornitura non conforme) Procedure non rispettate Carente professionalità
Interventi. Esempio di procedura <i>Mantenere sgombro da ogni materiale depositato che possa ostacolare il transito ,la platea di colata e le scale di accesso, in modo da permettere un'evacuazione agevole e rapida in caso di pericolo.</i> <i>Il colatore siviera dà tempestiva comunicazione ai colatori di linea, effettua la rotazione della torretta fino alla posizione di scarico di emergenza. Terminata la manovra abbandona l'impalcato di colata.</i> <i>I colatori di linea rimangono nelle loro posizioni di lavoro, sotto l'impalcato in posizione protetta, finchè la siviera non sia stata allontanata.</i> <i>Il canale di deflusso dell'acciaio e la siviera di emergenza vanno mantenuti perfettamente svuotati ed essiccati, per potere garantire sufficiente capacità di scorrimento agevole dell'acciaio nei casi di necessità ed evitare qualsiasi esplosione nel caso di un loro utilizzo</i>	
Schemi, disegni, fotografie 	Commenti a schemi, disegni, fotografie Fondo siviera. L'acciaio, infiltrato nel sistema di chiusura a piastre, mantenuto in esercizio oltre l'usura consentita, oppure non correttamente ripristinato dopo la colata, ha strappato il sistema di chiusura comportando il flusso incontrollato durante il trasferimento

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica RISCHIO SPECIFICO	ACCIAIERIA AFFINAZIONE IN CONVERTITORE OPERAZIONE MANUALE DI SCORIFICA I 11 ⚠. Presenza di acqua o di materiale umido nelle posizioni di raccolta e travaso scoria
Modalità di accadimento Mansioni coinvolte	Investimento da parte di componenti dell'impianto proiettati dall'esplosione Addetti lavorazione fuori forno
Discussione	<p>L'operazione di scorifica, al termine dell'affinazione dell'acciaio inossidabile effettuata in convertitore AOD, viene effettuata mediante raspa manovrata a mano dai due addetti, facendo fluire la scoria dalla superficie dell'acciaio contenuto nel convertitore mantenuto inclinato in una paiola sostenuta tramite catene al carroponte.</p> <p>La posizione di intervento degli addetti si colloca su una struttura scorrevole di copertura della fossa, che consente di operare in posizione più prossima alla bocca del convertitore.</p> <p>A causa dell'errato posizionamento della paiola sostenuta tramite catene al carroponte, di circa 70 cm più bassa rispetto alla posizione corretta, il flusso di scoria colpisce le catene di sostegno provocandone il collasso; la paiola si ribalta nella fossa, la scoria cade sul fondo della fossa provocando l'inglobamento di acqua, presente sul fondo; la sovrappressione determinata dall'esplosione proietta a distanza il ponte scorrevole su cui operano i due addetti, che vengono scaraventati a distanza</p>
Fattori di rischio evidenziati	<p>Infiltrazione di acqua nel sottosuolo nella fossa: condizione ben conosciuta alla quale si è cercato di rimediare creando un pozzetto di raccolta, presidiato da una pompa di estrazione innescata da sistema a galleggiante e successivamente inserendo un cassone metallico a protezione del pavimento della fossa.</p> <p>Mancato funzionamento della pompa di estrazione installata: causa lo sporco e la mancata manutenzione, la pompa non risultava attiva; si provvede a estrarre l'acqua tramite una ulteriore pompa, lasciando però il fondo della fossa con pozzanghere e umidità nel materiale depositato.</p> <p>Mancato collocamento del cassone di protezione: causa la presenza di detriti risulta impossibile la possibilità di posizionare il cassone a causa dei detriti accumulati.</p> <p>Peraltro la funzione primaria del cassone è quella di raccogliere i colaticci evitando difficoltose operazioni di raccolta all'interno della fossa.</p> <p>Posizione reciproca del convertitore e della paiola durante la scorifica: la paiola viene sostenuta e manovrata dall'addetto al carroponte che opera in cabina in sintonia al basculamento del convertitore.</p> <p>Modalità di sostegno della catena: durante la scorifica il deflusso di scoria si allarga e lambisce la catena di sostegno sostenuta da un tiro triangolare. Fra l'altro non si può escludere interferenza fra la posizione delle catene di sostegno e lo scorrimento del ponte dove operano gli addetti</p>
Interventi Esclusione dell'acqua dalle fosse di colata Manutenzione dei sistemi di impermeabilizzazione Paiole su carro non sostenute da catene Inserimento di manipolatori meccanici per l'operazione di scorifica	

Schemi, disegni, fotografie



Commenti a schemi, disegni, fotografie

Ponte scorrevole a protezione della fossa su cui operano gli addetti al convertitore



Paiola sostenuta dalle catene con tiro triangolare durante il travaso della scoria, travaso da completare con operazione di scorifica con raspa operando frontalmente dal ponte scorrevole

3.7 Colata

FASI DI LAVORAZIONE SPECIFICHE

Posizionamento siviera/ paniera
 Operazioni preliminari. Avvio linee in colata continua
 Conduzione della colata (chiusura linee, prelievo campione, rilievo temperatura)
 Interventi in zona evacuazione (taglio semilavorati con canello, marcature, controlli)
 Ripristino macchina colata continua
 Movimentazione placche, colonne, lingottiere
 Preparazione placche, colonne, lingottiere
 Colata in lingottiera
 Strippaggio lingotti

Processi

(Affinazione della composizione)
 Solidificazione dell'acciaio

Trasformazioni chimico – fisiche e condizioni operative (temperatura e pressione)

Funzione termica: aria (raffreddamento dopo colata in lingottiera) acqua (raffreddamento durante colata continua) aria (raffreddamento dopo colata continua)
 Temperatura = 1700 °C - ambiente

Caratteristiche strutturali dei materiali in lavorazione

Fase solida a struttura prevalentemente colonnare (colata in lingottiera)
 Fase solida a struttura prevalentemente equiassica (colata continua)

La solidificazione può essere realizzata con due diverse tecnologie (Figura 3.7.1).

Figura 3.7.1. Sequenza delle operazioni per l'ottenimento dei semilavorati di acciaieria da destinare a successive operazioni di deformazione

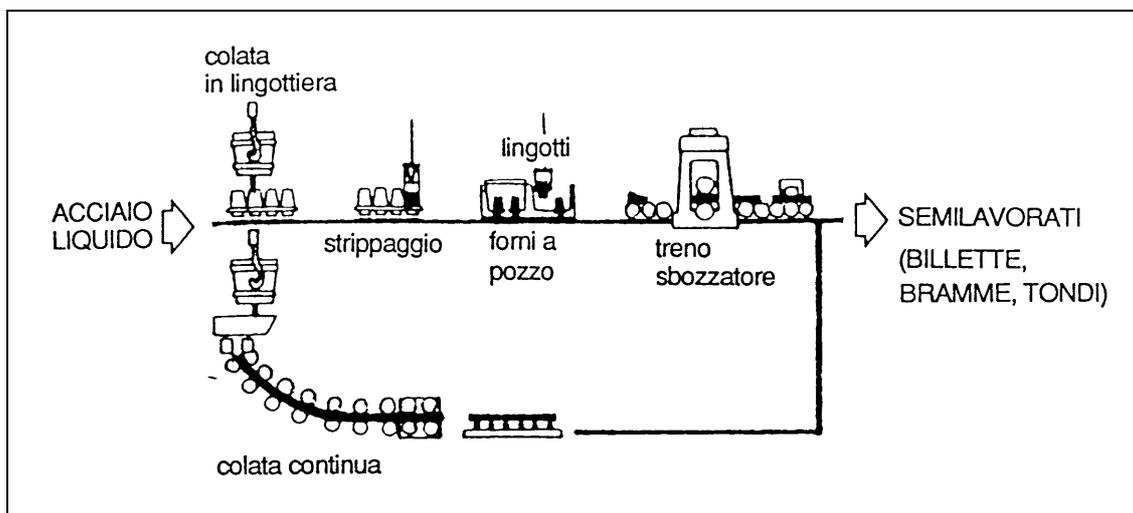


Tabella 3.7.1. Modalità di solidificazione dell'acciaio nel campione di 16 acciaierie indagate

Tecnologia	acciaierie	Quota cc / cl	Macchine c.c.
Colata continua	11		17
Colata continua e colata in lingottiera	2	96-65% / 4-35%	
Colata in lingottiera	3		

Tabella 3.7.2. Impianti e prestazioni delle 17 macchine di colata continua nel campione di 13 acciaierie

Caratteristiche Prestazioni	Numero x linee	Valore medio variabilità	Escursione dei valori
Anno installazione			1972 - 2001
Ultime innovazioni significative			1995 - 2004
Macchine x linee	1 x 2 1 x 3 7 x 4 4 x 5 3 x 6 1 x 5+5		
Capacità di solidificazione (t/ ora)		115 ± 43	40 -200

Colata continua

Con questa tecnologia si ottengono direttamente i semilavorati, evitando i passaggi intermedi (strippaggio, condizionamento superficiale, sbazzatura del lingotto dopo riscaldamento, spuntatura) con elevati vantaggi sia nei costi di trasformazione, che nella qualità del prodotto.

Figura 3.7.2. Sezione longitudinale dell'impianto di colata

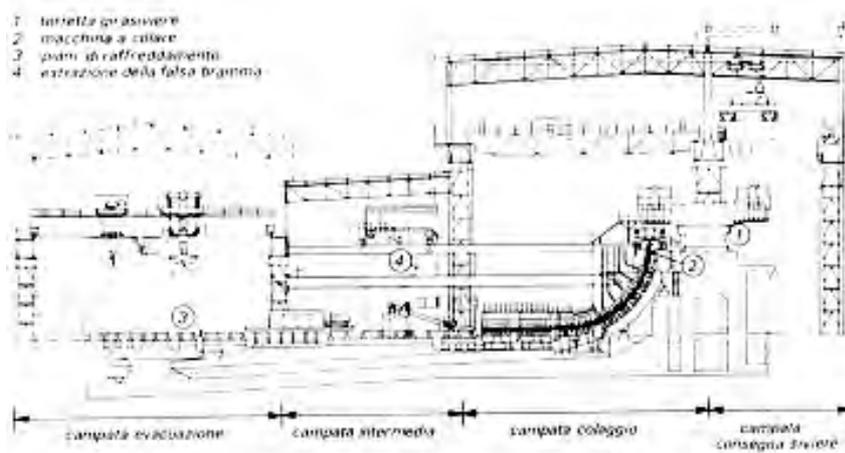


Fig. 6 - Sezione longitudinale dell'impianto di colata continua

Il processo di colata continua consiste nel far fluire l'acciaio liquido, previo passaggio dalla siviera a un contenitore intermedio detto paniera, che lo distribuisce su diverse linee, in una lingottiera senza fondo, con le pareti raffreddate mediante circolazione d'acqua. La forma e le dimensioni della lingottiera vengono variate e consentono di ottenere semilavorati di forma e sezione diverse. L'operazione viene condotta partendo con un semilavorato solido, che inizialmente agisce da tappo sul fondo della lingottiera e che viene sfilato trascinando l'acciaio in solidificazione.

Nelle lingottiere di solidificazione può essere inserito un "filo animato", alimentato in maniera continua, per realizzare aggiunte al materiale e garantire un'ulteriore affinazione metallurgica del materiale.

Il violento raffreddamento della lingottiera asporta una grande quantità di calore e provoca la solidificazione dello strato superficiale, che contiene l'acciaio ancora liquido all'interno. Il semilavorato viene trascinato e la solidificazione è completata con acqua spruzzata sulla superficie esterna del semilavorato durante la discesa attraverso rulli di sostegno e di trascinamento. Terminata la solidificazione il semilavorato viene tagliato ed evacuato dalla macchina. L'utilizzo della macchina di colata continua si realizza con l'avvicendamento di siviere in successione, senza interruzione del processo, realizzando cioè colate in sequenza senza svuotare e ripristinare la macchina. Sequenze molto lunghe prevedono anche l'avvicendamento delle paniere di distribuzione acciaio alle linee, senza interrompere la solidificazione dei semilavorati.

COLATA CONTINUA		
Mansione	Posizione di lavoro	Operazione
Gruista colata continua	Cabina carroponte	(normalmente opera nella movimentazione delle siviere lungo l'intera campata) prelievo della siviera da carro siviera (o da postazione di lavorazione LF) e trasporto allo stallo o torretta macchina di colata continua Movimentazione attrezzature e materiali ausiliari Movimentazione paniera al ripristino
Responsabile colata continua	Cabina Piano colata e macchina	Controllo lavorazione tramite elaboratori e segnalazioni Coordinamento interventi determinati da malfunzionamento
Colatore siviera/ Sivierista	Palco superiore c.c.	Innesto comando pneumatico cassetto siviera Pulizia scaricatore con lancia Inserimento polvere di copertura Rilievo temperatura
Colatore di linea	Piano colata continua	Movimentazione materiali, pulizia e preparazione paniera, montaggio scaricatori e preriscaldamento Controllo e avvio flusso, asportazione scorie (presenza discontinua)
Addetto taglio ed evacuazione	Cabina taglio	Taglio spuntature, sgancio e movimento falso semilavorato Controllo corretta evacuazione
Gruista evacuazione semilavorati	Cabina carroponte	Prelievo semilavorati e trasporto a deposito, caricamento mezzi, alimentazione preriscaldamento

Figura 3.7.3. Torretta rotante per il cambio siviera e meccanismo di comando del cassetto
Figura 3.7.4. Apertura del cassetto della siviera



Figura 3.7.5. Postazioni di lavoro colatori lingottiera. Figura 3.7.6. Sistema di controllo automatico di livello



Figura 3.7.7. Taglio blumi con carrello ossitaglio. Figura 3.7.8. Prelievo billette tramite bilancino e messa a parco



Colata in lingottiera

Dallo scaricatore della siviera l'acciaio viene fatto fluire all'interno di contenitori di solidificazione, cioè lingottiere realizzate in ghisa. Le lingottiere vengono disposte all'interno di fosse di colata, inferiori al livello del pavimento, oppure su carri. I lingotti, una volta solidificati, vengono estratti utilizzando una gru con specifica pinza, cioè strappati dalle lingottiere. Questa tecnologia allo stato attuale è adottata sostanzialmente per produzioni di lingotti destinati a fucinatura, previa eventuale rifusione del lingotto.

Questa tecnologia viene utilizzata esclusivamente quando l'acciaio è destinato a lavorazioni di forgiatura, mentre è stata integralmente sostituita dalla colata continua per tutte le altre tipologie di acciai.

In alcuni stabilimenti sono presenti impianti per colata in lingottiera, mantenuti per produzioni marginali o come soluzioni di emergenza.

**Figura 3.7.9. Lingottiere su carri di colata. Figura 3.7.10. Impalcato di colata con colaggio a piano lavoro
Figura 3.7.11. Colaggio in lingottiera con metodo a sorgente, cioè con risalita dell'acciaio in canaletta centrale
Figura 3.7.12. Prelievo di provino da siviera**



COLATA IN LINGOTTIERA		
Mansione	Posizione di lavoro	Operazione
Responsabile colata lingotti	Cabina area colata Area colata lingotti	Controllo e coordinamento attività Interventi richiesti da inconvenienti e controlli
Gruista lingotti	Cabina carroponte (a terra: radiocomando)	Movimentazione placche, colonne, lingottiere Approvvigionamento materiali refrattari
Colatore/ Sivierista	Area colata Impalcato colata	Innesto e disinnesto circuito manovra scaricatore Apertura flusso e controllo riempimento Inserimento polvere di copertura, controllo temperatura
Addetto movimentazione	Cabina automezzo	Aggancio e trasporto carri colata
Addetto lingotti	Area colata	Approvvigionamento materiali refrattari e ausiliari Preparazione placche, canaline, colonne e lingottiere Trasferimento componenti Pulizia componenti Raccolta materiali refrattari dopo slingottamento
Gruista slingottamento	Cabina carroponte (a terra: radiocomando)	Estrazione della lingottiera (strippaggio) Trasporto dei lingotti a deposito o a postazioni di sfiammatura

Figura 3.7.13. Pulizia del flusso di acciaio

Figura 3.7.14. Prelievo lingotti con gru a pinza dopo strippaggio della lingottiera



Impianti, macchine, attrezzature

Principali impianti	Fattori di rischio
Siviera	Polverosità, fumi metallici Trasporto metallo fuso
<u>Colata in lingottiere</u> Impianto lavaggio e spazzolatura lingottiere Placche, lingottiere e colonne gru stripper (colata in lingottiere)	Movimentazione nelle fasi di preparazione Polverosità e silice libera
<u>Colata continua</u> Paniera, lingottiere Macchina di colata continua Impianti di taglio (cesoie, ossitaglio)	

Rischi di natura infortunistica

Tabella 3.7.3. Colata. 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

	RISCHIO SPECIFICO →OPERAZIONE →MODALITA'	DANNO ATTESO DANNO RILEVATO	INTERVENTI DI PREVENZIONE FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI
R9	→ Ritorni di fiamma e scoppi nell'uso della canna a ossigeno → Contatto con materiale ustionante	Ustioni da calore	Modifica della lancia Manutenzione Corrette procedure esecutive Mezzi di protezione
COLATA CONTINUA			
I 12 	→ posizionamento della siviera e del cassetto → schiacciamento contro i supporti	Fratture alle mani	Modifica dei componenti di appoggio Inserimento di sistemi di bilanciamento del carico sospeso
I 13 	Proiezione di materiale fuso, principalmente nelle fasi di inizio colata → apertura scaricatore e inizio colata → investimento da materiale ustionante dopo esplosione	Ustioni da calore	Schermi protettivi (complessi con gli spazi ridotti) Manutenzione attrezzature Definizione e applicazione di procedure adeguate Utilizzo corretto dei DPI
I 14 	→ interventi su paniera (rilievo temperatura, prelievo campione, distribuzione polvere di copertura) → contatto con materiale fuso	Ustioni da calore	Accessibilità alle posizioni di intervento e di controllo Inserimento telecamere Meccanizzazione di operazioni manuali
I 15 	→ conduzione della colata, estrazione della scoria, chiusura di linea → Investimento da parte di materiale ustionante (in particolare nel caso di aggiunte realizzate tramite filo animato)	Ustioni gambe e piedi	Utilizzo corretto dei DPI Garantire una essiccazione del materiale introdotto con le aggiunte (stoccaggio, movimentazione, eventuale pre-essiccazione)
	Interventi di pulizia, di distacco colaticci effettuati con utensili manuali	Lesioni e ferite Ustioni da calore	Posizioni di lavoro precarie Attrezzature idonee Manutenzione attrezzature Dispositivi personali di protezione
I 16	→ interventi di taglio semilavorati in seguito a break-out → investimento da parte di acciaio non solidificato	Ustioni da calore	Posizione di lavoro senza condizioni di sicurezza Formazione metallurgica specifica e professionalità
	Proiezione di materiale fuso durante interventi di taglio dei semilavorati (in caso di non funzionamento impianto dedicato)	Ustioni da calore	Dispositivi personali di protezione
	Interventi sulle vie di evacuazione	Lesioni traumatiche Ferite, schiacciamenti Fratture	Vedi MANUTENZIONE
	Transito di scale e passerelle (presenza frequente di olio e di acqua)	Lesioni traumatiche Contusioni	Disegno delle strutture per evitare accumulo Sistemi di raccolta
COLATA IN LINGOTTIERE (FOSSA E/O CARRI)			
	Schizzi e proiezioni di materiale fuso, principalmente nelle fasi di inizio colata	Ustioni da calore	Presenza di schermi Dispositivi personali di protezione
	Interferenza fra lavoro a terra e transito di carichi sospesi	Lesioni traumatiche Fratture	Aree di lavoro abituale senza transito di carichi sospesi Procedure operative per gli addetti
I 17 	Manovre di imbrago e di messa in tiro dei carichi → movimentazione placche e colonne → schiacciamento nelle operazioni di messa in tiro	Contusioni, traumi	Posizioni di lavoro libere da ingombri e ostacoli Sostituzione di componenti con sistemi di aggancio usurati Coordinamento tra gruisti e operatori a terra

I 18 	→ preparazione placche → schiacciato da placca urtata/ trascinata dalla gru anche: caduta di lingottiere	Eventi mortali Fratture Contusioni, traumi	Posizioni di lavoro protette rispetto a carichi sospesi Definizione e applicazione di procedure adeguate
	→ preparazione placche → corpi estranei, pulviscolo negli occhi	Lesioni oculari	Adozione di aspirazione durante pulizia placche Utilizzo di idonei mezzi protettivi (complessi da scegliere per necessità di visibilità e ventilazione)
R10  I 19	Movimentazione dei carri colata effettuata con manovra a spinta → movimentazione materiale ausiliario → investimento da parte di carro colata	Lesioni traumatiche, fratture Esiti mortali	Delimitazione aree Percorsi di transito materiali e persone Eliminazione delle manovre a spinta Segnalazione del movimento con operatore a terra
	Transito automezzi e personale di altri reparti	Lesioni traumatiche Fratture	Progetto e definizione dei percorsi Procedure non rispettate
I 20	Movimentazione lingotti → movimentazione lingotti con carroponte → investimento da parte del carico	Lesioni traumatiche Esiti mortali	Interferenza fra aree destinate al trasporto e deposito DPI Configurazione dei comandi di manovra mancante di chiare indicazioni Procedure non rispettate
	Movimentazioni effettuate manualmente	Lesioni traumatiche	Movimentazioni troppo gravose Posizioni di lavoro ergonomicamente incongrue
	Transito in posizioni con pavimentazione irregolare o con materiale (sabbia, refrattari) depositato	Lesioni traumatiche Distorsioni, fratture	Vedi TRASFERIMENTI

Si veda anche la fase “Manutenzioni, ripristini, lavori ausiliari” e “Trasferimenti”

Rischi di natura igienico-ambientale

Tabella 3.7.4. Colata. Sintesi dei rischi di natura igienico ambientale: identificazione, danni, interventi di prevenzione

	IDENTIFICAZIONE RISCHIO	DANNO ATTESO	FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI INTERVENTI PREVENZIONE
A1	Polveri aerodisperse e fumi metallici - derivanti principalmente da evaporazione bagno, polveri di copertura, introduzione di filo animato correlati alle esposizioni indebite dovute a ricadute provenienti in particolare dal forno elettrico (in assenza di segregazione)	Bronchite cronica, Pneumoconiosi da polveri Irritazione vie respiratorie e occhi	Separazione dell'area forno Sistemi automatici di controllo livello Aspirazione lato opposto colatori DPI mancanti o inadeguati Frequente pulizia delle zone di accumulo
A2	Esposizione a rumore - flusso dell'acciaio - sistemi di spruzzo - sistemi impropri (aria compressa) utilizzata per allontanare i fumi esposizione indebita durante il caricamento del forno e le fasi iniziali di fusione	Danni uditivi Danni extra uditivi	Separazione dall'area forno Sistemi automatici di controllo livello Vigilare sull'impiego dei DPI
	Scuotimenti - posizioni di intervento e di controllo in platea colata continua	Traumi e alterazioni degenerative ai sistemi articolari	Isolamento delle strutture vibranti Riduzione della durata dell'esposizione
A3	Stress e affaticamento da calore - interventi in corrispondenza a paniera - colata in lingottiera interventi di ripristino e di manutenzione all'interno della camera a spruzzi (contestuali a elevata umidità relativa)	Aggravamento problematiche cardiocircolatorie, digestive e renali	Inserimento di protezioni e schermi Adozione di DPI specifici

	Esposizione a basse temperature Correnti e sbalzi termici - posizioni in reparti interessati da correnti d'aria	Alterazioni degenerative tessuti periarticolari Malattie da raffreddamento	Chiusura delle strutture coperte Inserimento di sistemi di riscaldamento radiante
	Radiazioni ionizzanti - dispositivi controllo di livello in lingottiera - depositi dei dispositivi in area colata		Procedure non corrette e/o evidenti nello stoccaggio, che consentano di individuare sempre correttamente i dispositivi
	Radiazioni infrarosse - controllo superfici incandescenti - controllo materiale fuso - impiego cannelli e lance ossigeno	Processi di invecchiamento dell'occhio Cataratta Danneggiamento retina	Inserimento di schermi Adozione di DPI specifici

A1, A2, A3: vedi Capitolo 3.1 “Analisi rischi e interventi comuni a più fasi”

La presenza di vibrazioni, che era stata individuata per alcune macchine indotta dal sistema di oscillazione delle lingottiere, determinando situazioni significative in particolare nella platea colatori lingottiere, è stata limitata intervenendo sul meccanismo di generazione.

Fra l'altro, negli ultimi anni, i controlli automatici di livello dell'acciaio inseriti sulle lingottiere, hanno limitato la necessità di presenza continua degli operatori per la regolazione, limitandola a fasi critiche e a interventi di controllo e sorveglianza, quindi riducendo in maniera significativa i tempi di esposizione.

Appalto a ditta esterna

Nessuna presenza rilevata.

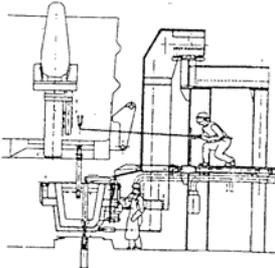
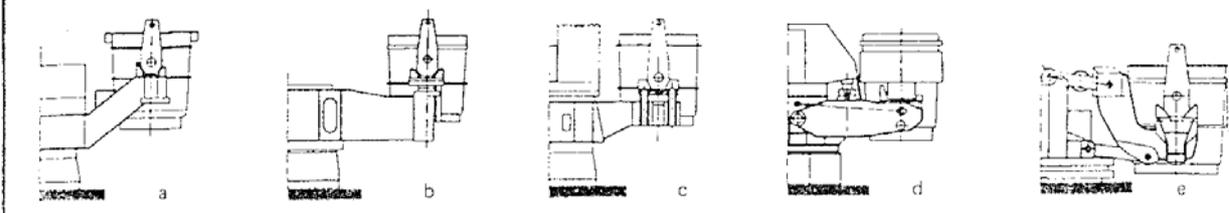
Ricorrenze legislative segnalate nell'analisi degli infortuni gravi

Numero	Legge/ Articolo	
4	547/8	pavimenti e passaggi
2	626/33	adeguamento a norme di luoghi di lavoro
2	626/35	obblighi del datore di lavoro in merito all'uso delle attrezzature da lavoro
2	626/4	obblighi del datore di lavoro, del dirigente, del preposto
2	626/5	obblighi dei lavoratori
1	303/11	temperature elevate alla colata di acciaio
1	547/11	posti di lavoro e di passaggio esposti alla caduta o investimento di materiali
1	547/16	scale fisse non conformi
1	547/374	carente manutenzione delle strutture e degli impianti
1	547/377	mancati requisiti e disponibilità dei mezzi di protezione personale
1	547/68	protezione degli organi lavoratori e delle zone di operazione delle macchine
1	626/62	sostituzione o riduzione da parte del datore di lavoro di agenti cancerogeni

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica RISCHIO SPECIFICO	ACCIAIERIA APERTURA SCARICATORE E FASE INIZIALE DELLA COLATA EROGAZIONE DELL'OSSIGENO PER LA PULIZIA SCARICATORI R9. Ritorni di fiamma e scoppi nell'uso della canna a ossigeno
Mansioni coinvolte	Addetti siviera Colatori
Osservazioni Discussione	Problema che si riferisce a tutta l'attività Affrontato nell'area colata, dove gli inconvenienti che richiedono l'erogazione di ossigeno sono da ritenere più frequenti
Fattori di rischio evidenziati	ATTREZZATURE Componenti della lancia male realizzati o posizionati Mancanza di arrotolatori in grado di ridurre lesioni e usura delle tubazioni MANUTENZIONE Componenti non idonei mantenuti in servizio o sostituiti con frequenza insufficiente PROCEDURE ORGANIZZATIVE Modalità operative sbagliate nell'erogazione dell'ossigeno DISPOSITIVI PROTEZIONE PERSONALE Protezioni non utilizzate o utilizzati in modo non corretto (per esempio guanti a manica lunga e ghette da indossare sotto i pantaloni)
<p>Interventi: posizione della valvola della lancia in posizione lontana rispetto al corpo dell'operatore</p> <p>Esempio di procedura <i>Assicurarsi del corretto funzionamento della valvola di intercettazione montata sull'impugnatura del porta lancia, per avere sempre la possibilità di erogare o interrompere il flusso dell'ossigeno.</i> <i>Prima di usare la lancia provvedere che la zona antistante il getto sia sgombra da persone o attrezzature che possono essere danneggiate.</i> <i>L'apertura e la chiusura della valvola deve essere effettuata gradualmente. Per evitare ritorni di fiamma, esplosioni o intasamenti, il flusso dell'ossigeno deve essere aperto prima di introdurre la lancia e chiuso dopo averla estratta; la regolazione del flusso va effettuata mantenendo comunque una portata durante l'erogazione.</i> <i>Negli interventi con lance a ossigeno, evitare di tenere l'impugnatura più bassa della punta perché, alla chiusura del flusso del gas, materiale incandescente non penetri lungo la lancia e possa causare ostruzioni, ritorni di fiamma o danneggiamento del dispositivo di sicurezza dell'impugnatura.</i> <i>Al termine dell'impiego, chiudere la saracinesca di intercettazione, scaricare la pressione residua delle tubazioni flessibili e raccoglierle ordinatamente nel luogo loro assegnato o sugli avvolgitori.</i> <i>Durante l'impiego rimuovere e gettare negli appositi contenitori i mozziconi di lancia per evitare pericolo di ustioni</i></p>	

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA INFORTUNIO	ACCIAIERIA COLATA CONTINUA APERTURA SCARICATORE E INIZIO COLATA I 13 
Modalità di accadimento Mansioni coinvolte	Investimento da materiale ustionante dopo esplosione Colatori Sivieristi
Osservazioni Discussione	
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI Interferenza fra aree sicure (transito, accesso, permanenza) e aree rese pericolose dalla lavorazione MOVIMENTAZIONE MECCANICA PROCEDURE OPERATIVE Procedure mancanti/ carenti/ definite ma errate Procedure non applicate
<p>Interventi: Definizione di procedura precisa e condivisa <i>Prima di iniziare il colaggio, il capo macchina sovrintende:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>al controllo del corretto funzionamento delle diverse sezioni della macchina (organi di trascinamento, consensi elettrici, impianto di taglio, ecc.)</i> - <i>al controllo del perfetto confezionamento delle teste dei falsi semilavorati</i> - <i>alle operazioni di registrazione e di verifica (centratatura tampone, corretto confezionamento busette)</i> - <i>al controllo delle paniere, che devono essere perfettamente essiccate, con le busette perfettamente pulite</i> <p><i>Prima della partenza il capo macchina verifica:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>che gli schermi predisposti per la protezione degli operatori siano tutti correttamente posizionati</i> - <i>che gli operatori indossino correttamente i mezzi di protezione personale (per esempio ghette sotto i pantaloni)</i> - <i>che le attrezzature in dotazione al reparto per le operazioni di colaggio siano presenti in quantità sufficiente e siano funzionanti</i> - <i>che, dopo avere aperto l'erogazione dell'acqua del circuito primario e con la testata del semilavorato inserito, non vi sia presenza di acqua nelle lingottiere</i> - <i>che sul piano di colata non siano presenti persone estranee al lavoro: nel caso dispone il loro allontanamento</i> - <i>che le vie di fuga siano perfettamente sgombre e libere</i> <p><i>All'apertura del cassetto della siviera, tutto il personale non impegnato nell'operazione deve essere lontano in posizione riparata</i></p>	
<p>Schemi, disegni, fotografie</p>  <p>In caso di mancata apertura dello scaricatore, oppure in caso di getto irregolare (sfarfallamento, ecc.) l'operatore interviene dal basso insufflando ossigeno tramite canna manovrata a mano. L'operazione implica precisione, sforzo fisico, rapidità ed è eseguita in condizioni ambientali critiche</p>	

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica	ACCIAIERIA Colata continua: trasferimento acciaio da siviera a paniera Inserimento e rimozione del pistone di apertura e chiusura del cassetto della siviera, - controllo visivo regolarità del livello dell'acciaio liquido in paniera, - distribuzione eventuale "polvere di copertura" acciaio all'interno della paniera
TIPOLOGIA INFORTUNIO	I 14 
Modalità di accadimento	Transitando sul piano grigliato posto sopra la paniera mette un piede all'interno di una apertura (cm. 40 x 40) destinata alla pulizia di uno scaricatore della paniera
Mansioni coinvolte	Sivierista
Osservazioni Discussione	STRUTTURE E SPAZI Mancanza di protezioni Posizione di lavoro inadeguata come collocazione e come spazio CONDIZIONI AMBIENTALI Condizioni ambientali estreme (calore radiante)
Interventi - Migliorare accessibilità, piano di calpestio, parapetti - Limitare necessità di accesso mediante controlli da cabina fissa o mediante telecamere - Automazione di operazione manuali (distribuzione polvere di copertura, inserimento/ disinserimento pistone, apertura / chiusura cassetto)	
Schemi, disegni, fotografie	Commenti a schemi, disegni, fotografie
	Si osserva la scala che consente di accedere al piano superiore della paniera , garantito da un grigliato posto sopra i coperchi refrattari, dove l'operatore deve accedere per una serie di operazioni individuate nella scheda

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA INFORTUNIO	ACCIAIERIA COLATA CONTINUA APERTURA SCARICATORE, INIZIO COLATA, CONDUZIONE COLATA I 13 ⚠ Proiezione di materiale fuso, principalmente nelle fasi iniziali I 14 ⚠ Interventi sulla paniera I 15 ⚠ Conduzione della colata, estrazione della scoria, chiusura della linea
Modalità di accadimento Mansioni coinvolte	Investimento da materiale ustionante Colatori Sivieristi
Osservazioni Discussione	La scelta dei supporti della siviera e della paniera (tundish) sono gli elementi più importanti per quanto concerne la sicurezza degli operatori. Questa scelta dovrebbe tenere conto in modo approfondito dei posti di lavoro del sivierista e del posto di intervento del colatore, dal punto di vista di: <ul style="list-style-type: none"> - accessibilità alla siviera, alla paniera, alla lingottiera; - visibilità della siviera, della paniera, della lingottiera, del posto di controllo, fra gli operatori - operazioni da eseguire: regolazione del livello in paniera e lingottiera (fasi non governate da controllo automatico), distribuzione delle polveri di copertura, rilievo della temperatura e (eventuale) prelievo di acciaio, sostituzione degli scaricatori di protezione dei getti di acciaio
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI Interferenza fra aree sicure (transito, accesso, permanenza) e aree rese pericolose dalla lavorazione MOVIMENTAZIONE MECCANICA PROCEDURE OPERATIVE Procedure mancanti/ carenti/ definite ma errate Procedure non applicate
Torretta della siviera: sistema di sollevamento a) assenza del sistema (configurazione prima del revamping) b) martinetto idraulico inferiore all'appoggio autoguidante, semplice ed economico della siviera c) martinetto idraulico inferiore all'appoggio separato, semplice e robusto della siviera d) grande corsa con un martinetto idraulico di piccole dimensioni e) accesso facilitato, con doppi bracci a parallelogramma	Supporto della paniera (tundish): il carro porta paniera di tipo aereo è stato studiato per la sicurezza degli interventi degli operatori  
Riferimento J. Barbé, J.P. Radot, R. Vatan, <i>Coulée continue: des idées pour construire et moderniser</i> , La Revue de Métallurgie – CIT, luglio-agosto 1990	

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica	ACCIAIERIA COLATA CONTINUA Intervento di ripristino in seguito a <i>break-out</i> della pelle esterna di acciaio solidificato: taglio del semilavorato in solidificazione nella zona del curvone
TIPOLOGIA INFORTUNIO	I 16
Modalità di accadimento	Convinto che il materiale, similmente alle altre tipologie di acciaio che era abituato a lavorare, fosse già solidificato completamente, si è introdotto all'interno del curvone e ha iniziato a tagliare la billetta. Al momento del taglio, l'acciaio liquido ancora presente all'interno della billetta è stato sospinto fuori con tutto il peso della sovrastante colonna di liquido stesso
Mansioni coinvolte	Capo macchina colata continua
Osservazioni Discussione	
Fattori di rischio evidenziati	<ul style="list-style-type: none"> • Omessa valutazione del rischio, in quanto la fase lavorativa di ossitaglio delle billette ferme sul curvone non era stata implementata con i rischi conseguenti all'introduzione di un nuovo tipo di acciaio (art. 4 c. 5 lettera b) del D.Lgs 626/94). • Insufficiente il tempo di attesa affinché l'acciaio solidificasse prima di intervenire a liberare il materiale nel curvone • Dotazione di DPI parzialmente inadeguati per quanto concerne la protezione del volto e della nuca. Nello specifico, erano stati forniti dei DPI costituiti da visiere per la protezione degli occhi montate, mediante placchette fissate con dispositivi a viti che perforano la visiera su degli elmetti senza espressa autorizzazione del fabbricante degli stessi e non più conformi alle norme del D.Lgs 475/92. (art. 43 comma 3 D.Lgs 626/94).
Interventi	<ul style="list-style-type: none"> • Adeguare la valutazione dei rischi connessi con gli interventi da effettuare per liberare il materiale nel curvone, tenendo conto delle caratteristiche e dei tempi di solidificazione delle diverse tipologie di acciaio prodotto. • Dotare i dipendenti di idonei DPI.

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA INFORTUNIO	ACCIAIERIA COLATA IN FOSSA Fase di allestimento delle placche in area fossa Movimentazione con carro ponte delle placche I 17 ⚠ I 18 ⚠
Modalità di accadimento	Durante l'operazione di trasferimento del carro ponte effettuata dal gruista, la catena si aggancia a un perno della controplacca, la trascina e causa lo schiacciamento dell'addetto fossa
Mansioni coinvolte	Addetto fossa e gruista
Osservazioni Discussione	In questo commento si vuole sottolineare la modalità di intervento dell'operatore addetto alla gru, che, pur eseguendo una semplice operazione di trasferimento del mezzo, non adotta minime precauzioni di lavoro, e mantiene un comportamento azzardato.
Fattori di rischio evidenziati	Omessa valutazione del rischio relativamente all'uso del carro ponte nella fase di movimentazione degli imbracci senza carichi (violazione art. 4 comma 2 del D.Lgs 626/94) Di conseguenza non era stata eseguita alcuna informazione nello specifico.
Interventi	<ul style="list-style-type: none"> - Adeguamento degli spazi per le movimentazioni - Manutenzione e pulizia delle aree - Valutazione del rischio inerente la specifica movimentazione in area fossa - Informazione dei lavoratori.
Schemi, disegni, fotografie	Commenti a schemi, disegni, fotografie
	Con queste fotografie è possibile visualizzare l'importanza dell'organizzazione degli spazi e della manutenzione delle strutture, che sono requisiti preliminari al corretto impiego dei mezzi di sollevamento e delle attrezzature (funi, catene) e al rispetto delle procedure di lavoro (ripiegamento dei ganci non utilizzati prima del sollevamento del carico o della traslazione del carro ponte)
	

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica	ACCIAIERIA COLATA IN FOSSA MOVIMENTAZIONE DEI CARRI COLATA EFFETTUATA CON MANOVRA A SPINTA
RISCHIO SPECIFICO TIPOLOGIA INFORTUNIO	R10. Investimento e schiacciamento da parte dei carri I 19 
Mansioni coinvolte	Addetti preparazione placche e lingottiere Addetti in transito a piedi o con mezzi (compresi addetti esterni)
Osservazioni Discussione	Necessità di definire percorsi per il transito di personale e mezzi di ditte esterne senza interessare le zone di colaggio
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI Interferenza fra linee di flusso dei materiali Segnaletica, cartelli, avvisi mancanti o insufficienti MOVIMENTAZIONE MECCANICA Attrezzature di trasporto non idonee MANUTENZIONE Componenti (ganci, respingenti, ecc.) mantenuti in servizio senza manutenzione PROCEDURE OPERATIVE Procedure mancanti/ definite ma errate/ definite non applicate
<p>Esempio di procedura</p> <p><i>I binari di scorrimento dei carri devono essere mantenuti puliti.</i></p> <p><i>Gli operatori hanno l'obbligo di verificare l'efficienza delle motrici e dei carri all'inizio del turno di lavoro: le eventuali anomalie dovranno essere comunicate al diretto superiore il quale, dopo personale constatazione, ne stabilirà l'uso e segnalerà il guasto al reparto manutenzione.</i></p> <p><i>Con le manovre a spinta, per le segnalazioni al conduttore, è obbligatoria la presenza di un addetto in testa al convoglio.</i></p>	

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA INFORTUNIO	ACCIAIERIA EVACUAZIONE SEMIPRODOTTI TRASPORTO LINGOTTI DA COLATA A REPARTO SPEDIZIONI I 20
Modalità di accadimento	Investimento da parte del carico Il carrellista aveva prelevato dal piazzale un lingotto e lo aveva trasportato in reparto spedizione. Dopo averlo depositato per terra e spostato il carrello, così da consentire al gruista di agganciare il lingotto e spostarlo in un'altra posizione, l'infortunato era andato presso il suo armadietto per prelevare i DPI. Nel frattempo il gruista, con l'aiuto di due colleghi, aveva imbracato e sollevato il lingotto e iniziava la manovra di traslazione del carrello della gru. Per le manovre di comando utilizzava un radiocomando. Mentre azionava la traslazione del carrello sbagliava a selezionare il pulsante della pulsantiera: premeva il pulsante "indietro carrello", anziché il pulsante "avanti carrello". Così facendo metteva in moto il carico verso il lato opposto rispetto alla prevista posizione di ammagliamento e precisamente verso il lato del capannone dove erano posizionati degli armadietti. Il gruista aveva invertito la direzione del moto del carrello e così facendo provocava l'oscillazione del carico e in quel momento il carrellista si trovava proprio vicino all'armadietto e veniva colpito al torace
Mansioni coinvolte	Al lavoro erano addetti due magazzinieri, un gruista e il carrellista
Osservazioni Discussione	Gli operatori avevano ricevuto una adeguata informazione sui rischi ai quali erano esposti in relazione all'attività che dovevano svolgere. Gli armadietti presenti in reparto non costituiscono una zona spogliatoio e che gli stessi servono unicamente per il deposito dei DPI degli addetti, dal momento che non risulta pratica e conveniente la loro custodia nel locale spogliatoio vero e proprio. La posizione degli armadietti nelle vicinanze alla zona ove vengono svolte le operazioni di movimentazione dei lingotti non era ottimale. Il carroponte era sprovvisto di cartello con le indicazioni direzionali corrispondente a quelle riportate sulla pulsantiera del gruista. Il gruista aveva giustificato l'errore di manovra con la circostanza che da poco tempo era stata attivata la nuova gru con la nuova pulsantiera a radiocomando. Un'ulteriore considerazione va posta sulla presenza dell'infortunato nel campo d'azione della gru piuttosto che sull'errore di manovra del gruista
Fattori di rischio evidenziati	Configurazione dei comandi manovra carroponte inadeguata: mancanza delle indicazioni direzionali Procedure non rispettate
Interventi	E' stato apposto il cartello con le indicazioni direzionali

3.8 Manutenzioni, ripristini, lavori ausiliari. Movimentazioni generiche

FASI DI LAVORAZIONE SPECIFICHE

Approvvigionamento materiali ausiliari

Pulizia e raccolta scarti

Demolizioni e rifacimenti refrattari (a termine campagna): forno, paniere, siviere, altri componenti

Riparazioni, ripristini refrattari, sostituzione componenti forno (durante l'esercizio e termine campagna)

Riparazioni, manutenzioni impianti affinazione

Manutenzione macchine colata continua

Manutenzione placche, lingottiere, colonne

Manutenzione carriponte

Manutenzione impianti ausiliari

Operazioni con macchine utensili o con attrezzature

Movimentazioni manuali (non attribuibili a fasi precedenti)

Movimentazioni con macchinari a terra (non attribuibili a fasi precedenti)

Movimentazioni con carroponte (non attribuibili a fasi precedenti)

L'attività di acciaieria prevede in molti casi l'impiego di impianti complessi, che prevedono componenti elettrici, oleodinamici, pneumatici, la necessità di ricorrere a materiali idonei a resistere a elevate temperature e a regimi continui di funzionamento. Inoltre si è in presenza di condizioni di esercizio molto gravose, di un ambiente in cui si realizzano trasformazioni e movimentazioni di quantità elevati di materiali, con rilevante dispersione di questi in ambiente: le condizioni di funzionamento devono quindi essere garantite in regimi in alcuni casi estremi e con un rilevante sporcamento delle strutture, dei componenti impiantistici, dei meccanismi di controllo, nonché la elevata possibilità di collisioni e urti durante le movimentazioni, la presenza di erosione dovuta a metallo e scoria fusi.

La possibilità di mantenere la disponibilità dell'esercizio degli impianti, che peraltro sono ulteriormente vincolati da un funzionamento in sequenza, è affidata a un adeguato controllo di tutti i componenti da sviluppare con attività di manutenzione integrate.

La manutenzione ordinaria viene effettuata quando gli impianti non sono in attività; è quindi necessario organizzare gli interventi durante il periodo di sospensione della lavorazione (*tempo non disponibile*). Una buona pianificazione diventa ulteriormente impegnativa quando si adottano, come nella maggioranza degli impianti, tempi di lavorazione lunghi (settimane) senza sospensione dell'attività.

La frequenza dei periodi di manutenzione è determinata principalmente dalla durata di alcuni componenti critici (in particolare i refrattari); negli ultimi anni le sospensioni della lavorazione sono state ulteriormente diradate, prevedendo la disponibilità di componenti dell'impianto (tipicamente le paniere in colata continua) da sostituire senza interrompere la lavorazione. Con le fermate vengono effettuati parallelamente lavori di pulizia, di rifacimento refrattario, di manutenzione meccanica ed elettrica, nonché interventi di installazione di adeguamenti e modifiche dell'impianto.

La manutenzione straordinaria implica revisione praticamente completa degli impianti e delle attrezzature, una verifica dell'integrità o della conformità delle stesse e la loro ricostruzione, inserendo estese riparazioni o sostituzioni, se giudicate necessarie o se previste dall'esperienza storica di funzionamento.

Questa forma di manutenzione viene effettuata generalmente due volte in un anno (fermata estiva e fermata natalizia) e a questa fermata vengono spesso associati interventi di ristrutturazione e ammodernamento degli impianti.

I criteri che presiedono a una buona manutenzione sono riconducibili alla minimizzazione dei tempi di fermata e al migliore utilizzo delle risorse umane. E' cioè meglio aumentare la frequenza delle fermate programmate ed evitare fermate impreviste dovute a guasti durante il periodo destinato alla produzione, interruzioni che compromettono in misura ancor più pesante inserendosi in un'attività che prevede il funzionamento sequenziale degli impianti. E' anche meglio prevedere fermate di durata adeguata, affinché tutti gli interventi possano essere realizzati, ritardando eventualmente la ripresa dell'attività produttiva.

Un criterio ben diverso viene applicato in presenza di impianti obsoleti o poco affidabili: diventa praticamente inutile programmare fermate per eseguire la manutenzione preventiva, perché gli inconvenienti sono tanti e tali da comportare comunque frequenti sospensioni.

A differenza della manutenzione refrattaria, in un certo senso obbligata in quanto il rivestimento si usura costantemente durante la lavorazione, le manutenzioni meccanica ed elettrica possono essere suddivise in programmi da realizzare con una certa frequenza ai quali aggiungere gli interventi che durante l'esercizio si evidenziano necessari.

Per riuscire in tutto questo è indispensabile stabilire alcune forme di programmazione generale e di registrazione della storia dell'impianto, in particolare una cronistoria dei guasti, che consentano di conoscere il ritmo di deterioramento dei componenti: qualsiasi pezzo che crei continui problemi si rende così evidente che il responsabile di manutenzione ne farà oggetto di cura particolare; in alternativa si rischia di dovere ispezionare e registrare tutto a ogni fermata, oppure di programmare solo le manutenzioni che si sono rese indispensabili, trasformando la manutenzione ordinaria in una settimanale rincorsa dei guasti.

La manutenzione preventiva è fondata su un criterio opposto, cioè di prevedere un termine di utilizzo per ogni componente o un'usura massima accettabile: in questo caso si procede alla sostituzione senza tenere conto delle condizioni apparenti del componente: è questo il caso della metallurgia, cioè in presenza di impianti strategici per la continuità produttiva e di componenti (si pensi alle siviere) dal cui funzionamento dipende la sicurezza delle persone e dell'impianto, dove si ricorre a interventi determinati in base a criteri di affidabilità e di analisi statistica della vita dei componenti.

Una manutenzione preventiva viene prevista nel caso dei componenti di raffreddamento i cui guasti possono generare perdite di acqua pericolose, al fine di ridurre al minimo il rischio di esplosioni dovute all'inglobamento di acqua nel materiale fuso, di ridurre al minimo i tempi passivi dovuti a malfunzionamenti o guasti e di ottenere la durata massima dei sistemi di raffreddamento, evitando rotture durante l'esercizio.

Figura 3.8.1. Area rifacimento refrattario siviere e forno
Figura 3.8.2. Interno del forno durante rifacimento



Figura 3.8.3. Demolizione rivestimento di sicurezza paniera con martello pneumatico
Figura 3.8.4. Rifacimento manto di usura paniera con malta applicata a spruzzo



Rischi di natura infortunistica

Tabella 3.8.1. Manutenzioni, ripristini, lavori ausiliari. Movimentazioni generiche.
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 SPECIFICO →OPERAZIONE →MODALITA'	DANNO ATTESO DANNO RILEVATO	INTERVENTI DI PREVENZIONE FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI
I 21 	→ pulizia e raccolta scarti → salita/ discesa di scale/ scaletta	Contusioni, traumi Distorsioni, lussazioni Fratture	Percorsi di accesso alle posizioni di lavoro pericolosi Posizione lavoro con spazio inadeguato Scale senza dispositivi antiscivolo Componenti attrezzature mal realizzati Formazione alla mansione carente
I 22 	→ pulizia e raccolta scarti delle fosse → caduta di materiale da posizioni elevate	Esiti mortali Lesioni traumatiche	Coordinamento fra l'attività di produzione e di manutenzione e le attività degli addetti alla raccolta scarti
	→ operazioni con macchine utensili e attrezzature → contatto con utensile	Contusioni, traumi Ferite lacero-contuse	Protezione degli organi in movimento Posizione di lavoro non protetta Rimozione di protezioni
I 23	→ movimentazioni carichi per operazioni di manutenzione → rovesciamento del carico da carrello/ carro	Contusioni, traumi Fratture Esiti mortali	Interferenza fra le operazioni Segnaletica insufficiente Mezzi di movimentazione non adeguati Carichi instabili
	→ movimentazioni per la manutenzione → investimento da parte di mezzo durante transito	Contusione, trauma Esito mortale	Interferenza fra linee di flusso Segnaletica insufficiente Manovra a spinta senza visibilità
	→ movimentazioni con macchinari a terra → traumi in seguito a urti contro strutture o ribaltamenti	Contusioni, traumi Ferite lacero-contuse	Attrezzature non idonee Trasporto non sicuro (carichi instabili) Condotta del mezzo non corretta
	→ movimentazioni con macchinari a terra → urto/ caduta/ scivolamento durante salita/ discesa dai mezzi	Lesioni traumatiche	Geometrie scalette Manutenzione scalette Vedi TRASFERIMENTI
I 24	→ pulizia e raccolta scarti da gronde capannone → caduta di carriola	Lesioni traumatiche	Impianti contenimento ricaduta polveri Protezione con parapetto della copertura
I 25	→ pulizia e raccolta scarti → caduta dalle strutture di ponteggi	Lesioni traumatiche	Attrezzature Controllo e vigilanza delle ditte esterne
FORNO ELETTRICO			
I 26	Interventi di manutenzione e di pulizia del forno a termine campagna → demolizione refrattario e ripristino → caduta da posizioni elevate	Fratture Ferite	Mancanza di protezioni Mancanza di ponteggi/ piattaforme Procedure carenti o errate
I 27 	Interventi di manutenzione e di pulizia del forno a termine ciclo → manutenzione forno e impianti connessi → caduta sugli impianti e in fosse	Fratture	Mancanza di protezioni Posizione di lavoro non protetta Manutenzione insufficiente Procedure carenti
I 28 	Interventi di controllo, pulizia e manutenzione forno a termine ciclo → sostituzione volta → caduta da posizioni elevate	Lesioni traumatiche Fratture	Miglioramento componenti forno Creazione di posizioni sicure per gli interventi dovuti a malfunzionamento Formazione congiunta degli addetti
I 29 	Interventi manutenzione del forno a termine ciclo → manutenzione forno e impianti connessi → contatto con sostanze asfissianti	Esiti mortali	Componenti della rete gas mal realizzati Procedure mancanti
	Interventi manutenzione del forno a termine ciclo → manutenzione forno e impianti connessi → schiacciamenti/ lesioni in operazioni manuali	Distorsioni, lussazioni Lesioni da sforzo	Movimentazioni gravose condotte manualmente Modalità operative elementari errate
I 30	→ Interventi di pulizia del placher forno → colpito da una crosta di scoria staccatasi dalla gru	Lesioni	Manutenzione e pulizia del carroponte Procedure di controllo e di parcheggio del carroponte

R11	Perdite e inglobamento di acqua all'interno del bagno e conseguente esplosione	Lesioni Eventi mortali	Manutenzione forno elettrico Manutenzione elementi raffreddati Sostituzione elementi raffreddati
	Contatto con elementi in tensione in cabina trasformatore forno Contatto con elementi in tensione esterni alla cabina: bandiere porta elettrodi, elettrodi e relativa alimentazione	Ustioni Esiti mortali	Esecuzione impianti secondo le norme Addestramento professionale Rispetto delle procedure di sicurezza Coordinamento fra i diversi operatori che intervengono
COLATA CONTINUA			
	→ manutenzione macchina colata continua → uso di attrezzi manuali	Distorsioni, lussazioni Fratture	Visibilità dell'area di intervento Pavimento con presenza di olio Modalità operative elementari errate
I 31	→ manutenzione macchina colata continua → contatto con parti in movimento di macchine	Distorsioni, lussazioni Fratture Amputazioni	Componenti del cassetto mal realizzati Interventi svolti con macchine operative Mancanza di coordinamento fra addetti Procedure carenti o errate
I 32	→ lavaggio banchi oscillanti → investimento da parte del banco che scivola dal carrello elevatore che lo sostiene	Lesioni traumatiche	Posizione di lavoro inadeguata Sistema di sostegno precario Procedure non definite
CARRIPONTE			
I 33	→ manutenzione carriponte → caduta da posizioni elevate	Fratture Esiti mortali	Attrezzatura Procedure operative
	→ manutenzione ruote carroponte → assestamento e oscillazioni durante il posizionamento	Fratture Amputazioni	Posizione di lavoro con ingombri e ostacoli Attrezzature inadeguate
	→ manutenzione su strutture fisse e carroponte → schiacciato fra carroponte e strutture fisse	Contusioni, traumi Fratture Esiti mortali	Sovrapposizione operazione manutenzione delle strutture e impiego del carroponte Assenza di comunicazione fra gli operatori Procedure di intervento carenti

Ricorrenze legislative segnalate nell'analisi degli infortuni gravi

Numero	Legge/ Articolo	
8	626/35	obblighi del datore di lavoro in merito all'uso delle attrezzature da lavoro
7	547/375	misure e attrezzature idonee per lavori di manutenzione e riparazione
4	547/374	carente manutenzione delle strutture e degli impianti
4	626/22	formazione dei lavoratori
3	547/376	accesso per i lavori di manutenzione o manutenzione a punti pericolosi
3	626/21	informazione dei lavoratori
2	626/4	obblighi del datore di lavoro, del dirigente, del preposto
2	626/6	obblighi dei progettisti, dei fabbricanti, dei fornitori e degli installatori
2	626/72	adeguamenti normativi per la sorveglianza sanitaria
1	547/18	scale semplici portatili non adeguate
1	547/179	coefficienti di sicurezza per funi e catene
1	547/172	conformazione e chiusura dei ganci
1	547/4	obblighi dei datori di lavoro, dei dirigenti e dei preposti
1	547/11	posti di lavoro e di passaggio esposti alla caduta o investimento di materiali
1	547/8	pavimenti e passaggi
1	626/38	formazione e addestramento per l'uso delle attrezzature di lavoro
1	626/7	contratto di appalto o contratto d'opera
1	626/5	obblighi dei lavoratori

Appalto a ditta esterna

Presenza in tutte le aziende del campione indagato, in forma significativa e continua.

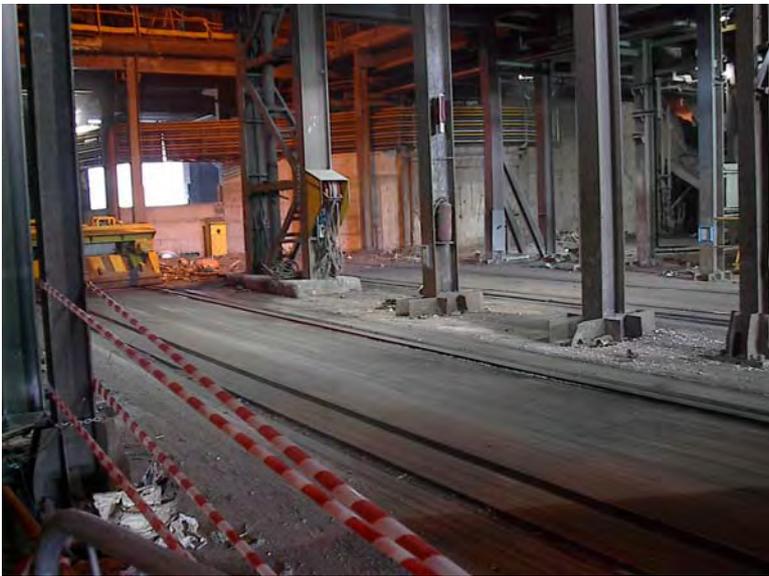
Si veda il Capitolo 2.3 "Fattori di rischio lavorativo".

Rischi di natura igienico – ambientale

Tabella 3.8.2. Manutenzioni, ripristini, lavori ausiliari. Movimentazioni generiche.
Sintesi dei rischi di natura igienico ambientale: identificazione, danni, interventi di prevenzione

	IDENTIFICAZIONE RISCHIO	DANNO ATTESO	FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI INTERVENTI DI PREVENZIONE
A1	<p>Polveri aerodisperse e fumi metallici</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interventi durante l'attività - specifiche lavorazioni effettuate con attrezzature e macchine utensili (saldature, molature, ecc.) - Correlati alle esposizioni indebite dovute a ricadute provenienti da altre aree 	<p>Bronchite cronica, Pneumoconiosi da polveri Irritazione vie respiratorie e occhi</p>	<p>Separazione delle aree di lavoro Implementare i sistemi di aspirazione DPI mancanti o inadeguati Frequente pulizia delle zone di accumulo</p>
	<p>Vapori di sostanze organiche</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operazioni di pulizia e sgrassaggio, preliminari a montaggio oppure preliminari a lavorazioni in officina 	<p>Irritazione e bruciori vie respiratorie e occhi</p>	<p>Ventilazione Aspirazione localizzata Dispositivi di protezione individuale</p>
A2	<p>Esposizione a rumore</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interventi nei reparti durante l'attività: si vedano tutte le aree interessate - Specifiche operazioni realizzate con attrezzature e utensili 	<p>Danni uditivi Danni extrauditivi</p>	<p>Vigilare sull'impiego dei DPI</p>
	<p>Vibrazioni</p> <ul style="list-style-type: none"> - impiego di strumenti vibranti - posizioni di manovra di mezzi di movimentazione 	<p>Traumi e alterazioni degenerative ai sistemi articolari Morbo di Raynaud Effetti sui nervi e sui muscoli</p>	<p>Valutare la sostituzione delle attrezzature di lavoro con altre che producono meno vibrazioni. Impiego di guanti antivibranti Inserimento di posizioni e sedili smorzanti</p>
A3	<p>Stress e affaticamento da calore</p> <ul style="list-style-type: none"> - riparazione e sostituzione di componenti che vengono effettuati al di fuori da manutenzione programmata 	<p>Aggravamento problematiche cardiocircolatorie, digestive e renali</p>	<p>Inserimento di protezioni e schermi Adozione di DPI specifici</p>
	<p>Esposizione a basse temperature Correnti e sbalzi termici</p> <ul style="list-style-type: none"> - posizioni di lavoro esterne esposte ad agenti atmosferici - posizioni in reparti interessati da correnti d'aria 	<p>Alterazioni degenerative tessuti periarticolari Malattie da raffreddamento</p>	<p>Chiusura delle strutture coperte Inserimento di postazioni protette Inserimento di sistemi di riscaldamento radiante</p>
	<p>Radiazioni infrarosse e ultraviolette</p> <ul style="list-style-type: none"> - interventi presso impianti in attività - impiego cannelli e lance ossigeno 	<p>Processi invecchiamento dell'occhio Cataratta Danneggiamento retina</p>	<p>Inserimento di schermi Adozione di DPI specifici</p>

A1, A2, A3: vedi Capitolo 3.1 “Analisi rischi e interventi comuni a più fasi”

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica	ACCIAIERIA Manutenzione e pulizia Pulizia del transito e del binario utilizzato dal carro cesta
TIPOLOGIA INFORTUNIO	I 21 
Modalità di accadimento	Durante le operazioni di pulizia della zona di transito del carro cesta dal rottame che cade a terra dalle ceste, operazioni di pulizia effettuate mediante un muletto, scendendo dal muletto per disincagliare del rottame rimasto incastrato sotto il muletto, inciampava su un pezzo di ferro distorcendosi il ginocchio.
Mansioni coinvolte	Addetto parco rottame (operatore cabina parco rottame)
Osservazioni Discussione	
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI Pavimentazione sconnessa Insufficiente pulizia del pavimento ATTREZZATURE E UTENSILI Inadeguate (impiego del muletto per la pulizia del pavimento)
Interventi	<ul style="list-style-type: none"> - Mezzi più idonei per la pulizia del rottame dal pavimento (elettromagnete) - Definizione di procedure / modalità operative che evitino la fuoriuscita del rottame durante il transito sul carro cesta (caricare meno le ceste - ceste più grandi - pulire il vagone e le il rottame debordante prima del spostamento della cesta: vedi procedure PREPARAZIONE CESTA) - Carico rottame al formo con nastro trasportatore (intervento da discutere e valutare, in quanto anche questa soluzione può comportare comunque la caduta di rottame fuori dalla cesta: vedi SCHEDA SUCCESSIVA I 21bis)
Schemi, disegni, fotografie	<p>Commenti a schemi, disegni, fotografie</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <p>Area di intervento, in condizioni di pulizia, dell'operatore per la raccolta del rottame fuoriuscito dalla cesta</p> </div>

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica	ACCIAIERIA Manutenzione e pulizia Pulizia dell'area di preparazione cesta di carica	
TIPOLOGIA INFORTUNIO	I 21 bis ⚠	
Modalità di accadimento	Colpito da materiale ferroso precipitato da un nastro trasportatore adibito al carico del rottame	
Mansioni coinvolte	Secondo di forno	
Osservazioni Discussione	Il documento di valutazione dei rischi era privo di misure di prevenzione e protezione riguardanti il rischio di investimento da materiale durante la pulizia dell'area di manovra del carro cesta sottostante al nastro trasportatore (art. 4, commi 1 e 2, del D. Lgs 19 settembre 1994 n. 626)	
Fattori di rischio evidenziati	misure tecniche e organizzative, indicate dal costruttore del nastro trasportatore, non attuate dall'utilizzatore dell'impianto (art. 214 del D.P.R. 27 aprile 1955 n. 547); misure tecniche e organizzative appropriate per proteggere i lavoratori autorizzati ad accedere nell'area sottostante al nastro trasportatore non attuate dall'utilizzatore dell'impianto (art. 8 del D.P.R. 547/55)	
Interventi	<ul style="list-style-type: none"> - Verifica della visibilità dell'area da parte di chi autorizza le operazioni in area pericolosa - segregazione dell'area sottostante allo scarico del nastro trasportatore; - accessi all'area pericolosa per mezzo di porte interbloccate; - utilizzo di mezzi di trasporto idonei per accedere all'area pericolosa; - procedure di sicurezza scritte; - formazione e informazione del personale; 	
Schemi, disegni, fotografie	<p>Commenti a schemi, disegni, fotografie</p> <p>Cesta su carro motorizzato, posta sotto la bocca di scarico del nastro trasportatore.</p>	
		

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA INFORTUNIO		ACCIAIERIA Pulizia e raccolta scarti da fosse Intervento con mezzi manuali o con attrezzature durante le fasi di lavorazione e durante le fasi di manutenzione e ripristino I 22 
Modalità di accadimento Mansioni coinvolte	Caduta di materiale da posizioni elevate (dovuto a materiale movimentato e a materiale instabile) Principalmente addetti ditte esterne incaricati della pulizia di tutte le fosse	
Osservazioni Discussione	Questo tipo di attività non interferisce con i risultati produttivi, quantomeno finchè gli accumuli di materiale rendono difficoltose e/o pericolose le movimentazioni e la stabilità dei carichi posizionati sui piani. Quindi questa attività può essere “dimenticata” da chi si occupa in primo luogo dei risultati produttivi	
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI Pavimentazioni sconnesse Piani di intervento con scarsa visibilità Posizioni di lavoro senza condizioni di sicurezza ed ergonomicamente precarie CONDIZIONI AMBIENTALI Elevata polverosità Intervento in prossimità di strutture e impianti a elevata temperatura PROCEDURE ORGANIZZATIVE Coordinamento fra l'attività di persone diverse Coordinamento fra l'attività di personale dipendente da ditta esterna Necessità di operare nei tempi di sospensione dell'attività DISPOSITIVI PERSONALI DI PROTEZIONE	
Schemi, disegni, fotografie	Commenti a schemi, disegni, fotografie  Durante l'attività di manutenzione svolta sugli impianti produttivi il personale addetto alla raccolta scarti interviene in posizioni non sempre visibili a chi opera da carroponte o dal piano stabilimento	

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica	ACCIAIERIA Movimentazione dei carichi Spostamento di un quadro elettrico collocato nell'area acciaieria Il quadro elettrico da rimuovere era stato preliminarmente smontato e suddiviso in tre parti dall'infortunato e da un collega che in seguito aveva utilizzato un carrello manuale per il trasporto di ogni singolo elemento delle dimensioni di 2000 x 600 x 600 mm e del peso di circa 60 - 70 kg. Durante il trasporto il quadro elettrico non era stato vincolato e sporgeva di oltre la metà dalla superficie di appoggio verticale e orizzontale del carrello. TIPOLOGIA INFORTUNIO I 23 
Modalità di accadimento Mansioni coinvolte	L'infortunato stava procedendo a ritroso impugnando le manopole del carrello mentre dal lato opposto il collega lo accompagnava sostenendo il carico. Dopo aver percorso pochi metri, per la presenza di un piccolo gradino sul pavimento l'infortunato inciampava e nel tentativo di evitare la caduta del quadro elettrico lo afferrava con le mani, il quadro però gli rovinava addosso facendolo cadere pesantemente a terra in posizione seduta. N° 2 addetti alla manutenzione elettrica
Osservazioni Discussione	Per il trasporto del quadro elettrico veniva utilizzato un semplice carrello verticale manuale di piccole dimensioni a due sole ruote di altezza 1100 mm, larghezza 480 mm e con pala profonda 280 mm. La superficie utile di appoggio verticale era di circa un metro. Il carrello, per le caratteristiche del carico, non consentiva la perfetta stabilità e manovrabilità durante il trasporto. L'equilibrio e la stabilità del carico erano affidati esclusivamente all'operatore. Bastava una errata inclinazione del carrello per un qualsiasi motivo accidentale perché si creassero condizioni di pericolo da investimento. Il quadro elettrico era molto voluminoso rispetto alle dimensioni del carrello e sporgeva di circa la metà dal supporto di appoggio verticale e orizzontale del carrello. Inoltre il quadro non risultava vincolato al carrello per evitare possibili slittamenti o ribaltamenti. La presenza di condensatori solo nella parte alta del quadro elettrico potrebbe aver contribuito a rendere ulteriormente instabile il carico durante il trasporto.
Fattori di rischio evidenziati	Sistemi di movimentazione condotti a mano (carrelli) eccessivamente caricati Modalità di carico e di conduzione non corretti
Interventi	Acquisto di idoneo carrello manuale
Schemi, disegni, fotografie	

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA INCIDENTE	ACCIAIERIA PULIZIA E RACCOLTA SCARTI PULIZIA DELLE GRONDAIE DEI CAPANNONI I 24
Modalità di accadimento	Durante la pulizia del tetto del capannone, la carriola utilizzata per il trasporto dei fumi in fase di rovesciamento e sfuggita all'operatore ed è caduta al suolo.
Mansioni coinvolte	Tutte le mansioni.
Osservazioni Discussione	Acciaieria "Progettualmente infelice". La ricaduta di fumi era assolutamente eccessiva. L'impianto di aspirazione, solo quarto foro non era stato adeguato all'incremento di potenza elettrica e in particolare all'introduzione di energie alternative bruciatori ossimetano, lancia ossigeno carbone. Non era stata prevista una cappa per l'aspirazione delle fasi di carica e spillaggio. Queste situazioni, oltre ad un significativo impatto sull'ambiente esterno, accentuavano la ricaduta sul tetto dell'acciaieria che portava ad un sovraccarico strutturale, all'intasamento delle grondaie e caditoie che in caso di pioggia facevano tracimare l'acqua che cadeva in generale sui quadri elettrici, determinando così la necessità di continui interventi di pulizia sul tetto del capannone.
Fattori di rischio evidenziati	Mancanza di un percorso di accesso al tetto del capannone per uomini e attrezzature. Mancata presenza di parapetti perimetrali sul bordo del capannone. Mancata presenza di postazioni e sistemi di scarico convogliato dei prodotti di risulta. Mancata presenza di canalizzazioni di aspirazione collegate all'impianto di aspirazione fumi. Mancata predisposizione di procedure di lavoro. Mancata predisposizione di "Permessi di lavoro" per lavori a "rischio"
Interventi realizzati	<ul style="list-style-type: none"> - Nuovo impianto di aspirazione per 4° foro - Scala di accesso a gradini sino al tetto del capannone - Apposita piazzola in quota per il deposito di attrezzi necessari alla pulizia di tetto e caditoie. - Canalizzazioni con attacco rapido per dispositivi di aspirazione. - Installazione di linee di vita (prima empiriche) lungo l'asse centrale dei capannoni. - Individuazione e formazione del personale autorizzato ai lavori in quota con "idoneità del medico di competente con definizione delle modalità di segnalazione, anche ottica delle zone oggetto di manutenzione (tipo lavori stradali). - Verifica ingegneristica della calpestabilità delle lamiere di copertura in alluminio
Schemi, disegni, fotografie	<p>Commenti a schemi, disegni, fotografie</p> <p><i>Interventi fattibili</i> Parapetto perimetrale su tutto il capannone Passerelle di attraversamento in zone sicure anche durante il funzionamento dell'acciaieria. Posizionamento delle caditoie in posizioni lontane dai quadri elettrici. Installazione di linee di vita generalizzata con controlli programmati</p> <p><i>Interventi potenzialmente fattibili</i> Sistema secondario di aspirazione delle fasi di carica e spillaggio per ridurre lo sporco Cappa nella zona di rovesciamento siviere</p> <p>A sinistra Soluzione pragmatica A destra Soluzione definitiva: parapetti lungo tutto il perimetro del tetto accessibile</p>
  	

COMPARTO		ACCIAIERIA
Fase di lavorazione		Manutenzione
Operazione specifica		Pulizia area filtri aspirazione fumi forno elettrico
TIPOLOGIA INFORTUNIO		I 25
Modalità di accadimento	Durante le operazioni di pulizia dell'area filtri di aspirazione dei fumi secondari, l'operatore cadeva dall'alto all'indietro, salendo sul piano di lavoro di un ponteggio arrampicandosi lungo i montanti e i correnti dello stesso.	
Mansioni coinvolte	Manutentore Addetto pulizie industriali (ditta esterna)	
Osservazioni Discussione		
Fattori di rischio evidenziati	ATTREZZATURE E UTENSILI Inadeguatezza dei ponteggi Mancanza di dotazione / uso di scale PROCEDURE ORGANIZZATIVE Interventi effettuati da personale non qualificato Procedure mancanti	
Interventi	- Attrezzature provvisorie idonee per l'accesso il quota - passerella / piano di lavoro fisso - - Definizione di procedure / modalità operative per l'intervento di pulizia - Maggiore controllo / vigilanza dei manutentori (ditte esterne) da parte della committenza - Area pulizia filtri accessibile da terra (collocata più in basso)	
Schemi, disegni, fotografie	Commenti a schemi, disegni, fotografie Portelloni di accesso ai filtri posti a circa 3,5 m da terra	
		

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica		ACCIAIERIA Manutenzione forno elettrico Interventi di manutenzione e di pulizia del forno a termine campagna effettuate in posizioni di lavoro elevate e/o non protette: demolizione refrattario e ripristino a termine campagna
TIPOLOGIA INFORTUNIO		I 26
Modalità di accadimento	Caduta da posizioni elevate	
Mansioni coinvolte	Addetti manutenzione (anche personale esterno) Addetti rai refrattari (anche personale esterno)	
Osservazioni Discussione		
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI Posizione di lavoro inadeguata come collocazione Presenza di ingombri e ostacoli Mancanza di protezioni Mancanza di visibilità CONDIZIONI AMBIENTALI Elevata polverosità Elevata rumorosità IMPIANTI E MACCHINE Posizione di lavoro senza condizioni di sicurezza PROCEDURE OPERATIVE Procedure mancanti/ carenti/ definite ma errate DISPOSITIVI PROTEZIONE PERSONALE Non disponibili/ Disponibili non utilizzati Non idonei allo specifico rischio	
Interventi		
Schemi, disegni, fotografie		Commenti a schemi, disegni, fotografie  <p>Risulta sicuramente poco conveniente, ma comunque è indispensabile per garantire una condizione di sicurezza, predisporre delle impalcature destinate a creare posizioni di intervento in corrispondenza a degli impianti che vengono demoliti</p>

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA INFORTUNIO	ACCIAIERIA MANUTENZIONE FORNO E IMPIANTI LAVORAZIONE IN SIVIERA INTERVENTI DI MANUTENZIONE E DI PULIZIA I 27 ⚠
Modalità di accadimento Mansioni coinvolte	Caduta sugli impianti e in fosse Manutentori Responsabili di area/ capoturno Addetti al forno
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI Mancanza di protezioni Posizione di lavoro non protetta MANUTENZIONE Manutenzione insufficiente Componenti mantenuti in servizio PROCEDURE OPERATIVE Procedure carenti

Schemi, disegni, fotografie



Interventi di manutenzione nelle fosse degli impianti



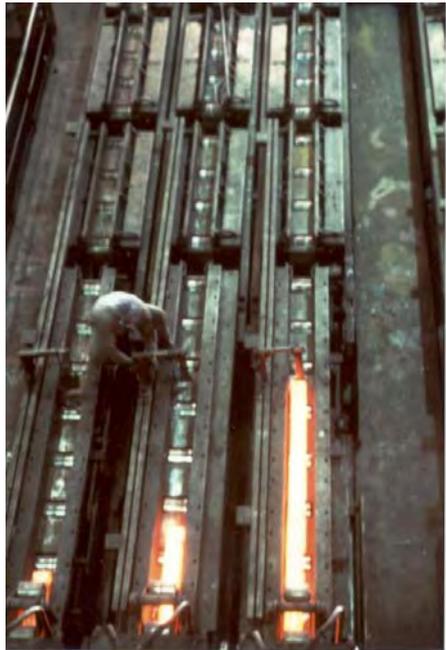
Interventi di manutenzione (sostituzione guarnizione) su impianto VD
Raccolta di scarti e ribaltamento in siviera

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica	ACCIAIERIA MANUTENZIONE, CONTROLLI E PULIZIA FORNO A TERMINE CICLO CONTROLLO E SOSTITUZIONE VOLTA, CONTROLLO RIVESTIMENTO E SUOLA
TIPOLOGIA INFORTUNIO	I 28 ⚠
Modalità di accadimento	Caduta dall'alto. Caduta da scale. Durante la fase di sostituzione volta, causa l'accesso empirico, si è avuta la perdita di stabilità della scala portatile che di volta in volta veniva posizionata in prossimità dei sistemi di aggancio volta. Caduta dalle travi di sostegno volta per mancanza di parapetti.
Mansioni coinvolte	Addetti forno, Addetti manutenzione, capi Forno Turno
Osservazioni	In fase progettuale, non vi era alcuna attenzione alle quotidiane necessità di manutenzione e controllo alle posizioni elevate del forno e della volta.
Discussione	Le principali operazioni fatte in elevazione sono: pulizia volta, controllo refrattario e/o perdite elementi raffreddati, controllo refrattario livello bagno e suola, rimozione elettrodi rotti, indicazioni al gruista in fase di assestamento carica, riparazione e sostituzione tubazioni flessibili
Fattori di rischio evidenziati	Mancanza di scale fisse per zona aggancio volta. Precarietà della scala esistente per accesso castello forno. Calore radiante. Punti di presa per le mani caldi. Inalazione fumi e polveri. Possibilità di esplosione per corpi cavi. Cadute dall'alto Ustioni per difficoltà di accesso con DPI adeguati ai rischi
Interventi realizzati	<ul style="list-style-type: none"> - Posizionamento di quattro scale con plancia in posizione aggancio volta - Realizzazione di piano di calpestio sopra la volta - Scala a rampa scorrevole su binari al fine di consentire il basculamento forno - Scudo termico a protezione del volto e del torace. - Tubazioni fisse con ugelli terminali per soffiature volta e morse porta elettrodi. - Gancio con dispositivo antiganciamento per sostituzione elettrodi. - Procedura sui livelli del rottame nelle varie ceste di carica. - Formazione congiunta Gruisti rottame, Gruisti forno, Addetti forno sui rischi derivanti da cariche non conformi. - Migliorato il sistema di centraggio volta e i relativi sistemi di aggancio e attacco flessibili
<i>Interventi fattibili</i> Acquisto e controllo della qualità e pezzatura del rottame Pianificazione della sostituzione tino e volta. Mantenere efficiente il sistema di aspirazione fumi	<i>Interventi potenzialmente fattibili</i> Migliorare ulteriormente la tipologia di scale e plance, creando un piano di intervento sopra il forno con parapetti e scala di accesso
	

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA INFORTUNIO	ACCIAIERIA Manutenzione in loco del forno elettrico durante una pausa produttiva Saldatura di parti metalliche I 29 
Modalità di accadimento Mansioni coinvolte	Asfissia in presenza di gas inerte durante una lavorazione effettuata in luogo confinato (all'interno del tino del forno) Manutentori
Osservazioni Discussione	<ul style="list-style-type: none"> - inidonea valutazione dei rischi in merito alla presenza di gas asfissianti (art. 72 quater, commi 1 e 2, del D.Lgs 626/94, in combinato disposto con l'art. 4 della citata norma) durante le fasi di manutenzione del forno; - inidonea informazione e formazione dei lavoratori (artt. 21 e 22 del D.L. 626/94) in merito a: <ul style="list-style-type: none"> a) rischi per la sicurezza e la salute inerenti l'utilizzo di gas asfissianti; b) utilizzo degli impianti e dei sistemi di controllo; c) situazioni anormali prevedibili nell'impiego e nella manutenzione del forno elettrico e degli impianti accessori
Fattori di rischio evidenziati	<ul style="list-style-type: none"> - manutenzione di specifici sistemi di controllo della rete di distribuzione gas asfissianti (art. 374 del D.P.R. 547/55) - adozione di misure tecniche ed organizzative adeguate per ridurre al minimo i rischi connessi all'impiego dei gas inerti nel forno elettrico durante i lavori di manutenzione (art. 35, comma 2, del D.Lgs. 626/94) - inadeguatezza sistemi di controllo della rete di distribuzione dei gas; - adozione di precauzioni al fine di: <ul style="list-style-type: none"> a) verificare l'assenza di gas asfissianti all'interno del forno elettrico e disporre un'efficiente ventilazione dell'area confinata; b) accertare il blocco delle valvole di adduzione dei gas al forno elettrico; c) applicare un avviso con l'indicazione del divieto di manovra sulle valvole d) intercettazione generale dei gas; d) prevedere l'eventuale impiego di apparecchi idonei alla respirazione e di cinture di sicurezza (art. 372 del D.P.R. 547/55) e) individuazione, delle tubazioni dei gas pericolosi, con distinte colorazioni (art. 244 del D.P.R. 547/55)
Interventi	<ul style="list-style-type: none"> - valutazione del rischio chimico derivante dall'utilizzo di gas inerti asfissianti; - formazione e informazione dei lavoratori dell'acciaieria e della manutenzione sulle nuove procedure operative relative all'utilizzo di gas inerti asfissianti e sui relativi rischi; - pratiche operative per la messa in sicurezza, l'avvio, l'esercizio e la manutenzione del forno elettrico; - aggiornamento dei manuali d'uso e manutenzione degli impianti e dei sistemi di controllo; - manutenzione e implementazione dei sistemi di controllo della rete di distribuzione dei gas inerti asfissianti; - monitoraggio degli ambienti confinati potenzialmente inquinati da gas asfissianti prima di eseguire lavorazioni;
Schemi, disegni, fotografie 	Commenti a schemi, disegni, fotografie Inadeguata individuazione delle tubazioni dei gas a servizio del forno elettrico

COMPARTO		ACCIAIERIA
Fase di lavorazione		Pulizia plancher forno
Operazione specifica		Pulizia del plancher del forno con aria compressa,
TIPOLOGIA INFORTUNIO		I 30
Modalità di accadimento	Lavorando sul plancher del forno con un tubo di aria compressa per la pulizia, veniva colpito alla schiena da una crosta di scoria staccatasi dalla trave del carroponete di carica	
Mansioni coinvolte	Addetto al forno	
Osservazioni Discussione	Le croste si producono e aderiscono alla struttura in concomitanza con le cariche, che proiettano materiale fuso all'esterno del forno, colpendo innanzitutto il carroponete che sostiene la cesta	
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI Interferenze fra le operazioni di pulizia e di carico forno (la trave del carroponete più prossima al forno, con la cesta in attesa, si trova sopra il plancher) MANUTENZIONE Non adeguata o insufficiente manutenzione prevista (pulizia carroponete da croste di scoria - viene svolto solo nelle fermate lunghe - Natale e ferragosto -)	
Interventi - Maggiore manutenzione / pulizia del carroponete - Controllo periodico dello stato di imbrattamento del carroponete e dei possibili distacchi di croste di scoria - Il carroponete in attesa non dovrebbe trovarsi sopra il plancher (Volendo mettere in discussione l'attuale e praticamente generalizzata tipologia di caricamento, si può pensare anche a un processo di carica continua direttamente in forno, realizzato con nastro trasportatore, senza apertura della volta)		
Schemi, disegni, fotografie		Commenti a schemi, disegni, fotografie Platea forno: l'immagine riprende l'area sottostante il carroponete di carica
		

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica	ACCIAIERIA MANUTENZIONE FORNO ELETTRICO SOSTITUZIONE DI ELEMENTI RAFFREDDATI RIPARAZIONE DI ELEMENTI RAFFREDDATI
RISCHIO SPECIFICO	R11. Perdite e inglobamento di acqua all'interno del bagno e conseguente esplosione
Mansioni coinvolte	Addetti forno Addetti manutenzione Addetti in transito (compresi addetti esterni)
Osservazioni Discussione	Le problematiche di manutenzione sono coinvolte per ridurre il rischio durante il funzionamento del forno
<p>Interventi elettrico (si veda anche Capitolo 5 “Soluzioni. Riduzione del rischio di esplosione da vapore”) Analisi dei guasti e delle più frequenti fonti di guasto riferiti ai sistemi di raffreddamento: <u>perdita acqua pannelli raffreddamento tino e volta</u> fiamme bruciatori arco elettrico erosione e urti rottame <u>perdita acqua condotto aspirazione fumi</u> scariche elettriche <u>perdita acqua anello raffreddamento centro volta</u> scariche elettriche scariche su flessibili circuito raffreddamento dovuto alla presenza di rottame o schizzi di metallo <u>perdita acqua braccio portaelettrodi</u> <u>perdita acqua sacca polveri</u> <u>perdita acqua lancia ossigeno</u> scarica elettrica sulla testa guasto circolazione acqua <u>perdita acqua testa bruciatori</u> scariche elettriche <u>ostruzione condotto fumi</u> geometria <u>raccordi flessibili dei circuiti di raffreddamento</u> usura dovuta a urti e irraggiamento <u>lesione staffe appoggio agganci pannelli tino</u> scariche elettriche (solo alcune fasi) scelta di materiale conduttore (inserire acciaio inossidabile austenitico) <u>castello fuori allineamento</u> <u>fuoriuscita dalle sedi degli spinotti della volta</u> <u>meccanismo basculamento forno</u> <u>usura tramoggia quinto foro</u></p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;">  </div> <div style="width: 30%;">  </div> <div style="width: 35%;"> <p>Commenti a schemi, disegni, fotografie</p> <p>A sinistra Pannello inferiore del tino, realizzato in rame, nelle condizioni successive a un incidente determinato da perdita di acqua interna al forno</p> <p>A destra La sezione della testa di una lancia a ossigeno è stata sezionata (e usata come fermacarte e monito per le scadenze di manutenzione) e consente di osservare le pareti e il circuito periferico di raffreddamento: è evidente la vulnerabilità di questo componente</p> </div> </div>	

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA INFORTUNIO	ACCIAIERIA MANUTENZIONE COLATA CONTINUA MANUTENZIONE COMPONENTI MACCHINA I 31
Modalità di accadimento	Schiacciamento, intrappolamento fra parti in movimento e parti fisse
Mansioni coinvolte	Addetti colata continua Addetti manutenzione
Osservazioni Discussione	Queste condizioni di rischio si presentano, in particolare, a ogni ripristino della macchina di colata e, con tutte le problematiche dell'urgenza e della variabilità, ogni volta che si interviene in caso di malfunzionamento o guasto della macchina. Tipicamente, l'evento più critico è il <i>break-out</i> , cioè la rottura della pelle del semilavorato durante la solidificazione, in genere all'uscita della lingottiera, con conseguente spandimento dell'acciaio all'interno della curva di raffreddamento
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI MOVIMENTAZIONE MECCANICA PROCEDURE OPERATIVE
<p>Esempio di procedura</p> <p><i>Prima di accedere nelle zone con presenza di organi mobili della macchina la persona preposta a lavori di manutenzione deve:</i></p> <p><i>far togliere tensione;</i></p> <p><i>intercettare tutte le altre alimentazioni di energia (aria compressa, olio, gas compressi) e scaricare le pressioni residue che potrebbero determinare movimenti non desiderati;</i></p> <p><i>esporre sugli organi di comando i cartelli che ne vietano la manovra per lavori in corso. Se esistono più punti di manovra di uno stesso organo, le operazioni descritte devono essere eseguite per ciascuno di essi;</i></p> <p><i>i blocchi alla manovra e i cartelli di divieto devono essere rimossi dalla persona preposta solo al termine dei lavori e dopo avere controllato l'avvenuto allontanamento di persone e attrezzature dalla zona a rischio.</i></p> <p><i>Gli interventi di controllo del funzionamento devono essere effettuati con macchina in funzionamento manuale, alla minima velocità, usando attrezzi idonei.</i></p> <p><i>Prevedere che il personale che effettua operazioni in posizioni non visibili (camere, vie a rulli, ecc.) non venga lasciato isolato durante l'effettuazione di manovre, in particolare in prossimità dei gruppi di contenimento e di trascinamento.</i></p> <p><i>Prima della messa in servizio, la lingottiera va sottoposta a prova di tenuta.</i></p>	
Schemi, disegni, fotografie	
	
<p>Intervento di sostituzione della lingottiera e di preparazione per l'avvio della colata</p> <p>Intervento sulle vie a rulli (con macchina in funzione) per regolare la lunghezza di taglio delle prime billette solidificate: il sensore a contatto comanda il funzionamento della cesoia di taglio</p>	

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA INFORTUNIO	ACCIAIERIA Manutenzione dei banchi oscillanti della linea colata continua Lavaggio del banco oscillante nell'apposita area I 32
Modalità di accadimento Mansioni coinvolte	Durante l'operazione di lavaggio del banco oscillante, effettuato con l'ausilio della pulivapor, sostenuto dalle forche del carrello elevatore e sollevate da terra di circa un metro, il banco è scivolato in avanti investendo l'operatore che si trovava davanti. Al lavoro erano addetti due meccanici di cui uno era alla guida del carrello, l'altro provvedeva al lavaggio
Osservazioni Discussione	La manutenzione viene eseguita durante il periodo delle fermate della produzione. Gli addetti erano due meccanici e quindi venivano coinvolti sia nelle operazioni di lavaggio dei banchi che di conduzione del carrello elevatore. Il banco veniva lavato in un'area attrezzata per il lavaggio di parti meccaniche e le dimensioni dell'area era intorno ai 20 m ² mentre le dimensioni del banco, di forma irregolare, erano (3700 mm di lunghezza, 900mm di larghezza e 900 mm di altezza). Il pavimento dell'area era provvisto di una griglia per il deflusso delle acque e quindi presentava anche un discreta pendenza e questo probabilmente ha anche contribuito ad uno sbilanciamento del carico in avanti. La mancata valutazione specifica dell'area ha comportato anche una mancata informazione specifica e periodica
Fattori di rischio evidenziati	Posizione di lavoro inadeguata come spazio e pavimento che presentava un buon dislivello con la griglia per i deflusso delle acque, considerando anche il tipo di manufatto (banco oscillante) Mansione occasionale Modalità operative sbagliate Mancata informazione specifica per quel tipo di operazione e quindi mancanza di procedure specifiche definite
Interventi Soluzioni	È stata sospesa l'operazione di lavaggio nell'area oggetto dell'infortunio. L'operaio è stato anche investito perché non ha avuto possibilità di fuga in quanto due lati dell'area erano racchiusi da paratie per riparare le zone adiacenti da eventuali sbruffi di acqua della pulivapor durante il lavaggio dei pezzi in generale. Inoltre la posizione occupata dall'operatore era molto critica in quanto si trovava proprio di fronte al pezzo e quindi non aveva avuto la possibilità di retrocedere. L'area ora utilizzata per questa operazione è all'esterno del capannone con ha una superficie nettamente superiore a quella dove si è verificato l'infortunio ed è anche più libera da ostacoli e ingombri. Il pezzo durante il lavaggio viene appoggiato per terra

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica	ACCIAIERIA MANUTENZIONE CARROPONTE E VIE DI CORSA STESURA E FISSAGGIO DELLE “LINEE DI VITA” LUNGO LE VIE DI CORSA
TIPOLOGIA DI RISCHIO	I 33
Modalità di accadimento	Dopo aver portato in quota le funi di acciaio da fissare lungo le vie di corsa, gli operatori stendono la fune lungo il piano di calpestio: un capo della fune scivolò dalla via di corsa ed andò a contatto con gli “angolari” porta corrente per l’alimentazione della gru stessa
Mansioni coinvolte	Solo incidente Manutentore, Addetto alla sicurezza
Osservazioni Discussione	Gli impianti erano stati posti in sicurezza con l’apertura dell’interruttore non lucchettabile, quando per mancanza di coordinamento e per necessità di scarico urgente di rottami, fu disposto di ridare tensione. L’interruttore non era lucchettabile e non erano ancora consolidate le procedure di manutenzione con “Permessi di lavoro” scritto.
Fattori di rischio evidenziati	Percorsi di accesso pericolosi Mancanza di protezioni Segnaletica mancante Componenti mal realizzati Parti in tensione non schermate Mancanza di coordinamento fra gli interventi di operatori diversi
Interventi	Sostituzione interruttore generale delle gru Procedura di manutenzione Istituzione del permesso di lavoro Sostituzione dei conduttori di alimentazione nudi con blindo sbarre
Schemi, disegni, fotografie	Commenti a schemi, disegni, fotografie
	Conduttori nudi messi in tensione durante la manutenzione.
	Formazione dei manutentori con consegna di cartellino personalizzato e pennarello per l’indicazione di data e ora del sezionamento.
	Protezione meccanica contro i consueti urti degli autocarri che scaricavano il rottame Nuovo armadio elettrico con interruttore lucchettabile e segnaletica appropriata

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica	ACCIAIERIA Manutenzione carro ponte Sostituzione di una ruota
TIPOLOGIA INFORTUNIO	I 34 
Modalità di accadimento	Durante le operazioni di sostituzione di una ruota del carro ponte di carica, mentre lo stesso carro ponte era mantenuto sollevato con l'ausilio di un martinetto idraulico, dopo circa 2 ore di lavoro quest'ultimo usciva violentemente dalla sede ove era stato collocato e colpiva alla gamba il manutentore.
Mansioni coinvolte	Manutentore meccanico
Osservazioni Discussione	
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI Posizione di lavoro inadeguata come collocazione e come spazio Mancanza di visibilità Illuminazione insufficiente PROCEDURE ORGANIZZATIVE Modalità operative sbagliate Uso incongruo di utensili
Interventi <ul style="list-style-type: none"> - Migliorare accessibilità, e la zona di lavoro (via di corsa) - Inserimento di un supporto di sicurezza fisico - spessore in ferro - che sgravi il martinetto idraulico durante interventi manutentivi che richiedano tempi lunghi di lavoro e operazioni sotto il carico sospeso; - Realizzare un alloggiamento apposito per posizionare i sistemi di sollevamento (martinetto) che eviti il posizionamento errato e la fuoriuscita accidentale 	
Schemi, disegni, fotografie	Commenti a schemi, disegni, fotografie Posizione dell'intervento lungo le vie di corsa del carro ponte
	

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA INFORTUNIO	ACCIAIERIA Manutenzione meccanica carro ponte Sostituzione funi I 35 ⚠ (analoga tipologia di infortunio in altre attività: v.laminatoio e fonderia)
Modalità di accadimento Mansioni coinvolte	Causa traslazione orizzontale del carro ponte l'infortunato subiva lo schiacciamento tra parti fisse del carro ponte (nel carrello) e trave in ferro costituente la copertura Manutentore meccanico
Osservazioni Discussione	Analogo rischio di schiacciamento (e cesoiamento) si ha per addetti che lavorano in posizioni elevate (per esempio operazioni di montaggio nuovi impianti) mantenendo l'attività nel reparto che prevede l'impiego di carriponte 
Fattori di rischio evidenziati	STRUTTURE E SPAZI Posizione di lavoro inadeguata come collocazione e come spazio Presenza di ingombri o ostacoli IMPIANTI E MACCHINE Posizione di lavoro non protetta o inadatta Assenza di idonei dispositivi di comunicazione tra i lavoratori PROCEDURE ORGANIZZATIVE Interventi di manutenzione effettuati con macchine in movimento Mancanza di coordinamento Procedure mancanti
Interventi - Evitare ingombri/ ostacoli interferenti con il carrello ovvero prevedere che gli stessi siano ad altezza adeguata (> un uomo in piedi) - Realizzare un pulpito di comando locale (sul carrello) dotato di selettore modale a chiave che disattivi ogni altro pulpito di manovra e consenta solo il movimento del tamburo dove è avvolta la fune (si deve operare con due manutentori e con comandi "uomo presente"); - Dotare il carro ponte di sistemi di comunicazione fissi (interfono) tra pulpito cabina e carrello ovvero ogni altra zona ove sono previste manutenzioni; Definire procedure di lavoro specifiche	
Schemi, disegni, fotografie 	Commenti a schemi, disegni, fotografie Ostacoli fissi (travi del capannone) interferenti con posizione di lavoro per manutenzione sul carrello

3.9. Valutazione dei requisiti di igiene e sicurezza

La disponibilità di specifiche schede di requisiti suddivisi per area di lavorazione consente di:

1. percorrere in modo ordinato ogni realtà produttiva;
2. conoscere la situazione e quindi qualificare le condizioni degli insediamenti produttivi per quanto concerne sicurezza e igiene del lavoro;
3. trasferire le conoscenze, tramite il confronto con soluzioni di contenimento del rischio realizzate e discuterne l'efficacia;
4. trasferire le bonifiche, perché vengono individuate soluzioni di contenimento dei rischi generalizzabili e soluzioni di altri comparti da trasferire al settore siderurgico.

Si ritiene che questo strumento, utilizzato in fase conoscitiva e ispettiva in diversi insediamenti produttivi, possa essere proposto alle aziende e ai servizi di prevenzione come *lista di controllo (check-list)* per verificare la conformità delle strutture, degli impianti e delle soluzioni organizzative.

I criteri utilizzati per l'allestimento delle schede fanno riferimento a:

- analisi comparata di aziende del comparto;
- sopralluoghi;
- criteri di buona tecnica applicati da costruttori e conduttori;
- esperienze derivanti dall'analisi di specifici infortuni;
- indagini ambientali e rilevazione degli inquinanti.

Le schede per la valutazione dei requisiti sono organizzate secondo la seguente griglia di argomenti:

1. personale
 - 1.1. posizioni di lavoro fisse sicure e confortevoli
 - 1.2. accesso sicuro alle posizioni di lavoro abituali (interventi continui, interventi discontinui ma consueti)
 - 1.3. idonei mezzi di protezione
 - 1.4. informazione rispetto ai rischi specifici di area e di mansione
aggiornamento delle informazioni
 - 1.5. formalizzazione degli interventi più pericolosi, durante il normale funzionamento e, in particolare, durante le operazioni di manutenzione, ripristino, ecc.
 - 1.6. coordinamento fra gli interventi dei lavoratori dipendenti e quello delle imprese esterne
 - 1.7. informazione e formalizzazione rispetto ai rischi per i lavoratori delle imprese esterne

2. strutture e spazi
 - 2.1. opportuno dimensionamento e uso corretto delle strutture
stato di conservazione e di manutenzione
 - 2.2. pavimentazione, pulizia, evacuazione acqua
 - 2.3. copertura e tamponamento del reparto
 - 2.4. ventilazione generale
 - 2.5. separazione aree di lavoro
eliminazione degli inquinanti che provengono da altre aree
 - 2.6. distinzione fra aree sicure (transito, accesso, permanenza) e aree rese pericolose dalla lavorazione
 - 2.7. percorso dei materiali in lavorazione definito e specifico
riduzione degli ingombri a terra
 - 2.8. aree per stoccaggi pericolosi (fumi, scorie, infiammabili, bombole)
 - 2.9. illuminazione generale e specifica

3. impianti e attrezzature
 - 3.1. concezione del processo produttivo
configurazione impiantistica
scelta di materie prime e ausiliarie meno pericolose
 - 3.2. condizioni di sicurezza durante il normale funzionamento degli impianti, con riferimento a:
presenza di automazione
presenza di meccanizzazione
modalità manuali adeguate
 - 3.3. condizioni di sicurezza durante gli interventi non continuativi (ripristino del funzionamento, pulizia, manutenzione, incidenti), con riferimento a:
presenza di meccanizzazione, impiego di attrezzature
modalità manuali adeguate
 - 3.4. sicurezza della posizione di lavoro
 - 3.5. segnalazione del funzionamento
segnalazioni specifiche per la sicurezza
comunicazione fra gli operatori
 - 3.6. presidi specifici per il contenimento dei rischi ambientali

AREA ROTTAME**- preparazione rottame****- caricamento rottame****TRATTAMENTO EFFLUENTI****- trattamento fumi****- trattamento scoria**

1	PERSONALE
1.1	cabine carriponte
1.1	cabine mezzi a terra movimentazione rottame
1.1	cabina pressa/cesoia
1.1	cabina frantoio
	Requisiti valutati per le cabine: sedile ergonomico illuminazione interna che non provochi abbagliamento microclima (ricambi d'aria, ecc.) potenzialità adeguata del condizionatore protezione dalla polvere (condizioni guarnizioni, chiusura) manutenzione (pulizia vetratura, ricambio filtri, ecc.) visibilità attraverso il pavimento comunicazione mediante interfono con operatori a terra e di altre cabine
1.2	accesso ai carriponte con scale a rampe e pianerottoli
1.2	accesso agevole e sicuro alle cabine
1.2	accesso sicuro alle posizioni di manutenzione carroponte
1.2	accesso sicuro, rispetto alla zona di manovra dei carriponte e degli autocarri, alla cabina pressa/cesoia
1.3	idonei mezzi di protezione abitualmente utilizzati: scarpe guanti casco protettori acustici e respiratori
1.4 + 1.5	informazione/formalizzazione: percorsi accesso e scarico azione magnete e ragnolo/ presenza batterie tampone stazionamento nell'area di scarico eliminazione carpi cavi dal rottame manipolazione rottame non conosciuto percorso carro cesta tossicità fumi livello massimo riempimento paiola scoria confezionamento cesta (secondo requisiti di densità, ecc.)
1.6	definizione delle operazioni eseguite dai trasportatori
1.6	definizione della viabilità
1.6	definizione delle aree accessibili ai trasportatori
1.7	tossicità fumi

2	STRUTTURE E SPAZI
2.1	strutture contenimento rottame strutturalmente adeguate a sopportare il carico
2.1	protezione fosse con muri lungo tutto il perimetro, con l'eventuale eccezione di una specifica parte
2.2	pavimentazione, collettamento idrico
2.2	possibile pulizia con motospazzatrice di tutta l'area
2.2	evitato ingresso dall'esterno di acqua nel rottame
2.3	copertura parco rottame
2.3	tamponamento laterale
2.5	evitata la ricaduta di polvere e rumore da altre aree, in particolare dal forno elettrico
2.6	specifici spazi e corridoi per la viabilità degli addetti nel parco rottame
2.7	nessun deposito adiacente le fosse e nelle vie di transito degli automezzi
2.7	corridoio specifico per lo scarico
2.7	protezione fosse con muri
2.7	definizione viabilità automezzi nel parco rottame
2.7	evitate interferenze fra deposito/prelievo di calce e carbone rispetto alla movimentazione rottame
2.7	definizione percorso sicuro della cesta durante riempimento e trasferimento all'area forno
2.9	illuminazione transiti, accessi carriponte e area di lavoro carriponte
2.9	presenza di sistemi di illuminazione ausiliaria collocati sui carriponte e orientabili
3	IMPIANTI E ATTREZZATURE
3.1	adozione trasporto meccanizzato (o pneumatico) per il carico calce e carbone in cesta
3.2	idoneità sistema di manovra carriponte
3.2	meccanismi anticollisione carriponte
3.2	presenza di telecamere per visibilità manovre mezzi gommati movimentazione rottame
3.2	movimento carro cesta automatizzato con sensori
3.3	intervento immediato e disponibilità per incendi al frantoio, deposito inerti (gomma, plastica) e preridotto
3.4	non accessibilità zona lavoro pressa/ cesoia, frantoio
3.4	presenza dell'operatore nella posizione dei comandi (fissi o su carro) per il movimento della cesta
3.4	protezione proiezione frammenti e materiali
3.4	protezione fosse calce e carbone
3.5	segnali acustici e ottici movimento carroponte
3.6	aspirazione della fossa calce durante lo scarico/ trasferimento pneumatico della calce al deposito
3.6	aspirazione per il caricamento calce carbone in cesta

Trattamento fumi

1.2	accesso sicuro ai camini con scala a rampe e pianerottoli
2.2	area stoccaggio fumi protetta rispetto a dispersione e dilavamento
2.8	silo per lo stoccaggio fumi
3.1	evitato ricircolo in forno delle polveri non trattate
3.1	ricircolo esclusivamente tramite insufflazione
3.1	pellettizzatore
3.2	idoneo sistema di caricamento pellets sui veicoli per il conferimento all'esterno
3.2	caricamento fumi in cipollati tramite trasporto pneumatico

Trattamento scoria

1.1	cabina pala meccanica trasporto scoria adeguata
2.1	segregazione area ribaltamento scoria con muri in cemento armato
2.5	distinzione area ribaltamento e area raffreddamento scoria per evitare esplosioni
3.1	struttura specifica per ribaltamento paiola scoria

AREA ACCIAIO: VALUTAZIONE DEI REQUISITI

- fusione e affinazione acciaio

- lavorazione acciaio fuori forno

1.	PERSONALE
1.1	cabina carroponte carica
1.1	cabina carroponte colata
1.1	cabina forno elettrico
1.1	cabina forno siviera
1.1	posizione (cabina) con completa visibilità della zona di carica nel caso di radiocomando
	Requisiti valutati per le cabine: insonorizzazione climatizzazione protezione dalla proiezione di frammenti e materiale incandescente protezione dalle polveri protezione da calore radiante protezione da radiazioni spazio per le persone visibilità comunicazione con operatori in altre cabine
1.1	locale confortevole per riposo operatori forno
1.2	accesso alle gru con scale a rampe e pianerottoli
1.2	accesso agevole e sicuro alle cabine
1.2	accesso sicuro alle posizioni di manutenzione gru
1.2	accesso agevole e sicuro alla cabina forno elettrico
1.2	accesso agevole e sicuro alla cabina forno siviera
1.3	idonei mezzi di protezione abitualmente utilizzati: scarpe indumenti non infiammabili indumenti di protezione dal calore radiante guanti casco protettori acustici e respiratori
1.4 + 1.5	informazione/formalizzazione: percorsi materie prime e prodotti interventi in posizioni esposte a rischio elettrico individuazione di posizioni sicure durante carica e spillaggio forno interventi immediatamente successivi alla carica in caso di anomalie modalità prelievo provino, inserimento termocoppia, se manuali modalità pulizia banco e bussaggio, se a canale controllo sistemi di raffreddamento forno procedura in casi di emergenza dei sistemi di raffreddamento conoscenza rischi specifici di mansione definizione bordo franco in siviera livello massimo riempimento paiola scoria modalità di spillaggio e di aggiunte in siviera connessione tubazione gas inerte alla siviera
1.6	coordinamento fra l'attività dei manutentori dipendenti e quello delle ditte esterne durante il rifacimento

2.	STRUTTURE E SPAZI
2.2	pavimentazione in cemento o lamiera
2.2	possibile pulizia con motospazzatrice di tutta l'area
2.2	presenza acqua e/o materiale umido in fosse (eccezionale, sporadica, abituale)
2.5	segregazione forno (box con portelloni mobili)
2.5	segregazione reparto (pareti con portelloni mobili)
2.5	efficacia insonorizzazione
2.7	area agibile e sgombra da materiali depositati
2.7	movimentazione cesta in percorso definito
2.7	movimentazione scoria in percorso definito
2.7	movimentazione acciaio in percorso definito non sovrastante posizioni di lavoro
2.7	movimentazione materiali ausiliari
3	IMPIANTI E ATTREZZATURE
3.2	carriponte: idoneità sistema manovra
3.2	carriponte: meccanismi anticollisione
	<u>impianto preriscaldamento</u>
3.1	impianto di preriscaldamento rottame
3.6	contenimento dei fumi dall'impianto di preriscaldamento
	<u>forno elettrico</u>
3.1	siviere originali non rialzate
3.1	stabilizzatori della siviera durante il trasporto
3.1	spillaggio con siviera su carro
3.1	programmazione ciclo di fusione
3.1	sistema automatizzato per il caricamento additivi
3.1	completa eliminazione dell'amianto
3.2	scivolo per aggiunta fluidificante all scoria
3.2	allungamento elettrodi a terra in posizione specifica
3.2	serraggio meccanizzato delle colonne elettrodi
3.2	cambio colonne elettrodi senza intervento operatore
3.2	sonda a immersione per prelievo provino manovrata da cabina
3.2	manipolatore per lancia a ossigeno e controllo da postazione protetta
3.2	manipolatore per lancia insufflazione carbone e controllo da postazione protetta
3.2	tubazioni ossigeno con arrotolatore e calza acciaio
3.2	impiego di macchina operatrice per la scorifica e la formazione del banco
3.2	scarichi circuiti di raffreddamento a pressione atmosferica e visibili
3.2	monitoraggio sistemi di raffreddamento
3.2	allarmi efficienti sistemi di raffreddamento
3.3	estrazione (paiola) scoria solo con operatore addetto mezzo o gru
3.3	ribaltamento (paiola) scoria in area segregata
3.3	attrezzature per evacuare acqua da fosse
3.4	protezione fosse scoria e colata
3.4	presenza di schermo anteriore alla porta

3.4	presenza di comandi forno solo all'interno della cabina
3.4	presenza di schermo ai comandi esterni alla cabina
3.4	accesso sicuro alla struttura elevata del forno
3.4	accesso sicuro alla postazione di spillaggio
3.4	presenza di EBT
3.4	bussaggio protetto
3.4	presenza di schermo allo spillaggio
3.4	presenza di cabina allo spillaggio
3.4	meccanizzazione aggiunte in siviera allo spillaggio
3.4	spruzzaggio polvere refrattaria effettuata da posizioni protette e adeguate
3.5	segnalazioni acustiche e ottiche durante la fase carica rottame in corrispondenza agli accessi all'area
3.5	carriponte: segnali acustici e luminosi
3.6	contenimento di polveri dal sistema di caricamento
3.6	contenimento fumi dalla scoria
3.6	aspirazione fumi secondari tramite cappa a sviluppo verticale
3.6	aspirazione fumi secondari tramite sistema distribuito in grado di evitare ristagno evidente
3.6	efficienza aspirazione: fasi a forno chiuso
3.6	efficienza aspirazione: fasi a forno aperto
	<u>impianto fuori forno</u>
3.1	completa eliminazione dell'amianto
3.2	sistema automatizzato per il caricamento additivi
3.4	posizione protetta per attacco circuito gas inerte
3.4	posizione protetta per operazioni da effettuare in platea presso la siviera
3.6	aspirazione specifica e dedicata al forno siviera, svincolata da altri impianti

AREA RIFACIMENTI

- demolizione e rifacimento forno elettrico (suola, tino, volta)
- demolizione e rifacimento siviere
- demolizione e rifacimento paniere
- rifacimenti vari (cassoni rivestiti, ecc.)
- rifacimento componenti colata in fossa

1	PERSONALE
1.1	cabine macchine operatrici
1.1	cabine automezzi adibiti al trasporto residui
	Requisiti valutati per le cabine: sedile ergonomico protezione dalla polvere (condizioni guarnizioni, chiusure) manutenzione (pulizia vetratura, ricambio filtri, ecc.) visibilità
1.2	accesso sicuro e agevole all'area di rifacimento rispetto all'azione dei carriponte e degli automezzi
1.2	accesso sicuro all'interno della siviera
1.2	accesso sicuro all'interno del forno
1.3	idei mezzi di protezione abitualmente utilizzati: scarpe guanti casco con visiera protettori acustici protettori respiratori protettori respiratori durante demolizione
1.4	informazione rischio respiratorio (SiO ₂) rischio acustico rischio strumenti vibranti rischio resine e solventi
1.5	formalizzazione divieto combustione residui modalità utilizzo resine
1.6	definizione delle operazioni eseguite da trasportatori
1.6	definizione della viabilità
1.6	definizione delle aree accessibili ai trasportatori

2.	STRUTTURE E SPAZI
2.1	stoccaggio paniere tale da consentire imbraco e trasporto sicuro
2.1	buca o impalcato per rifacimento forno
2.1	buca o impalcato per rifacimento siviere
2.1	accesso agli impalcati con scale a rampe
2.2	completa pavimentazione aree rifacimenti
2.2	percorribilità e possibile pulizia del pavimento
2.3	copertura di tutte le aree
2.3	tamponamento laterale delle aree rispetto agli altri reparti
2.4	sistemi specifici per controllo ricambi aria nell'area
2.5	reparto specifico per manutenzioni refrattarie
2.5	suddivisione ulteriore per demolizioni e rifacimenti
2.5	separazione aree delle specifiche manutenzioni
2.5	area rifacimento forno segregata rispetto al forno
2.5	area rifacimento siviere segregata rispetto al forno
2.5	area rifacimento paniere separata rispetto alla colata
2.6	non interferenza movimentazione con carroponete rispetto alle aree di lavoro
2.6	non interferenza movimentazioni con carrelli rispetto alle aree di lavoro
2.7	specifiche aree per il deposito dei materiali refrattari e delle attrezzature
2.7	specifico percorso per ingresso e uscita materiali
2.7	aree di lavoro intorno agli impianti che consentono sicura transitabilità e lavoro senza ingombri
2.9	illuminazione generale per le aree di rifacimento
2.9	presenza di lampade portatili per area siviere

3.	IMPIANTI E ATTREZZATURE
3.1	rifacimento forno e/o volta non eseguito da ditte esterne
3.1	rifacimento siviere non eseguito da ditte esterne
3.1	forno interamente estraibile
3.1	assenza materiali silicei (blocchi, pigiate e malte) nel forno
3.1	uso di prodotti non silicei come materiale di contenimento all'esterno dei pannelli in paniera
3.1	evitato l'uso di resine per il rifacimento paniere
3.1	completa eliminazione dell'amianto per uso tecnologico
3.1	completa eliminazione dell'amianto per protezioni e per mezzi personali
3.1	taglio di mattoni con aspirazione localizzata
3.2	impiego di macchina operatrice con martello per demolizione forno e siviere
3.2	impiego di macchina pestellatrice per rifacimento della pigiata siviere
3.2	ribaltamento paniere con struttura meccanizzata
3.2	trasporto della volta effettuato con carro
3.2	trasporto paniere effettuato con carro
3.2	trasporto del forno con un solo carroponete (evitando di disattivare i dispositivi anticollisione)
3.2	operazioni di rifacimento del forno effettuate da strutture fisse, senza impiego di ponteggi
3.2	operazioni di rifacimento siviere effettuate da strutture fisse, senza impiego di ponteggi
3.2	completa chiusura delle aperture intorno al forno effettuate con copertura specifica
3.4	idoneità scale interne ed esterne al forno
3.4	idoneità scale interne ed esterne alle siviere
3.4	idoneità protezioni seghe dei mattoni
3.6	aspiratori per saldature
3.6	strumenti vibranti con specifici sistemi per riduzione vibrazioni
3.6	sistemi per riduzione polverosità derivante da strumenti vibranti
3.6	sistemi per riduzione rumorosità derivante da strumenti vibranti
	<u>Rifacimento componenti colata in fossa</u>
1.1	<u>cabine automezzi adibiti al trasporto residui</u>
1.2	accesso sicuro e agevole alla fossa di colata
1.2	accesso sicuro alla fossa rifacimento colonne e imbuti
2.1	buca per rifacimento imbuti e colonnette
2.5	area rifacimento placche separata rispetto all'area di colata
2.6	area rifacimento imbuti e colonnette separata rispetto all'area di colata
3.1	non effettuata laccatura delle lingottiere
3.2	trasporto placche effettuato con carro
3.3	buca per rifacimento colonnette e imbuti protetta con struttura specifica

AREA COLATA

- colata continua

- colata in lingottiere

1.	PERSONALE
1.1	cabina colatore siviera
1.1	cabina controllo colata continua
1.1	cabina evacuazione (se non integrata nella cabina controllo)
1.1	cabina carroponte colata (una valutazione per ogni gru)
	Requisiti valutati: insonorizzazione climatizzazione protezione dalle polveri protezione da calore radiante protezione da radiazioni spazio (cabine a terra) visibilità comunicazione con operatori in altre cabine
1.1	locale confortevole e utilizzabile nel caso di pause codificate per i colatori
1.2	accesso alle gru con scale a rampe e pianerottoli
1.2	accesso agevole e sicuro alle cabine carriponte
1.2	accesso sicuro alle posizioni di manutenzione gru
1.2	accesso agevole e sicuro alla platea di colata con scale a rampe correttamente dimensionate
1.2	accesso agevole e sicuro alla posizione di lavoro del colatore siviera
1.2	accesso agevole e sicuro al piano di evacuazione
1.3	idonei mezzi di protezione abitualmente utilizzati: scarpe indumenti non infiammabili indumenti di protezione dal calore radiante guanti con maniche alte ghette (indossate sotto i pantaloni) casco con visiera per radiazioni UV protettori acustici
1.4 + 1.5	informazione/formalizzazione: operazioni di inizio colata interventi che prevedono l'accesso alla camera a spruzzi interventi sul piano di evacuazione disponibilità del gruista se la siviera è sospesa connessione tubazione gas inerte alla siviera procedura in casi di incidente condizioni che prevedono l'abbandono immediato della platea

2.	STRUTTURE E SPAZI
2.1	platea agevole per colata e ripristino
2.1	pavimentazione della platea inclinata in modo da evitare che il materiale fuso fuoriuscito si diriga verso le posizioni di lavoro
2.1	caratteristiche della piattaforma e delle scale (grigliati, ecc.) tali da rendere perfettamente transitabile l'area di lavoro e le varie salite
2.1	assenza di barriera posteriore alle posizioni di colata
2.1	scale agevoli da raggiungere come vie di fuga
2.1	transitabilità agevole della siviera appesa dal forno alla colata rispetto agli ostacoli laterali
2.1	transitabilità agevole della siviera appesa dal forno alla colata rispetto agli ostacoli verticali
2.2	nessun ristagno di olio sulla platea
2.2	nessun ristagno di acqua che fuoriesce dalla camera di raffreddamento
2.3	tamponamento laterale del platea
2.5	separazione della macchina rispetto al forno
2.6	segregazione dell'area di raccolta dell'acciaio in caso di fuoriuscita
2.6	segregazione dell'area di ribaltamento paniera
2.7	specifico percorso della siviera dal forno alla colata senza sovrastare posizioni di lavoro
2.7	specifico percorso della siviera dalla colata allo scarico scoria senza interessare posizioni di lavoro
2.7	evacuazione della paniera con percorso definito
2.7	evacuazione del semilavorato senza sovrastare aree di lavoro e aree di transito
2.7	platea mantenuta sgombra da depositi fissi o temporanei di materiali e attrezzature varie
2.7	scale e percorsi di sicurezza mantenuti sgombri per consentire evacuazione agevole in caso di pericolo
2.9	illuminazione della platea
2.9	illuminazione della camera di raffreddamento
2.9	illuminazione del piano di evacuazione e dei relativi accessi

3	IMPIANTI E ATTREZZATURE
3.1	assenza di colata in fossa
3.1	solo una macchina per ogni forno
3.1	colate abitualmente in sequenza
3.1	macchina di colata non connessa alle strutture
3.1	siviera appoggiata durante la colata
3.1	torretta girevole per cambio siviera
3.1	carro trasferitore siviera a scorrimento sospeso e senza binari nella zona operatori
3.1	specificata attrezzatura per il ribaltamento paniera
3.1	impiego di sistemi non radioattivi per i controlli
3.1	colate abitualmente con getto protetto
3.1	parcheggio della falsa billetta esterno al piano di evacuazione
3.1	completa eliminazione dell'amianto per uso tecnologico
3.1	completa eliminazione dell'amianto per protezioni e per mezzi personali
3.1	uso di prodotti non silicei come materiale di contenimento all'esterno dei pannelli in paniera
3.2	regolazione del cassetto siviera mediante pulsantiera
3.2	sistema pneumatico di movimento cassetto siviera con innesti specifici e identificabili
3.2	controllo automatico del livello in paniera
3.2	controllo automatico del livello in lingottiera
3.2	monitoraggio (pressione, portata, temperatura) per i circuiti di raffreddamento distinti per linea e posizione (raffreddamento primario in lingottiera e secondario)
3.3	inserimento automatico del deviatore flusso
3.3	estraibilità della lingottiera e manutenzione effettuata fuori linea
3.3	estraibilità dei gruppi di trascinamento e di spruzzaggio e manutenzione effettuata fuori linea
3.3	ripristino della falsa billetta effettuato in posizione specifica fuori dalla lingottiera
3.3	allarmi sonori e luminosi efficienti in caso di avaria ai sistemi di raffreddamento
3.3	siviera di emergenza di capacità tale da raccogliere tutto l'acciaio in caso di rotture o fuoriuscite
3.3	siviera sempre in posizione e sempre perfettamente asciutta
3.3	contenitore di emergenza sotto la paniera in grado di raccogliere l'acciaio in caso di fuoriuscite
3.3	uso eccezionale dell'ossigeno per apertura cassetto
3.3	arrotolettori per tubazioni di ossigeno
3.4	posizione colatore siviera protetta rispetto trascinamenti e proiezioni
3.4	posizioni colatori in lingottiera protette rispetto a trascinamenti e proiezioni
3.4	protezioni dei piedi dei colatori
3.5	interfono fra le posizioni dei colatori e la cabina
3.6	aspirazione dei fumi dalla paniera con coperchio
3.6	corretto controllo dei fumi dalle lingottiere
3.6	aspirazione dalla camera a spruzzi da attivare prima degli interventi di ripristino
3.6	struttura per la schermatura della platea dall'irraggiamento dei semilavorati
3.6	completa coibentazione della platea
	<u>ripristino siviera</u>
2.1	piattaforma specifica per interventi di ripristino
2.6	sfiammatura busetta in area segregata
3.2	attrezzatura meccanizzata per il cambio piastre
3.2	tubazioni ossigeno con arrotolettori e calza in acciaio
3.4	piattaforma protetta per interventi di ripristino
3.6	aspirazione sfiammatura

ACCIAIERIA ELETTRICA

CAPITOLO 4 IMPATTO E RISCHIO AMBIENTALE DEL COMPARTO

- 4.1 Fattori di impatto e di rischio ambientale**
- 4.2 Consumo delle risorse**
- 4.3 Matrici ambientali interessate dagli impatti**
- 4.4 Evidenze e orientamento della prevenzione**
- 4.5 Preparazione del rottame**
- 4.6 Emissioni in atmosfera da forno elettrico: caratteristiche, criticità, contenimento**
- 4.7 Valorizzazione rifiuti solidi**

4.1. Fattori di impatto e di rischio ambientale

Viene considerato l'insediamento siderurgico elettrico, cioè la produzione di acciaio mediante forno elettrico e la laminazione a caldo. Vengono escluse da questa trattazione le successive lavorazioni (laminazione a caldo, decapaggio e trattamenti superficiali, trattamenti termici, finiture e trafilature), in alcuni casi associate negli insediamenti della siderurgia elettrica, non classificate nel settore siderurgico e le lavorazioni (forgiatura, fonderie di seconda fusione) comprese in altri comparti produttivi. Per alcuni di questi comparti l'impatto e rischio ambientale è esaminato nel profilo di rischio "Metallurgia".

In Figura 4.1 si evidenziano i flussi entranti e uscenti da una tipica miniacciaiera elettrica, che associa il reparto di produzione dei semilavorati in acciaio e di laminazione a caldo. Nelle Tabella 4.1, Tabella 4.2 e Tabella 4.3 vengono indicati i fattori di emissione caratteristici del processo.

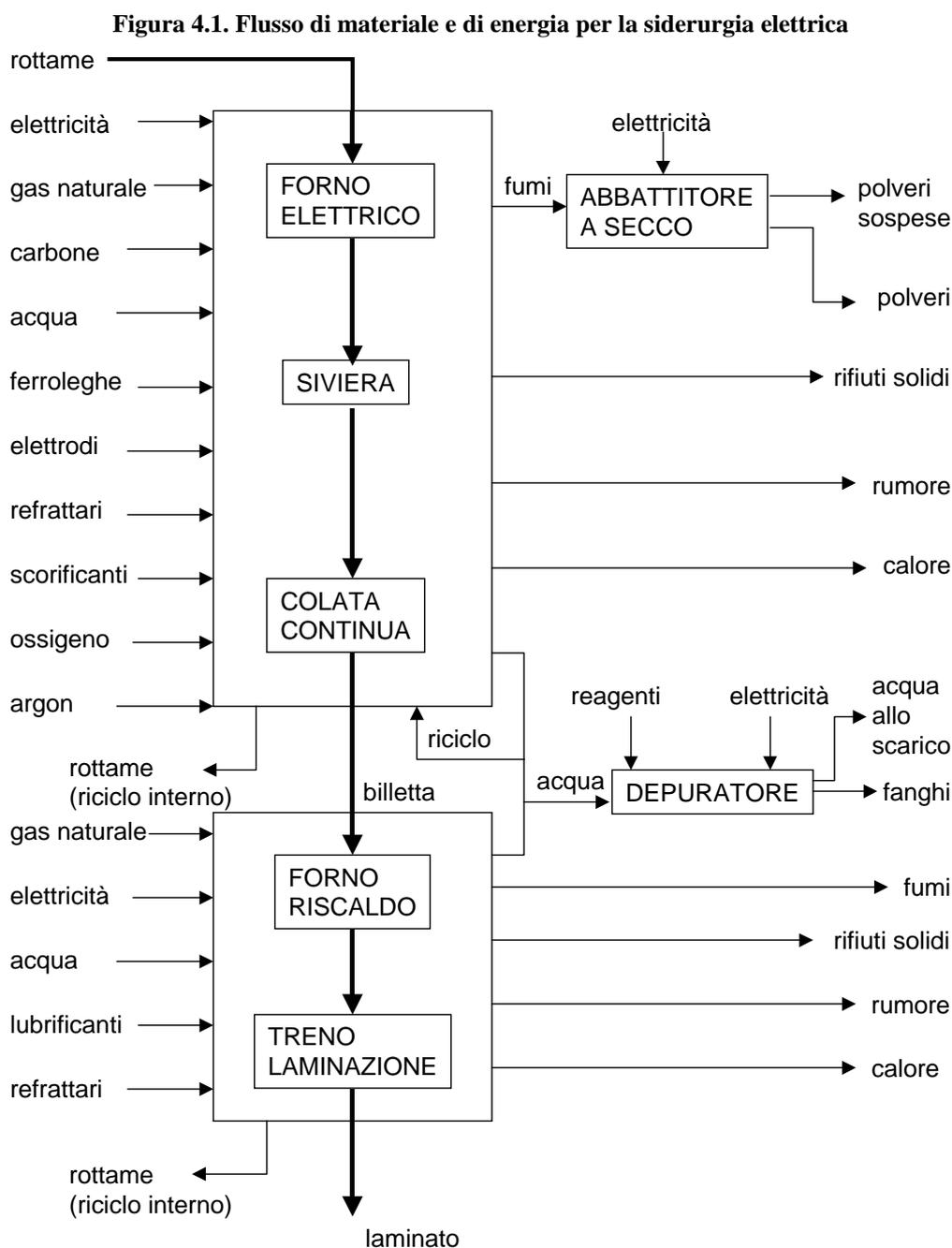


Tabella 4.1. Input e output dell'insediamento siderurgico elettrico: acciaieria

	Caratterizzazione	/ t acciaio liquido
rottame	carica forno elettrico	1080-1130 kg (1)
elettricità	fusione carica	300-400 kWh
	servizi acciaieria e c.c.	100 kWh
gas naturale	bruciatori forno elettrico	20-40 Nm ³
carbone	combustibile e ricarburante carica	10-30 kg
	servizi raffreddamento forno	
acqua (2)	servizi raffreddamento colata	4 m ³
	servizi ausiliari	
ferroleghe	affinazione colata	20-40 kg
	aggiunte in lingottiera	
elettrodi	forno elettrico	1.5-2.5 kg
	rivestimenti	
refrattari	massa da spruzzo	10-50 kg
	polveri di copertura	
calce, calcare	affinazione colata	30-80 kg
	decarburazione	
ossigeno	bruciatori forno elettrico	30-60 Nm ³
argon	degasaggio colata	30-80 kg
rottame (riciclo)	da colata continua	30 kg
fumi primari e secondari	da forno elettrico	9-20 kg
elettricità (3)	impianto captazione e abbattimento	50 kWh
polveri sospese	effluente impianto di abbattimento	1-5 mg/Nm ³
fumi (3)	recupero da abbattimento	9-20 kg
	scoria forno elettrico	100 kg
rifiuti solidi	demolizione refrattari forno	100 kg
	demolizione refrattari panieria	
riciclo acqua		
acqua alla depurazione		
reagenti		
elettricità (4)		

(1) in funzione della qualità del rottame

(2) i sistemi di raffreddamento sono a ciclo chiuso. Il consumo corrisponde alla quota di evaporazione, di dissipazione, di spurgo periodico (10% della quota in circolo)

(3) per il forno elettrico viene previsto un sistema di captazione e di depolverazione a secco per i fumi primari e secondari, con rendimento di abbattimento del 99.0-99.5% e quindi in grado di garantire tra 1 e 5 mg/Nm³ all'emissione.

(4) Per l'intero stabilimento è previsto un impianto centralizzato per il trattamento delle acque, con sedimentazione primaria, trattamento chimico-fisico di flocculazione, sedimentazione secondaria e riduzione del contenuto acquoso dei fanghi. Per le frazioni grossolane trascinate dall'acqua di raffreddamento (scaglie di laminazione, ecc.) sono normalmente previsti anche fasi di decantazione a piede d'impianto.

Tabella 4.2. Input e output dell'insediamento siderurgico elettrico: laminatoio (*)

caratterizzazione		/ t laminato totale insediamento
olio combustibile	riscaldamento billette	25 kg: 10000 t/anno
elettricità	laminazione	120 kWh
	servizi laminatoio	30 kWh } 60 milioni kWh
acqua (1)	raffreddamento gabbie	} 2 m ³ : prelievo 2500 m ³ /giorno
	servizi ausiliari	
lubrificanti	lubrificazione cilindri	1 kg
rottame (riciclo)	da laminazione	10 kg
oli e grassi (3)	affioramento depuratore	0.05 kg: 20 t grassi /anno
fanghi (3)	recupero da depuratore	8 kg: 3200 t/anno
elettricità (3)	servizi impianti depurazione	50 kWh
acqua allo scarico	effluente depuratore	qualità: tabella A/C
fumi	effluente forno di riscaldamento	800 t di SO ₂ (olio con S = 4%)
rifiuti solidi	scaglia pulizia forno	} 10 kg: 4000 t/anno (riciclo)
	scaglia laminazione	

(*) Sono presentati anche input e output di laminatoio a caldo perché in numerosi insediamenti della siderurgia elettrica sono previsti impianti comuni per acciaieria e laminatoio

- (0) nelle configurazioni attuali olio combustibile e gasolio sono stati integralmente sostituiti da gas naturale (30-40 Nm³/t laminato)
- (1) i sistemi di raffreddamento sono a ciclo chiuso. Il consumo corrisponde alla quota di evaporazione, di dissipazione, di spurgo periodico (10% della quota in circolo)
- (3) Per l'intero stabilimento è previsto un impianto centralizzato per il trattamento delle acque, con sedimentazione primaria, trattamento chimico-fisico di flocculazione, sedimentazione secondaria e riduzione del contenuto acquoso dei fanghi. Per le frazioni grossolane trascinate dall'acqua di raffreddamento (scaglie di laminazione, ecc.) sono normalmente previsti anche fasi di decantazione a piede d'impianto.

**Tabella 4.3. Siderurgia elettrica (acciaieria + laminatoio)
Consumo di risorse e fattori di generazione di rifiuti (riferiti a 1 t acciaio laminato a caldo)**

	input	output (fonte: APAT)	
Energia elettrica (kWh/t acciaio)	650-750		
Gas naturale (mc/ t acciaio)	50-80		
Carbone (kg/ t acciaio)	10-30		
Acqua (mc/ t acciaio)	4-6		
Scoria forno (kg/ t acciaio)		70-160	Rifiuto NP (non pericoloso)
Fumi (kg/ t acciaio)		15-22	Rifiuto P (pericoloso)
Scaglia laminazione (kg/ t acciaio)		16	Rifiuto NP
Fanghi (kg/ t acciaio)		2-3	Rifiuto NP
Refrattari (kg/ t acciaio)		17	Rifiuto NP + P

La scoria che deriva dalla rifusione del rottame è stata per anni utilizzata, senza troppe formalità, come sottofondo anche per gli stessi insediamenti siderurgici; viene considerata rifiuto non pericoloso (alcune criticità per il dilavamento di scorie che risultano dai processi di produzione di acciai speciali); negli ultimi anni sono stati avviati processi di valorizzazione della scoria per la preparazione di sottofondi e, in particolare, come materiale per gli strati di usura stradali.

Per quanto concerne i fumi derivanti dall'abbattimento delle emissioni dei forni di fusione, per la situazione italiana si può considerare superata la fase più critica, dal punto di vista ambientale, dovuta al loro conferimento. Nella situazione italiana è presente nell'attività metallurgica una capacità di rilavorazione e

valorizzazione, tramite riciclo di zinco e piombo, pari a circa il 50% dei fumi prodotti; il restante 50% è destinato a impianti metallurgici all'estero, oppure a conferimento in discariche controllate.

Figura 4.3. Scoria di acciaieria utilizzata come sottofondo
Figura 4.4. Cumuli di scoria in attesa di destinazione e/o valorizzazione



Figura 4.5. Precario accumulo di fumi di forno elettrico. **Figura 4.6. Significativo stoccaggio temporaneo di fumi**



4.2. Consumo di risorse

Input energetici

I consumi di combustibili solidi (carbone) competono principalmente alla siderurgia a ciclo integrale; negli ultimi anni il consumo di polverino di carbone, utilizzato nella fase di rifusione di rottame congiuntamente e in parziale sostituzione dell'energia elettrica, costituisce un quantitativo significativo.

Figura 4.7. Visibili emissioni derivanti da forno di riscaldamento alimentato a olio combustibile
Figura 4.8. Camini di forni di riscaldamento alimentati a gas naturale



Il gas trova impiego soprattutto per l'alimentazione dei forni di riscaldamento; i combustibili liquidi (olio combustibile, gasolio) sono stati totalmente sostituiti a partire dagli anni '80, in particolare per ottimizzare le problematiche riferite alla combustione e soprattutto per contenere le emissioni in atmosfera.

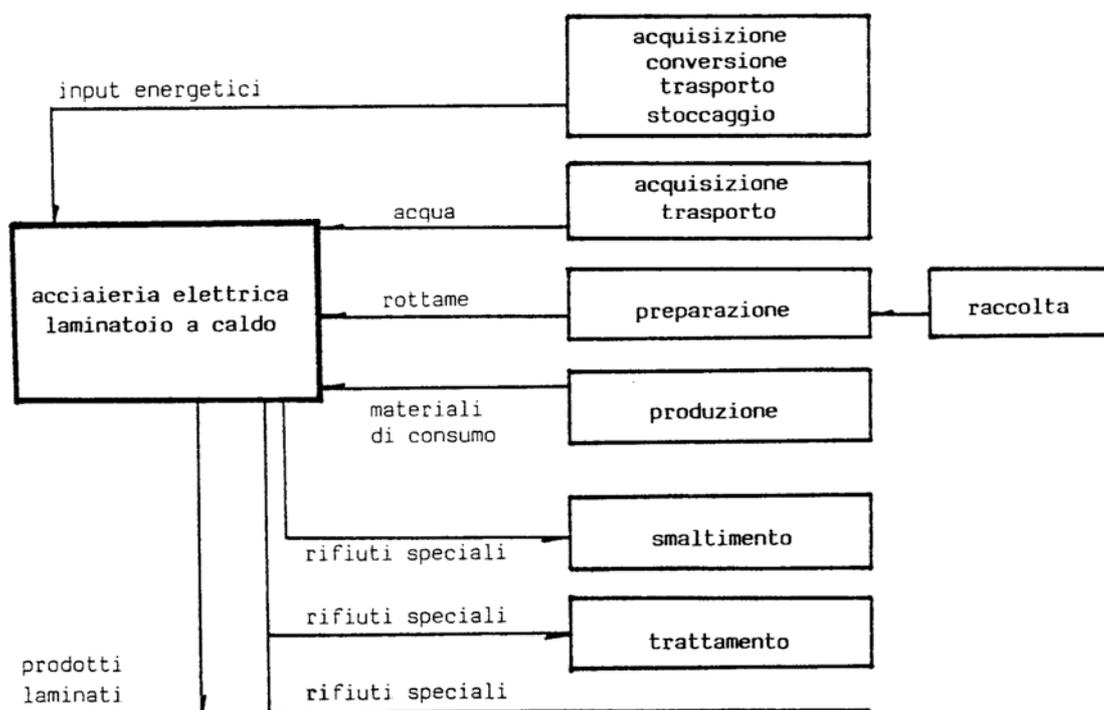
Volendo individuare correttamente le implicazioni del settore siderurgico elettrico in termini di *consumo di risorse* è necessario considerare, in questo bilancio, anche le lavorazioni che forniscono input energetici e di materiali e anche le attività che a valle devono essere previste per il trattamento degli effluenti: in altri termini viene individuato l'*indotto siderurgico*, cioè tutte le attività implicate durante il *ciclo di vita* dell'acciaio elettrico.

A questo proposito si può fare riferimento alla metodologia abitualmente utilizzata per effettuare l'analisi energetica dove si distinguono i consumi dei materiali, gli input energetici e l'energia per rendere disponibili tali input al consumo. In definitiva si conduce un esame di una "fabbrica allargata", trascurando il problema del trasporto, considerando sia i materiali in ingresso al settore siderurgico elettrico, sia i prodotti in uscita e i diversi effluenti (Figura 4.9).

La necessità di considerare anche gli effluenti dell'attività siderurgica è dettata dall'importanza del parametro ambientale e dalla necessità di contabilizzare tali costi contestualmente a quelli che vengono implicati direttamente dalla fabbrica.

Questo approccio consente di valorizzare in misura adeguata la valenza ambientale positiva introdotta dagli interventi di riciclo interno dei materiali e/o di trattamento degli effluenti in sostituzione del loro allontanamento all'esterno dell'attività siderurgica, che non significa risoluzione.

Figura 4.9. Schema di analisi energetica di processo applicata al settore delle acciaierie elettriche: individuazione delle attività coinvolte, degli input energetici, degli input di materiali di consumo, degli output dal processo



4.3 Matrici ambientali interessate dagli impatti

MATRICE	← sorgente di impatto
ARIA	← emissioni canalizzate ← emissioni diffuse materiale elaborato: <u>Verifica dei livelli di inquinamento atmosferico nell'ambiente circostante gli impianti siderurgici</u> <u>Criteri di valutazione di qualità dell'aria</u>
RUMORE	materiale elaborato: <u>Inquinamento acustico</u> <u>Inquadramento normativo</u>
ACQUA	← scarichi convogliati ← dilavamento superfici attività lavorativa (comprese ricadute aerodispersi) ← dilavamento rifiuti solidi
SUOLO	← rifiuti solidi ← ricadute aerodispersi ← scarichi non convogliati

4.3.1. Verifica dei livelli di inquinamento atmosferico nell'ambiente circostante gli impianti siderurgici

Considerata l'importanza quantitativa e qualitativa delle emissioni di un forno elettrico ad arco, si ritiene essenziale che debba essere disponibile un sistema di misura delle ricadute nell'intorno della sorgente.

A questo proposito si ritiene riportare sinteticamente quali problemi siano implicati dal monitoraggio e quali risultati possono essere ricavati dall'osservazione dei dati raccolti.

Protocollo di misura: l'esperienza delle ASS 3 e 4 e dell'ARPA Friuli Venezia Giulia

Conoscenze del territorio

Conoscenze di meteorologia

Facendo riferimento all'intervento sviluppato tra il 1992 e il 2004, vengono indicate le problematiche che si ritiene vadano affrontate per predisporre un protocollo di verifica, compatibile con le risorse disponibili.

- Individuazione dei parametri da rilevare all'esterno dell'attività produttiva per valutare le ricadute secondo criteri di tossicità e di specificità rispetto alla sorgente, tenuta presente la disponibilità di tecniche analitiche per i livelli di inquinamento attesi. Nell'esperienza di riferimento: metalli nelle polveri inalabili: zinco, ferro, manganese, piombo e cadmio. Attualmente, con l'evoluzione delle tecniche analitiche disponibili, si ritiene vadano considerate le ipotesi di determinare anche i metalli nelle PM10 e i microinquinanti organo-clorurati.
- Individuazione dei criteri di riferimento per la valutazione di accettabilità per parametri non normati. Nell'esperienza di riferimento sono stati scelti i valori guida WHO 1997 e poi 2000 per il manganese e il cadmio, i limiti di legge italiana per il piombo. Per ferro e zinco, considerata la limitata tossicità, i valori misurati sono utili ad individuare i contributi della sorgente specifica e le variazioni nel tempo delle emissioni in funzione dell'evoluzione impiantistica. Per il piombo va considerato anche il contributo del traffico veicolare e la progressiva eliminazione di tale elemento dai carburanti.
- Localizzazione dei punti di misura, tenute presenti le caratteristiche meteorologiche dell'area (venti prevalenti, intensità e direzione), la presenza di abitati e la disponibilità di supporti tecnici;
- Scelta del numero dei punti di misura, considerata l'onerosità delle misure in funzione delle risorse disponibili. Nell'esperienza di riferimento, dopo una mappatura con campagne brevi in punti dislocati tutto intorno alla sorgente, si è scelto di concentrare le misure in un unico punto, individuato come più critico, per direzione e distanza dalla sorgente tenuto conto dei venti prevalenti;

- Individuazione della durata delle campagne di misura: qualora le risorse disponibili non consentano il rilievo in continuo, si ritiene possibile individuare sulla base degli andamenti meteorologici e delle caratteristiche dei processi produttivi, periodi di misura più brevi, ma rappresentativi. In tal caso, particolare attenzione va dedicata alla scelta delle analisi statistiche e all'elaborazione dei dati. Nell'esperienza di riferimento, considerata la bassa numerosità dei campioni e le grandi differenze di varianza campionaria che non permettono l'utilizzo delle tecniche classiche parametriche sono stati utilizzati i test non parametrici di Kruskal-Wallis. Vanno inoltre effettuate l'analisi meteorologica dei periodi di misura nel contesto dell'andamento meteorologico annuale e l'analisi dei livelli produttivi durante il periodo di misura confrontati con la produzione media annuale (ivi comprese le caratteristiche della carica e dei ricicli al forno) al fine poter utilizzare i dati rilevati per valutazioni riferite a periodi più ampi del periodo di misura e per confrontare i dati con le serie storiche e con valori limite riferiti alle medie annuali. In tale contesto si ritiene essenziale la possibilità di effettuare campagne straordinarie di misura in occasione di significativi malfunzionamenti impiantistici o interventi programmati con possibili incrementi delle emissioni in atmosfera.
- Individuazione della durata del singolo campione in funzione del processo tecnologico e della sensibilità del metodo analitico e delle prescrizioni di norma. Nell'esperienza di riferimento, in presenza di tempi di ciclo inferiori ad un'ora, si è scelta una durata di campionamento di 24 ore.

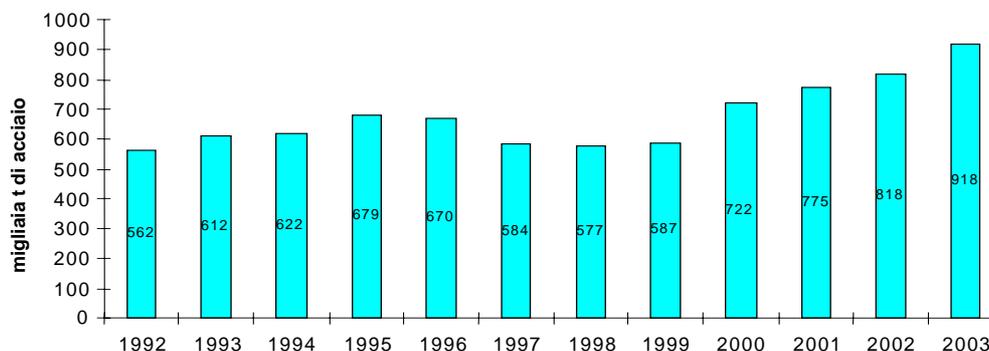
Calendario dell'evoluzione tecnologica, dei presidi introdotti

Calendario degli eventi incidentali

Rapporto fra quantità prodotte e indicatori di ricaduta

Sono stati congiuntamente considerati l'andamento produttivo, l'evoluzione delle caratteristiche della sorgente di emissione, cioè del forno ad arco elettrico (caratteristiche riportate in Figura 4.10) e i risultati delle misure di inquinamento atmosferico effettuate in una posizione, selezionata come quella più critica fra le postazioni attivate, sottovento, considerati i venti prevalenti, dall'ARPA Friuli Venezia Giulia Dipartimento di Udine e dalle ASS 3 e 4 tra il 1992 e il 2003.

Figura 4.10. Evoluzione delle caratteristiche della sorgente



Si riportano nelle successive tabelle i parametri ferro, manganese, zinco, piombo e cadmio nelle *polveri inalabili*, rilevati in un'area abitata collocata sottovento rispetto all'acciaieria, individuata come più critica in base alle campagne di rilevazione condotte negli anni:

- i valori medio, minimo e massimo delle campagne effettuate in ogni anno di rilevamento;
- i valori medio minimo e massimo delle campagne straordinarie effettuate nel 1995 e nel 1998 in occasione di malfunzionamenti (MF) dei sistemi di captazione e abbattimento del forno EAF. Particolarmente grave il malfunzionamento del 1995 (guasto nel raffreddamento del condotto di aspirazione dei fumi primari).

Tabella 4.4. Andamento del ferro nelle polveri inalabili, rilevate sottovento rispetto all'acciaiera

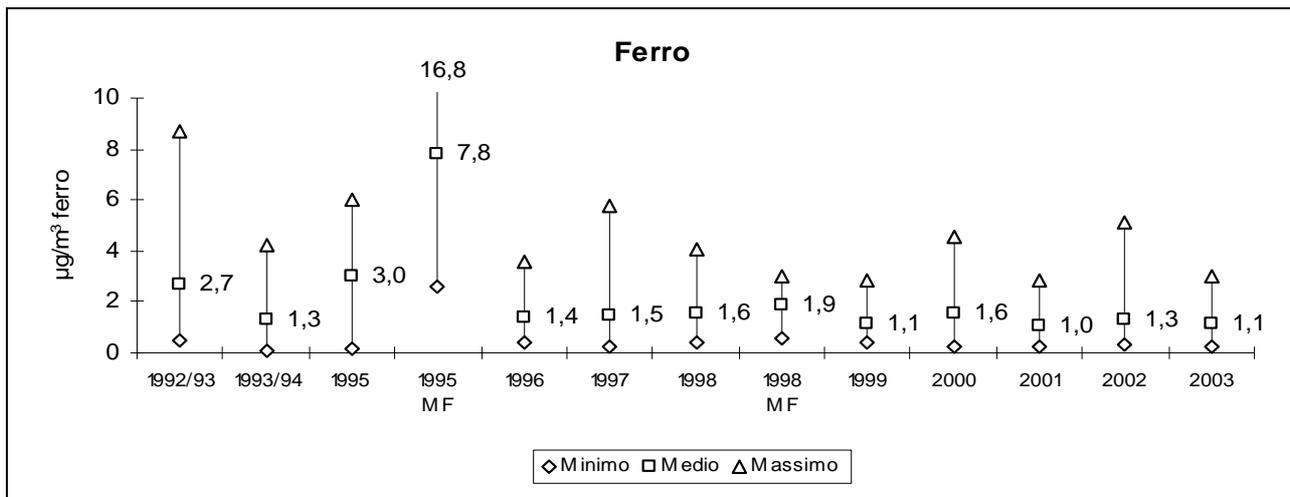


Tabella 4.5. Andamento del manganese nelle polveri inalabili, rilevate sottovento rispetto all'acciaiera

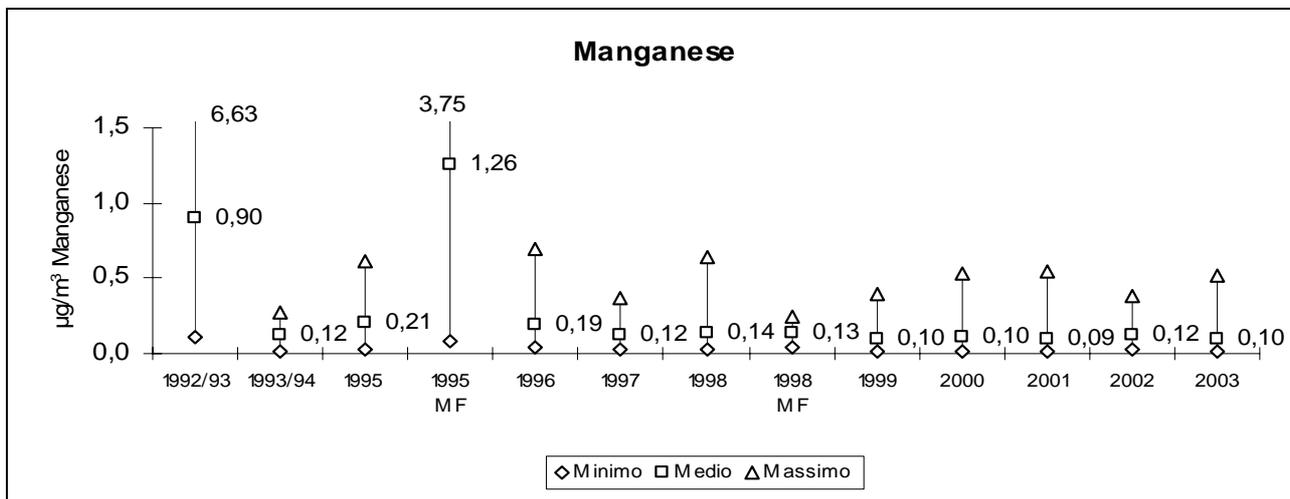


Tabella 4.6. Andamento dello zinco nelle polveri inalabili, rilevate sottovento rispetto all'acciaiera

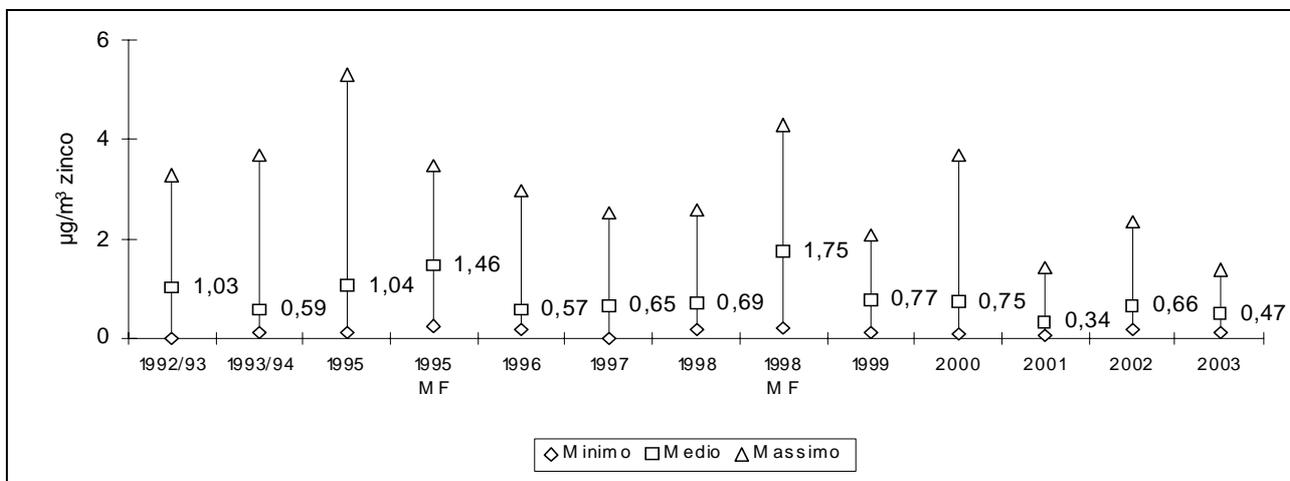


Tabella 4.7. Andamento del piombo nelle polveri inalabili, rilevate sottovento rispetto all'acciaiera

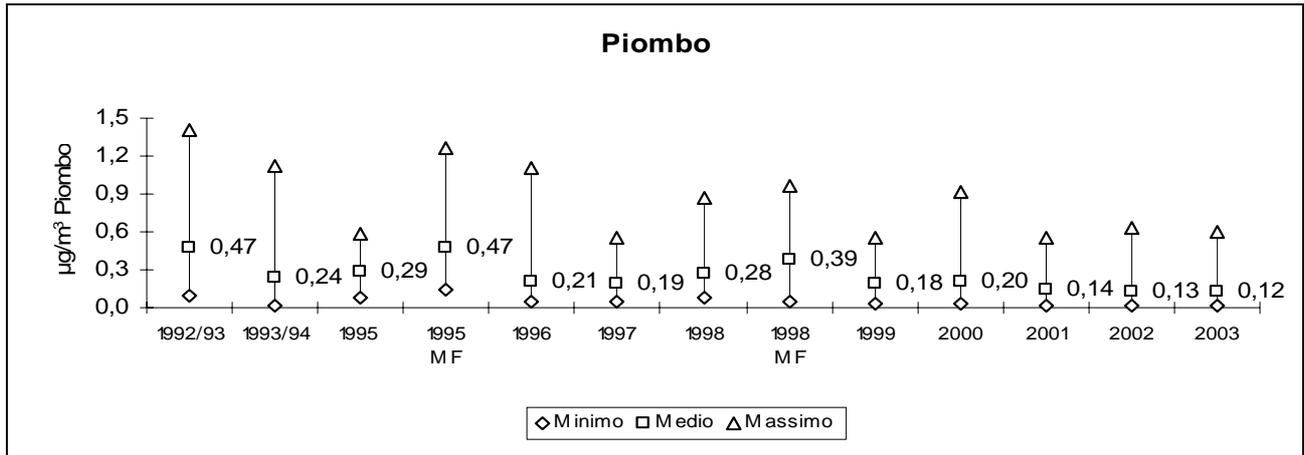
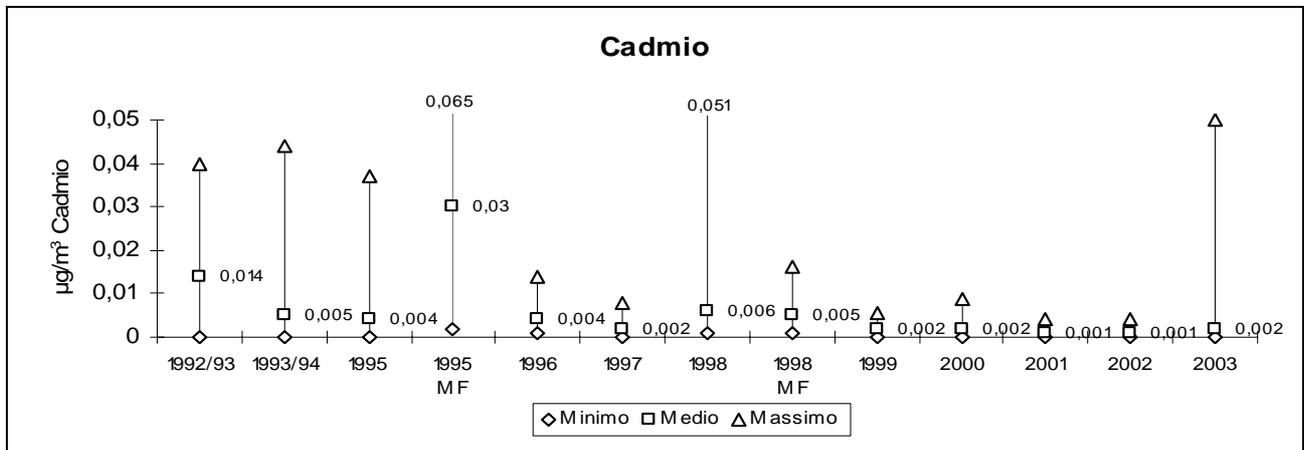


Tabella 4.8. Andamento del cadmio nelle polveri inalabili, rilevate sottovento rispetto all'acciaiera



4.3.2. Criteri di valutazione della qualità dell'aria

La Tabella riporta una sintesi dei criteri presi come riferimento per l'esposizione determinata dalle ricadute dell'attività industriale.

Tabella 4.9. Criteri di valutazione della qualità dell'aria

Contaminante	Valore Limite	Tipo di concentrazione limite
Ferro, Zinco		l'OMS non propone valori guida; i valori rilevati forniscono indicazioni in ordine alla provenienza delle polveri
Manganese	OMS 1987: 0,2 µg/m ³	“media annuale dei valori medi sulle 24 ore”; tale valore è di riferimento in quanto valori superiori sono riportati solo per zone vicine ad acciaierie, fonderie etc. - Rif. OMS -
	1 µg/m ³	“media annuale dei valori medi sulle 24 ore”; limite proposto dall'OMS nel 1987.
	OMS 2000: 0,15 µg/m³	“media annuale dei valori medi sulle 24 ore”; limite proposto dall'OMS nel 2000
Piombo	2 µg/m ³	“media annuale dei valori medi sulle 24 ore”; limite di accettabilità – D.P.C.M. 28/03/1983
	0,5 µg/m³	“media annuale” valore da conseguire entro il 01/01/2005 Direttiva 1999/30/CE del 22/04/99, recepita dal D.M. 60/2002 - coincide con il valore limite OMS. I valori esistenti non dovrebbero essere peggiorati.
Cadmio	OMS 1987: 0,01-0,02 µg/m ³	“media annuale dei valori medi sulle 24 ore”; limite proposto dall'OMS nel 1987 per zone industriali e urbane
	0,001-0,005 µg/m ³	“media annuale dei valori medi sulle 24 ore”; limite proposto dall'OMS nel 1987 per zone rurali. I valori esistenti non dovrebbero essere peggiorati
	OMS 2000: 0,005 µg/m³	“media annuale dei valori medi sulle 24 ore” limite proposto dall'OMS nel 2000 (non viene indicato un limite di sicurezza in relazione alla cancerogenicità accertata per l'uomo - gruppo 1 IARC)

4.3.3 Inquinamento acustico

Nel BAT Reference Document relativo alla produzione di ferro e acciaio vengono sinteticamente descritte le emissioni di rumore dell'acciaieria nel modo seguente:

“Nelle acciaierie a forno elettrico sono predominanti le seguenti sorgenti di rumore: reparto di fusione ivi incluso l'EAF, parco rottame, depolverazione delle emissioni primarie, depolverazione delle emissioni captate tramite cappa, impianti trattamento acqua.

I forni EAF convenzionali mostrano livelli medi (fusione e trattamento) di L_{wa} = 118-133 dB(A) per forni di capacità superiore a 10 t e L_{wa} = 108-115 dB(A) per forni di capacità inferiori. La potenza specifica del trasformatore determina i livelli di emissione del rumore ...”.

La nostra esperienza di misura nei luoghi di lavoro e all'esterno dell'acciaieria conferma l'importanza relativa di queste sorgenti (a eccezione degli impianti di trattamento acque dislocati in area interna alla zona industriale e lontana dagli stabilimenti). Per quanto riguarda l'ambiente esterno, va considerata attentamente la dislocazione degli abitati, anche sparsi, più prossimi alle singole sorgenti e la viabilità di accesso.

Significativo può essere anche il contributo delle variabili meteorologiche, in particolare il vento. Nella nostra esperienza, nelle posizioni non influenzate dal traffico veicolare, è sistematico il riscontro di livelli più alti nel periodo notturno, quando considerata la direzione del vento prevalente, gli abitati si trovano sottovento all'acciaieria.

4.3.4. Inquinamento acustico: inquadramento normativo

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 1° marzo 1991. Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno

Questa norma è in via di abrogazione in quanto con l'emanazione della legge quadro sull'inquinamento acustico e dei decreti di attuazione, di seguito riportati, sono stati rivisti i limiti di accettabilità. Allo stato attuale sono mantenuti validi solo i limiti del D.P.C.M. 1° marzo 1991 per l'ambiente esterno.

Per la normativa ambientale in campo acustico, questo DPCM è stato il provvedimento che per primo identifica dei limiti acustici che non devono essere superati nei due periodi in cui è suddivisa la giornata: diurno (06.00 - 22.00) e notturno (20.00 - 06.00).

Nell'articolo 6, comma 1, sono fissati i limiti di accettabilità relativamente alle quattro zone di destinazione d'uso del territorio in cui viene suddiviso il territorio.

Tabella 4.10. Limiti di accettabilità acustici

ZONIZZAZIONE	Limite diurno dB (A)	Limite notturno dB (A)
Tutto il territorio nazionale (zone agricole o diverse dalle zone A, B ed esclusivamente industriale)	70	60
Zona "A" come dal D.M. 1444/68 (centri storici)	65	55
Zona "B" come dal D.M. 1444/68 (aree residenziali)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Legge quadro sull'inquinamento acustico n° 447 del 26 ottobre 1995

E' la norma di riferimento in cui vengono stabilite le competenze che spettano ai vari organi istituzionali quali Stato, Regioni, Province e Comuni. Inoltre identifica in modo specifico (art. 2) le sorgenti di rumore fisse, nelle quali inserisce anche le infrastrutture stradali, ferroviarie ed aeroportuali. La legge prevede che le Regioni stabiliscano i criteri per la classificazione acustica del territorio, che saranno adottati dai Comuni.

Conseguenza della classificazione è l'adozione dei piani di risanamento per quelle aree che, inserite in una classe specifica, evidenzino livelli di rumore superiori ai limiti di accettabilità specifici dell'area omogenea.

All'articolo 8 viene prevista la predisposizione di una documentazione di impatto acustico relativa alla realizzazione, alla modifica o al potenziamento di un complesso di opere produttive (art.8, comma 4).

Attualmente sono in fase di pubblicazioni una serie di normative tecniche di applicazione della legge 447 relative a problematiche ambientali specifiche; in attesa che trovi adempimento la zonizzazione del territorio valgono ancora i limiti fissati all'articolo 6 del D.P.C.M. 1/3/1991.

Tabella 4.11. Classificazione del territorio comunale

Classe I – aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
Classe II – aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.
Classe III – aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
Classe IV – aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciale e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.
Classe V – aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
Classe VI – aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 novembre 1997. Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore

Il decreto viene promulgato per armonizzare le normative nazionali con quelle europee. Ripropone i limiti di accettabilità, riportati nella tabella 1 allegata al D.P.C.M. 1° marzo 1991 opportunamente ripartiti su più classi di destinazione d'uso del territorio e rinominati "valori limite assoluti di immissione".

I livelli di rumore ambientale immessi nell'ambiente esterno da tutte le sorgenti che provocano un impatto acustico significativo, concorrono alla verifica del superamento o meno del limite assoluto di rumore.

All'interno delle fasce di rispetto delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, aeroportuali e nelle aree all'interno delle quali avvengono gare motoristiche, non si applicano i limiti di cui alla tabella C.

Per tutte le altre aree diverse dalle precedenti, relativamente alle singole sorgenti, devono essere rispettati i limiti di emissione; mentre nel loro insieme tutte le sorgenti diverse da quelle dei trasporti, devono rispettare i limiti assoluti di immissione relativi alle aree di destinazione d'uso del proprio territorio.

Tabella 4.12. Valori limite assoluti di immissione: Livello equivalente espresso in dB(A)

<i>Classi di destinazione d'uso del territorio</i>	<i>Tempi di riferimento</i>	
	<i>diurno (06.00-22.00)</i>	<i>notturno (22.00-06.00)</i>
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Decreto del Ministero dell'Ambiente del 16 marzo 1998. Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico

Il decreto stabilisce le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento da rumore in attuazione della Legge Quadro n. 447/95. In esso sono fissati i requisiti tecnici che devono possedere i sistemi di misura mentre gli allegati riportano sia le definizioni delle grandezze e degli indici usati per descrivere il rumore ambientale sia le norme tecniche necessarie per l'esecuzione delle misure.

4.3.5. L'esperienza delle ASS 3 e 4 e dell'ARPA Friuli Venezia Giulia

Facendo riferimento all'intervento sviluppato tra il 1992 e il 2004, vengono riportati sinteticamente i metodi di indagine adottati e i risultati ottenuti.

Metodi di indagine

Al fine di caratterizzare acusticamente il territorio circostante la zona industriale in cui è situata l'acciaieria nel corso degli anni sono state effettuate misure di rumore all'esterno dei abitazioni civili ritenute rappresentative delle diverse aree abitate. Il parametro descrittore scelto in accordo con quanto previsto dalla normativa è il livello equivalente (in dB(A)) grandezza rappresentativa del livello energetico medio, determinato da eventi sonori di intensità diversa verificatisi nell'intervallo di misura. Accanto al livello equivalente si sono misurati i livelli statistici percentili Ln, i quali indicano il livello che è stato presente, o superato, per un intervallo di tempo pari a n % del tempo di misura considerato, in particolare sono stati analizzati gli L10 quale grandezza rappresentativa dei livelli di rumore e di picco, gli L90 rappresentativi dei livelli di rumore di fondo, gli L1 che descrivono rumori sporadici di elevata intensità. Le misure sono state effettuate in continuo, per gli interi intervalli orari notturno 22-6 e diurno 06-22. Si sono considerate valide solo le misure eseguite in condizioni meteorologiche normali e in assenza di precipitazioni atmosferiche.

Le misure sono state riefettuate più volte nell'arco degli anni in relazione a interventi tecnologici potenzialmente significativi, in particolare la progressiva implementazione della segregazione dell'area forno e l'inserimento di un trasformatore più potente.

Sono inoltre disponibili misure di rumore effettuate all'interno dell'acciaiera, in particolare sul plancher forno e riferite a diversi momenti dell'evoluzione tecnologica degli impianti.

Risultati

Per descrivere la sorgente principale (EAF) si riportano sinteticamente i livelli equivalenti di rumore misurati all'interno dell'acciaiera sul plancher forno, durante cicli "tap to tap", con affinazione compresa nel ciclo, e con affinazione non compresa nel ciclo, in quanto effettuata nel forno di affinazione.

Tabella 4.13. Livelli equivalenti e distribuzione statistica durante ciclo di lavorazione di FEA

Fase ciclo	L1 dB(A)	L10 dB(A)	L50 dB(A)	L90 dB(A)	L99 dB(A)	Leq dB(A)	acciaio prodotto
"Tap to tap": fusione + affinazione	111	107	96	85	83	101,9	Fe 37
	110	105	93	85	83	100,9	Fe 40
"Tap to tap": solo fusione	114	107	99	81	78	102,3	Fe 41 B
	117	110	100	83	79	105,1	Fe41 B

Per descrivere sinteticamente i risultati delle misure di rumore effettuate tra il 1993 e il 2004 all'esterno di abitazioni in posizioni rappresentative dei nuclei abitati più prossimi all'acciaiera di seguito si riportano:

- tipico tracciato, rappresentativo dell'andamento del livello equivalente in una delle posizioni di misura in periodo diurno con acciaiera a regime;
- sintesi dei rilievi 2002 e dei precedenti rilievi effettuati in posizioni corrispondenti o confrontabili negli anni 1993 e 1996;
- valutazioni sintetiche relative al rispetto nel 2002 dei limiti vigenti nei periodi diurno e notturno su tutto il territorio nazionale e di quelli previsti per aree di intensa attività umana (classe IV) e per aree miste (classe III).

Figura 4.11. Tracciato tipico dei livelli di rumore misurati all'esterno di un'abitazione con acciaiera a regime

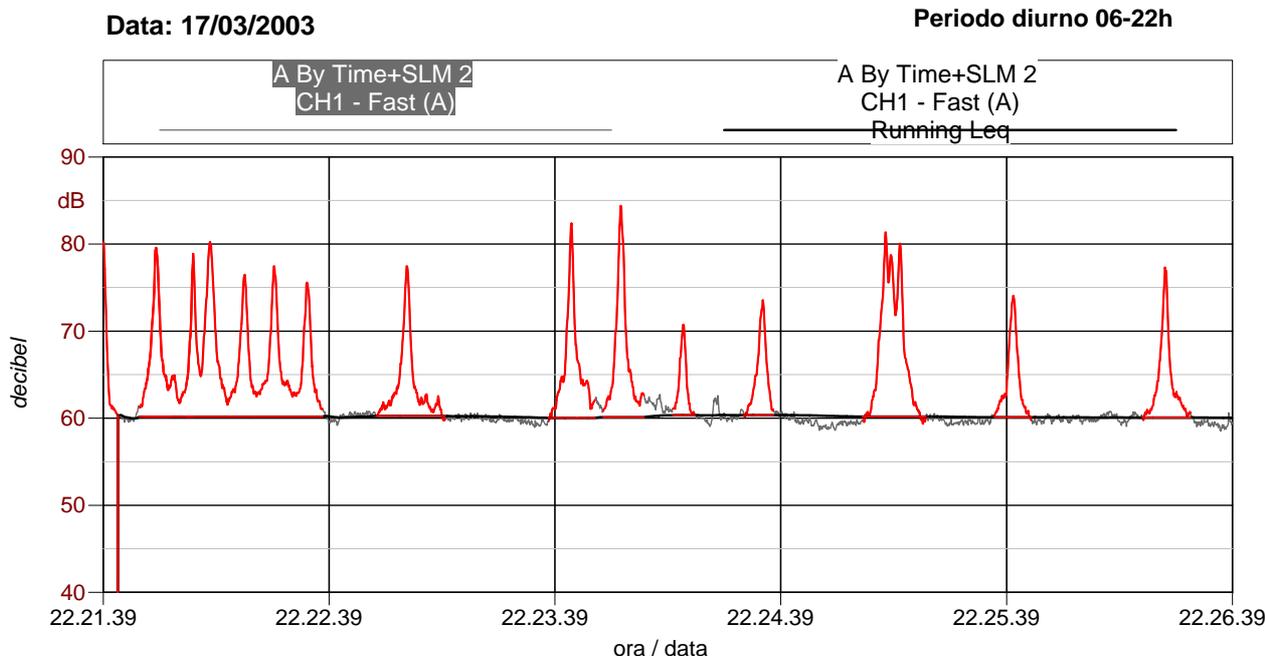


Tabella 4.14. Sintesi dei rilievi 2002 e dei precedenti rilievi effettuati in posizioni corrispondenti o confrontabili negli anni 1993 e 1996

Abitato a Sud Zona Industriale, su strada statale con importante traffico pesante.
Posizione di misura: esterno abitazione 1

Periodo di misura	1996			2002			Differenza Leq dB(A)
	acciaieria						
	a regime	ferma		a regime	ferma		
	Leq dB(A)						
Diurno	56,0 - 58,0	/		56,5 - 60,0	57,0 - 59,0		+0,5 +2,0
notturno	56,0 - 58,0	/		57,5 - 59,0	53,0		+1,5 +1,0

Differenza di rumore notturno con acciaieria a regime e ferma	dB(A)	+4,5	+6,0
---	-------	------	------

Abitato a Sud Est Zona Industriale (sorgente traffico non rilevante).
Posizione di misura: esterno abitazione 2

Periodo di misura	1996			2002			Differenza Leq dB(A)
	acciaieria						
	a regime	ferma		a regime	ferma		
	Leq dB(A)						
diurno	54,0 - 60,0	/		55,5 - 59,0	46,5 - 50,0		+1,5 -1,0
notturno	59,0 - 60,0	/		60,5 - 61,0	49,0 - 49,5		+1,5 +1,0

Differenza di rumore notturno con acciaieria a regime e ferma	dB(A)	+11,5
---	-------	-------

Abitato a Ovest Zona Industriale su strada statale con importante traffico pesante.
Posizioni di misura: esterno abitazione 3

Periodo di misura	1993			2002			Differenza Leq dB(A)
	acciaieria						
	a regime	ferma		a regime	ferma		
	Leq dB(A)						
Diurno	65,5 - 68,0	/		71,0 - 73,0	/		+5,5 +5,0
Notturmo	62,5 - 63,5	/		69,5 - 71,0	/		+7,0 +7,5

Tabella 4.15. Valutazioni sul rispetto dei valori limite per il rumore in ambiente esterno nel 2002

	Limiti vigenti in dB(A)*		Limiti previsti in dB(A)**			
			aree di intensa attività umana (IV)		aree di tipo misto (III)	
	diurno 70	notturno 60	diurno 65	notturno 55	diurno 60	notturno 50
Abitato a Sud su s.s. 463						
<i>Abitazione 1</i>	si	si	si	no	si	no
Abitato a Sud Est						
<i>Abitazione 2</i>	si	no	si	no	si	No
Abitato a Ovest su s.s. 463						
<i>Abitazione 3</i>	no	no	no	no	no	no

* D.P.C.M. 1 marzo 1991 (vigente in quanto i comuni interessati non hanno effettuato la zonizzazione acustica del territorio)

** D.P.C.M. 14 marzo 1997 - limiti assoluti di immissione per classi del territorio comunale - legge 447/95, secondo ipotesi plausibili di zonizzazione acustica.

I dati riportati evidenziano l'importanza dell'inquinamento acustico determinato dall'acciaieria negli abitati circostanti e permettono alcune sintetiche valutazioni:

i livelli di rumore misurati nel 2002 evidenziano "incrementi notturni" di 1-1,5 dB(A) nelle aree a Sud e Sud-Est della Zona Industriale rispetto al 1996 e di 7-7,5 dB(A) nell'area a Ovest della Zona Industriale di fronte all'Acciaieria rispetto al 1993;

i livelli di rumore notturni misurati nel luglio 2002 ad acciaieria in funzione e nell'agosto 2002 a impianti fermi evidenziano "contributi attribuibili all'acciaieria" di 11,5 dB(A) nell'abitato rappresentato dall'abitazione 2, di 4,5-6,0 dB(A) nell'abitato rappresentato dall'abitazione 1 collocato a Sud della Zona Industriale sulla strada statale;

nel 2002 si evidenzia che nel periodo notturno non sono rispettati i limiti attualmente vigenti su tutto il territorio nazionale negli abitati rappresentati dalle abitazioni 1 e 3.

in tutte le posizioni di misura si evidenzia nel periodo notturno il superamento dei limiti assoluti di immissione previsti dal D.P.C.M. 14 marzo 1997 per la classe IV di cui alla Legge n. 447/95.

4.4. Evidenze e orientamento della prevenzione

Nella successiva tabella vengono sottolineati gli interventi di prevenzione che esplicano la loro efficacia in termini significativi per la riduzione quantitativa dell'impatto e fra questi interventi vengono privilegiati quelli che comportano molteplici risultati congiunti.

Tabella 4.16. Sintesi degli aspetti ritenuti più significativi

EVIDENZE DELLA PREVENZIONE	RISULTATI CONSEGUIBILI
<u>Preparazione e pulizia rottame</u>	→ Riduzione emissioni in atmosfera (composti organici) → Riduzione consumi in fusione → Riduzione rischi infortunistici (da esplosioni, ecc.)
<u>Sostituzione energia elettrica con combustibili</u> (combustibili fossili in forno elettrico) (combustibili fossili per preriscaldamento)	→ Riduzione consumi di energia primaria
<u>Riciclo acque di raffreddamento</u> (sistemi diretti: acqua a contatto del prodotto) (sistemi indiretti)	→ Riduzione consumo di acqua
<u>Riciclo in forno refrattari da forno e da paniera</u>	→ Riduzione materiali di consumo → Riduzione rifiuti solidi
<u>Segregazione impianto fusorio</u>	→ Riduzione emissioni diffuse in atmosfera → Contenimento rumorosità
(*)	→ (riduzione esposizioni indebite in ambiente di lavoro)
<u>Riciclo scorie forno per pavimentazione</u>	→ Valorizzazione rifiuti solidi
(*) risultato significativo che coinvolge l'ambiente di lavoro	

4.5. Preparazione e pulizia rottame

L'interesse del produttore di acciaio per un rottame selezionato e di idonea pezzatura è giustificato in maniera evidente attraverso vantaggi apprezzabili nelle successive fasi di lavorazione, sia per quanto riguarda l'ambiente di lavoro che l'impatto esterno della lavorazione di fusione:

- l'utilizzo di rottame meno inquinato da elementi non metallici e da ossidi semplifica l'elaborazione dell'acciaio, permette una minore aggiunta di calce e fondenti, riduce i problemi di natura metallurgica;
- lo sviluppo di un minore quantitativo di polveri e di scoria, tramite un processo di fusione condotto con materia prima più pulita, comporta la riduzione dell'energia, un incremento della resa metallica e una riduzione del costo di conferimento e di smaltimento dei rifiuti prodotti;
- un'idonea pezzatura (rapporto tra volume e superficie) migliora lo scambio termico della carica, aumenta l'efficienza del processo e riduce la rumorosità del forno (maggiore stabilità dell'arco elettrico in assenza di blocchi compatti), nonché rende più veloci le operazioni di carica, eliminando inconvenienti (per esempio *cesta alta*) e riducendo le emissioni.

La frazione leggera, voluminosa ed eterogenea, denominata *fluff*, costituita dal residuo non metallico contenente plastiche, imbottiture, gomma, vetro, tessuti, vernici e adesivi, materiali isolanti e guarnizioni, che risulta dalla separazione (si vedano capitoli precedenti), costituisce un onere economico in quanto da smaltire come rifiuto in discariche autorizzate.

Allo stato attuale sussistono restrizioni sulla possibilità di smaltimento, generate essenzialmente dall'attuale incertezza sulla classificazione (regimi con *fluff* assimilato a rifiuti solidi urbani, a rifiuto speciale e/o tossico), che penalizzano il processo di frantumazione, in ultima analisi l'attività di recupero e riciclo dei materiali metallici.

Le attività dell'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici) hanno riguardato sia il supporto al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio nei lavori per la predisposizione e il recepimento della direttiva 2000/53/CE, riferita ai rottami derivanti dall'automobile, sia la caratterizzazione

del fluff di frantumazione dei veicoli, tramite un primo studio sulla caratterizzazione chimico fisica a supporto del recepimento della Direttiva 1999/31/CE in materia di discariche e della Direttiva 2000/53/CE relativa ai veicoli fuori uso.

La fase iniziale dello studio si è conclusa definendo una prima caratterizzazione del fluff, con particolare riguardo al contenuto di PCB e di metalli pesanti.

Al fine di acquisire nuovi elementi conoscitivi di supporto alla classificazione del fluff, ai sensi della Direttiva 2000/532/CE che istituisce il nuovo Elenco dei Rifiuti, e all'individuazione di forme di trattamento e recupero alternative alla discarica, l'APAT ha programmato una nuova campagna di analisi presso impianti di frantumazione localizzati in diverse aree del Paese, con l'obiettivo di caratterizzare il fluff ai fini di un suo recupero energetico anche attraverso prove di combustione in un impianto di incenerimento.

Figura 4.12. Cumulo rottame automobilistico. Figura 4.13. Stoccaggio pacchi auto e impianto di frantumazione



Figura 4.14 Cumulo di fluff (frazione leggera derivante dalla separazione). Figura 4.15. Dilavamento del fluff



4.5.1. Inquinanti organici persistenti (POPs) derivanti dal trattamento del rottame

Una caratterizzazione compiuta dall'Arpa di Brescia (*Relazione tecnica*, 27 novembre 2003) su rottame destinato al mulino di frantumazione certifica una tale quantità di sostanze tossiche in esso contenute da classificarlo in gran parte rifiuto pericoloso: "i rottami ... risultano rifiuti intrisi di oli, carcasse di fusti di olio non bonificati, e condensatori di ogni genere con contenuto di PCB 200.000 volte superiore al limite, nonché rifiuti pericolosi di varia origine i quali alla frantumazione hanno generato in un anno 60.500 t di fluff, pari al 32% a fronte di una frantumazione di 184.530 t.

La frazione *fluff*, in uscita dai mulini di frantumazione può avere caratteristiche di rifiuto pericoloso, in particolare per l'eccessiva presenza di PCB, come attestano le caratterizzazioni del *fluff* di alcune discariche. Collocare in discarica un simile rifiuto appare problematico, per la persistenza e la bioaccumulabilità dei PCB. Anche le polveri di abbattimento dei fumi che derivano dalla fusione risultano più contaminate se il rottame in ingresso è più "sporco".

Riservando al successivo paragrafo quanto concerne le emissioni in atmosfera, gli effetti dello sporcamento della frazione ferrosa caricata e fusa in forno possono essere valutati tramite la misura delle ricadute al suolo, in particolare di microinquinanti organici (PCB e diossine) e di metalli pesanti.

All'interno del perimetro di queste aziende si sono ritrovati i suoli contaminati da PCB e diossine con un'ampia oscillazione dei valori:

da 7 ng/kg a un massimo di 120 ng/kg per le diossine (valore limite 10 ng/kg);

da 339 a 2.180 µg/kg per i PCB (valore limite 1 µg/kg).

Nelle polveri del deposito rottami di un'acciaieria sono stati trovati PCB fino a 1.670 µg/kg, nella zona forno fusorio fino a 5.900 µg/kg.

Oltre ai microinquinanti organici va segnalata una contaminazione da metalli pesanti:

cadmio fino a 198 mg/kg (valore limite 2 mg/kg);

piombo fino a 15.100 mg/kg (valore limite 100 mg/kg);

zinco fino a 72.851 mg/kg (valore limite 150 mg/kg);

cromo totale fino a 985 mg/kg (valore limite 150 mg/kg);

cromoVI fino a 1.121 mg/kg (valore limite 1,2 mg/kg).

Sembra plausibile, con questi valori, che si tratti di fumi di abbattimento, dispersi al suolo in modo improprio.

La contaminazione di PCB dei terreni esterni e della vegetazione è riscontrabile in misura significativa dove funzionano mulini di frantumazione, nel caso di scarico del dilavamento in corpo idrico e nelle situazioni di collocazione in discarica:

fino a 3.700 µg/kg, riferita ai suoli e ai vegetali;

PCB nell'ordine di 16 µg/l nei corpi idrici che ricevono scarico (dilavamento) dall'attività di deposito del frantumato, con accumulo nei sedimenti del corpo idrico fino a 18.000 µg/kg.

Questi dati sono presentati nella Tabella 4.17 per quanto concerne le emissioni canalizzate in atmosfera dei mulini di frantumazione e nella Tabella 4.18, inserita nel successivo paragrafo, per le emissioni canalizzate in atmosfera da forno elettrico. Vengono riportati i limiti recentemente indicati dall'Unione Europea, con l'IPPC Experts Group, per le centrali produttrici di energia con potenza termica superiore a 50 MW termici, alimentate da combustibili solidi (carbone, rifiuti, biomasse...), limiti che possono essere considerati come riferimenti anche per il settore siderurgico elettrico, come indica l'ARPA di Brescia: *"... si ritiene, anche alla luce della letteratura tecnica di settore, che la revisione dei limiti prenda in considerazione di applicare limiti di emissione per i POPs (Persistent Organic Pollutants) nello specifico PCDD, PCDF, PCB, IPA, nonché i metalli quali piombo, zinco, mercurio, cromo totale ed esavalente"*.

Nei mulini il problema più rilevante e in dimensioni preoccupanti sono le emissioni di PCB, evidentemente presenti in eccessive quantità nel rottame in ingresso.

Tabella 4.17. Concentrazioni di diossine, PCB ed esaclorobenzene nelle emissioni canalizzate dai mulini di frantumazione (car shredder)

Sostanze	Intervallo	Limiti indicati dall'UE
Diossine (ng Teq/Nm ³)	0,012 – 0,025	0,1
PCB (ng/Nm ³)	1724-3720	50
Esaclorobenzene (ng/Nm ³)	18,3-82	

4.6. Contenimento delle emissioni atmosferiche del forno elettrico

Caratteristiche della sorgente

Il forno ad arco elettrico (EAF) è il principale protagonista dell'inquinamento aerodisperso di questo comparto produttivo, sia per quanto concerne il contributo di particelle solide, polveri e *fumi* derivanti da condensazione di ossidi e vapori di metalli, sia per la frazione costituita da inquinanti inorganici e organici allo stato gassoso. Questa condizione risulta evidente considerando la materia prima trattata, rottame di derivazione industriale variamente ossidato e con la possibile presenza di lubrificanti, e, in quota sempre più rilevante, recuperato del settore di post-consumo e quindi con frazioni non ferrose.

Le emissioni di SO₂ dipendono dalla qualità del carbone utilizzato, ma non sono rilevanti. Le emissioni di NO_x non necessitano di particolare considerazione. Un'attenzione rilevante, accanto alle polveri contenenti metalli, è stata dedicata negli ultimi anni agli inquinanti organici: composti organoclorurati, come clorobenzene, PCB e PCDD/F sono, infatti, stati ritrovati nelle emissioni in concentrazioni misurabili.

Come si nota vi sono emissioni di diossine e PCB dai forni, come composti prodotti derivanti dalla combustione di rottame contaminato da vernici, plastiche, oli, ma dove non può essere esclusa presenza di PCB introdotto con particolari tipologie di rottame.

Tabella 4.18. Concentrazioni di diossine, PCB ed esaclorobenzene nelle emissioni canalizzate da forno elettrico

Sostanze	Intervallo di confidenza della media al 95%		Media	Limiti indicati dall'UE
	Limite inf	Limite sup		
Diossine (ng Teq/Nm ³)	0,10	0,93	0,52	0,1
PCB (ng/Nm ³)	5	1151	578	50
Esaclorobenzene (ng/Nm ³)	27	126	76,4	

Le problematiche di captazione e di abbattimento delle emissioni del forno elettrico sono trattate con un relativo approfondimento, in quanto la prevenzione dell'impatto esterno si coniuga con la prevenzione dei rischi dovuti ad aerodispersi nell'area forno e anche nelle aree limitrofe.

Tabella 4.19. Tipiche composizioni di polveri abbattute in forno elettrico ad arco (% in peso)

Componenti	Acciai al carbonio		Acciai legati	
	Intervallo	Valore tipico	intervallo	Valore tipico
Fe ₂ O ₃	20-50	30		
MnO	1-7	4		
NiO	0,02-0,5	0,2	2-10	6
Cr ₂ O ₃	0,02-1	0,5	10-25	19
Cu ₂ O			0,2-1	0,3
ZnO (*)	10-45	30		
PbO (*)	0,5-8	3		
CdO (*)	0,02-0,1	0,05		
CaO	5-50	30		
MgO	0,5-3	1		
SiO ₂	1-5	2		
Al ₂ O ₃	1-2	1		

(*) considerando anche la pratica di riciclo delle polveri

La quantità e la composizione delle polveri prodotte durante il processo di lavorazione dipendono principalmente dalla qualità del rottame utilizzato, ma anche dalla configurazione impiantistica e dalle procedure di lavorazione adottate. Le polveri prodotte possono essere comprese fra 10 e 25 kg/ t di acciaio liquido, con una ulteriore rilevante variabilità del carico inquinante in funzione delle fasi di lavoro, misurando fino a 10-15 g/Nm³ di volume aspirato. Con carica composta principalmente da rottame

frantumato, derivante da raccolta di post-consumo e con impiego di scarti di tornitura le emissioni risultano quantitativamente più elevate a causa della presenza in misura consistente di metalli basso fondenti (principalmente zinco e piombo) che si liberano per distillazione dalla carica e di prodotti di combustione degli oli e di altri composti organici (materie plastiche, rivestimenti, vernici, ecc.).

La granulometria delle polveri prodotte comprende frazioni grossolane, dove la misura significativa è costituita dai millimetri, e frazioni fini, con massima frequenza delle classi fra 2 e 5 micron.

La composizione, individuata con analisi durante la lavorazione di acciai di base e di qualità, con tenori delle aggiunte di lega contenuti, e per acciai legati è riportata in Tabella 4.19. Durante la carica si riscontra un arricchimento delle polveri in zinco, piombo e cadmio; i tenori di calcio aumentano in corrispondenza alle aggiunte effettuate al termine della fusione; ferro e manganese arricchiscono i fumi in particolare durante la fusione e l'affinazione.

Sono definite *primarie* le emissioni che si generano durante le fasi di fusione del rottame e di affinazione del bagno condotte a forno chiuso, *secondarie* le emissioni che si generano durante periodi relativamente brevi, cioè le fasi di caricamento del rottame condotte a forno aperto e durante lo spillaggio in siviera, ma caratterizzate da importanti volumi; nelle emissioni secondarie confluiscono anche le primarie che sfuggono attraverso le aperture (alveoli degli elettrodi, anello fra tino e volta, porta) alla captazione che estrae direttamente dal volume del forno.

In estrema sintesi e volendo schematizzare i riflessi di particolari tecnologie impiantistiche e di diffuse pratiche operative, si può osservare:

- l'alimentazione della carica preriscaldata riduce i fumi sviluppati in forno, oltre a ridurre la temperatura; risulta ancora più evidente la riduzione del volume di fumi qualora si adotti la carica continua, che consente una marcia del forno sigillata e regolare; nei sistemi a carica continua viene del tutto abolita l'apertura della volta e la conseguente violenta emissione che si determina all'apertura della cesta;
- nel periodo di fusione il volume dei fumi è incrementato da tutti gli apporti energetici non elettrici (metano, carbone, ossigeno); l'effetto di incremento è in parte mitigato qualora vengano applicate tecniche di post combustione;
- anche l'incremento di potenza elettrica applicata provoca un aumento del volume da estrarre per il controllo dei fumi, dipendente dalla combustione più rapida delle quote organiche del rottame e dal più rapido riscaldamento dei gas sviluppati;
- nel periodo di carica a volta aperta e di spillaggio i volumi istantanei emessi risultano generalmente incrementati in funzione della diffusa ricerca di tempi minimi di interruzione della corrente;
- cariche voluminose, cariche di peso rilevante, elevata carburazione e piede liquido abbondante sono fattori che determinano un aumento significativo del volume dei fumi emesso a volta aperta;
- lo spillaggio con abbondanti aggiunte di additivi determina più intense emissioni in questa fase.

Rilevante importanza assume la pratica operativa di riciclo delle polveri abbattute, ai fini di concentrare i metalli (Zn, Pb, Cd) per una maggiore redditività in sede di riciclo, comporta un significativo incremento dei fattori di emissione a causa delle maggiori quantità di questi elementi.

Figura 4.16. Emissioni diffuse derivanti dal forno elettrico in assenza di sigillatura del sistema secondario

Figura 4.17. Emissioni diffuse in condizioni di criticità del sistema di aspirazione



Contenimento dell'impatto aerodisperso

Questo ambizioso obiettivo coinvolge diversi livelli di azione, sintetizzati nella successiva Tabella 4.20, che a loro volta coinvolgono diversi interventi e parametri.

Per alcune di queste voci vengono condotti specifici approfondimenti.

Tabella 4.20. Livello di azione, interventi e parametri critici coinvolti nel contenimento dell'impatto aerodisperso

Livelli di azione	Interventi e parametri critici
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI	Selezione e pulizia del rottame
	Preriscaldamento
	Pratiche di caricamento
	Modalità di fusione
	Modalità di riciclo dei fumi
CAPTAZIONE DELLE EMISSIONI	Portata aspirazione primaria
	Sedimentazione inerziale delle frazioni grossolane
	Post-combustione con apporti energetici non elettrici in fusione
	Portata aspirazione secondaria
	Posizione e volume cappa
	Segregazione del reparto (e volume della segregazione)
	Sigillatura dell'involucro
ABBATTIMENTO DELLE EMISSIONI	Superficie filtrante
PREVENZIONE E GESTIONE DEI MALFUNZIONAMENTI	Sezioni di filtrazione escludibili in caso di rottura e per effettuare manutenzione senza pregiudicare la funzione dell'impianto
	Esclusione atmosfere esplosive
	Stoccaggio e trasferimento pneumatico fumi

Captazione delle emissioni

Il controllo dell'inquinamento aerodisperso va condotto con soluzioni tecnologiche e impiantistiche che tengono conto delle modalità di emissione, che si determinano in particolare nelle fasi di carica (rapida combustione degli inquinanti organici, evaporazione dei metalli basso bollenti, esplosioni dovute alla presenza di umidità e acqua inglobata nel rottame), nelle fasi di fusione interessate da regime non regolare (crolli del rottame, reazioni violente, combustione e reazioni esotermiche in seguito a erogazione degli ingredienti energetici) e in misura minore nella fase di spillaggio, considerando l'attuale tipologia di svuotamento dal fondo (*eccentric bottom tapping*) che ha sostituito il sistema a canale.

Nella realtà industriale si osserva un sistema consolidato di captazione delle emissioni primarie, realizzato tramite quarto foro e l'inserimento generalizzato di sistemi di abbattimento tramite filtrazione, dove sono egemoni i filtri a manica che garantiscono efficienza elevata e riducono il contributo delle polveri in uscita dai sistemi canalizzati.

Le varianti riguardano soprattutto i sistemi di captazione delle emissioni secondarie, su cui si gioca la possibilità di minimizzare le emissioni diffuse. Inoltre le soluzioni che possono essere adottate devono considerare la fattibilità specifica, cioè la possibilità di essere inserite in un impianto esistente, che subisce una continua evoluzione tecnologica e produttiva.

Di seguito si descrivono sinteticamente i diversi sistemi di captazione delle emissioni.

Captazione tramite quarto foro

Con questo sistema le emissioni primarie vengono prelevate direttamente dal volume del forno, tramite un condotto di aspirazione connesso alla volta; in questa sezione dell'impianto deve essere garantita la completa combustione dei gas di scarico (con aria falsa e con bruciatori che operano come postcombustori) ai fini di sfruttare il calore all'interno dell'impianto e di prevenire la formazione di atmosfere esplosive nei componenti dell'impianto collocati a valle. Questo sistema risulta efficace esclusivamente per le fasi di lavoro condotte a forno chiuso.

Aspirazione a pressione bilanciata

In integrazione alla captazione tramite quarto foro è stata sviluppata una configurazione che prevede una cappa di aspirazione avvolgente la volta del forno, tale da formare un'adeguata intercapedine. Con questo sistema la depressione in forno può essere diminuita, procedendo a una cattura esterna di parte dei fumi: la portata d'aria richiamata dall'esterno all'interno del forno diminuisce del 20-30%, con evidente risparmio energetico e con il prelievo di fumi meno caldi.

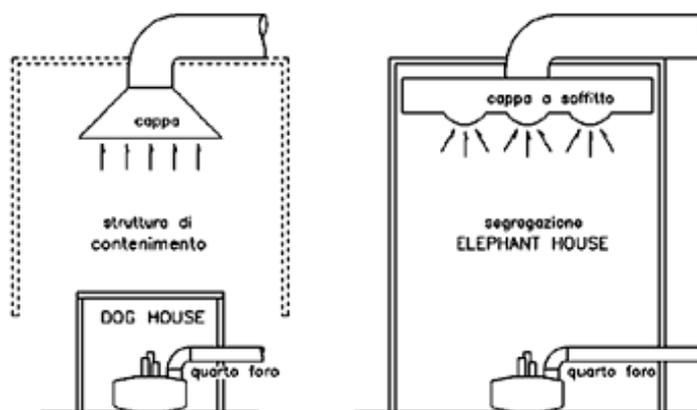
Captazione delle emissioni secondarie tramite cappa posta sopra il forno

La cappa può essere realizzata con *aspirazione concentrata* (Figura 4.18 a sinistra), prevedendo una configurazione con falde inclinate a 45° per garantire il convogliamento dei fumi a un unico condotto aspirante, oppure con *aspirazione distribuita* (Figura 4.18 a destra) su un'ampia superficie e collettori a prese multiple sul soffitto. Questa tipologia impiantistica è contraddistinta da grossi flussi di aspirazione (6000-12000 Nm³/t capacità forno) e risulta sostanzialmente adottata dall'intero settore negli ultimi dieci anni.

Prendendo spunto dalla Figura 4.18 è possibile osservare che la geometria della cappa con aspirazione concentrata deve essere più estesa rispetto a quella indicata nell'immagine a sinistra per essere in grado di convogliare tutti i fumi che si sviluppano, evitando scavalcamento della cappa, fuoriuscita dal capannone e/o accumulo all'interno con successiva ricaduta.

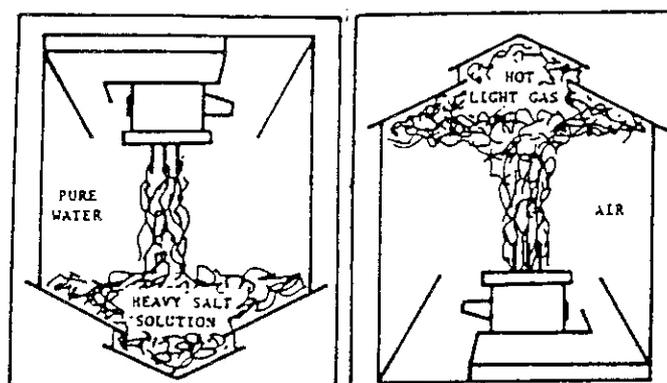
Figura 4.18. Esempi dei sistemi di captazione delle emissioni primarie e secondarie negli EAF

A sinistra: quarto foro per la captazione delle emissioni primarie, cappa con aspirazione concentrata, segregazione parziale e incapsulamento con dog-house. A destra si evidenziano: quarto foro per la captazione delle emissioni primarie, cappa con aspirazione distribuita a soffitto e segregazione con elephant-house.



Ma soprattutto la captazione delle emissioni deve rispettare le leggi della fisica, banalmente esemplificate dalla similitudine idraulica mostrata in Figura 4.19: i liquidi tendono a disporsi sul fondo del contenitore e fuoriescono dai buchi in esso presenti; i fumi caldi tendono a disporsi nella parte alta del contenitore e a fuoriuscire dalle aperture e dalle fessure in esso presenti.

Figura 4.19. Similitudine idraulica e aeraulica



A causa della collocazione elevata della cappa in relazione alla sorgente di emissione, in particolare con significative correnti d'aria nel reparto, parte dei fumi può scavalcare la cappa e fuoriuscire all'esterno attraverso le aperture del fabbricato; la possibilità di evitare fuoriuscite di fumi non può essere garantita dal volume della cappa, insufficiente a trattenere al suo interno il volume di fumi sviluppato, ma da un volume molto più ampio (quanto meno di 20000-40000 m³): la cappa deve quindi essere affiancata e integrata da sistemi di contenimento, destinati a trattenere le emissioni nell'attesa della loro completa estrazione. Si distinguono diverse tipologie, denominate in base al volume più o meno ampio coinvolto.

Incapsulamento del forno (dog-house)

Questa soluzione prevede una struttura collocata a ridosso del forno, realizzata in calcestruzzo e in carpenteria metallica con proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti, integrata da portelloni scorrevoli, per consentire l'ingresso della cesta; la dog-house racchiude la sorgente dei fumi durante la fusione e riduce drasticamente il volume da controllare con l'aspirazione in questa fase.

Durante lo spillaggio e l'affinazione (che prevede insufflazione di ossigeno effettuata tramite lance) la dog-house rimane sostanzialmente adeguata per aspirare le emissioni. Dovendo aprire la sezione superiore per la carica del rottame e per operazioni di rifacimento refrattario, la dog-house perde la capacità di contenere i fumi all'interno della segregazione.

Figura 2.20. Dog-house chiusa, lato platea lavoro. Figura 4.21. Dog-house chiusa, lato spillaggio
Figura 4.22. Dog-house aperta nella sezione inferiore durante affinazione
Figura 4.23. Dog-house aperta nella sezione superiore (fase di carica e di spruzzaggio, come nell'immagine)



Segregazione del reparto (hippo-house, elephant-house)

Le segregazioni intercettano l'area di fusione in misura più o meno ampia: comportano la sigillatura delle aperture della copertura e implicano la necessità di mantenere chiuso il volume controllato, considerando che aperture, comprese quelle nelle posizioni elevate in corrispondenza al transito dei carriponte, penalizzano in misura rilevante la cattura degli inquinanti. Va quindi prevista la completa sigillatura del volume da controllare mediante aspirazione e l'installazione di pareti fisse e portelloni motorizzati, che consentano il

transito dei materiali in ingresso e in uscita dal forno (cesta del rottame, siviera dell'acciaio, eventuale paiola della scoria) e del forno da avviare a rifacimento.

Le criticità della segregazione possono dipendere da problemi dovuti al lay-out e alla necessità di eseguire la movimentazione della cesta sospesa con carroponte scavalcando la segregazione e usufruendo di portelloni mobili (Figura 4.24 e Figura 4.25) oppure da problemi dovuti a incidenti (urti, sovrappressioni del forno, esplosioni durante la carica, ecc.) e a mancata manutenzione (Figura 4.26 e Figura 4.28), che, in questi casi, deve necessariamente essere effettuata in un periodo di sospensione dell'attività produttiva.

Figura 3.24. Segregazione parziale dell'area forno: viene mantenuta la sezione per il transito del carroponte di carica cesta fra area rottame e area forno; si osserva anche il portellone mobile inserito nella parete
Figura 4.25. Vista dall'alto della medesima segregazione



Figura 4.26. Criticità della segregazione dovute a soluzioni impiantistiche e al mantenimento delle condizioni di sigillatura

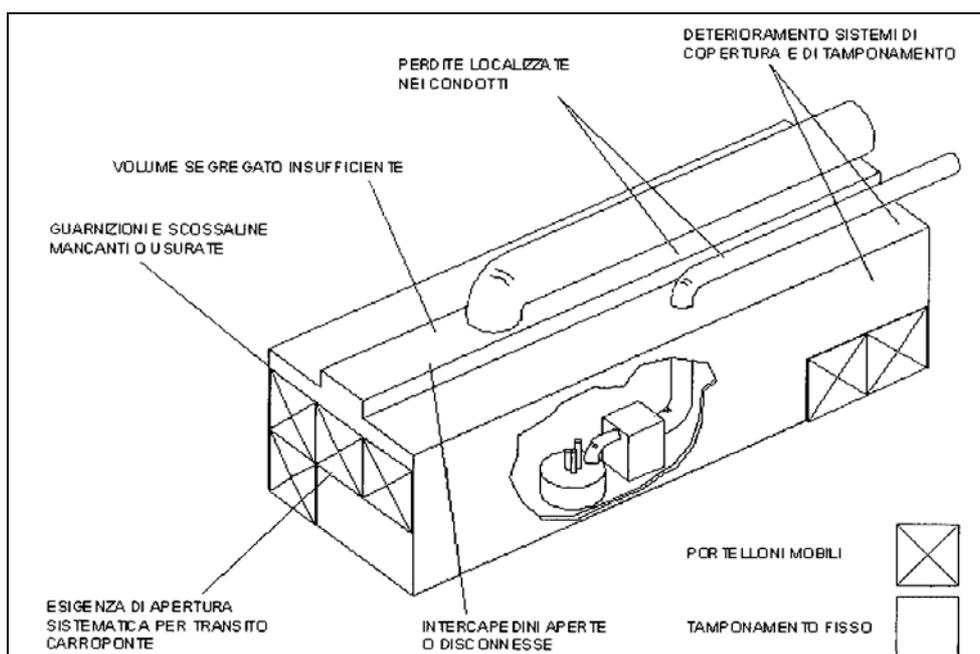


Figura 4.27. Area interna alla segregazione durante la fusione
Figura 4.28. Esempio di segregazione lesionata in seguito a urto del carro ponte e del suo carico



Il peso delle emissioni canalizzate e delle emissioni diffuse

Per potere quantificare in termini più concreti i fattori di impatto e la loro suddivisione nelle emissioni primarie, nelle emissioni secondarie e nelle emissioni diffuse, in corrispondenza a due tipici forni EAF sono stati effettuati rilievi nei condotti a monte e a valle degli impianti di abbattimento, considerando le fasi di lavoro a volta aperta e le fasi a volta chiusa, distinguendo le diverse lavorazioni: carica, fusione, affinazione, spillaggio e ripristino.

Gli impianti considerati sono due forni elettrici, collocati a terra a centro campata, il primo inserito in una struttura di confinamento non integrale, il secondo in un reparto completamente segregato; entrambe le strutture sono dotate di portelloni mobili per consentire il transito dei flussi di rottame, scoria e acciaio.

Le principali caratteristiche dei due impianti sono riportate in Tabella 4.21.

Tabella 4.21. Caratteristiche degli impianti e delle lavorazioni sottoposte a indagine

	Forno parzialmente segregato	Forno totalmente segregato
CARICA		
Numero di ceste	3	2-3
Composizione	lamierino ossidato (20 kg polvere/ t acciaio)	lamierino (15 kg polvere/ t acciaio)
FORNO		
Capacità	80 t	70 t
Produttività	72-98 t/h	62-70 t/h
STRUTTURA		
Superficie interessata	60 m x 22 m	42 m x 17,5 m
Volume controllato	15500 m ³	22000 m ³
Sezione trasversale aperta:		
con portelloni chiusi	20% (*)	0%
con portelloni aperti	50% (*)	10%
SISTEMA CAPTAZIONE		
Portata quarto foro	94000-144000 Nm ³ /h	121000 Nm ³ /h
Portata cappa	218000-442000 Nm ³ /h	202000-441000 Nm ³ /h
FUNZIONAMENTO		
Periodo a volta aperta (<i>power-off</i>)	21%	16%
Periodo a volta chiusa (<i>power-on</i>)	79%	84%

(*) segregazione penalizzata da problemi dovuti al lay-out e dalla necessità di movimentare la cesta sospesa con carro ponte che scavalca la segregazione usufruendo di portelloni mobili (si vedano le precedenti Figura 3.24 e 4.25)

Le concentrazioni misurate ai camini dei due forni indicano un'efficienza di abbattimento del 99,7%: in presenza di impianti di abbattimento in linea con le prestazioni correnti, si evidenzia il modesto carico di polveri immesso nell'ambiente dai flussi di emissioni primarie e secondarie canalizzate e trattate.

Questi valori, confrontati con quelli delle emissioni diffuse stimabili in 1,0 e 0,2 kg/t, incidono per una quota che varia fra il 3 % e il 12 % delle emissioni totali, come riassunto in Tabella 4.22.

Tabella 4.22. Polveri prodotte e fattori di emissione (emissioni canalizzate ed emissioni diffuse)

	Forno parzialmente segregato	Forno totalmente segregato
Polveri prodotte	1700 kg/ h	1000 kg/ h
Obiettivo di emissione IPPC (2% delle <i>polveri prodotte</i>)	0,34 kg polveri/ t acciaio	0,20 kg polveri/ t acciaio
Emissione totale	1,03 kg polveri/ t acciaio	0,22 kg polveri/ t acciaio
- di cui canalizzate	0,03 kg/ t	0,02 kg/ t
- di cui diffuse	1,00 kg/ t	0,20 kg/ t

L'efficacia degli interventi di contenimento

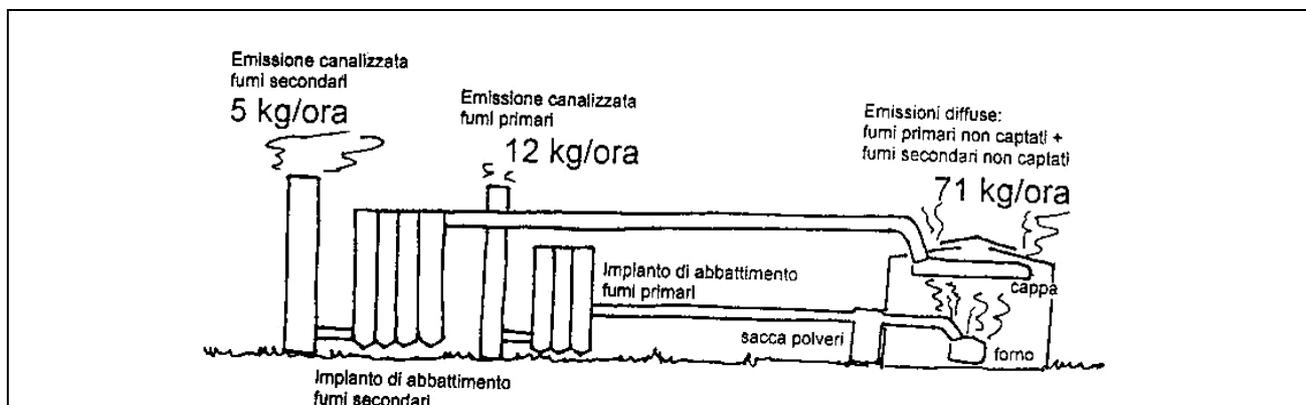
Una ulteriore valutazione è stata condotta con riferimento all'evoluzione produttiva e impiantistica di un forno EAF inserito nella medesima struttura per individuare l'efficacia degli interventi di contenimento dell'impatto, in particolare dell'incremento della portata dell'aspirazione secondaria e del miglioramento dell'efficienza di captazione dei fumi secondari (Tabella 4.23).

Tabella 4.23. Caratteristiche dell'impianto e della lavorazione sottoposta a indagine

	1996	2004	2005
FORNO			
Capacità	80 t	90 t	90 t
Produttività	100 t/h	120 t/h	120 t/h
CARICA			
Ceste	3	2-3	2
Fattore d'impatto	15 kg polveri/ t acciaio		
"Polveri prodotte"	1500 kg/ h	1800 kg/ h	1800 kg/ h
FUNZIONAMENTO			
A volta aperta (<i>power-off</i>)	21%		16%
A volta chiusa (<i>power-on</i>)	79%		84%
STRUTTURA			
Superficie interessata	90 m x 18 m		
Volume controllato	42000 m ³		
SEGREGAZIONE			
	parziale (3 lati)		totale (4 lati)
Sezione trasversale aperta: con portelloni chiusi	15%		0%
con portelloni aperti	23%		8%
SISTEMA CAPTAZIONE			
Portata quarto foro	150000 Nm ³ /h	190000 Nm³/h	300000 Nm³/h
Cappa	aspirazione distribuita solo nella sezione superiore al forno		
Portata secondario	442000 Nm ³ /h	650000 Nm³/h	650000 Nm³/h
Captazione secondario	75 %	80 %	95 %
Efficienza abbattimento	99 %		
EMISSIONI			
Emissione canalizzata	12 + 2 kg/h	15 + 3 kg/h	15 + 3 kg/h
Emissione diffusa	71 kg/h (situazione in Figura 4.29)	68 kg/h	17 kg/h
Emissione totale	85 kg/h 0,85 kg polveri/ t acciaio	86 kg/h 0,72 kg polveri/ t acciaio	35 kg/h 0,29 kg polveri/ t acciaio
Obiettivo IPPC (2% delle <i>polveri prodotte</i>)	0,30 kg polveri/ t acciaio	0,36 kg polveri/ t acciaio	0,36 kg polveri/ t acciaio

Questi risultati indicano la possibilità di perseguire, nei sistemi attualmente in esercizio, risultati in linea con le “migliori tecnologie disponibili” indicate dal IPPC, dove si ritengono accettabili fattori di emissione pari al 2% delle polveri prodotte.

Figura 4.29. Schematizzazione riferita al 1996



Nei diversi casi esaminati si evidenziano le criticità, da riferire sia all'efficienza di captazione delle emissioni secondarie, sia all'efficienza di abbattimento dei sistemi filtranti.

Appare quindi evidente l'importanza del corretto e costante controllo delle *emissioni diffuse* (la quota di emissioni che non viene raccolta da sistemi di aspirazione, trasporto, eventuale raffreddamento e abbattimento e che fuoriesce dalle aperture di servizio e operative dell'involucro).

Considerando le modalità con cui si sviluppano le emissioni diffuse, questo controllo può essere effettuato con la valutazione dei requisiti della struttura, dell'impianto di captazione e delle procedure operative adottate e mantenute e con la misura delle concentrazioni degli inquinanti nell'ambiente circostante.

Sistemi di abbattimento

Per la rimozione degli inquinanti dai volumi captati sono impiegati filtri a maniche, con i quali si raggiungono concentrazioni di polveri negli effluenti inferiori ai 5 mg/Nm^3 . La minimizzazione del contenuto di polveri coincide con la minimizzazione delle emissioni di metalli pesanti.

Le emissioni primarie catturate tramite quarto foro, considerate le temperature dell'effluente che possono raggiungere gli $800-1000^\circ\text{C}$, subiscono un drastico trattamento di raffreddamento, transitando in tubazioni con pareti a circolazione d'acqua, e una prima fase di depolverazione in una camera di calma (*sacca polveri*) che trattiene le polveri grossolane. Il flusso può poi essere sottoposto ad un ulteriore scambio termico aria-aria. Le emissioni raccolte con il sistema secondario sono caratterizzate da temperature non critiche (fino a $40-50^\circ\text{C}$) e da contenuti di polveri modesti; normalmente vengono utilizzate per miscelare le emissioni primarie, in uscita dalla prima depolverazione gravimetrica, e avviare al trattamento flussi con caratteristiche più omogenee e carichi termici e inquinanti bilanciati.

Per minimizzare l'emissione dei composti organoclorurati, in particolare di PCDD/F e PCB, si ricorre ad una postcombustione all'interno del forno o nella prima sezione del condotto di aspirazione, cui segue un rapido raffreddamento al fine di evitare le condizioni per la sintesi de-novo. Quando venga applicato il preriscaldamento del rottame, è necessario porre particolare attenzione al possibile incremento di emissioni di inquinanti organici durante questa fase. Le diossine comunque si adsorbono in misura rilevante sul particolato e quindi costituiscono in primo luogo un problema associato ai rifiuti solidi raccolti ai filtri.

Prevenzione e gestione dei malfunzionamenti

Va tenuta presente anche la criticità derivante da possibili malfunzionamenti degli impianti di abbattimento, in concomitanza dei quali si evidenzia, anche se per periodi relativamente di breve durata, il contributo rilevante degli inquinanti che vengono liberati in atmosfera dalle emissioni canalizzate.

In questi casi assumono quindi estrema importanza un'elevata affidabilità del sistema di abbattimento, da garantire anche tramite un dimensionamento che consenta di mantenere eventuali sezioni in ausilio, e una

manutenzione preventiva sviluppata a regola d'arte e che si basi sui dati che emergono da una specifica analisi dei guasti.

A conclusione dell'argomento si presenta una sintesi dei numerosi parametri che possono modificare la produzione di emissioni e dei parametri che possono penalizzare le soluzioni tecnologiche di contenimento.

Tecnologie impiantistiche e pratiche operative che influiscono sulle emissioni

- corretto studio del lay-out: trasferimento del rottame mediante carrelli o nastri
- preparazione e pulizia della carica metallica: riduzione volume fumi
- alimentazione della carica preriscaldata: riduce il volume dei fumi
- caricamento in continuo: marcia sigillata e regolare del forno
- apporti energetici non elettrici: incremento del volume dei fumi
- tecniche di post combustione: parziale mitigazione dell'effetto precedente
- incremento della potenza elettrica applicata: aumento del volume istantaneo dei fumi
- tempi minimi di interruzione della corrente nei periodi di carica: aumento dei volumi istantanei dei fumi
- cariche voluminose, cariche di peso rilevante, elevata carburazione e piede liquido abbondante: aumento del volume dei fumi emessi a volta aperta
- abbondanti aggiunte di disossidanti: intense emissioni in fase di spillaggio
- riciclo delle polveri abbattute: significativo incremento dei fattori di emissione

Parametri che possono inficiare il funzionamento dell'impianto di captazione secondario

- volume controllato dal sistema di captazione
- intercapedini aperte, guarnizioni e scossaline mancanti o usurate
- deterioramento e disconnessione in conseguenza a eventi incidentali (collisioni, esplosioni)
- sezioni insufficienti e perdite di carico localizzate nel condotto di trasporto
- esigenza di aperture sistematiche in posizioni elevate per il transito dei carriponte.

Infine si vuole sottolineare che gli interventi impiantistici adottati per il contenimento delle emissioni atmosferiche risultano congrui al contenimento anche delle emissioni acustiche che derivano dal forno, aspetto che non è stato trattato in modo specifico all'interno di questo rapporto.

Risulta evidente che alcune soluzioni (tipicamente la *dog-house*) tutelano in misura maggiore anche gli addetti esposti in area forno, rispetto a soluzioni con segregazioni più ampie.

4.7. Valorizzazione rifiuti solidi

Riciclo inforno refrattari da forno e da paniera

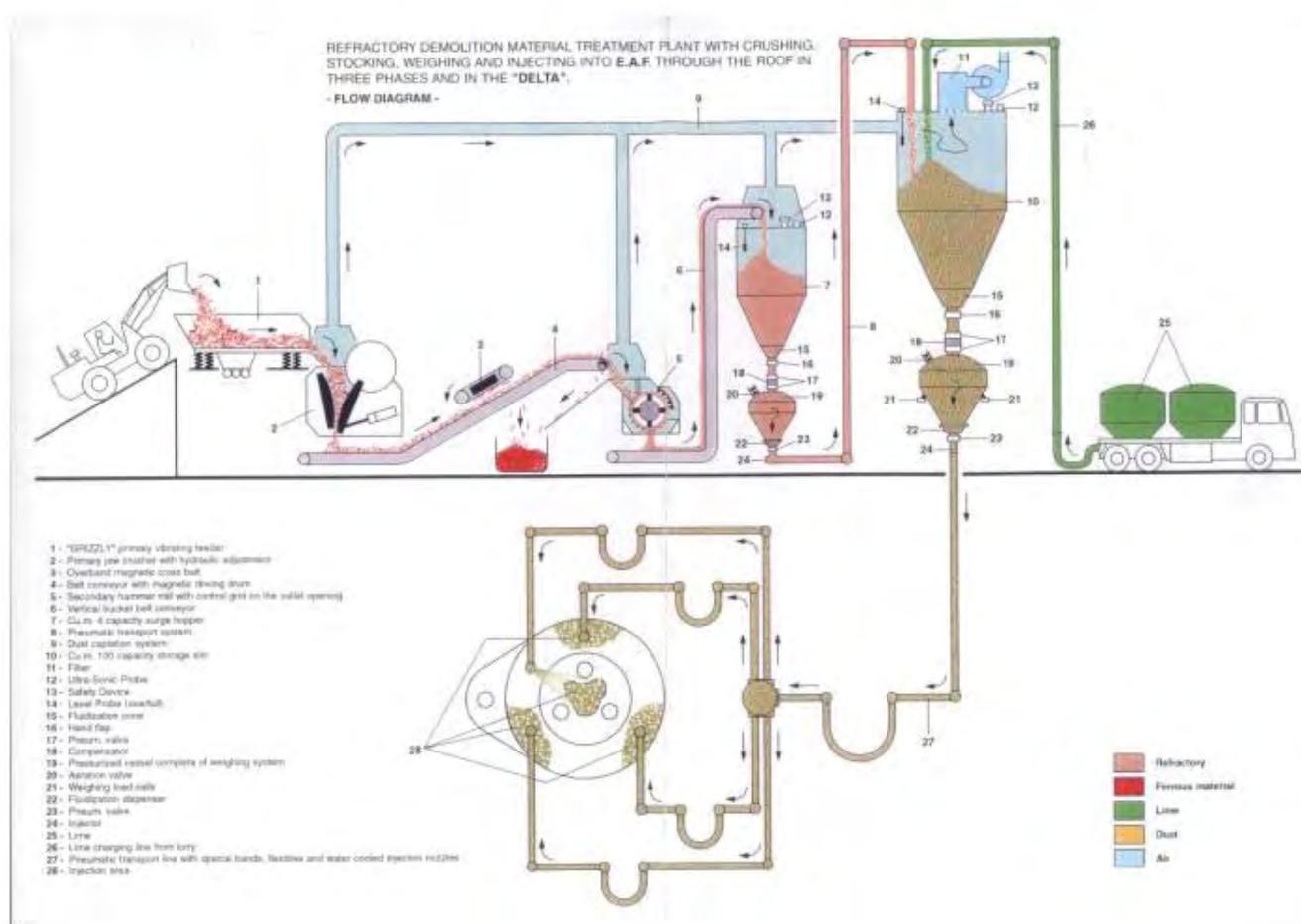
I refrattari che risultano dalla demolizione del rivestimento del forno e della siviera costituiscono un rifiuto solido, quantificabile in 30-50 kg/t acciaio prodotto.

Analogamente la scoria siviera viene svuotata al termine della colata, movimentata, raffreddata con acqua e successivamente inviata allo stoccaggio con la scoria del forno.

Trattamento dei materiali derivante dalla demolizione refrattaria

L'impianto indicato in Figura 4.30 prevede successive fasi di vagliatura e frantumazione destinate a rendere disponibili due flussi di riciclo: una frazione ferrosa e una frazione ricca in calce destinata a essere insufflata in forno elettrico.

Figura 4.30. Flusso dei materiali derivanti dalla demolizione refrattaria, loro trattamento e riciclo



Trattamento e insufflazione della scoria siviera

In questo caso l'impianto è destinato alla valorizzazione principalmente della frazione solida che deriva dalla fase di scorifica della siviera, insieme a più limitate frazioni di refrattari derivanti da demolizione siviera e di recuperi di materiali fini che derivano dalla pulizia dei nastri trasportatori: questi rifiuti sono quantificabili in 20 kg/ t acciaio.

Questo trattamento consente quindi la contestuale riduzione del rifiuto solido che non viene smaltito e, tramite il riciclo della scoria con composizione basica (principalmente CaO e MgO), consente di ridurre di una quota significativa (-30%) il consumo di calce vergine.

L'impianto è composto da due sezioni:
preparazione dei materiali fini;
impianto di insufflazione nel forno.

Nell'impianto di preparazione la scoria viene raccolta e raffreddata al coperto su apposite griglie posizionate in scomparti chiusi e aspirati; il materiale sfiorito in forma polverulenta viene raccolto e convogliato alle successive fasi di deferrizzazione e vagliatura. Le croste metalliche vengono espulse e riportate a rifusione. La frazione fine (< 10 mm) che deriva da vagliatura viene trasportata pneumaticamente a un silo di stoccaggio, che costituisce il polmone di alimentazione del sistema di iniezione tramite lance, alla porta o inserite nel mantello refrattario del forno che iniettano il materiale sotto scoria. Questo impianto è complementare e si integra al sistema di adduzione della calce.

Figura 4.31. Flusso dei materiali derivanti dalla scoria siviera e da refrattari, loro trattamento e riciclo

