

TRIBUNALE ORDINARIO DI TRENTO  
UFFICIO DEL GIUDICE PER LE UDIENZE PRELIMINARI  
N. 6346/08 R.G. notizie di reato, N. 1841/09 G.I.P.

RELAZIONE DEL CONSULENTE TECNICO DEL G.U.P.  
Angelo Borroni



## Contenuti della relazione

Quesito del Giudice

Calendario dell'intervento

Documentazione agli atti

Documentazione acquisita nel corso della perizia

Acciaieria Valsugana spa. Caratteristiche tecniche

Emissioni in atmosfera correlate all'attività del forno elettrico

Potenziamento impianto di aspirazione del forno elettrico

Condizioni di presidio del forno elettrico (marzo 2011)

Emissioni diffuse in atmosfera correlate all'attività del forno elettrico

Esplosioni durante il versamento scoria

Caratterizzazione del carico inquinante aerodisperso

Risultati che emergono dalle rilevazioni

Impatto stimato in atmosfera

Le criticità evidenziate indicano le opportunità di mitigazione

Interventi previsti da Acciaieria Valsugana

Interventi in merito ad altre emissioni

Elementi segnalati in sede di perizia

Risposta al quesito

emissioni in atmosfera implicate dall'attività del forno elettrico  
versamento e raffreddamento scoria

Milano, 26 settembre 2011

## **Quesito del Giudice**

### **Calendario delle operazioni**

02 marzo 2011

Tribunale Ordinario di Trento. Ufficio del Giudice per le indagini preliminari  
Conferimento dell'incarico

“Riferisca il perito se permangono conseguenze del reato eliminabili con strumenti allo stato dell'arte da parte del contravventore e più precisamente se gli impianti e le pratiche operative adottati siano attualmente idonei a contenere le emissioni (da fusione o svuotamento) nell'ambito della misura oggetto di autorizzazione, tenuto conto sia delle emissioni convogliate che di quelle diffuse”.

24 marzo 2011

Acciaieria Valsugana spa

Sopralluogo presso l'attività produttiva e richiesta di informazioni (verbale allegato).

07 maggio 2011

Acciaieria Valsugana spa

Sopralluogo presso attività produttiva e richiesta informazioni (verbale allegato).

24 maggio 2011

SETI Ambiente, Vignate (Milano)

Operazioni di preparazione dei supporti per le rilevazioni ambientali.

27 - 28 maggio 2011

Acciaieria Valsugana spa

Rilevazioni inquinanti nei condotti di aspirazione dell'impianto a presidio del forno (verbale allegato).

24 maggio 2011

SETI Ambiente, Vignate (Milano), Istituto Mario Negri, Milano

Inizio operazioni di analisi dei supporti raccolti con le rilevazioni ambientali.

25 giugno 2011

Acciaieria Valsugana spa

Sopralluogo presso attività produttiva e richiesta informazioni (verbale allegato).

## Documentazione agli atti

03 febbraio 2011, B & P Avvocati, "Istanza di oblazione per cessazione delle condotte antidoverose"

02 marzo 2011, Avv. Giuliano, "Memoria"

01 febbraio 2011, p.i. Franco Giacomini, "Osservazioni alla proposta di oblazione"

## Documentazione acquisita nel corso della perizia

### Allegati in formato cartaceo

Verbali delle operazioni di perizia tecnica

SETI Ambiente, Controlli analitici ai condotti di aspirazione fumi, 15 settembre 2011

### Allegato su supporto elettronico

la documentazione, acquisita in successive consegne e aggiornamenti, è stata organizzata per temi, secondo il percorso sotto riportato, onde consentire una più semplice consultazione:

documentazione allegata →	acciaieria	→	input output
		→	lay-out
		→	procedure
	episodi	→	acc Valsugana
		→	avv giuliano
	evacuazione scoria nera	→	analisi ribaltamento scoria
		→	evacuazione scoria
		→	progetto box scoria
	impianto aspirazione fe	→	funzionamento nuovo impianto
		→	iter autorizzativo
		→	pi giacomini
		→	progetto aspirazione ausiliaria
		→	studio STFE
	rilievi 27-28 mag 2011	→	SETI Ambiente
		→	forno

## Acciaieria Valsugana spa. Caratteristiche tecniche

L'Acciaieria Valsugana si colloca nel comparto della metallurgia secondaria (più specificatamente nel settore della *siderurgia elettrica*), in quanto ricava semilavorati metallici (*billette in acciaio*) utilizzando come materia prima *rottame ferroso*.

In questa sede si tralascia di ripercorrere la descrizione dell'attività produttiva, delle caratteristiche impiantistiche, del lay-out e delle modalità organizzative, in quanto queste informazioni sono disponibili in maniera esauriente negli atti del procedimento.

Dell'attività produttiva dell'Acciaieria Valsugana vengono presi in considerazione e segnalati parametri impiantistici, input, output e indicatori produttivi con l'obiettivo di:

- caratterizzare l'attività di Acciaieria Valsugana nell'ambito della siderurgia elettrica italiana;
- segnalare le condizioni significative ai fini della generazione di inquinamento aerodisperso;
- verificare se le lavorazioni osservate nel corso della perizia tecnica, da cui ricavare conclusioni in merito al quesito, siano rappresentative delle condizioni consolidate in azienda.

In Acciaieria Valsugana l'attività osservata nel periodo di perizia tecnica prevedeva un regime di 7-9 turni lavorativi settimanali (generalmente 1 turno giornaliero con orario notturno 22-6, 1-2 turni con orario giornaliero per sabato e domenica), penalizzata da periodi di cassa integrazione.

### Caratterizzazione dell'impianto di produzione

Il forno elettrico di Acciaieria Valsugana, cioè l'impianto che caratterizza ogni acciaieria, viene confrontato con quelli presenti nel contesto della siderurgia elettrica italiana, che vede oggi in attività 35 forni. Dal confronto con un campione significativo (tabella 1) si rileva che il forno di Borgo Valsugana non è un impianto obsoleto o particolarmente eccentrico, ma si caratterizza con parametri analoghi agli altri impianti. La potenza elettrica specifica (cioè la dimensione del trasformatore destinato a erogare elettricità a ogni tonnellata di rottame da fondere) non è particolarmente elevata; le prestazioni elevate sono conseguite con l'inserimento di impianti termici, che alimentano carbone e metano, come viene poi discusso e valutato per le implicazioni ambientali.

Tabella 1. Principali parametri impiantistici e di prestazione del forno AV e confronto con situazione italiana. Dati ricavati da relazioni tecniche AIA per le Regioni Lombardia e Friuli Venezia Giulia.

	Acciaieria Valsugana	Forni elettrici italiani	
		valore medio variabilità	escursione
Anno installazione	1994		1975-2000
Ultime innovazioni significative	2009		2000-2010
Capacità forno (t)	90	85 ± 28	30 - 150
Potenza elettrica (trasformatore) (MVA)	60	68 ± 24	14 - 120
Potenza specifica (MVA/ t capacità forno)	0,67	0,80 ± 0,17	0,47 - 1,00
Potenza termica (bruciatori, tubiere e lance) (MW)	32	28 ± 19	9 - 72
Tempo tap to tap (minuti)	55	56 ± 14	40 - 95
Produttività (t acciaio/ ora)	96	96 ± 32	19 - 150

Dalla lettura dell'evoluzione della contabilità di tabella 2 si possono ricavare alcune considerazioni.

Il dato più sintetico che caratterizza l'attività dell'acciaieria è la *produttività del forno*, che indica la quantità di acciaio prodotto in un'ora, cioè sinteticamente la velocità del processo. In Acciaieria Valsugana si osserva un significativo incremento di questo parametro a partire dal 2007: se si confronta la situazione precedente a questa evoluzione con quella del 2010 e del 2011, per questi ultimi anni si rileva un incremento del 17%. Questo risultato è stato ottenuto con lo stesso forno e con lo stesso trasformatore, cioè con la medesima disponibilità di potenza elettrica destinata al processo di fusione, ma con un ulteriore apporto di potenza fornita dalle fonti termiche. L'incremento di produttività, cioè la riduzione dei tempi di fusione, si spiega osservando i consumi di combustibili (carbone e metano) utilizzati nel forno elettrico: fra il 2006 e il 2010 si

realizza il raddoppio di carbone bruciato per ogni tonnellata di acciaio (anche con la funzione di formare scoria schiumosa <sup>1</sup>). Con l'attuale conduzione, il 70% del calore necessario per la fusione del rottame è fornito sotto forma di energia elettrica, mentre il restante 30% deriva da fonti fossili (22% da carbone alimentato al forno con lancia e tubiere, 8% da metano alimentato al forno con bruciatori).

Tabella 2. Parametri di consumo e di prestazione del forno di Acciaieria Valsugana.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
acciaio prodotto (t)	386186	448994	470682	521605	557550	382267	406657	194449
<b>produttività forno (t/h)</b>	<b>82,8</b>	<b>80,9</b>	<b>82,1</b>	<b>90,4</b>	<b>96,6</b>	<b>96,7</b>	<b>95,7</b>	<b>95,7</b>
rottame (t)			530000				455591	216720
messa a mille (kg/ t acciaio)			<b>1126</b>				<b>1120</b>	<b>1114</b>
carbone (t)			3485				5117	2946
(kg/ t acciaio)			<b>7,4</b>				<b>12,6</b>	<b>15,1</b>
calce (t)			26330				22115	11061
(kg/ t acciaio)			55,9				54,4	56,9
ricarburanti (t)							918	491
ferroleghe (FE) (t)							7120	3478
(kg/ t acciaio)			9078				17,5	17,9
ferroleghe speciali (LF) (t)							1135	796
elettrodi (solo FE)			837				579	280
argon m <sup>3</sup>			262544				240000	106387
azoto m <sup>3</sup>			167019				67700	32613
metano totale (.000 m <sup>3</sup> )			5385511				4947	2594
metano FE (.000 m <sup>3</sup> )			1978563				1817775	953045
(m <sup>3</sup> / t acciaio)			<b>4,2</b>				<b>4,5</b>	<b>4,9</b>
ossigeno (.000 m <sup>3</sup> )			20557				15414	7578
ossigeno FE (.000 m <sup>3</sup> )			16884				12660	6224
(m <sup>3</sup> / t acciaio)			35,9				31,1	32,0
energia elettrica totale (MWh)			254921				223471	107532
energia elettrica FE (MWh)			187253				164151	78988
(kWh/ t acciaio)			398				404	406

I dati 2011 si riferiscono ai primi sei mesi.

Queste modalità di condurre il forno hanno ricadute ambientali di diversa natura:

- l'introduzione di fonti termiche incrementano, con i gas di combustione, i volumi che derivano dalla fusione e quindi hanno necessità di un sistema di presidio più efficiente: le modifiche impiantistiche partono nel 2007, il sistema di presidio per le emissioni viene rinnovato alla fine del 2009;
- l'impiego di fonti fossili nel forno necessita, per potere esprimere tutto il suo contributo ed evitare problemi (frazioni incandescenti nei condotti, gas derivanti da ossidazione parziale), di adeguata combustione, quindi di sistemi di post-combustione previsti nel forno per completare le reazioni;
- l'impiego di fonti fossili, in sostituzione di energia elettrica, si traduce in una soluzione molto positiva dal punto di vista ambientale, in quanto riduce le *risorse primarie* necessarie al processo <sup>2</sup>. Le modalità di fusione adottate da Acciaieria Valsugana prevedono circa il 30% di apporti fossili: questo significa ridurre di circa il 20% le risorse primarie utilizzate per preparare 1 tonnellata di acciaio rispetto alle soluzioni dove l'apporto di combustibili è più limitato;

Gli obiettivi, che l'Autorizzazione Integrata Ambientale prevede debbano essere conseguiti, sono riconducibili a due aspetti da considerare in maniera congiunta: le *risorse utilizzate*, che devono essere ottimizzate per ottenere una conseguente riduzione di anidride carbonica prodotta dal processo, e ovviamente la *riduzione dell'impatto* determinato dall'attività.

<sup>1</sup> La pratica di scoria schiumosa, ottenuta insufflando calce e carbone, consente di formare uno strato sovrastante il bagno che riduce l'irraggiamento del calore e ottiene due principali funzioni: utilizzare meglio il calore, perché viene disperso in misura minore, e ridurre le temperature dell'involucro del forno, garantendone una più elevata durata.

<sup>2</sup> Per rendere disponibile 1 unità di energia elettrica a qualunque servizio (quindi anche al forno elettrico per fondere il rottame), considerando la situazione del sistema italiano nel 2010, è necessario ricorrere a 1,75 unità di *risorse primarie*. Per rendere disponibile la stessa unità di calore al forno elettrico per fondere, utilizzando carbone è necessario ricorrere a 1,08 unità di *risorse primarie*; per il metano l'unità di calore richiede 1,02 unità di *risorse primarie*.

Quindi l'incremento di input di fusione direttamente ricavati da fonti fossili vanno valutati positivamente, ovviamente in presenza di adeguati dispositivi in grado di contenere il maggiore volume di emissioni che deriva dalla combustione, che fornisce calore in sostituzione di energia elettrica fornita da arco.

### Rottame utilizzato

Nella tabella precedente è stato evidenziato il dato di *messa a mille*, cioè di quantità di rottame necessario per ottenere 1000 kg, cioè 1 tonnellata di acciaio. La sua riduzione indica che la qualità utilizzata ha un maggiore contenuto di lega ferrosa, cioè si tratta di rottame più pulito. La sua riduzione si spiega anche con tecniche di lavorazione che evitano di utilizzare in misura elevata ossigeno (il consumo specifico di ossigeno si riduce, pur in presenza di un significativo incremento di combustibili) e quindi si riduce la quantità di rottame che viene ossidato, cioè *bruciato*, riducendo nel contempo il volume di fumi che derivano dall'ossidazione (i tipici *fumi rossi*).

Per il rottame è rilevante considerare le categorie da ritenere più critiche (*rottame sporco*) per quanto riguarda la generazione di emissioni inorganiche e organiche. In tabella 3 sono riportate le quantità di rottame utilizzato, individuando le categorie da ritenere più critiche e la loro incidenza nel consumo di Acciaieria Valsugana.

A titolo di confronto in tabella 3 sono segnalate le quote utilizzate durante i rilievi effettuati nel periodo di perizia. Il rottame utilizzato in questa occasione è da ritenere di categoria coerente con quelle acquisite. In sede di rilievi questa affermazione troverà ulteriore conferma dal confronto che risulta dalla composizione delle polveri prelevate durante i rilievi e la composizione delle polveri abbattute nel periodo 2010-2011.

Tabella 3. Categorie di rottame utilizzate in Acciaieria Valsugana e durante le rilevazioni.

categoria di rottame	gennaio - giugno 2010		gennaio - giugno 2011		rilievi 28.05.11	
					4 colate acciai edilizia	4 colate acciai manufatti
C04 raccolta	7428	1,6%	2030	1,0%		
C55 leggero	545	0,1%	120	0,1%		
C03 pacchi pesante	408	0,1%	0			
C04 pacchi raccolta	5	0,0%	0			
C40 tornitura sgrossatura	282	0,1%	1497	0,7%		
C41 tornitura di ferro	31334	6,9%	13962	6,6%		
C42 tornitura ghisa nuova	3117	0,7%	2391	1,1%		
C45 tornitura automatica	2390	0,5%	742	0,3%		
C01 lamierino zincato	9122	2,0%	4631	2,2%		
<b>categorie rottame sporco</b>	<b>54731</b>	<b>12,0%</b>	<b>25373</b>	<b>11,9%</b>	<b>16%</b>	<b>0%</b>
totale rottame (t)	455.591	100%	212.510	100%	100%	100%

### Tipologie di acciai prodotti

Nei primi mesi 2011, rispetto ai periodi precedenti, si è ridotta la quota di produzione riferita agli acciai speciali per edilizia, aumentando la quota di acciai speciali per manufatti. Nel settembre 2011 l'azienda comunica l'intenzione di produrre esclusivamente acciai speciali per manufatti.

Tabella 4. Categorie di acciai prodotti e polveri abbattute al forno elettrico.

	produzione acciai (t)	acciai quota edilizia	acciai quota manufatti	polveri abbattute (kg/ t acciaio)		
				cassa polveri pulizie	cycloni filtri	totali
2004	386.186	69%	31%	nd	nd	18,7
2005	448.994	70%	30%	1,7	17,5	19,2
2006	470.682	65%	35%	2,3	16,4	18,7
2007	521.605	60%	40%	2,5	15,2	17,7
2008	557.550	68%	32%	2,0	14,6	16,6
2009	382.267	79%	21%	2,5	15,6	18,1
2010	406.657	47%	53%	2,1	14,8	16,9
<b>2011 (al 6 luglio)</b>	<b>198.472</b>	<b>25%</b>	<b>75%</b>	<b>1,7</b>	<b>15,0</b>	<b>16,7</b>

La tipologia di prodotto assume rilevanza ai fini dell'inquinamento aerodisperso, perché sono diverse le ricette di carica adottate per le diverse tipologie di acciai, cioè il mix di rottami utilizzati: la produzione di acciai di qualità per manufatti prevede una carica, dove la presenza di categorie di rottame da ritenere più critiche, per quanto riguarda la generazione di emissioni aerodisperse, è più ridotta rispetto alla carica adottata per la produzione di acciai di qualità per l'edilizia.

Sulla quantità di polveri generate, e di conseguenza abbattute, incide in misura da ritenere preponderante la qualità del rottame utilizzato, di conseguenza la tipologia di acciaio prodotto. Altro parametro, che influisce è l'efficienza di captazione: nel caso di Acciaieria Valsugana si può ritenere che, con l'avvio del nuovo impianto di aspirazione, cioè da novembre 2009, questo aspetto abbia inciso in misura contenuta<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Considerando i risultati ottenuti con le rilevazioni effettuate in questa perizia, di cui si riferisce nel seguito, si può ritenere che il miglioramento dovuto, in particolare con la captazione più efficiente del sistema secondario, abbia inciso per una quota in grado di incrementare la quantità di fumi abbattuti inferiore all'1%.

## Emissioni in atmosfera correlate all'attività del forno elettrico

Il forno ad arco elettrico si evidenzia come il principale protagonista dell'inquinamento aerodisperso dell'acciaieria, sia per quanto concerne il contributo di particelle solide, polveri e *fumi* derivanti da condensazione di ossidi e vapori, 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 la presenza di frazioni non ferrose.

Vengono definite *primarie* le emissioni che si generano durante le fasi di fusione del rottame e di affinazione del bagno condotte a forno chiuso. Gli inquinanti aerodispersi sono prelevati direttamente dall'interno del forno tramite un condotto di aspirazione connesso alla volta tramite un *quarto foro* (tre fori della volta sono destinati agli elettrodi). È evidente che questo sistema di estrazione può essere utilizzato esclusivamente per le fasi di lavorazione condotte a forno chiuso (fusione, affinazione).

Sono individuate come *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; in particolare la carica del rottame si caratterizza per una notevole quantità di inquinanti a elevata temperatura che non può essere istantaneamente trasferita all'abbattimento, ma deve essere contenuta e trattenuta. Gli inquinanti quindi sono prelevati tramite cappa posta sopra il forno inserendo alte portate. A causa della collocazione elevata rispetto alla sorgente di emissione, in particolare con significative correnti d'aria nel reparto, la cappa deve essere, a maggiore ragione, affiancata da sistemi di contenimento, destinati a trattenere le emissioni in attesa della loro completa estrazione.

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.

Il forno di Acciaieria Valsugana è dotato di una struttura di incapsulamento (*dog-house*), collocata vicino al forno, realizzata in carpenteria metallica con proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti, configurata con portelloni scorrevoli. La *dog-house* risulta efficace nelle fasi a forno chiuso (fasi di fusione) in quanto cattura le emissioni residue e segrega il forno durante l'attività, anche per quanto concerne le problematiche di sicurezza e di rumorosità. La *dog-house* viene aperta anteriormente durante la fase di affinazione, per garantire maggiore sicurezza e ventilazione agli operatori che intervengono presso il forno, perdendo parte della capacità di catturare le emissioni secondarie. Invece perde la capacità di contenere i fumi all'interno della segregazione in fase di carica del rottame, dovendo aprire sia la sezione anteriore che superiore.

### Processo per la preparazione dell'acciaio

L'intero ciclo di lavorazione (*colata*) dura mediamente 50-55 minuti suddiviso in fasi successive.

*Caricamento del rottame.* Vengono aperti i portelloni anteriori e superiori della *dog-house*, la struttura insonorizzante che racchiude il forno. Il rottame viene introdotto nel forno, normalmente con 3 cariche, dopo aver ruotato la volta, tramite cesta sostenuta da carroponte (figura 2). Ogni fase di caricamento dura circa 2 minuti. La carica è la fase più critica per il controllo delle emissioni, in particolare il momento di scarico del rottame quando si avviano le reazioni di ossidazione e di combustione (figura 3): in tale situazione l'aspirazione primaria (quarto foro) è scollegata dal forno, mentre la cappa deve svolgere tutto il lavoro di captazione delle emissioni.

*Fusione.* Richiuso il forno, la fusione viene realizzata fornendo la energia (elettrica e di combustione) tramite arco elettrico e un'importante integrazione con l'impiego di 4 bruciatori ossi-metano e l'insufflazione di polverino di carbone e calce tramite una lancia, nonché di tubiere per il carbone. La fusione di ogni carica dura 10-15 minuti. Le emissioni sono caratterizzate da un flusso intenso e continuo, che prevede momenti critici (dovuti a crolli del rottame, volumi dei gas di combustione, esplosioni da rottame bagnato, ecc.) durante i quali i fumi sfuggono alla depressione del forno; queste emissioni vengono integralmente controllate e captate attraverso l'aspirazione primaria (quarto foro) e la captazione effettuata dall'interno della *dog-house* (figura 4).

*Affinazione.* Fase che completa la fusione, provvedendo alle prime operazioni di messa a punto dell'acciaio, quali la scorifica, l'aggiunta di additivi e di ferroleghie. L'operazione richiede pochi minuti dopo la fusione della terza carica. Le emissioni che si sviluppano vengono prevalentemente captate dal circuito primario, tramite quarto foro; ma l'aspirazione realizzata dalla dog-house è poco efficace in questa fase perché la struttura è aperta, quindi l'aspirazione residuale è affidata alla cappa.

*Spillaggio.* L'acciaio viene travasato dal forno nella siviera, dove vengono aggiunti correttivi metallurgici. Il travaso dura mediamente 2 minuti. Le emissioni che si sviluppano sono affidate parzialmente ancora al circuito primario e alla cappa sovrastante.

*Controllo forno.* Segue una fase di pochi minuti per il controllo, in particolare, delle condizioni dell'involucro interno del forno, svuotato dall'acciaio a parte una quota di metallo fuso mantenuta all'interno del crogiolo.

Figura 1. Preparazione della carica: prelievo di rottame dal parco e immissione nella cesta.

Figura 2. La dog-house viene aperta anteriormente e superiormente, facendo scorrere i portelloni, per rendere possibile il transito della cesta di rottame sostenuta da carroponte.

Figura 3. La cesta viene posizionata sopra il forno aperto: è mostrato il momento in cui vengono aperte le valve inferiori della cesta e il rottame cade nel forno.

Figura 4. Le fasi di fusione sono condotte con dog-house chiusa; l'aspirazione è garantita dal quarto foro che preleva dal forno, incapsulato, ed è integrata dall'aspirazione realizzata dall'interno della dog-house.



## Potenziamento impianto di aspirazione del forno elettrico

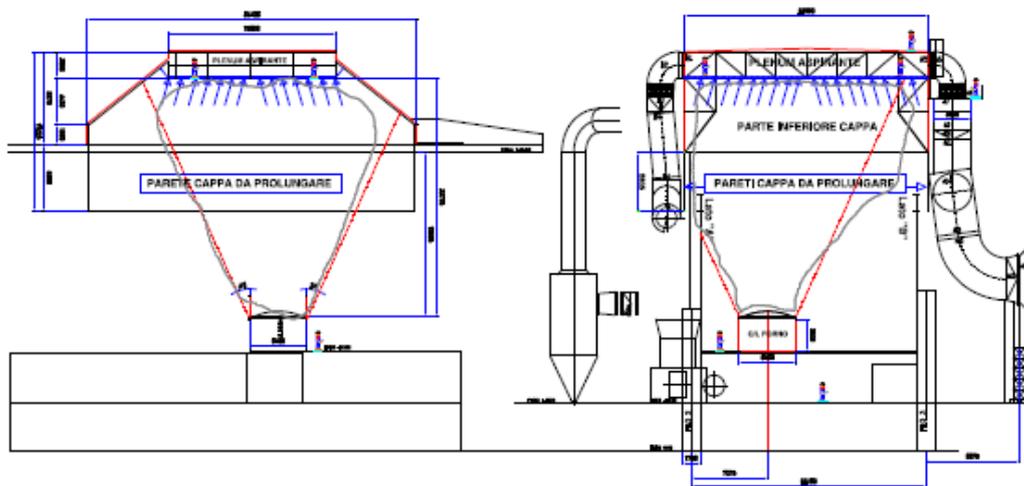
Nell'aprile 2007 da parte di STFE viene realizzato uno studio di fattibilità per il potenziamento dell'impianto di aspirazione del forno elettrico. In sintesi lo studio ha rilevato:

- la necessità di incrementare la portata del sistema secondario;
- l'adeguatezza del volume di cappa;
- la opportunità di migliorare la velocità di cattura della cappa;
- un sottodimensionamento della torre di raffreddamento destinata al trattamento dei fumi primari per quanto riguarda le frazioni organiche;
- la necessità di provvedere al controllo delle particelle grossolane aspirate, in particolare quelle incandescenti suscettibili di lesionare i sistemi filtranti, e l'opportunità di bilanciare il carico inquinante e il carico termico dei flussi primario e secondario;
- necessità di inserire un razionale e adeguato sistema di scarico, stoccaggio e rimozione delle polveri abbattute.

In seguito a queste valutazioni è stato realizzato un potenziamento dell'impianto che sinteticamente ha previsto:

- il sostanziale raddoppio della portata disponibile tramite l'installazione di un nuovo gruppo aspirante e filtrante (filtro Comeca) che affianca il gruppo esistente (filtro Daneco);
- la captazione dei fumi secondari migliorata tramite l'inserimento di pareti di tamponamento laterali lungo lo sviluppo della campata (figura 5), che limitano il prelievo di aria non derivante dall'impianto, e l'inserimento di plenum in ingresso alla cappa, per ottimizzare la velocità di ingresso;

Figura 5. Visualizzazione delle pareti laterali al forno inserite per migliorare la captazione (rif.: STFE, Studio di fattibilità). Questa figura consente di ben visualizzare la posizione del forno e della cappa sovrastante.



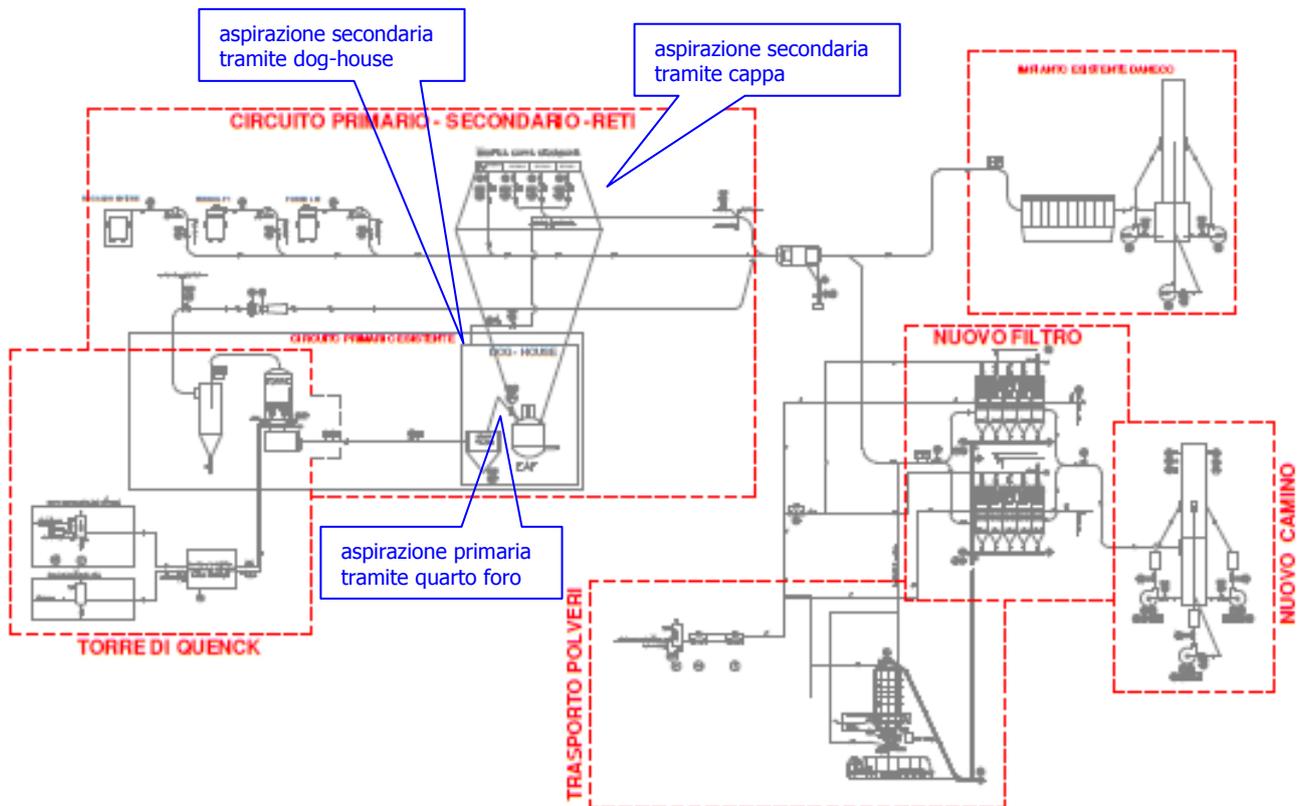
- la sostituzione del sistema di iniezione dell'acqua nella torre di raffreddamento dei fumi primari (quenching);
- l'inserimento di ciclone orizzontale per l'abbattimento delle frazioni grossolane, per ridurre le frazioni incandescenti, per bilanciare il carico termico e il carico inquinante presente nei diversi condotti di aspirazione;
- nuovo impianto di stoccaggio ed evacuazione delle polveri abbattute.

### Configurazione del sistema

Il controllo delle emissioni del forno si presenta con la configurazione schematizzata in figura 6.

Il sistema primario preleva direttamente dal forno, tramite quarto foro; il flusso transita in camera di sedimentazione (*cassa polveri*) (figure 7-8) destinata a trattenere le frazioni più grossolane; i fumi primari sono avviati alla torre quenching e a un ciclone verticale.

Figura 6. Configurazione del sistema di controllo delle emissioni del forno elettrico, dopo il potenziamento dell'impianto (riferimento: STFE, Studio di fattibilità).



La cappa del circuito secondario è servita da quattro raccordi che sboccano in due tubazioni esterne al capannone; il condotto a nord riceve un settore della cappa e convoglia anche le emissioni che derivano da altri impianti e volumi presidiati (impianto LF1, impianto LF2, postazione raccolta polveri grossolane abbattute); il condotto sud riceve tre settori della cappa.

I tre condotti di aspirazione confluiscono nel ciclone orizzontale, da cui si diramano ai due gruppi di filtrazione, ognuno di essi alimentato da tre ventilatori che avviano a due camini distinti.

Lo schema indica il sistema di raccolta delle polveri alla base delle tramogge dei filtri (inserito a inizio 2010), il trasferimento ai silos di stoccaggio e la postazione di carico delle autocisterne.

Figura 7. Carrello posto alla base della cassa polveri raffreddata per la raccolta e il trasporto della frazione abbattuta.

Figura 8. Cunicolo di trasferimento del carrello. Occorre segnalare che questa soluzione di raccolta rende agevole la raccolta e la movimentazione, riducendo la probabilità di dispersioni ed emissioni diffuse che possono derivare da queste operazioni.



Nel novembre 2009 viene completato il potenziamento dell'impianto di presidio dei fumi del forno elettrico, inserendo le soluzioni previste con lo studio di fattibilità.

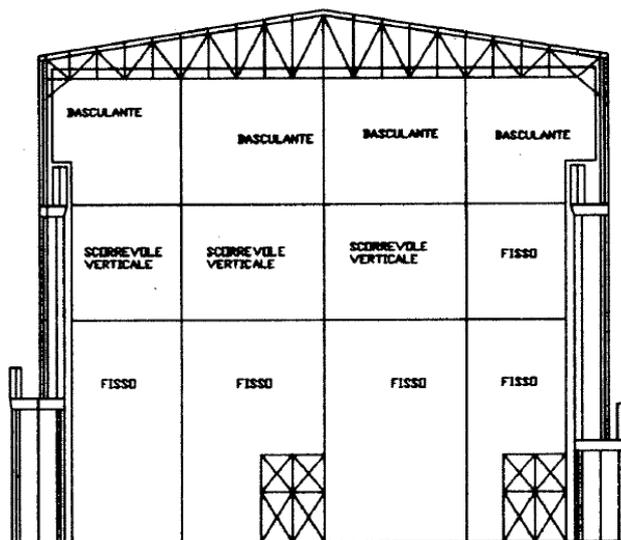
#### Ulteriori interventi di contenimento (periodo gennaio 2010 - gennaio 2011)

Successivamente al potenziamento dell'impianto di aspirazione, sono stati effettuati ulteriori interventi (riferimento: B & P Avvocati, Istanza di oblazione ex artt. 162 c.p. e 162 bis c.p., 3 marzo 2011, documento agli atti) riferiti in particolare alla captazione delle emissioni secondarie generate durante l'attività del forno elettrico, riassumibili come segue:

- ottimizzazione del regime di funzionamento dell'impianto di aspirazione forno (periodo 2010);
- inserimento di paratia mobile lato colata (figura 9) (29 giugno 2010);
- manutenzione e sigillatura dell'involucro (gennaio 2010, settembre 2010, gennaio 2011).

Figura 9. Paratia mobile lato colata (lato Borgo). La paratia viene abbassata per un'altezza tale da facilitare il contenimento delle emissioni secondarie che si sviluppano in fase di spillaggio. La paratia non costituisce una interruzione completa della sezione, ma lascia varchi laterali in corrispondenza alle vie di corsa del carroponte. Con questa soluzione la dispersione di emissioni durante la fase di spillaggio non viene fisicamente impedita, ma solo ostacolata e quindi in parte ridotta, e dipende dalle condizioni di saturazione della cappa e dalla presenza di correnti longitudinali al reparto.

Figura 10. Parete di separazione. In una prima ipotesi di miglioramento (cfr. A. Benedetti, all'epoca Custode Giudiziario di Acciaieria Valsugana: Comunicazione a GIP del 21 gennaio 2010) era stato avviato lo studio di fattibilità per l'installazione di una nuova parete a separazione del forno elettrico rispetto all'area LF e colata continua; cioè era stato ipotizzato un intervento di chiusura realizzato con requisiti analoghi ad altre segregazioni (per esempio la stessa dog-house installata), più appropriati all'ambiente siderurgico, costituita da pareti fisse e portelloni mobili realizzati in carpenteria metallica e con proprietà insonorizzanti.



### Modalità di funzionamento

La perizia tecnica ha quindi potuto esaminare un sistema di presidio del forno elettrico con i componenti prima ricordati e modalità di funzionamento sintetizzate in tabella 5, con le quali si prevedono regimi diversi di funzionamento, in base alla fase di lavorazione del forno. Per le portate si indicano valori medi ricavati dal sistema di registrazione dell'impianto e dalle rilevazioni in sede di perizia.

Riferimenti:

documentazione allegata/ rilievi 27-28mag2011/ sme\_28-05-11;

documentazione allegata/ rilievi 27-28mag2011/ Seti Ambiente;

documentazione allegata/ impianto aspirazione forno elettrico/ funzionamento nuovo impianto/ COMECA, Potenziamento impianto di aspirazione e trattamento dei fumi da forno elettrico, EAF - LF1 - LF2, revisione del 07.10.2088 (fonte: Comeca).

Tabella 5. Modalità di funzionamento dell'impianto di aspirazione.

<b>Fase condizione</b>	<b>Sistema primario</b>	<b>Sistema secondario (*)</b>
<u>Pre-carica</u> - captazione con dog-house aperta - rotazione della volta	prelievo da condotto (70.000 Nm <sup>3</sup> /h)	massima portata disponibile alla cappa (1.255.000 Nm <sup>3</sup> /h); 30' con aria falsa (**)
<u>Carica</u> - captazione con forno aperto - dog-house aperta davanti e superiormente - scarico del rottame - violente reazioni di ossidazione e di combustione	prelievo da condotto (70.000 Nm <sup>3</sup> /h)	massima portata disponibile alla cappa (1.255.000 Nm <sup>3</sup> /h)
<u>Fusione</u> - captazione con forno chiuso - dog-house chiusa	prelievo da quarto foro (160.000 Nm <sup>3</sup> /h)	portata ridotta alla cappa aspirazione da dog-house (complessivi 950.000 Nm <sup>3</sup> /h)
<u>Affinazione</u> - captazione con forno chiuso - dog-house aperta anteriormente	prelievo da quarto foro (120.000 Nm <sup>3</sup> /h)	
<u>Spillaggio</u> - captazione con forno chiuso basculato - dog-house aperta anteriormente	prelievo da condotto (70.000 Nm <sup>3</sup> /h)	portata ridotta alla cappa (1.200.000 Nm <sup>3</sup> /h)
<u>Attesa</u> (controllo forno) - captazione con forno chiuso - dog-house aperta anteriormente	prelievo da quarto foro (40.000 Nm <sup>3</sup> /h)	portata ridotta alla cappa (900.000 Nm <sup>3</sup> /h)

(\*) si stima una portata di 76.000 Nm<sup>3</sup>/h mantenuta sempre a disposizione di LF1, LF2 e riscaldamento siviera.

(\*\*) l'aria falsa viene immessa con condotto diametro 2 m, con apertura per una sezione del 30%: si tratta di contributo inferiore al 10% riferito al periodo di pre-carica, da ritenere ininfluente.

## Condizioni di presidio del forno elettrico (marzo 2011)

Considerando gli aspetti fondamentali per quanto riguarda il contenimento degli inquinanti aerodispersi, la situazione che si presenta al momento della perizia tecnica, è riassumibile come segue. Vengono segnalati i punti di forza e i punti di debolezza del sistema.

### Segregazione dell'area di lavorazione

Questa condizione garantisce la possibilità di ottimizzare (in presenza di adeguata portata) la cattura delle emissioni che derivano dalla lavorazione evitando il disturbo che deriva da ventilazione naturale (correnti longitudinali e trasversali al reparto) e il conseguente prelievo di aria sostanzialmente pulita richiamata dall'esterno del reparto.

- La segregazione dell'area di lavorazione presenta alcune criticità, dovute a mancati tamponamenti del perimetro lato carica (lato Trento) e a parziale interruzione della sezione lato colata (lato Borgo), che si determinano in fase di carica e in fase di spillaggio.
- Il volume di aria aspirato, essendo il forno dotato di dog-house, struttura installata al suo contorno, risulta maggiormente contenuto all'interno della campata, mentre risente delle correnti longitudinali quando le pareti della dog-house vengono aperte per l'operazione di carica della cesta di rottame.
- L'involucro della cappa, adeguatamente sottoposto a manutenzione, garantisce il contenimento delle emissioni e risulta senza significative fuoriuscite verso l'esterno.

### Captazione degli inquinanti

Questo aspetto è cruciale, in quanto risulta evidente che l'abbattimento può agire solo sugli inquinanti captati, in particolare per quanto riguarda le emissioni secondarie, che si liberano durante le fasi di carica e di spillaggio, dove emerge la necessità di *contenere le emissioni all'interno di un volume*, per poterle poi prelevare e avviare all'abbattimento. Questa esigenza deriva dalla impossibilità tecnica di garantire, con la carica di rottame effettuata in modo massivo con ceste, una portata sufficiente a prelevare in modo istantaneo le emissioni che si liberano in pochi secondi con cinetica elevata a causa della temperatura di emissione.

- La portata specifica (volume aspirato riferito alla dimensione del forno) del sistema primario risulta adeguata e si colloca ai valori normalmente inseriti in analoghi impianti.
- Occorre segnalare la presenza di dog-house, che contribuisce in maniera rilevante alla captazione delle emissioni che sfuggono alla captazione tramite quarto foro durante le fasi di fusione, condotte con dog-house chiusa, e in misura ridotta alla captazione delle emissioni durante le fasi di affinazione, condotte con dog-house aperta anteriormente.
- La portata specifica del sistema secondario quasi raddoppia: passa da 7000 (si considerano 1500 Nm<sup>3</sup>/t forno a servizio del sistema primario) precedenti l'intervento del 2009, a 13.200 Nm<sup>3</sup>/t forno misurati per la situazione attuale, e si colloca fra i volumi specifici più elevati inseriti per gli impianti italiani.
- Il volume di cappa è adeguato.

Tabella 6. Parametri rilevati dei sistemi di presidio del forno AV e confronto con situazione italiana. Dati ricavati da relazioni tecniche AIA per le Regioni Lombardia e Friuli Venezia Giulia.

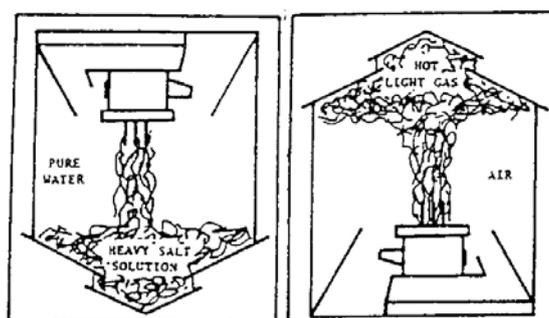
condizione	Acciaieria Valsugana (dati rilevati)	Forni elettrici italiani (dati progetto)	
		valore medio variabilità	escursione
Aspirazione totale (Nm <sup>3</sup> / h)	1.325.000	1.270.000 ± 310.000	950.000 - 2.000.000
Portata disponibile sistema primario (Nm <sup>3</sup> /t forno)	1600	1500 ± 100	1300 - 1600
Portata disponibile sistema secondario (Nm <sup>3</sup> /t)	13.200	8.700 ± 3900	8100 -16800
Volume cappa (m <sup>3</sup> )	5690		max 7700
Volume area segregata (m <sup>3</sup> )	24.000		max 40.000

La Delibera della Giunta regionale 30 dicembre 2003 (B.U.R. Lombardia – Serie Ordinaria N. 6 del 2 febbraio 2004) indica 1500 Nm<sup>3</sup>/t forno per il sistema primario e 8000 Nm<sup>3</sup>/t forno per l'intero sistema. L'osservazione degli impianti installati (tabella 6), riferita a un panorama differenziato, mostra una realtà che si è mossa rapidamente su una strada diversa, cioè l'assunzione di parametri più adeguati per i sistemi di presidio, stante la necessità di adeguare le prestazioni di captazione e di abbattimento.

Forse i parametri indicati dalla Regione Lombardia possono essere assunti come riferimento solo per condizioni ideali caratterizzate da agevole captazione, cioè aspirazione concentrata, pareti della cappa a 45°, cappa centrata sul forno, forno posto a centro campata, volume aspirato ridotto e completamente segregato.

L'impianto di aspirazione, con la ultima ristrutturazione, rende disponibili significative portate specifiche, sia per il sistema primario, ma in particolare per il sistema secondario, cioè per la sezione dell'impianto destinata a presidiare le fasi critiche di lavorazione del forno. Le criticità che si osservano per alcune cariche, in particolare nelle fasi finali di caricamento, sono risolvibili agendo sulla segregazione, piuttosto che con ulteriore portata o volume di cappa. L'idraulica invita a rispettare le leggi della fisica: la vasca che trattiene il liquido non deve avere buchi; analogamente il contenitore destinato a trattenere fumi caldi, che la gravità porta in alto, non deve avere perdite, ma deve avere anche capacità sufficiente.

Figura 11. La captazione delle emissioni aerodisperse è esemplificata dalla similitudine idraulica: i liquidi si dispongono sul fondo del contenitore e fuoriescono dai buchi in esso presenti; i fumi caldi si dispongono nella parte alta del contenitore, fuoriescono dalle aperture presenti e traboccano quando il volume non è sufficiente.



### Abbattimento degli inquinanti

I sistemi di presidio si devono caratterizzare, oltre che per *efficienza di abbattimento* in condizioni di elevato carico inquinante, per l'affidabilità che deve garantire *continuità di funzionamento*. Eventi di malfunzionamento devono essere esclusi in sede di concezione dell'impianto, stante la quantità di inquinanti che verrebbe rilasciata in atmosfera.

- Considerando le temperature in ingresso e in uscita registrate per l'impianto di raffreddamento dei fumi primari (quenching)<sup>4</sup>, non si configurano le condizioni ritenute ottimali per l'abbattimento, cioè il rapido raffreddamento all'interno dell'impianto del flusso che entra a temperatura elevata, condizioni cioè che evitino la riformazione degli inquinanti organo clorurati. In particolare si rileva che la temperatura in ingresso del fluido si colloca costantemente a cavallo di quella ottimale per la massima riformazione di PCDD-PCDF.

A tale proposito mantengono piena validità le considerazioni inserite nel Rapporto Istruttorio 276 del 19 agosto 2009, il più recente formulato da APPA in sede di riesame dell'Autorizzazione Integrata Ambientale.

Si evidenzia peraltro che l'efficacia del rapido raffreddamento si ha soltanto agendo a cavallo dell'intervallo di temperatura all'interno del quale, dopo essersi dissociate, può aversi riformazione delle diossine. Infatti notizie di letteratura affermano che:

- oltre 800°C si ha la completa dissociazione;
- l'intervallo di massima riformazione di PCDD/F si colloca fra 300 e 325°C;
- sopra i 450 e sotto i 250°C si ha una ridotta formazione.

Pertanto condizione indispensabile è che il raffreddamento brusco ottenuto mediante addizione di acqua (nella torre di quenching) avvenga possibilmente fra i 450 ed i 250°C, ma almeno da 350 a 275°C.

<sup>4</sup> Il sistema prevede la registrazione ogni 10 secondi. Durante il periodo delle rilevazioni nei condotti (28 maggio 2011 fra le ore 7,30 e le ore 15,30), la temperatura in ingresso è rimasta compresa fra 129 e 387°C, con media 276°C, la temperatura in uscita è rimasta compresa fra 91 e 291°C, con media 217°C: il "rapido raffreddamento" al flusso si concretizza in una riduzione di 59°C.

- L'inserimento del ciclone orizzontale deve ritenersi un elemento chiave della ristrutturazione dell'impianto: questo componente svolge una duplice funzione: miscelare e raffreddare il flusso primario, tanto che in alcune configurazioni surroga la funzione del quenching, e realizzare l'abbattimento di frazioni grossolane senza caricare i filtri di tessuto.
- Gli impianti di depolverazione a maniche sono concepiti per garantire ripristino e pulizia efficace e per potere subire manutenzione, imprescindibile in particolare per questi impianti, senza introdurre condizioni di criticità.

Questa valutazione si è basata in primo luogo considerando le soluzioni progettuali e costruttive adottate, in particolare per le sezioni di filtrazione, conformi ai più recenti indirizzi tecnici per la progettazione e l'esercizio degli impianti di abbattimento, che consentono una gestione anche con modalità flessibili (per esempio 5 ventilatori su 6, esclusione di celle dei filtri) garantendo il controllo delle emissioni del forno.

### Prevenzione e gestione dei malfunzionamenti

La valutazione prende in considerazione gli inconvenienti e i malfunzionamenti registrati in merito all'impianto di aspirazione, ricavati dal registro forno, riferiti al periodo settembre 2009 - giugno 2011 (cfr: elenco incidenti e inconvenienti impianto fumi). Nel registro forno vengono motivati tutti i ritardi, di diversa natura, che occorrono durante l'attività, quindi anche quelli da riferire all'impianto di presidio.

Percorrendo le diverse sezioni dell'impianto, gli inconvenienti e malfunzionamenti segnalati (42 in 22 mesi) riguardano la sezione di captazione:

- malfunzionamento dei portelloni dog-house (12 segnalazioni);
- malfunzionamento delle serrande (4 segnalazioni);
- problemi di depressione del sistema in fase di carica (1 segnalazione);
- lesione della barriera avvolgibile lato colata (installata il 29 giugno 2010: 1 segnalazione).

Sono segnalati problemi da riferire ai componenti di controllo e di gestione:

- blocco o malfunzionamento del sistema elettronico di gestione dei regimi (2 segnalazioni);
- allarme di temperatura ai filtri (4 segnalazioni) con intercettazione del funzionamento del forno.

Di seguito le segnalazioni da riferire alla sezione di abbattimento e ventilazione:

- esclusione di cella di filtrazione (2 segnalazioni);
- guasto a valvola che regola pulizia maniche (1 segnalazione);
- guasti elettrici o allarme a ventilatore (11 segnalazioni) che genera funzionamento con 5 su 6;
- segnalazione di malfunzionamento o guasto meccanico a ventilatore (4 segnalazioni).

Questa analisi, sicuramente sintetica, conferma una generale affidabilità del sistema e mette in luce le criticità su cui concentrare l'attenzione di prevenzione.

In particolare i malfunzionamenti dei portelloni dog-house devono tenere conto dell'ambiente in cui opera la struttura, cioè dell'alta polverosità e delle condizioni critiche per quanto concerne irraggiamento e vibrazioni.

### Emissioni che derivano dal versamento e dal raffreddamento scoria

Considerando le emissioni che derivano dal versamento e dal raffreddamento della scoria (*scoria nera*, derivante dal processo condotto al forno elettrico), è stata previsto:

- inserimento di sistema di nebulizzazione della scoria nera (febbraio 2010).

Per quanto riguarda le emissioni che derivano dal versamento e dal raffreddamento della scoria, risulta evidente l'impossibilità di controllare tali emissioni tramite il sistema di aspirazione del forno, che ha portato all'inserimento del sistema di nebulizzazione.

Il sistema di nebulizzazione introdotto ha la funzione di limitare il trascinamento di particolato solido che deriva dall'operazione, determinando al contempo uno sviluppo visibile di vapore acqueo, da ritenere non critico per quanto concerne le problematiche di emissione in atmosfera.

## Emissioni diffuse in atmosfera correlate all'attività del forno elettrico

In sede di perizia, a fronte delle segnalazioni da parte di enti di controllo e di residenti esterni, si è ritenuto di dovere acquisire elementi conoscitivi da parte aziendale, richiedendo “elenco degli incidenti e inconvenienti occorsi in area evacuazione scoria” ed “elenco degli incidenti e inconvenienti impianto fumi”, riferiti al periodo 2009-2011.

Gli episodi segnalati agli atti, ricavati dalla documentazione acquisita durante la perizia e verificati direttamente durante le operazioni di rilevamento, possono essere riferiti a due fasi:

- episodi del periodo luglio-dicembre 2010 (tabella 7) sono da collocare fra quelli riscontrati precedentemente o contestualmente all'implementazione dei più recenti interventi previsti da Acciaieria Valsugana, cioè:

- (a) ottimizzazione regime aspirazione impianto aspirazione forno (periodo 2010),
- (b) inserimento paratia mobile lato colata (giugno 2010),
- (c) manutenzione e sigillatura involucro (gennaio 2010, settembre 2010, gennaio 2011),
- (d) inserimento sistema di nebulizzazione scoria nera (febbraio 2010);

Quindi questi episodi sono da ritenere significativi di una situazione in evoluzione.

- episodi successivi, cioè del periodo gennaio - giugno 2011 (tabella 8), si riferiscono alla situazione nella condizione impiantistica e procedurale che questa perizia ha potuto riscontrare, cioè con tutti i più recenti interventi previsti da Acciaieria Valsugana inseriti e operativi.

Questi episodi risultano quindi utili al fine di valutare l'adeguatezza dei presidi, installati e operanti nel periodo di perizia tecnica, e funzionali a individuare gli interventi rispetto alle emissioni diffuse.

Tabella 7. Episodi del periodo luglio - dicembre 2010.

doc	data ora	valutazione dei fenomeni	interventi di contenimento inseriti fra gennaio 2010 e gennaio 2011
1	24 luglio 2010	emissione forno elettrico lato colata	migliorata segregazione lato colata (b)
	25 luglio 2010	emissione lato carica	
	01 agosto 2010	emissioni forno elettrico da cappa emissione da versamento scoria	manutenzione e sigillatura involucro (d) inserita nebulizzazione (c)
2	10 luglio 2010	emissioni forno elettrico da cappa	manutenzione e sigillatura involucro (d)
	17 luglio 2010	emissione da versamento scoria	inserita nebulizzazione (c)
	24 luglio 2010	emissione forno elettrico lato colata	migliorata segregazione lato colata (b)
	25 luglio 2010	emissione lato carica	
	27 luglio 2010	emissione da versamento scoria	inserita nebulizzazione (c)
	30 luglio 2010	emissioni lato carica emissioni da versamento scoria	inserita nebulizzazione (c)
	01 agosto 2010	emissioni forno elettrico da cappa emissioni lato carica	manutenzione e sigillatura involucro (d)
	05 agosto 2010	emissione da versamento scoria emissioni da apertura superiore	inserita nebulizzazione (c)

Documenti:

[1] (atti) Corpo Forestale Dello Stato. Comando Provinciale di Vicenza NIPAF. Fermi immagine estratti da videoriprese effettuate nel periodo 10 luglio - 5 agosto 2010;

[2] (atti) Stralci nota p.i. F. Giacomini 6710 del 16.09.2010.

Tabella 8. Episodi del periodo gennaio - giugno 2011.

doc	data ora	valutazione dei fenomeni	interventi di contenimento proposti con la presente perizia
3 7	06 febbraio 2011 ore 12 56	emissione lato carica  emissioni da cappa	tamponare area carica forno prolungare aspirazione secondaria attivare fase <i>post-carica e versamento scoria</i> manutenzione sigillatura cappa chiudere porta accesso a copertura
	07 febbraio 2011 ore 14 40	emissione lato carica  transito automezzi	tamponare area carica forno prolungare aspirazione secondaria attivare fase <i>post-carica e versamento scoria</i>
	13 febbraio 2011 ore 7 20	emissione da versamento scoria bagnatura scoria per pulizia	tamponare area carica forno prolungare aspirazione secondaria
	19 febbraio 2011 ore 10 45	emissioni da versamento scoria	prolungare copertura letto scoria attivare fase <i>post-carica e versamento scoria</i>
	19 febbraio 2011 ore 12 42	emissione forno elettrico lato colata (?)	
	24 febbraio 2011 ore 10 42	emissioni da parco ribaltamento scoria (?)	
	26 febbraio 2011 ore 9 30	(emissione lato carica) bagnatura scoria per pulizia	tamponare area carica forno prolungare aspirazione secondaria attivare fase <i>post-carica e versamento scoria</i>
	26 febbraio 2011 ore 12 40 - 12 46	emissioni da parco ribaltamento scoria (?)	
4	16 febbraio 2011 ore 22 33	esplosione fisica da versamento scoria	drenaggio acqua da area movimentazione evitare dilavamento da condotto aspirazione
	17 febbraio 2011 ore 00 49	esplosione fisica da versamento scoria	
4	16 gennaio 2011 ore 9 48	emissione lato carica bagnatura scoria per pulizia	tamponare area carica forno prolungare aspirazione secondaria attivare fase <i>post-carica e versamento scoria</i>
	16 gennaio 2011 ore 11 48	emissioni da versamento scoria	tamponare area carica forno prolungare aspirazione secondaria prolungare copertura letto scoria attivare fase <i>post-carica e versamento scoria</i>
	17 gennaio 2011 ore 7 35	emissioni da versamento scoria	
	18 gennaio 2011 ore 23 30	emissioni da versamento scoria	
	19 gennaio 2011 ore 0 53	emissioni da versamento scoria	
	19 gennaio 2011 ore 1 18	emissioni da versamento scoria	
	21 gennaio 2011 ore 1 23	emissioni da versamento scoria	
	21 gennaio 2011 ore 4 43	emissioni da versamento scoria	
	21 gennaio 2011 ore 5 38	emissioni da versamento scoria	
	21 gennaio 2011 ore 7 40	emissioni da versamento scoria presenza di sorgente esterna	
21 gennaio 2011 ore 9 53	emissioni da area scoria emissione lato carica		
5	28 maggio 2011 ore 2 05 periodo notturno	esplosione fisica da versamento scoria	drenare acqua da area movimentazione evitare convogliamento da condotto aspirazione
6	28 maggio 2011 ore 7 00 - 16 00	emissioni lato carica emissioni da apertura superiore (4 cariche, tutte 3a cesta, delle 40 viste) emissioni da versamento scoria (tutti 10 versamenti osservati)	tamponare area carica forno prolungare aspirazione secondaria prolungare copertura letto scoria attivare fase <i>post-carica e versamento scoria</i> chiudere porta accesso a copertura togliere rottame più inquinante da terza cesta
	20 marzo 2011 ore 5 12	emissioni da versamento scoria paiola contenente probabilmente 2 colate	tamponare area carica forno prolungare aspirazione secondaria prolungare copertura letto scoria attivare fase <i>post-carica e versamento scoria</i>
	26 marzo 2011 ore 20 39	vapore da ribaltamento scoria	
	9 aprile 2011 ore 0 31 - 0 59	vapore da ribaltamento paiola esplosione fisica da versamento scoria (?)	
	9 aprile 2011 ore 23 51 - 23 59	vapore da ribaltamento paiola	

10 aprile 2011 ore 0 16	vapore da ribaltamento paiola	
10 aprile 2011 ore 1 24	vapore da ribaltamento paiola	
5 marzo 2011 ore 13 30	emissioni lato carica bagnatura scoria per pulizia	
6 marzo 2011 ore 8 15	bagnatura scoria per pulizia	
6 marzo 2011 ore 10 30	emissioni da cappa	manutenzione sigillatura cappa chiudere porta accesso a copertura
6 marzo 2011 ore 11 00	emissioni da cappa	
1 aprile 2011 ore 20 - 8	esplosione fisica da versamento scoria (?)	
7 giugno 2011 ore 21 23	emissioni forno elettrico lato colata emissioni lato carica vapore su tetto dopo scorifica (pioggia intensa)	tamponare area carica forno prolungare aspirazione secondaria attivare fase <i>post-carica e versamento scoria</i>
24-25 giugno 11 ore 20 - 8	esplosione fisica da versamento scoria	drenaggio acqua da area movimentazione evitare dilavamento da condotto aspirazione

#### Documenti

[3] (atti) Video effettuati da privati cittadini. Deposito p.i. F. Giacomini;

[4] (atti) Avv. M. Giuliano. Memoria depositata il 02 marzo 2011;

[5] Operazioni peritali del 28 maggio 2011;

[6] Operazioni peritali del 28 maggio 2011;

[7] Pubblico Ministero, 21 giugno 2011.

Memoria Avv. Giuliano, 25 settembre 2011. Considerati i tempi con cui mi è stata comunicata la memoria, gli episodi riportati in tale documento non sono riportati nella precedente tabella, ma sono stati comunque visionati e valutati.

A mio parere, gli episodi riferiti nella documentazione prodotta da Pubblico Ministero e da Parte Civile sono sostanzialmente riconducibili e riferibili ad analoghi eventi osservati e riscontrati durante i sopralluoghi e durante le operazioni di caratterizzazione degli inquinanti aerodispersi effettuate nel corso della perizia.

Nelle condizioni attuali, come riportato nella sintesi presentata nella tabella 2, oltre al rilascio di visibili nubi di vapore durante il versamento scoria, risultano carenze di captazione per quanto riguarda in particolare gli episodi che sono stati identificati come “emissioni lato carica”: in condizioni di cariche critiche e durante il versamento della scoria si determina un volume di emissioni che non viene captato dal sistema secondario (cappa) e che, in un primo momento, si riversa nella sezione ovest (lato Trento) della campata forno, per poi fuoriuscire all'esterno e/o essere trascinata dalla ventilazione naturale nell'adiacente campata servizi fino a rientrare nella campata forno lato colata, e infine fuoriuscire in maniera diffusa da varie sezioni del capannone.

Vengono inoltre segnalati episodi che derivano da esplosione fisica della scoria.

In sintesi, si ricavano due gruppi di eventi, che le diverse parti (azienda, enti di controllo, residenti esterni) in alcuni casi interpretano in maniera difforme oppure applicano valutazione diversa, che, a mio parere, fanno emergere due tipi di problematiche <sup>5</sup>:

- esplosioni durante il versamento scoria;
- emissioni diffuse durante alcune fasi critiche della lavorazione al forno elettrico.

Gli interventi di contenimento, che sono stati segnalati nelle precedenti tabelle come funzionali a eliminare o ridurre la probabilità di tali eventi, vengono discussi e valutati anche alla luce di tutti gli ulteriori elementi conoscitivi (rilevazioni, documentazione aziendale, procedure) raccolti con la presente perizia.

<sup>5</sup> Non si ritiene invece di dovere approfondire la problematica riconducibile a emissioni diffuse che si liberano durante il versamento e il raffreddamento della scoria, stante la mancanza di criticità per tali emissioni e tenendo conto che le soluzioni che verranno adottate per le emissioni del forno elettrico potranno risultare efficaci anche per ridurre queste emissioni diffuse.

## **Esplosioni durante il versamento scoria**

Dagli atti e dalle osservazioni direttamente effettuate nel corso della perizia tecnica, si evidenzia la necessità di intervenire al fine di evitare eventi incidentali, che si possono determinare, in particolare, durante i primi momenti di versamento della scoria fusa. Le strutture, nella configurazione osservata nel corso della perizia tecnica (marzo - luglio 2011) e le procedure operative non possono infatti essere ritenute le più adeguate a escludere *esplosioni di tipo fisico*, cioè esplosioni di vapore dovute all'inglobamento di acqua all'interno di materiale fuso.

La possibilità di eventi critici è riconducibile all'esplosione fisica della scoria, che si determina allorché materiale liquido (in questo caso acqua) risulti inglobata (cioè sovrastata) all'interno di materiale fuso (in questo caso scoria). In questa condizione l'acqua allo stato liquido passa allo stato di vapore; ma la rapida espansione del liquido determina una importante sovrappressione <sup>6</sup> che non trova volume a disposizione e quindi provoca la proiezione del materiale liquido incandescente sovrastante.

In merito agli eventi esplosivi che si possono determinare durante il versamento della scoria, si può ritenere che gli interventi di contenimento vadano orientati, in primo luogo, a *ridurre la probabilità* di questi eventi e, in secondo luogo, a *ridurre le conseguenze*, cioè contenere all'interno dell'area di raffreddamento le proiezioni di materiale nel caso si determinassero.

Nel corso della perizia, per potere valutare con maggiore consapevolezza le condizioni con la quale viene effettuato il versamento scoria, ho ritenuto necessario acquisire dall'azienda:

- elenco degli inconvenienti e incidenti registrati nel periodo settembre 2009 - giugno 2011, ricavati dal registro forno;
- sintetica descrizione delle strutture e delle modalità di gestione adottate fino al 2009;
- data di introduzione di eventuali variazioni riferite a strutture e modalità di gestione;
- sintetica descrizione delle variazioni introdotte;
- eventuali verbali (redatti in riunioni tecniche, riunioni sicurezza, ecc.) in cui il problema viene posto e affrontato (documenti riferiti agli anni 2009, 2010, 2011);
- adeguamenti di strutture e di procedure previsti.

Inoltre, su richiesta del perito, l'azienda ha valutato, confrontato e deciso di mantenere le modalità di evacuazione della scoria tramite paiola di raccolta sottostante il forno, trasferimento con carrello e carroponte, versamento all'interno tramite carroponte. A tale proposito ha confrontato questa soluzione con l'evacuazione della scoria con pala meccanica direttamente da sottoforno (file: analisi ribaltamento scoria, versione 2 del 8 luglio 2011).

Acciaieria Valsugana ha deciso di mantenere la modalità di evacuazione della scoria, e nel contempo si è posta la necessità di ridurre la probabilità di esplosioni fisiche durante il versamento e le conseguenze che possono derivare da tali eventi.

L'inglobamento di acqua può essere riferito a un non corretto drenaggio dell'acqua nebulizzata di raffreddamento in eccesso che si deposita sopra la scoria raffreddata e spenta. Oppure l'area terminale del letto di raffreddamento, stante la pendenza della scoria versata, raccoglie comunque acqua (anche derivante da eventi meteorici).

A tale proposito, con la norma SIL n. 104 del 21 aprile 2010 (estratto inserito), si prevede:

*“Per ragioni di sicurezza, il sistema (di nebulizzazione di acqua) non deve essere attivato al primo svuotamento del mastello dopo la ripresa dell'attività produttiva (cioè con scoria fredda nel box). L'attivazione durante lo svuotamento del primo mastello potrebbe infatti provocare un accumulo di acqua del box adiacente, utilizzato per la colata successiva, con conseguente possibile pericolo di scoppi”.*

<sup>6</sup> Nel passaggio di stato da liquido a vapore l'acqua aumenta il suo volume di 10000 volte. In queste condizioni risulta assolutamente ininfluenza discutere se si abbia anche la dissociazione di acqua in ossigeno e idrogeno e la loro successiva ricombinazione esplosiva. Ai fini dell'espansione si avrebbe a che fare semplicemente con un ulteriore raddoppio del volume dei gas.

	<b>NEBULIZZAZIONE DURANTE LO SVUOTAMENTO DEL MASTELLO DI SCORIA NERA</b>	<b>NORMA SIL N. 104</b>
		<b>REV. 01</b>
		<b>DATA 21/04/10</b>

Non appena il mastello è in posizione di ribaltamento sugli appositi ganci, il gruista deve tassativamente attivare con l'apposito radiocomando presente in cabina il sistema di nebulizzazione. Questo ha un ritardo di 20 secondi per consentire il completo scarico delle tubazioni.

Il sistema arresta automaticamente gli spray dopo 180 secondi. In ogni caso è sempre possibile per il gruista, se fosse necessario, arrestare manualmente l'erogazione dell'acqua.

**Per ragioni di sicurezza, IL SISTEMA NON DEVE ESSERE ATTIVATO AL PRIMO SVUOTAMENTO DEL MASTELLO DOPO LA RIPRESA DELL'ATTIVITÀ PRODUTTIVA** (cioè con scoria fredda nel box). L'attivazione durante lo svuotamento del primo mastello potrebbe infatti provocare un accumulo di acqua del box adiacente, utilizzato per la colata successiva, con conseguente possibile pericolo di scoppi.



In questo caso l'intervento tecnico deve prevedere una rigorosa e periodica pulizia del canale di drenaggio, posto al termine dell'area sottostante il letto di scoria drenante (fotografie 12 e 13), evitando che si possano configurare le condizioni di accumulo di acqua, cioè le condizioni preliminari a un'esplosione di vapore. Tale ispezione e pulizia deve essere garantita dal rispetto di opportune procedure organizzative e di comportamento nel caso si verifichi tale accumulo.

Figura 12. Area di versamento e di raffreddamento della scoria: parte terminale di prelievo. Si osserva lo spessore del letto di scoria raffreddata.

Figura 13. Area di versamento e di raffreddamento della scoria. È visibile la parte terminale dove è stata asportata la scoria per rendere visibile la griglia sottostante di raccolta ed evacuazione dell'acqua.



La zona di versamento della scoria fusa non può escludere accumuli di acqua meteorica: in particolare si può osservare (figura 14) che i condotti di aspirazione sovrastanti, nel caso di piogge intense e prolungate, si raffreddano, non sono in grado quindi di evaporare tutta l'acqua che ricevono, anzi la convogliano e la scaricano in modo concentrato lungo le direttrici inferiori dei condotti cilindrici, con la possibilità di non avere un opportuno drenaggio da parte del letto di scoria solido. Si può quindi ritenere ragionevole che alla ripresa dell'attività, dopo una sospensione che può essere stata di diverse ore, il letto di scoria sia a temperatura ambiente, cioè non in grado di evaporare le precipitazioni meteoriche, e quindi non si può escludere accumulo di acqua dove c'è stato uno scarico concentrato. Il versamento della scoria fusa ha quindi le condizioni di inglobare acqua.

In questo caso, la riduzione della probabilità degli eventi è affidata a una struttura, inferiore ai condotti, di protezione e raccolta dell'acqua, comunque di copertura dell'area ed esclusione di ingresso di acqua raccolta e convogliata.

Figura 14. Area di versamento e di raffreddamento della scoria. Sono visibili l'ultimo versamento che ha formato uno strato solidificato compatto sovrastante il letto di scoria e i condotti di aspirazione primaria e secondaria sovrapposti, prima dell'ingresso nel ciclone orizzontale, in posizione superiore all'area di versamento.

Figura 15. La stessa area durante l'operazione di versamento della scoria.



Desta perplessità, in merito alla capacità presente e futura di gestire possibili incidenti (in particolare esplosioni fisiche dovute a versamento scorie), la mancata evidenza che eventi pregressi hanno avuto nella catena che costruisce la prevenzione in azienda: infatti nei registri di produzione non sono citati questi eventi, ma soprattutto non sono evidenziate le circostanze che possono avere un ruolo nel generare eventi esplosivi:

- un unico evento esplosivo viene riconosciuto occorso nella notte fra il 24 e 25 giugno 2011 (Acciaieria Valsugana, elenco eventi gennaio - giugno 2011);
- nel registro forno si ritrova una sola segnalazione di ritardo nell'attività, dovuto alla presenza di acqua nel box di svuotamento.

Sembrerebbe che chi in azienda ha ruolo di conduzione, controllo e prevenzione non sia consapevole e faccia fatica a riconoscere le condizioni preliminari di rischio; con questo approccio difficilmente queste condizioni diventano elementi costruttivi nell'ambito degli strumenti gestionali e operativi.

Contestualmente invece si constata che l'azienda è consapevole del rischio di esplosione a causa di accumulo di acqua sopra la scoria fredda e solidificata: infatti recentemente è stata generata una nuova procedura, definita per ridurre la probabilità di eventi esplosivi riferiti al versamento della scoria, che invece prende in considerazione la condizione di accumulo di acqua meteorica, e in tempi rapidi viene prevista una concreta risposta di prevenzione, con l'intervento di copertura e di contenimento dell'area (si veda nel seguito).

Nelle norme per i gruisti di carica (allegatoD\_PGS\_14-01\_norme\_per\_gruisti\_di\_carica.pdf del 15 marzo 2011) viene precisato:

*“Soprattutto a inizio produzione in caso di pioggia/neve o forte umidità/nebbie i primi rovesciamenti possono produrre piccole esplosioni con proiezione di materiale caldo o incandescente anche a diversi metri di distanza. Il Capoturno vigilerà affinché non vi sia transito di persone e mezzi nelle situazioni a rischio (primi svuotamenti e condizioni atmosferiche di cui sopra)”.*

Nelle modalità di evacuazione scoria nera, recentemente riviste, si indicano valutazioni più circostanziate e modificate (allegatoE\_PGSA\_06-00\_modalità\_evacuazione\_scoria\_nera.pdf del 30 giugno 2011):

*“Nel caso di:*

*• Precipitazioni di forte intensità (formazione di accumuli d’acqua o neve sul pavimento del box scorie, presenza di rivoli da tetti o tubature, ...):*

*I mastelli che raccolgono la scoria nella zona sottostante il forno vanno evacuati dal sottoforno ogni due colate salvo diversa disposizione del capoturno. In esercizio devono essere tenuti quattro mastelli scoria. Quelli pieni devono essere posti in corrispondenza del muretto laterale della fossa ceste lato Trento, mentre quelli vuoti in testa alla fossa ceste lato spedizioni o qualora non possibile questa locazione nella postazione dei mastelli pieni.*

*Lo svuotamento deve essere effettuato:*

*- al termine dei fenomeni meteorologici dove il capoturno verifica che:*

*• non ci siano accumuli di acqua o neve nel box scoria,*  
*• il muretto di scoria sia stato formato correttamente,*  
*• non ci sia personale presente nell’area (nel qual caso provvede al suo allontanamento) e, se non sussistono problemi, dà l’autorizzazione al gruista al ribaltamento (lento) dei mastelli, iniziando dall’ultimo (più liquido) al fine di favorire la formazione di un letto caldo omogeneo.*

*- al diminuire dell’intensità della precipitazione dove il capoturno dopo aver verificato i punti di cui sopra, e qualora non sussistano problemi, dà l’autorizzazione al gruista che dovrà comunque operare il ribaltamento con la massima attenzione e lentamente.*

*Nel caso che non vi siano le condizioni per un ribaltamento sicuro (protrarsi della precipitazione di forte intensità, presenza di accumuli d’acqua/neve/ghiaccio o gocciolamenti/convogliamenti d’acqua all’interno del box), con i 4 mastelli pieni, il capoturno sentirà il Responsabile di Produzione che deciderà se far mettere in ciclo altri mastelli, autorizzare la scorifica sul pavimento del sottoforno o fermare la produzione.*

*ATTENZIONE: La messa in atto delle misure di cui sopra e la presenza delle protezioni collettive (muri, contenimenti laterali, ...), soprattutto ad inizio produzione (primi rovesciamenti) non esclude la persistenza di un rischio residuo per cui si possono produrre piccole esplosioni con proiezione di materiale caldo o incandescente anche a diversi metri di distanza. Il Capoturno vigilerà affinché non vi sia transito di persone e mezzi nelle situazioni di potenziale (anche se residuo) rischio (primi svuotamenti e condizioni atmosferiche di cui sopra).*

*IMPORTANTE: il capoturno, prima del primo svuotamento del turno, deve verificare sempre che non vi siano accumuli d’acqua, presenza di neve e/o formazione di ghiaccio;*

Occorre rilevare che l’approccio assume la problematica delle forti precipitazioni e la procedura che consegue non esclude comunque la possibilità che si verifichino eventi esplosivi.

## Caratterizzazione del carico inquinante aerodisperso

Per acquisire elementi utili a valutare se il sistema di presidio del forno elettrico a tutela dell'inquinamento aerodisperso sia adeguato e correttamente utilizzato, in assenza di elementi conoscitivi sufficienti<sup>7</sup>, si è ritenuto opportuno caratterizzare il carico inquinante che deriva dalla lavorazione; a tale proposito è stata eseguita una campagna di misure per individuare qualitativamente e stimare quantitativamente gli inquinanti prodotti.

Le rilevazioni sono state condotte prendendo in particolare considerazione il *sistema secondario*, che preleva tramite *cappa* sovrastante il forno, destinato a presidiare le fasi di lavorazione che determinano le quantità di emissioni più significative, cioè le cariche e lo spillaggio. Queste fasi infatti non vengono controllate mediante il *sistema primario*, che preleva tramite *quarto foro* direttamente dal volume dal forno mantenuto chiuso. Particolare importanza assume la caratterizzazione di quelle frazioni di inquinanti che possono sfuggire alla captazione del sistema secondario e quindi possono configurarsi come *emissioni diffuse* dall'involucro del capannone, cioè rilasciate direttamente in ambiente esterno senza abbattimento.

Sono stati condotti prelievi di inquinanti particolati (polveri totali), metalli pesanti<sup>8</sup> (Fe, Mn, Cr totale, Ni, Zn, Pb, Cd, As) e organici (dibenzo-p-diossine, cioè PCDD o "diossine"; dibenzo-p-furani, cioè PCDF o furani; policlobifenili, cioè PCB; idrocarburi policiclici aromatici, cioè IPA) nei condotti di aspirazione primario e secondario, prima dei presidi di abbattimento (figure 16-19), per individuare:

- concentrazione dell'inquinante particolato nelle diverse fasi di lavorazione;
- composizione dell'inquinante particolato nelle diverse fasi di lavorazione;
- suddivisione dell'inquinante nei sistemi primario e secondario;
- composizione e stima delle emissioni diffuse.

Figura 16. Posizione di rilievo dei parametri fluidodinamici (portata, temperatura) e di prelievo degli inquinanti particolati e degli inquinanti organici nel condotto di aspirazione del sistema primario.

Figura 17. Posizione di rilievo dei parametri fluidodinamici (portata, temperatura) nel condotto di aspirazione del sistema secondario (condotto lato nord).



<sup>7</sup> Le emissioni canalizzate dopo abbattimento sono ampiamente documentate. Sono disponibili analisi riferite ai due camini dei filtri (emissioni canalizzate E1 ed E2) eseguite in conformità a quanto richiesto in sede di Autorizzazione Integrata Ambientale e per istanza aziendale (controlli APPA e analisi autonome: B & P Avvocati, Istanza di oblazione, 3 marzo 2011, Allegato 3; file documentazione invio 28 luglio, Allegato 3 (monitoraggio in continuo), Allegato 6 (rilevazioni analitiche successive al 23 novembre 2010). Invece sono praticamente assenti le informazioni riferite al carico inquinante presunto, ricavabili dalla documentazione tecnica acquisita, su cui valutare l'adeguamento del sistema di captazione e abbattimento.

<sup>8</sup> Al fine di comprendere i meccanismi di generazione dell'inquinante, fra i metalli indagati risultano di particolare importanza Fe e Mn, generati tipicamente in fase di fusione e affinazione, Zn, Pb, Cd, metalli basso bollenti derivanti dalle prime fasi di riscaldamento della carica e quindi generati principalmente in fase di carica.

Figura 18. Posizione di rilievo dei parametri fluidodinamici (portata, temperatura) e di prelievo inquinanti particolati e degli inquinanti organici nel condotto di aspirazione del sistema secondario (condotto lato sud).  
 Figura 19. Posizione di rilievo dei parametri fluidodinamici (portata, temperatura) nel condotto di aspirazione del sistema secondario (condotto lato sud).



Per quanto riguarda l'inquinamento organico, per motivi di rilevabilità analitica, non è stato possibile distinguere i contributi nelle diverse fasi di lavorazione.

Le rilevazioni hanno interessato otto cicli di lavoro (da colata 52502 a colata 52509 del 28 maggio 2011: tabella 9), riguardanti la produzione di acciai di qualità per calcestruzzo (individuati in acciaieria come "cemento armato") e acciai di qualità per impieghi in manufatti industriali (individuati come "speciale"), considerando che il rottame utilizzato si differenzia per tipologia caricata.

Tabella 9. Dati riferiti ai cicli di lavorazione esaminati del 28 maggio 2011.

numero colata	categoria (marca)	tipo carica	peso carica tre ceste [t]	inizio	fine	durata [min]	consumo [kWh/t]	produtt. [t/h]	peso colata [t]
52502	cemento armato (TC2)	A	44+38+18 100	08:09:50	09:02:30	53	329	99,5	87,273
52503	cemento armato (TC2)	A	49+31+20 100	09:02:30	09:51:58	49	341	109,6	90,346
52504	cemento armato (TC2)	A	46+34+20 100	09:51:58	10:42:48	51	341	86,3	73,137
52505	cemento armato (TC2)	A	39+36+25 100	10:42:48	11:38:09	55	337	95,9	88,502
52506	speciale (BB27)	D	39+37+23 99	11:38:09	12:35:11	57	359 348 (**)	88,7	84,291
52507	speciale (BB27)	D	42+30+23 95	12:35:11	13:28:01	53	343	97,4	85,745
52508	speciale (BB27)	D	43+37,2+16 96,2	13:28:01	14:40:59	73 (*)	351	74,1 (*)	90,105
52509	speciale (BB27)	D	47,2+37,6+14 98,8	14:40:59	15:30:59	51	336	106,1	90,105
<b>Otto colate esaminate</b>						<b>55</b>	<b>342</b>	<b>93,6</b>	
<b>2289 colate (gennaio - giugno 2011)</b>				2104 ore forno		<b>55</b>	<b>406</b>	<b>95,7</b>	

(\*) ritardo di 20 minuti per manutenzione dovuto a rottura pannello di raffreddamento

(\*\*) considerate anche 2,1 t di ferroleghie aggiunte in forno

Nella tabella 9 è evidenziato il tipo di carica, che determina le caratteristiche del rottame (ricette di carica), in quanto influisce sulle emissioni che si determinano in fase di carica (si veda anche precedente tabella 4).

La produttività è indicatrice della velocità, e quindi regolarità, con cui è stato condotto il processo; durante la colata 52506 si è verificato un guasto (foratura pannello di raffreddamento), che ha comportato un ritardo di

20 minuti<sup>9</sup>. Non sono stati riportati in tabella i consumi di metano, carbone e ossigeno, realizzati durante le fasi di fusione e affinazione, in quanto i gas di combustione sono presidiati direttamente tramite l'impianto primario (e tramite aspirazione da dog-house) e quindi non incidono rispetto alle condizioni di intervento del sistema secondario.

I dati di produttività dei cicli di lavorazione esaminati, ricavati dai fogli di colata e confrontati con quelli riferiti al periodo gennaio - giugno 2011, sono da ritenere rappresentativi delle condizioni di lavorazione normalmente adottate nell'attività di fusione. Escludendo i 20 minuti dovuti al guasto citato si ricava una produttività di 99,2 t/ora che indica lo sfruttamento regolare della potenza disponibile.

Per quanto riguarda le caratteristiche del rottame, considerando la composizione dei fumi abbattuti (tabella successiva), si può ritenere che le cariche utilizzate per l'indagine rivolta a individuare il carico inquinante siano rappresentative del rottame utilizzato negli ultimi mesi.

Condizioni di lavorazione, parametri di prelievo e risultati analitici sono riportati nella relazione SETI Ambiente [Allegato]. Le ipotesi assunte e l'elaborazione dei dati sono sintetizzate nei successivi paragrafi, individuando di seguito i risultati che emergono, utili al fine di caratterizzare i carichi inquinanti e le prestazioni del sistema di presidio.

## Risultati che emergono dalle rilevazioni

### Condotta aspirazione primaria

Le concentrazioni rilevate durante le fusioni riferite ad acciai per edilizia non mutano in maniera rilevante rispetto a quelle riferite ad acciai per applicazioni meccaniche.

Per entrambe le tipologie di acciai prodotti le concentrazioni medie della diverse fusioni non indicano rilevante differenza. Si rileva una elevata variabilità nella concentrazione della prima fusione riferita agli acciai per edilizia.

Mano a mano che la fusione procede, si riscontra un incremento delle concentrazioni, presumibilmente da attribuire alla presenza di bagno fuso nel forno che determina una temperatura globalmente più elevata e quindi più favorevole all'evaporazione delle diverse frazioni "basso bollenti" presenti in cesta.

Tabella 10. Aspirazione primaria: concentrazione del particolato nelle diverse fasi monitorate.

<b>TUTTI GLI ACCIAI</b>	<b>tutte le fusioni</b>	<b>prima fusione</b>	<b>seconda fusione</b>	<b>terza fusione</b>
media (mg/Nm <sup>3</sup> )	5893	<b>5310</b>	<b>6258</b>	<b>6620</b>
deviazione standard (mg/Nm <sup>3</sup> )	1679	2270	621	788
rapporto ds/media	0,28	0,43	0,10	0,12
<b>ACCIAI PER EDILIZIA</b>	<b>tutte le fusioni</b>	<b>prima fusione</b>	<b>seconda fusione</b>	<b>terza fusione</b>
media (mg/Nm <sup>3</sup> )	<b>5839</b>	4410	6456	6652
deviazione standard (mg/Nm <sup>3</sup> )	1934	<b>3017</b>	117	692
rapporto ds/media	0,33	0,68	0,02	0,10
<b>ACCIAI PER MANUFATTI</b>	<b>tutte le fusioni</b>	<b>prima fusione</b>	<b>seconda fusione</b>	<b>terza fusione</b>
media (mg/Nm <sup>3</sup> )	<b>5943</b>	6209	6060	6589
deviazione standard (mg/Nm <sup>3</sup> )	1485	875	883	983
rapporto ds/media	0,25	0,14	0,15	0,15

La composizione dell'inquinante particolato, considerando gli elementi indagati, in particolare i metalli pesanti più tossici, indica tenori molto bassi per Nichel, Cromo <sub>totale</sub>, Cadmio e Arsenico.

<sup>9</sup> Durante l'intervento la volta è stata mantenuta ruotata e la dog-house aperta (corretta procedura di sicurezza al fine di ridurre i rischi per gli addetti all'operazione): questa condizione ha determinato una emissione trattenuta e prelevata dalla cappa del sistema secondario, condizione che ha prolungato l'emissione di fumi in maniera anomala.

Tabella 11. Aspirazione primaria: composizione dell'inquinante particolato (% in peso espressa come ossidi).

	Fe	Mn	Ni	Cr <sub>tot</sub>	Zn	Pb	Cd	As
minimo	22,9	0,8	0,005	0,18	25,8	0,7	0,006	0,001
massimo	48,0	4,2	0,03	0,81	54,3	3,8	0,07	0,007
media	<b>34,2</b>	<b>2,1</b>	0,016	0,47	<b>40,3</b>	<b>2,2</b>	0,02	0,003
deviazione standard	<b>6,2</b>	<b>0,7</b>	0,007	0,16	<b>9,2</b>	<b>1,0</b>	0,02	0,002

A titolo di riferimento si riporta la composizione delle polveri abbattute ricavata dalle più recenti analisi (Rapporto di Prova Centro Analisi Chimiche del 18 marzo 2011 e SIAS 31 maggio 2010). Si osserva un accordo fra le composizioni: ciò indica che le cariche effettuate in corrispondenza alle rilevazioni del 28 maggio 2011 sono da ritenere rappresentative delle tipologie di rottame utilizzato nell'ultimo periodo di attività.

Tabella 12. Composizione dell'inquinante particolato (% in peso).

	Fe	Mn	Ni	Cr <sub>tot</sub>	Zn	Pb	Cd	As
condotto primario	23,9	1,6	0,013	0,36	32,2	2,0	0,02	0,002
polveri marzo 2011		2,2	0,014		24,6	1,2	0,01	0,003
polveri marzo 2010	17,8	1,8	0,023	0,36	26,3	2,1	0,02	0,002

#### Condotta aspirazione secondaria

Le fasi di *carica* indicano concentrazioni più elevate rispetto alle fasi di *spillaggio*, confermando il maggiore carico inquinante di queste fasi, che sono da ritenere le più critiche.

Le concentrazioni rilevate durante le cariche riferite ad acciai per edilizia risultano circa doppie rispetto a quelle riferite ad acciai per impieghi per manufatti industriali. Sempre per queste tipologie di acciai si osserva una maggiore concentrazione in particolare per la terza carica. La riduzione della quota di produzione di acciai per l'edilizia potrà quindi avere un ruolo positivo per quanto riguarda la riduzione del carico inquinante delle cariche.

Tabella 13. Aspirazione secondaria: concentrazione del particolato nelle diverse fasi monitorate.

TUTTI GLI ACCIAI	tutte le cariche	prima cesta	seconda cesta	terza cesta	spillaggio
media (mg/Nm <sup>3</sup> )	<b>233</b>	160	280	285	<b>99</b>
deviazione standard (mg/Nm <sup>3</sup> )	131	100	99	143	39
rapporto ds/media	0,56	0,63	0,35	0,50	0,40
ACCIAI PER EDILIZIA	tutte le cariche	prima cesta	seconda cesta	terza cesta	spillaggio
media (mg/Nm <sup>3</sup> )	<b>327</b>	232	317	<b>405</b>	101
deviazione standard (mg/Nm <sup>3</sup> )	118	108	113	90	40
rapporto ds/media	0,36	0,47	0,36	0,22	0,40
ACCIAI PER MANUFATTI	tutte le cariche	prima cesta	seconda cesta	terza cesta	spillaggio
media (mg/Nm <sup>3</sup> )	155	107	244	164	98
deviazione standard (mg/Nm <sup>3</sup> )	82	58	89	31	44
rapporto ds/media	0,53	0,54	0,37	0,19	0,45

Tabella 14. Aspirazione secondaria: composizione dell'inquinante particolato (% peso espressa come ossidi).

	Fe	Mn	Ni	Cr <sub>tot</sub>	Zn	Pb	Cd	As
minimo	1,8	0,2	< 0,02	< 0,03	21,2	0,7	< 0,02	
massimo	7,5	1,1	0,05	1,20	81,2	12,7	0,07	< 0,13
media	<b>4,5</b>	<b>0,9</b>	(0,016)	(0,47)	<b>47,3</b>	<b>3,4</b>	(0,02)	(0,003)
deviazione standard	<b>1,6</b>	<b>1,0</b>			<b>15,5</b>	<b>2,5</b>		

La composizione dell'inquinante particolato rilevato nel condotto di aspirazione secondaria indica una importante riduzione dei tenori di Ferro e Manganese, metalli tipicamente da riferire all'ossidazione che si sviluppa in fase di fusione, e un incremento dei metalli basso bollenti, tipicamente di Zinco e Piombo, che evaporano più facilmente e quindi già nelle fasi di carica. Per gli altri metalli tossici ricercati, in numerose analisi occorre fare i conti con i limiti di rilevabilità analitica. Per caratterizzare quindi la presenza di questi

ultimi metalli nel flusso secondario, che è quello che può liberarsi dall'involucro sotto forma di emissioni diffuse, osservando i dati disponibili, si può assumere come rappresentativa la composizione riscontrata nel condotto primario.

### Ipotesi di lavoro per la stima dei carichi inquinanti

Considerando che le portate non mutano, per maggiore chiarezza e sintesi, la fase *precarica* viene associata alla fase *carica*; analogamente la fase *fusione terza cesta* è valutata insieme alla fase *affinazione*.

Il programma di aspirazione indica un'unica fase *spillaggio* comprendendo, oltre all'operazione di travaso dell'acciaio, anche il periodo precedente la *precarica* successiva: per meglio individuare il contributo inquinante, i rilievi effettuati nel sistema secondario per la fase *spillaggio* si riferiscono al periodo di solo travaso dell'acciaio, indicando una successiva fase *controllo forno (attesa)*, da ritenere non critica.

I tempi delle fasi di lavorazione, in dipendenza dai quali vengono regolate le modalità di funzionamento e le portate del sistema di aspirazione, sono ricavati dai dati registrati dal sistema (file *sme\_28-05-11*, foglio Fase forno).

La portata del condotto primario riferita alle fasi di *fusione* e *affinazione* è ricavata dalla media dai dati registrati dal sistema (file *sme\_28-05-11*, foglio Portata primario).

Per il condotto secondario si assume una portata di 1.255.000 Nm<sup>3</sup>/h durante le fasi di *carica* e di 1.200.000 Nm<sup>3</sup>/h durante le fasi di *spillaggio*, portate ricavate dalla media dei dati registrati dal sistema (file *sme\_28-05-11*, fogli SME Daneco e SME Comeca), ritenendo che venga mantenuta una portata costante di 76.000 Nm<sup>3</sup>/h per le altre utenze (LF1, LF2, riscaldamento siviera).

Si ritiene poco significativa la penalizzazione di portata per il condotto secondario lato sud dovuto all'aria falsa, che interviene per circa 30 secondi durante la fase di *pre-carica*, in quanto riferito a condotto diametro 2 m con apertura per una sezione del 30%: si tratta di contributo inferiore al 10% riferito a periodo preliminare alla carica, da ritenere non determinante per il carico inquinante.

Colata 52508: la ripartizione fra il tempo di fusione prima cesta e di sospensione della fusione con volta aperta, causato da intervento in seguito a guasto pannello di raffreddamento, è ricavata dal diagramma di assorbimento elettrico (file *potenza\_assorbita\_EAF*).

La stima del carico inquinante del condotto secondario è stata calcolata facendo riferimento alla portata prevista dal sistema e misurata nei due condotti di aspirazione durante le fasi *precarica-carica* e *spillaggio*: si assume l'intera portata misurata nel condotto di aspirazione secondaria lato nord, ritenendo poco significativo il contributo del ramo LF1 + LF2 + riscaldamento, comunque supportato da booster.

I carichi inquinanti delle diverse fasi sono ricavati riferendo le concentrazioni misurate (in alcuni casi per periodi parziali della fase onde limitare problemi di intasamento dei supporti di prelievo) alla durata delle intere fasi registrate dal sistema.

Le concentrazioni misurate nel condotto secondario lato sud vengono ritenute rappresentative anche di quelle presenti nel condotto secondario lato nord: quindi i carichi inquinanti sono riferiti alla portata complessiva dei due condotti.

I carichi inquinanti, prelevati nelle due sezioni di prelievo dell'impianto, hanno mediamente raccolto il 52% delle polveri che si possono stimare abbattute, pari a 14,98 kg di polveri da silo per ogni t di acciaio colato: si è ritenuto che l'inquinante nei condotti non possa risultare inferiore alle quantità abbattute. Quindi i carichi inquinanti sono stati quindi ricalcolati considerando il peso di polveri raccolte ai filtri nel periodo gennaio-giugno 2011, da ritenere come più rappresentativo delle attuali condizioni di rottame caricato e di mix produttivo (file *produzione\_produttività\_polveri2*).

Considerando che i prelievi nel condotto secondario non sono stati effettuati durante le fasi di lavorazione a volta chiusa, durante le quali rimane in funzione l'aspirazione con portata ridotta, si può ritenere minimo il contributo prelevato dalla cappa durante le fasi di fusione condotte con dog-house chiusa, mentre è sicuramente più rilevante il contributo che sfugge a quarto foro e prelievo da dog-house durante l'affinazione (scorifica, decarburazione, aggiunte) realizzata con dog-house parzialmente aperta. Dallo schema d'impianto si rileva che il condotto che preleva da dog-house confluisce nel collettore sud del sistema secondario e quindi va considerato insieme ai fumi secondari prelevati dalla cappa, stimando un contributo complessivo del 5% per le fusioni e l'affinazione.

### Ripartizione dei carichi inquinanti

Nella tabella vengono indicati in modo sintetico i principali dati degli otto cicli di lavorazione indagati e il carico inquinante suddiviso nei due condotti di aspirazione. Questi valori risultano in ottimo accordo con quelli ricavati per altri forni elettrici e utilizzati nelle indicazioni BAT come riferimento per individuare i presidi impiantistici.

Il guasto della colata 52508 che ha implicato 20 minuti di intervento, con volta ruotata e dog-house aperta, ha comportato un evidente incremento del carico inquinante. Questo episodio mostra chiaramente che praticamente tutti i ritardi nell'esercizio, che non lasciano il forno sotto completo presidio del quarto foro, si traducono in un incremento delle emissioni, oltre che evidentemente non essere graditi né all'azienda per la redditività dell'impianto, né agli addetti per le condizioni di lavoro gravose spesso implicate dalla necessità di intervenire per risolvere gli inconvenienti.

Tabella 15. Principali dati e carico inquinante dei cicli di lavorazione indagati.

colata	acciaio	durata [minuti]	produttività [t/h]	carico inquinante [kg]	condotto primario	condotto secondario
52502	AE	53	99,5	955	<b>86%</b>	<b>14%</b>
52503		49	109,6	1024	<b>90%</b>	<b>10%</b>
52504		51	86,3	1320	<b>89%</b>	<b>11%</b>
52505		55	95,9	1359	<b>89%</b>	<b>11%</b>
52506	AM	57	88,7	1236	<b>90%</b>	<b>10%</b>
52507		53	97,4	1105	<b>90%</b>	<b>10%</b>
52508		73 (*)	74,1 (*)	1731	<b>93%</b>	<b>7%</b>
52509		51	106,1	1239	<b>90%</b>	<b>10%</b>
<b>Otto colate esaminate</b> (valori medi)				<b>1246</b>	<b>90%</b>	<b>10%</b>

AE: acciai di qualità per edilizia (tondo per cemento armato)

AM: acciai di qualità per impieghi in manufatti industriali

(\*) ritardo di 20 minuti per manutenzione dovuto a rottura pannello di raffreddamento: il forno è stato mantenuto con volta ruotata durante l'intervento.

Nelle successive tabelle 16 e 17 si descrive in maniera più precisa il carico inquinante, riferito al particolato: sono indicati i parametri che permettono di individuare le specifiche attività e la loro durata (espressa in minuti e centesimi). Utilizzando le ipotesi di lavoro prima indicate vengono stimati i carichi inquinanti per il condotto primario e per il condotto secondario, suddivisi per le diverse fasi.

TABELLA 16			CONDOTTO SECONDARIO			CONDOTTO PRIMARIO				
termine fase	durata (minuti)	fase	concentr [mg/Nmc]	carico polveri [kg]	% carico inquinante	carico polveri [kg]	% carico inquinante	carico polveri [kg]	concentr [mg/Nmc]	portata [Nmc/h]
08:11:00	1,17	carica prima cesta	110	5,5	0,6%					
08:25:05	14,08	fusione prima cesta		8,6				66,1	1023	149702
08:29:37	4,50	carica seconda cesta	235	45,5	4,8%					
08:41:32	11,92	fusione seconda cesta		8,6				352,0	6410	150282
08:43:02	1,50	carica terza cesta	430	27,6	2,9%					
08:58:08	15,10	fusione terza cesta e affinazione		28,2				405,0	6169	141756
	3,00	spillaggio	58	7,5	0,8%					
09:02:30	1,37	controllo forno								
<b>52,63</b>	<b>COLATA 52502</b>			<b>131,6</b>	<b>13,8%</b>	<b>954,7</b>	<b>86,2%</b>	<b>823,2</b>		
09:03:40	1,17	carica prima cesta	189	9,5	0,9%					
09:19:06	15,43	fusione prima cesta		9,5				209,9	2955	150054
09:20:36	1,50	carica seconda cesta	307	19,8	1,8%					
09:30:40	10,07	fusione seconda cesta		9,5				294,4	6595	144600
09:32:01	1,35	carica terza cesta	278	16,1	1,5%					
09:47:37	15,60	fusione terza cesta e affinazione		29,5				412,0	6362	135355
	3,00	spillaggio	102	13,2	1,2%					
09:51:58	1,35	controllo forno								
<b>49,47</b>	<b>COLATA 52503</b>			<b>107,1</b>	<b>10,5%</b>	<b>1023,5</b>	<b>89,5%</b>	<b>916,4</b>		
09:54:09	2,18	carica prima cesta	274	25,7	1,9%					
10:09:05	14,92	fusione prima cesta		13,8				389,7	5832	146067
10:10:25	1,33	carica seconda cesta	446	25,5	1,9%					
10:21:30	11,08	fusione seconda cesta		13,8				312,0	6496	141273
10:22:50	1,33	carica terza cesta	424	24,3	1,8%					
10:37:36	14,77	fusione terza cesta e affinazione		35,2				468,8	7679	134795
	3,00	spillaggio	88	11,4	0,9%					
10:42:48	2,20	controllo forno								
<b>50,82</b>	<b>COLATA 52504</b>			<b>149,6</b>	<b>11,3%</b>	<b>1320,1</b>	<b>88,7%</b>	<b>1170,5</b>		
10:44:18	1,50	carica prima cesta	314	20,2	1,5%					
10:57:23	13,08	fusione prima cesta		14,3				442,7	7831	140897
10:58:34	1,18	carica seconda cesta	271	13,8	1,0%					
11:10:08	11,57	fusione seconda cesta		14,3				319,3	6322	142362
11:11:39	1,52	carica terza cesta	491	32,0	2,4%					
11:28:35	16,93	fusione terza cesta e affinazione		35,9				446,0	6399	134211
	3,00	spillaggio	154	19,9	1,5%					
11:38:09	6,57	controllo forno								
<b>55,35</b>	<b>COLATA 52505</b>			<b>150,5</b>	<b>11,1%</b>	<b>1358,5</b>	<b>88,9%</b>	<b>1208,0</b>		

TABELLA 17

TABELLA 17			CONDOTTO SECONDARIO			CONDOTTO PRIMARIO				
termine fase	durata (minuti)	fase	concentr [mg/Nmc]	carico polveri [kg]	% carico inquinante	carico polveri [kg]	% carico inquinante	carico polveri [kg]	concentr [mg/Nmc]	portata [Nmc/h]
11:39:40	1,52	carica prima cesta	58	3,8	0,3%					
11:54:05	14,42	fusione prima cesta		12,7				387,9	5694	154081
11:56:06	2,02	carica seconda cesta	276	23,9	1,9%					
12:07:50	11,70	fusione seconda cesta		12,7				309,2	5710	150914
12:11:32	3,70	carica terza cesta	157	25,0	2,0%					
12:28:08	16,60	fusione terza cesta e affinazione		33,6				413,5	5781	140505
	3,00	spillaggio	104	13,4	1,1%					
12:35:11	4,05	controllo forno								
<b>57,00</b>	<b>COLATA 52506</b>			<b>125,0</b>	<b>10,1%</b>	<b>1235,6</b>	<b>89,9%</b>	<b>1110,7</b>		
12:36:41	1,50	carica prima cesta	110	7,1	0,6%					
12:50:17	13,60	fusione prima cesta		10,8				324,9	5422	143630
12:52:07	1,83	carica seconda cesta	143	11,3	1,0%					
13:02:11	10,08	fusione seconda cesta		10,8				232,5	5107	147200
13:04:02	1,85	carica terza cesta	209	16,6	1,5%					
13:21:09	17,08	fusione terza cesta e affinazione		31,0				440,5	6071	138461
	3,00	spillaggio	154	19,9	1,8%					
13:28:01	3,87	controllo forno								
<b>52,82</b>	<b>COLATA 52507</b>			<b>107,5</b>	<b>9,7%</b>	<b>1105,3</b>	<b>90,3%</b>	<b>997,8</b>		
13:30:02	2,02	carica prima cesta	72	6,2	0,4%					
	17,33	fusione prima cesta		19,7				550,2	7390	140037
	19,75	sospensioni per perdita acqua	20	16,9				142,1	1829	128239
14:09:07	2,00	carica seconda cesta	44	3,8	0,2%					
14:18:31	9,40	fusione seconda cesta		19,7				298,6	6230	166232
14:20:11	1,67	carica terza cesta	137	9,8	0,6%					
14:36:28	16,28	fusione terza cesta e affinazione		42,9				615,3	7993	154125
	3,00	spillaggio	47	6,0						
14:40:59	1,52	controllo forno								
<b>72,97</b>	<b>COLATA 52508</b>			<b>125,0</b>	<b>7,2%</b>	<b>1731,2</b>	<b>92,8%</b>	<b>1606,1</b>		
14:43:00	2,02	carica prima cesta	186	16,1	1,3%					
14:58:16	15,27	fusione prima cesta		12,7				402,4	6331	135747
15:00:17	2,02	carica seconda cesta	312	27,0	2,2%					
15:11:41	11,40	fusione seconda cesta		12,7				368,3	7192	146456
15:13:42	2,02	carica terza cesta	154	13,4	1,1%					
15:27:37	13,92	fusione terza cesta e affinazione		33,6				344,3	6509	123940
15:48:22	2,33	spillaggio	87	8,8						
	2,00	controllo forno								
<b>50,97</b>	<b>COLATA 52509</b>			<b>124,2</b>	<b>10,0%</b>	<b>1239,3</b>	<b>90,0%</b>	<b>1115,1</b>		

## Inquinanti organici

La rilevazione di inquinanti organici sono state realizzate per i due condotti di aspirazione primario e secondario. Considerando la necessità di garantire la rilevabilità analitica (e per mantenere ragionevoli i costi di analisi), è stato ritenuto opportuno mantenere non distinguere le progressive fasi di lavorazione. L'indagine ha quindi preso in considerazione, con un unico campione, il carico inquinante nel condotto primario, associando tutte le fasi di fusione e affinazione delle 8 colate condotte, interrompendo il prelievo nelle altre fasi di lavoro non presidiate da aspirazione; analogamente l'indagine preso in considerazione, con un unico campione, il carico inquinante del condotto secondario, associando unicamente tutte le fasi di carica e di spillaggio e interrompendo il prelievo nelle altre fasi.

La modalità adottata consente quindi di stimare il carico inquinante prodotto dalla lavorazione, considerando le sostanze nei due condotti, prima del trattamento di abbattimento. L'indagine riferita al condotto secondario è funzionale anche per individuare la qualità delle emissioni che, sfuggendo all'abbattimento, si possono determinare come emissioni diffuse in ambiente esterno e consente di stimare le quantità disperse.

Tutti i dati di prelievo e analisi, riferiti a tutti i supporti (campione, condensa, risciacquo vetreria) sono inseriti nella relazione SETI Ambiente. In questa relazione ci si limita a valutare i risultati interessanti ricavati ai fini del quesito, considerando le fasi di fusione e affinazione, per il condotto primario, e le fasi di carica, per il condotto secondario (tabella 18).

Tabella 18. Parametri sintetici degli inquinanti prelevati nei condotti primario e secondario. I diversi composti chimici sono espressi secondo le convenzioni utilizzate per caratterizzarne la tossicità.

Inquinanti	condotto primario	condotto secondario	quota secondario
<b>Particolato [mg/ Nm<sup>3</sup>]</b>	<b>5893</b>	<b>233</b>	<b>3,8 %</b>
I-TCDD Equivalenti [ng I-TEQ/Nm <sup>3</sup> ]	56,5	2,55	<b>4,3 %</b>
TCDD Equivalenti [ng WHO-TEQ/Nm <sup>3</sup> ]	55,9	2,55	<b>4,4 %</b>
PCB come TCDD Equivalenti [ng WHO-TEQ/Nm <sup>3</sup> ]	1,8	0,07	<b>3,5 %</b>
PCB Totali [ng/Nm <sup>3</sup> ]	424,9	188,26	<b>30,7 %</b>
Σ IPA [ng/Nm <sup>3</sup> ]	24475,6	2546,73	<b>9,4 %</b>
Σ IPA D.Lgs. 133/2005 [ng/Nm <sup>3</sup> ]	2311,2	227,53	<b>9,0 %</b>

Particolare importanza assumono le concentrazioni rilevate nel condotto secondario: tale prelievo è stato mantenuto attivo esclusivamente durante le fasi di carica e quindi le concentrazioni degli inquinanti sono in grado di rappresentare la qualità delle emissioni che possono configurarsi come emissioni diffuse.

Il confronto con le concentrazioni ricavate per gli inquinanti particolati indica che per alcuni inquinanti (PCDD, PCDF, PCB più tossici) le modalità con le quali questi si distribuiscono nei due diversi flussi (primario e secondario) sono sostanzialmente analoghe a quelle con cui si distribuisce il carico inquinante di polveri; si rileva un arricchimento importante per gli idrocarburi e per il totale dei PCB (non per quelli più critici), da riferire alle modalità con cui tali inquinanti si sviluppano e/o si formano nelle fasi di carica.

## Stima efficienza di abbattimento

Un'ulteriore informazione, riferita all'efficienza di abbattimento delle diverse tipologie di inquinanti, si può ricavare dai parametri (concentrazione, portata) che caratterizzano i flussi nei condotti per quanto concerne gli inquinanti particolati e gli inquinanti organici. Non sono stati condotti prelievi contemporanei prima e dopo i sistemi di abbattimento e quindi si tratta di una stima che deriva dal confronto delle concentrazioni misurate il 28 maggio 2011 nei condotti (pesate per il loro contributo in base alle portate e ai tempi), con le recenti analisi condotte alle emissioni, cioè dopo abbattimento<sup>10</sup>.

Sorgono perplessità in merito alle concentrazioni di IPA e PCB rilevate alle emissioni E1 ed E2 il 17-19 maggio 2011<sup>11</sup>, concentrazioni diverse per un ordine di grandezza rispetto a recenti analisi analoghe; questi dubbi sono supportati anche dal fatto che le concentrazioni rilevate ai camini, dopo abbattimento, risultano superiori alle concentrazioni ritrovate nei condotti prima dell'abbattimento.

<sup>10</sup> APPA, Controllo emissioni E1 E2, prelievi in data 3-4 maggio 2011: Allegato 6/ APPA; SIAS, Controllo emissioni E1 E2, prelievi 17-19 maggio 2011: Allegato 6/ autocontrollo.

<sup>11</sup> Per queste classi di inquinanti i prelievi agli atti indicano comunque concentrazioni inferiori rispetto ai limiti indicati in A.I.A. Probabilmente questa è l'unica condizione che viene verificata per quanto concerne le emissioni monitorate.

Tabella 19. Parametri sintetici degli inquinanti prelevati nel condotto primario e rilevati alle emissioni.

Parametri	concentrazione condotti (0)	emissione		stima abbattimento
Polveri [mg/ Nm <sup>3</sup> ]	655	E1 (1)	0,27	99,94 %
		E2 (1)	0,30	
		E1 (2)	0,54	
		E2 (2)	0,47	
I-TCDD Equivalenti [ng I-TEQ/Nm <sup>3</sup> ] (per emissione: PCDD-PCDF)	7,07	E1 (1)	0,022	99,2 %
		E2 (1)	0,015	
		E1 (2)	0,046	
		E2 (2)	0,073	
PCB Totali [ng/Nm <sup>3</sup> ] (per emissione 3-4 maggio: PCB+PCT)	118	E1 (1)	46	60 %
		E2 (1)	48	(vedi testo)
		E1 (2)	440	
		E2 (2)	430	
Σ IPA [ng/Nm <sup>3</sup> ]	4462	E1 (1)	6	
		E2 (1)	8	98,2 %
		E1 (2)	90	
		E2 (2)	70	

(0) la concentrazione viene ricavata pesando i contributi dei condotti primario e secondario per i tempi di aspirazione dei due diversi sistemi.

(1) APPA, Controllo emissioni E1 E2, prelievi in data 3, 4 maggio 2011: file Allegato 6/ APPA.

(2) SIAS, Controllo emissioni E1 E2, prelievi 17 - 19 maggio 2011: file Allegato 6/ autocontrollo.

## Impatto stimato in atmosfera

Per definire questo aspetto è utile ripartire da quanto riportato da APPA nel “Rapporto istruttorio” successivo alla Conferenza dei Servizi decisoria del 18 agosto 2009, cioè la più recente in merito all’autorizzazione delle emissioni derivanti dal forno elettrico, e integrare con quello che si può ricavare dalle rilevazioni effettuate.

Sotto il profilo tecnico, in linea con le prescrizioni tecniche fissate a livello nazionale e internazionale per il contenimento delle emissioni dagli impianti del Comparto Acciaio, il potenziamento dell’aspirazione da cappa si pone l’obiettivo di eliminare (o quantomeno ridurre in modo significativo) le emissioni diffuse provenienti dall’interno dello stabilimento che si originano in occasione delle fasi singolari di caricamento delle ceste di rottame e di spillaggio dell’acciaio fuso con colata in siviera.

(.....)

L’importanza dell’efficienza di captazione delle emissioni diffuse risulta immediata se soltanto si pensa che le emissioni secondarie di polveri in occasione di ogni operazione di carico del rottame ammontano a diverse decine di chilogrammi (qualche centinaio durante un intero ciclo di colata) e che, ove captate, tali quantità vengono trattate con efficienze di depolverazione pari al 99,5 - 99,8%. Diventa quindi quasi ininfluente la portata polverosa convogliata (e trattata) rispetto alla portata residua diffusa, per quanto esse possa essere stata ridotta.

Difatti, ai valori di concentrazione attesi (1-5 mg/Nm<sup>3</sup>) le emissioni al camino risultano assolutamente incolori ed invisibili, mentre le attuali emissioni diffuse (che si saltuariamente si presentano durante le fasi di caricamento del rottame con concentrazioni di qualche grammo/Nm<sup>3</sup>) sono ben visibili e permangono scenograficamente rilevanti anche a discreta distanza (decine di metri) dalle aperture attraverso le quali fuoriescono.

Inoltre l’emissione rilasciata in modo controllato attraverso camini, beneficiando oltre che dell’altezza geometrica del camino stesso anche dell’effetto termico (effluenti aeriformi caldi) e dell’effetto dinamico (velocità di efflusso), consente una migliore dispersione degli inquinanti residui con conseguente riduzione delle concentrazioni al suolo, soprattutto nei pressi dell’impianto.

L’obiettivo che si pone il progetto di potenziamento del sistema di captazione, aspirazione e trattamento dei fumi provenienti dal forno fusorio, lungi dall’essere preordinato a un futuro ampliamento produttivo, è dunque quello di migliorare la captazione delle emissioni secondarie al fine di conseguire prestazioni ambientali pari almeno al 98%, per quanto concerne la captazione e l’abbattimento delle polveri complessivamente emesse dal forno durante l’intero ciclo di fusione.

## Emissioni canalizzate

Le concentrazioni rilevate alle emissioni canalizzate, in sede di controllo APPA e autocontrollo Acciaieria Valsugana, sono utilizzate per ricavare i carichi inquinanti per Polveri Totali e PCDD/PCDF (tabella 20) e per PCB e IPA (tabella 21). I carichi inquinanti dipendono, in primo luogo, dall'efficienza di abbattimento dei sistemi installati.

Tabella 20. Carico inquinante (PT, PCDD/PCDF) rilevato alle emissioni canalizzate (E1, E2) del forno.

Controllo emissioni	Portata (E1 - E2) [Nm <sup>3</sup> /h]	Polveri (E1 - E2) [mg/ Nm <sup>3</sup> ]	PCDD-PCDF (E1 - E2) [ng/ Nm <sup>3</sup> ]	flusso di massa (E1+E2)	
				Polveri [kg/h]	PCDD-PCDF [µg/ h]
Autocontrollo SIAS 29-30 settembre 2009	597.000 541.000		0,1997 0,2003		228
Autocontrollo SIAS 23 novembre-3 dicembre 2009	520.500 682.000	0,50 0,16	0,0454 0,0554	0,37	61
Autocontrollo SIAS 21-22 gennaio 2010	(695.000) (1)		0,0259		38 (1)
APPA 1-4 febbraio 2010	531.000 695.000	0,87 <0,10	0,0013 0,0015	0,52	2
Autocontrollo INDAM 10-12 maggio 2010	622.000 654.000	<0,20 <0,20	0,0768 0,0465	<0,25	78
APPA 19-20 maggio 2010	622.000 654.000		0,047 0,089		87
APPA 8-10 settembre 2010	520.000 669,500		0,027 0,011		21
APPA 19-21 ottobre 2010	610.000 634.000	0,27 0,21	0,016 0,044	0,30	38
Autocontrollo INDAM 9-12 novembre 2010	600.000 792.000	0,20 <0,20	0,0320 0,0389	0,20	50
APPA 23-25 novembre 2010	550.000 742.000	0,13 0,10	0,0043 0,0020	0,15	4
APPA 3 - 6 maggio 2011	485.000 650.000	0,27 0,30	0,022 0,015	0,33	20
Autocontrollo SIAS 17 - 19 maggio 2011	571.000 618.000	0,54 0,47	0,0459 0,0731	0,60	71

(1) la rilevazione della portata non viene riportata: si è assunto il valore temporalmente più prossimo; carico estrapolato per i due camini.

Tabella 21. Carico inquinante (PCB, IPA) rilevato alle emissioni canalizzate (E1, E2) del forno elettrico.

Controllo emissioni	Portata (E1 - E2) [Nm <sup>3</sup> /h]	PCB totali (E1 - E2) [µg/ Nm <sup>3</sup> ]	Σ IPA (E1 - E2) [µg/ Nm <sup>3</sup> ]	flusso di massa (E1+E2)	
				PCB totali [mg /h]	Σ IPA [mg/ h]
Autocontrollo SIAS 23 novembre-3 dicembre 2009	520.500 682.000		< 0,1 < 0,1		(...)
APPA 1-4 febbraio 2010	531.000 695.000	0,128 0,353	0,0069 0,0039	313	6
Autocontrollo INDAM 10-12 maggio 2010	622.000 654.000		0,0176 0,0146		20
APPA 19-20 maggio 2010	622.000 654.000	0,175 0,230		259	
APPA 8-10 settembre 2010	520.000 669,500	0,177 0,179		212	
APPA 19-21 ottobre 2010	610.000 634.000	0,305 0,393		440	
Autocontrollo INDAM 9-12 novembre 2010	592.000 792.000		0,0135 0,0141		19
APPA 23-25 novembre 2010	550.000 742.000	0,097 0,287		270	
APPA 3 - 6 maggio 2011	485.000 650.000	0,046 0,048	0,0056 0,0077	54	8
Autocontrollo SIAS 17 - 19 maggio 2011	571.000 618.000	0,440 0,430	0,09 0,07	517	95

Per PCB e IPA le valutazioni non tengono conto delle concentrazioni non correttamente comprensibili, in quanto sono state introdotte ambiguità con le unità di misura utilizzate (certificati SIAS n. 699 del 23.11.2010, SIAS n. 586 del 24.09.2010, SIAS n. 365 del 14.06.2010), incongruenze (certificato SIAS n. 27 del 10.02.2010), inutilizzabilità per alcuni parametri (SIAS n. 729 del 21.12.2009).

A parte qualche perplessità dovuta al fatto che prelievi e analisi effettuati da laboratori diversi indichino sistematiche variazioni per le concentrazioni di inquinanti organici, si ricavano le seguenti indicazioni, riferite al *normale funzionamento dell'impianto*:

- le polveri indicano un'emissione canalizzata (da camini E1 ed E2) che varia fra 0,20 e 0,60 kg/ora;
- per PCDD/PCDF si è misurata una emissione canalizzata che varia fra 20 e 80 µg/ora;
- per PCB si è misurata un'emissione canalizzata che varia fra 50 e 500 mg/ora;
- per IPA si è misurata un'emissione canalizzata che varia fra 10 e 100 mg/ora.

### Emissioni diffuse

Le emissioni diffuse si ricavano quindi considerando le concentrazioni rilevate nel condotto secondario, stimando la perdita di efficienza della captazione e i tempi per cui questa situazione critica si protrae.

Per questo tipo di emissioni assume rilevanza considerare le sole fasi di carica presidiate tramite sistema secondario. Come prima detto e come rilevabile da varie osservazioni, queste fasi, non correttamente presidiate, determinano fuoriuscite di inquinanti non canalizzati direttamente dall'involucro del capannone, generando emissioni diffuse nell'ambiente esterno.

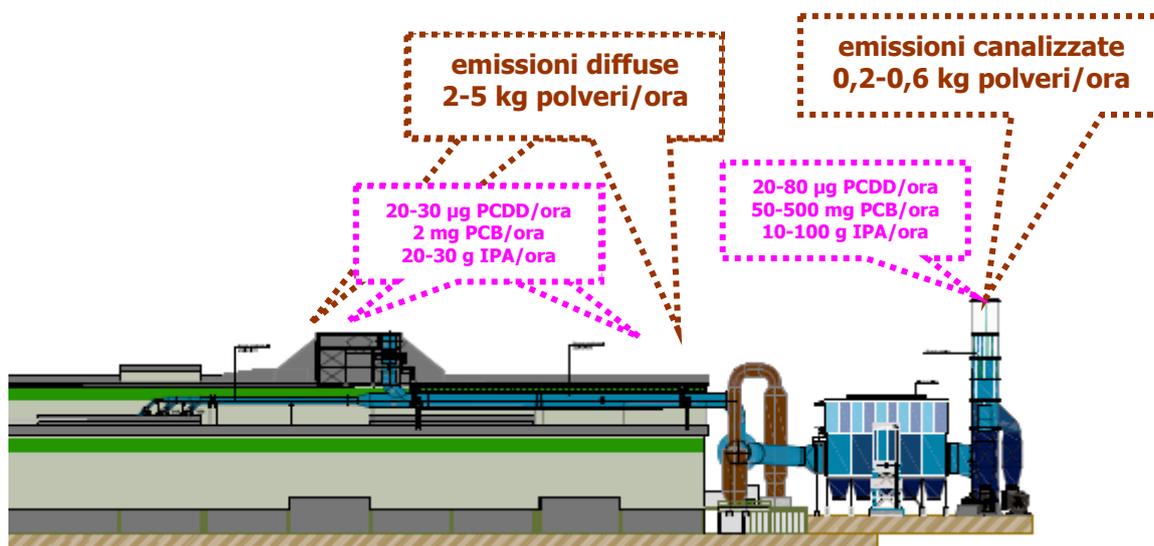
È importante considerare la variabilità per l'inquinamento che deriva dalla fase di carica del rottame, inquinamento che dipende dalla qualità del rottame caricato, di conseguenza dalla concentrazione, ma anche dalla durata della fase di apertura della volta. Il peso di queste fasi, rispetto al carico inquinante dell'intera colata, è stato misurato per le polveri e riportato nella Tabella 15: si osserva che l'inquinamento generato è stato stimato variare fra 3,8 e 45,5 kg, modificando il suo peso, rispetto al carico inquinante dell'intera colata, fra 0,2 e 4,8%. Questa variabilità nel carico inquinante delle diverse cariche spiega perché, quando si configurano determinate condizioni, la captazione del sistema secondario può generare emissioni diffuse.

Le criticità evidenziate (alcune cariche, soprattutto nella fase finale) indicano che per il sistema secondario si può stimare una efficienza di captazione ridotta fino all' 80% per particolari cariche (si possono identificare con quelle che hanno carico inquinante superiore a 20 kg di polveri, che corrispondono a 1 carica per ogni colata, cioè 1 situazione con ridotta captazione per ogni ora).

Alla luce dei carichi inquinanti rilevati, per quanto concerne il *normale funzionamento dell'impianto*, come osservato nel periodo di perizia, si stima che le emissioni diffuse (dall'involucro del capannone):

- per le polveri siano variabili fra 2 e 5 kg/ora;
- per PCDD/PCDF siano variabili fra 20 e 30 µg/ora;
- per PCB si attestino su 2 mg/ora;
- per IPA siano variabili fra 20 e 30 g/ora.

Figura 20. Sintesi dell'impatto aerodisperso stimato per il normale funzionamento del forno elettrico.



Non è oggetto del quesito valutare gli effetti sull'uomo e sulle diverse matrici ambientali dei quantitativi di sostanze rilasciate all'esterno, sotto forma di emissioni convogliate da un camino e sotto forma di emissioni rilasciate dalle aperture del fabbricato <sup>12</sup>. Il quesito chiede di esprimere una valutazione tecnica in merito alla possibilità di contenere le emissioni, facendo riferimento alle soluzioni disponibili e adottate.

La quantità di polveri generate dall'attività del forno elettrico è di circa 1360 kg/ora (si vedano i precedenti cicli di lavorazione esaminati: tabelle 15-17) <sup>13</sup>, che derivano principalmente da processi di ossidazione e di combustione. Per la situazione osservata nel periodo di perizia si sono riscontrate emissioni (canalizzate e diffuse) di polveri in atmosfera pari a 2,2-5,6 kg/h, cioè pari allo 0,2-0,4% <sup>14</sup>.

Risulta evidente che l'obiettivo di abbattere il 98% indicato nelle BAT risulta anacronistico per valutare l'adeguatezza di un impianto alle migliori tecnologie disponibili <sup>15</sup>. Il 2% di polveri liberate in atmosfera si tradurrebbe in circa 30 kg/h: in altri termini, nell'ambito di ogni ciclo di lavorazione, cioè ogni 50 minuti, un'intera fase di carica, di quelle critiche, non verrebbe captata e abbattuta: il territorio dell'intera valle, e non solo della valle, si renderebbe immediatamente conto di cosa significa rilasciare in atmosfera il 2% delle polveri generate dall'attività. Questa situazione è stata superata quando nel comparto delle acciaierie è stato introdotto il sistema secondario di captazione delle emissioni, anche nelle sue versioni più primordiali e non particolarmente efficienti, cioè negli anni '80.

In realtà la tecnologia per il presidio dei forni elettrici rende disponibili e implementabili ulteriori soluzioni di miglioramento della situazione osservata, con le quali risulta realistico prevedere di potere migliorare in misura apprezzabile l'efficienza di captazione anche per le cariche critiche.

## **Le criticità evidenziate indicano le opportunità di mitigazione**

### Importanza di evitare cariche critiche

“Ceste alte”, cioè mal confezionate oppure introdotte prima della completa fusione del rottame presente in forno, ritardi o mancato coordinamento degli operatori determinano una prolungata condizione del forno a volta aperta. Dopo l'importante volume generato dalla caduta del rottame, le emissioni generate riducono il loro flusso, ma comunque si mantengono sostanzialmente costanti per i primi minuti, determinando un ulteriore volume in ingresso alla cappa, mettendo in crisi la sua funzione di accumulatore. Infatti per alcune cariche si osserva parte dell'emissione che sfugge alla cattura da parte della cappa e al trattenimento nella stessa in attesa di essere aspirata, da riferire non al movimento del carroponete che disturba la captazione, ma alla saturazione del volume di cappa destinato all'accumulo.

---

<sup>12</sup> A questo proposito interviene la necessità di operare analisi adeguate riferite alle ricadute, come peraltro è stato e viene fatto da altre strutture per quanto riguarda il sito di Borgo Valsugana. Per quanto riguarda le ricadute generate da attività di acciaieria, si può fare riferimento anche a ricerche e valutazioni condotte in altri territori, in particolare in Provincia di Udine, dove l'obiettivo è stato quello di identificare il contributo delle varie sorgenti implicate, fra cui l'acciaieria, nelle frazioni fini delle polveri (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub>), tramite l'identificazione di metalli (Fe, Mn, Zn, Pb, Cd) assunti come traccianti dell'attività siderurgica.

<sup>13</sup> Sono escluse le frazioni grossolane raccolte principalmente in cassa polveri, pari a 180 kg/ora (si veda tabella ), e che, stante la loro granulometria, non determinano problemi di emissione in atmosfera.

<sup>14</sup> 1360 kg di polveri che ogni ora risultano principalmente da ossidazione e da combustione sono una quantità enorme. Ma anche 30 kg di questa polvere che si liberano in un'ora sono una bella quantità.

<sup>15</sup> Peraltro anche il limite all'emissione di 10 mg/Nm<sup>3</sup>, ma anche di 5 mg/Nm<sup>3</sup>, è da ritenere inadeguato a esprimere le prestazioni consolidate degli impianti generalmente installati: in tali condizioni il carico inquinante di polveri canalizzato ai camini E1 e E2 diventerebbe rispettivamente 12 e 6 kg/ora, a fronte di 0,2-0,6 kg/ora misurati nei controlli (cioè da 10 a 60 volte più grande). Per quanto riguarda l'efficienza di depolverazione si misurano valori pari a 99,94%; i fumi primari captati direttamente dal forno nell'impianto Acciaieria Valsugana, analogamente alle configurazioni di altri impianti analoghi, cioè quelli più carichi di inquinanti, subiscono cinque condizioni di abbattimento poste in successione: sedimentazione delle frazioni grossolane in cassa polveri, abbattimento a umido in quencing, ciclone verticale, ciclone orizzontale, filtrazione in tessuto.

### Modificare il confezionamento delle prime ceste

Questa opzione, cioè di modificare il confezionamento delle prime ceste destinate alla produzione di acciai per edilizia e di alleggerire la “quota di rottame maggiormente sporco” caricato con la terza cesta, è immediatamente praticabile e si ricava dai rilievi effettuati durante le fasi di carica. Queste modifiche procedurali consentono di bilanciare i carichi inquinanti delle ceste e di limitare il numero delle cariche critiche che determinano emissioni che saturano il volume di cappa.

### Insufflare tramite lancia eventuali frazioni pulverulente

Alcune frazioni pulverulente della carica possono essere immesse tramite lancia mediante insufflazione sotto il bagno fuso durante la fusione. In altri termini, alcune frazioni della carica possono in questo modo essere immesse evitando la generazione di emissioni secondarie.

### Importanza di evitare ritardi nell'esercizio

Praticamente tutti i ritardi nell'esercizio, che non lasciano il forno sotto completo presidio del quarto foro, si traducono in un incremento delle emissioni. L'esperienza segnala in particolare alcune tipologie: problemi in fase di carica, tipicamente le *ceste alte* (situazione prima esaminata), malfunzionamenti elettrici, elettronici o idraulici, che interrompono la regolare sequenza di apertura, chiusura, rotazione, attese degli impianti (cesta, carroponte, siviera), rottura degli elettrodi, problemi allo spillaggio con necessità di insufflare ossigeno.

### Incremento della segregazione

Necessità di migliorare la segregazione della campata forno lato Trento, con il completamento del tamponamento lato parco rottame, con il completamento del tamponamento lato campata magazzino, inserendo portellone mobile per transito carro forno, e con il prolungamento della copertura letto scorie: in questo modo sul lato Trento rimane la possibilità di ingresso di aria nella campata, in misura poco rilevante, dal tunnel transito carri cesta e, in misura molto ridotta rispetto alla condizione attuale, dalla sezione finale nella sezione superiore al muro dove si effettua il versamento della scoria.

L'incremento della segregazione lato Trento può determinare benefici per quanto concerne la migliore captazione delle emissioni critiche (in particolare delle cariche) e potrà essere efficace anche nel mantenere parte delle emissioni che derivano dal versamento scorie all'interno del capannone.

L'incremento della segregazione lato Trento può determinare benefici anche per quanto riguarda la captazione lato colata, in quanto il volume in zona cappa verrebbe disturbato in misura minore da correnti lungo lo sviluppo della campata.

Le misure di segregazione, di inserimento di aspirazione distribuita e di ottimizzazione della gestione della portata disponibile saranno in grado di limitare la quota di emissioni secondarie che derivano dal forno, in particolare durante le cariche, riducendo la quota stimata di diffuse, oltre che risultare efficace per la captazione delle emissioni che derivano dal versamento scoria.

Allo stato attuale si osserva che lo svuotamento scoria viene richiamato in parte all'interno del capannone, ma non riesce a essere quasi mai completamente aspirato, considerando la distanza fra la posizione in cui si genera e la posizione della cappa aspirante.

Completando i tamponamenti laterali della campata forno, il lato Trento della segregazione rimarrà aperto per una sezione più ridotta (circa 200 metri quadrati) rispetto alle condizioni attuali; l'inserimento di 250.000 Nm<sup>3</sup>/h richiamerà aria da questa sezione e dall'apertura, posta sotto il livello del terreno, di transito delle ceste, mantenendo il volume segregato in depressione durante il funzionamento di questa aspirazione ausiliaria. Si può stimare una velocità media dell'aria richiamata dall'esterno dell'ordine di 0,3 m/s, riferita alla superficie che rimarrà non chiusa; la prevista copertura dell'area di raffreddamento, inserita per evitare la caduta di acqua meteorica, andrà in pratica a costituire un tunnel di ingresso dell'aria esterna.

La cattura delle emissioni che derivano dal versamento della scoria sarà favorita dalla temperatura elevata delle emissioni, che risaliranno verso il colmo del capannone.

### Inserimento di aspirazione distribuita

Le emissioni sfuggite al volume di cappa non hanno alcuna possibilità di essere richiamate e catturate dall'aspirazione della cappa stessa. La loro cattura non può che essere affidata a un nuovo sistema. Si impone

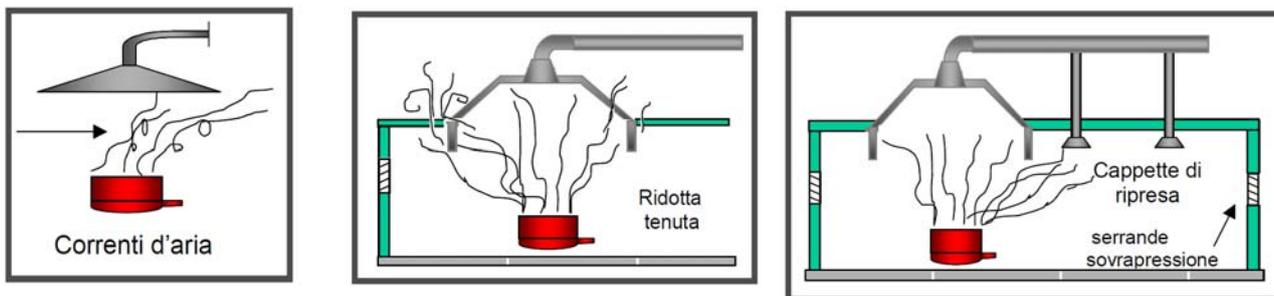
quindi l'opportunità di meglio sfruttare la potenzialità di aspirazione disponibile, considerando il miglioramento della segregazione prima indicato, prevedendo di inserire aspirazione distribuita lungo tutto lo sviluppo della campata "lato Trento". A tale proposito prima dei quattro condotti che prelevano dal volume di cappa, va predisposta serranda in grado di servire il nuovo condotto posto in posizione apicale (al vertice superiore della campata) cioè nella collocazione più opportuna ad aspirare emissioni calde.

#### Gestione appropriata della portata disponibile

L'adeguamento impiantistico deve prevedere la configurazione di un'ulteriore modalità di funzionamento dell'impianto di aspirazione, cioè una "fase post-carica" (limitata a qualche minuto, comunque a presidio delle ceste critiche e del versamento scoria), che precederebbe l'attuale fase "fusione", durante la quale la portata disponibile e non sfruttata (circa 250.000 Nmc/h, ricavabile dalla differenza fra le portate riferite alla fase di "carica" e alla fase di "fusione" registrate dal sistema ai due camini) potrebbe venire opportunamente sfruttata a servizio di un nuovo sistema di aspirazione ausiliario distribuito lungo la campata.

Le criticità prima evidenziate sono sostanzialmente riconducibili a quanto indicato nelle stesse BAT, cioè le configurazioni esistenti che rendono difficile la possibilità di inserire un ottimale sistema di aspirazione secondario, centrato sul forno e completamente segregato, evitando volumi che, una volta inquinati, non riescono più a essere richiamati in cappa. Il destino di questi inquinanti infatti è la ricaduta nell'ambiente di lavoro, con problematiche di igiene e di sicurezza per gli addetti, e la generazione di emissioni diffuse.

Figura 21. Sintesi grafica delle condizioni che penalizzano la captazione delle emissioni secondarie (riferimento: Regione Lombardia, Decreto del Direttore Generale n. 22840 del 16.12.2004, Allegato tecnico, "Indirizzi tecnici per la progettazione e l'esercizio degli impianti di captazione e abbattimento fumi provenienti da forni ad arco elettrico per la produzione di acciaio").



## Interventi previsti da Acciaieria Valsugana

Considerando il confronto tecnico fra le parti e gli elementi critici che sono emersi durante le operazioni di perizia tecnica, l'azienda ha deciso di procedere a ulteriori interventi, che non si sono concretizzati nei tempi dell'attuale incarico tecnico.

Il perito ritiene quindi opportuno riferire anche in merito a quanto si prevede di inserire e di esprimere una sua valutazione rispetto alla validità ed efficacia di questi interventi per quanto riguarda la mitigazione delle problematiche affrontate con il quesito.

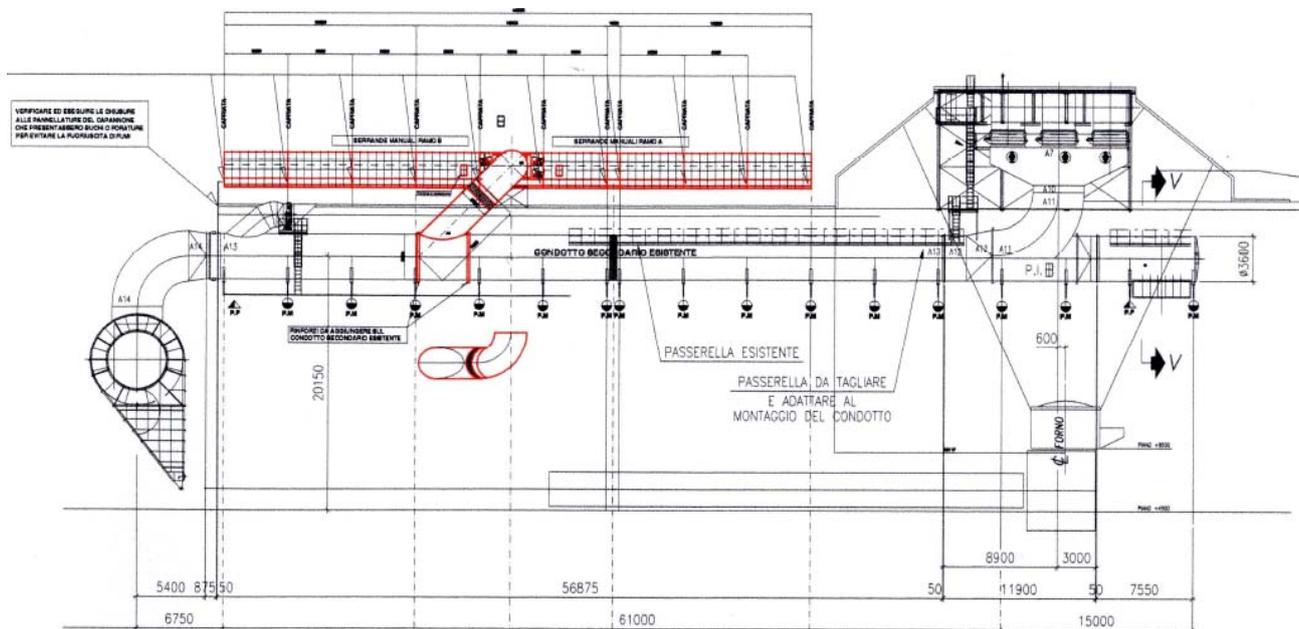
### Emissioni forno elettrico

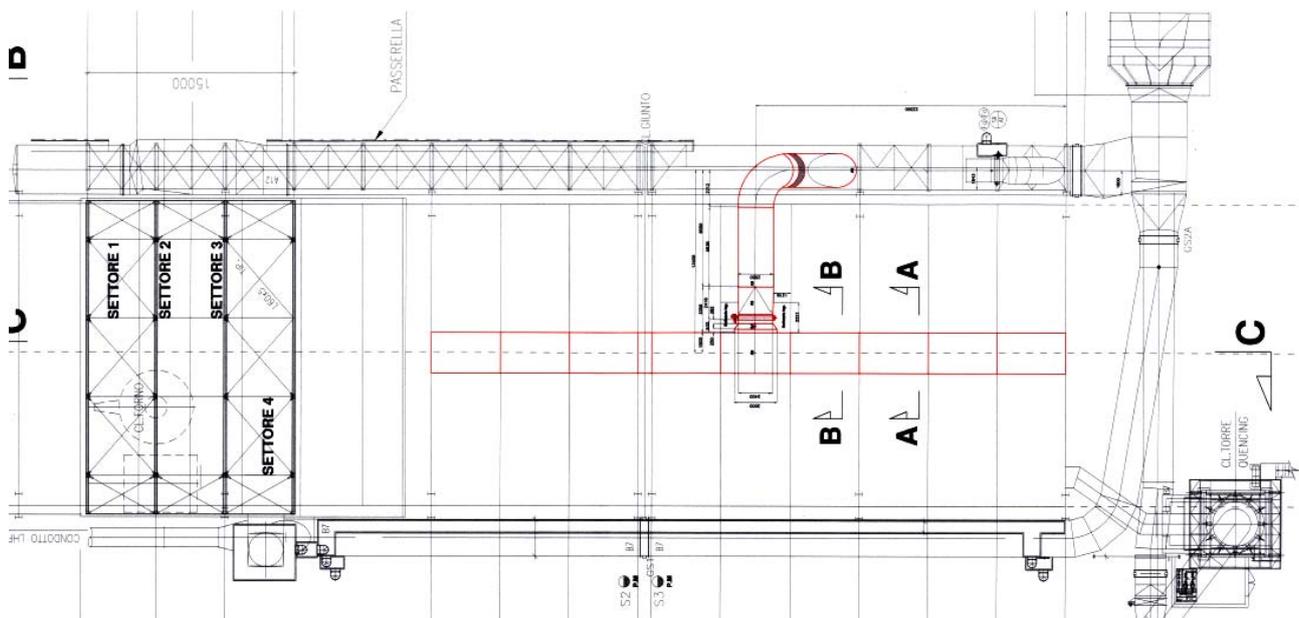
Il 21 settembre 2011 Acciaieria Valsugana ha trasmesso il progetto relativo all'inserimento di *Aspirazione ausiliaria da capannone acciaieria*, che prevede l'adeguamento definito precedentemente considerando le criticità emerse e le rilevazioni ai condotti. descritto precedentemente Il progetto di miglioramento della captazione degli inquinanti secondari, prevede l'inserimento di un condotto sovrastante (figure 22-23) destinato a realizzare una aspirazione distribuita lungo la campata forno lato Trento, con una portata prevista di 280.000 Nm<sup>3</sup>/h, in grado di collettare, come prima ampiamente descritto, sia le emissioni secondarie residue derivanti dalle fasi di carica, che sfuggono alla cappa (come illustrato nella terza immagine della figura precedente), sia le emissioni, ora sostanzialmente diffuse, che derivano dal versamento della scoria.

Il nuovo condotto verrà raccordato all'esistente condotto di aspirazione secondaria lato sud e potrà essere mantenuto funzionante per il limitato periodo successivo alle cariche (e coincidente con il versamento scorie), definendo una fase di "post-carica".

Figura 22. Aspirazione ausiliaria: vista da sud. Il condotto che colletta i fumi secondari verrà posto sul colmo della campata forno, occupando la lunghezza fra il termine della cappa e la fine del capannone lato Trento.

Figura 23. Aspirazione ausiliaria: vista dall'alto. Il condotto ausiliario è posto al colmo della campata; sono visibili i condotti esistenti dell'aspirazione secondaria lato nord, lato sud con il raccordo previsto per la nuova aspirazione ausiliaria.





Questo progetto potrà avere concreta efficacia se si integrerà con una contestuale maggiore segregazione dell'area, in parte già realizzato (figure 24-25), in parte da realizzare (figure 26-27), che deve prevedere il tamponamento della campata forno lato parco rottame, lato campata magazzino e il prolungamento della copertura sovrastante l'area di raffreddamento scorie.

Figura 24. Figura 25. Nel giugno 2011 era in corso di realizzazione il tamponamento fra la campata forno e la campata magazzino: le fotografie mostrano una sezione già tamponata e le due sezioni da tamponare, prevedendo anche portellone mobile per il transito del forno in rifacimento.

Figura 26. Figura 27. È visibile il lato opposto della campata, cioè la sezione fra campata forno e campata parco rottame, dove al giugno 2011 la separazione era ancora da realizzare.



Come prima indicato questa soluzione potrà essere efficace per quanto concerne alcune criticità che sono emerse:

- contenimento delle emissioni secondarie non captate che si liberano, in particolare, in concomitanza di cariche critiche;
- contenimento delle emissioni che si liberano durante l'operazione di versamento della scoria.

La segregazione della campata forno lato Trento (riduzione delle sezioni aperte rispetto al parco rottame, all'area raccolta scoria e alla campata magazzino) potrà avere efficacia anche per quanto concerne la captazione delle emissioni prodotte in fase di spillaggio, che attualmente, per la loro efficace captazione, usufruiscono dell'ausilio della paratia mobile lato colata: la segregazione lato Trento renderà minimo il disturbo di correnti longitudinali alla campata e quindi ridurrà anche le criticità di captazione ora parzialmente risolte con la fragile soluzione della paratia mobile, che non è in grado di interrompere l'intera sezione del capannone nella quota più elevata. La residua diffusione di emissioni verso la campata lato Borgo (area LF, colata continua, rifacimenti refrattari) dovrebbe risultare quindi maggiormente controllata. In caso contrario si riporrà la opportunità di inserire una parete di segregazione completa, come previsto nell'ipotesi originale del gennaio 2010.

L'aspirazione ausiliaria potrà inoltre contribuire a ridurre la ricaduta di polveri, che ora si depositano su superfici e strutture in ambiente di lavoro, e di conseguenza si potranno mantenere condizioni di minore esposizione per gli addetti che operano in tale area, per quanto riguarda le sostanze aerodisperse, come si è potuto verificare in analoghi reparti che sono stati interessati dall'inserimento di simile aspirazione ausiliaria.

È evidente che le polveri depositate in periodi precedenti possono essere ridotte solo con l'intervento di asportazione, tipicamente con l'impiego di aspiratori industriali normalmente impiegati per ambienti di questo settore nelle fasi di pulizia.

In sintesi, si potrà ottenere un sostanziale annullamento della quota di emissioni diffuse derivanti da cariche critiche e un significativo contenimento di quelle che derivano da versamento scoria, emissioni che comunque non presentano significativi contenuti di inquinanti tossici. Per quanto riguarda le emissioni da forno elettrico, con questa integrazione vengono posti in essere i requisiti impiantistici in grado, se correttamente gestiti, di potere escludere "emissioni diffuse visibili" dall'involucro dell'edificio.

#### Versamento e raffreddamento scoria

Nel settembre 2011 è in corso di realizzazione un intervento, definito nel giugno 2011, che prevede la copertura dell'area di versamento scoria, con l'obiettivo di evitare che l'acqua convogliata dai collettori di aspirazione posti superiormente possa accumularsi sul letto di scoria raffreddata (figure 28-29).

L'intervento prevede anche la delimitazione dell'area con strutture in calcestruzzo e la parziale copertura con reti metalliche, soluzioni destinate a trattenere all'interno del box eventuali proiezioni che possono derivare da eventi esplosivi (file: evacuazione scoria nera/ progetto box scoria).

Figura 28. Progetto delimitazione e copertura box scorie: pianta. La prima sezione dell'area esterna di raffreddamento scoria, ora interamente scoperta, viene dotata di copertura, con la funzione di intercettare l'acqua meteorica ora convogliata dai condotti di aspirazione sovrastanti nel caso di eventi meteorici intensi. Sono visibili anche le sezioni sovrastanti l'area di raffreddamento che saranno protette con reti metalliche poste sopra i muri di calcestruzzo.

Figura 29. Progetto delimitazione e copertura box scorie: prospetto ovest (vista lato Trento). In testa alla campata forno sono visibili il muro di calcestruzzo, per un'altezza di circa 9 metri, al perimetro dell'area di raffreddamento scoria, la tettoia e le reti sovrastanti l'area.



## Interventi in merito ad altre emissioni

Si ritiene opportuno ricordare la presenza di altre operazioni che determinano emissioni aerodisperse non presidiate da aspirazione localizzata. Queste emissioni, in alcuni casi, possono avere una ricaduta per quanto l'esposizione degli addetti in ambiente di lavoro. Assumono rilevanza contenuta per quanto concerne l'ambiente esterno, ma si tratta di emissioni diffuse su cui ragionare in termini di captazione, alla luce delle soluzioni tecnologiche disponibili nel comparto metallurgico.

Alcune situazioni derivano da specifiche operazioni eseguite durante il *normale funzionamento dell'attività produttiva*.

### Svuotamento scoria da siviera e sfiammatura busetta siviera

Queste operazioni (figure 30-31) vengono ripetute per ogni ciclo di colata e determinano emissioni non captate, sicuramente di durata limitata.

L'azienda prevede di nebulizzare acqua per contenere i fumi che derivano del versamento, mentre questa soluzione di umidificare viene scartata, in quanto incompatibile con l'integrità del refrattario della siviera stessa.

Soluzione più congrua potrebbe essere quella di svolgere tali operazioni in area confinata, tamponata e presidiate da un'aspirazione, da attivare per la breve durata dell'operazione. Considerando che tali operazioni si svolgono sul lato nord del capannone forno, potrebbe essere agevole convogliare il condotto di aspirazione in un prolungamento dell'esistente condotto nord dei fumi secondari del forno, che già colletta gli adiacenti impianti LF1, LF2, essiccazione siviera.

Figura 30. Operazione di svuotamento dalla siviera residua dopo colata continua in paiola.

Figura 31. Operazione di sfiammatura, cioè di pulizia del foro di scarico della siviera (*busetta*) mediante erogazione di ossigeno.



### Ribaltamento scoria siviera in parco esterno

La scoria bianca viene lasciata raffreddare nei mastelli per 24 ore a lato del parco, prima di essere ribaltata (figura 32). Sul perimetro (lato nord e ovest) del parco scoria sono presenti girandole fisse e mobili utilizzate costantemente su tutto il parco (scoria nera e bianca) per il raffreddamento della scoria e per mantenere un certo grado di umidità nella scoria depositata, al fine di limitarne la polverosità durante le movimentazioni della stessa e durante lo svuotamento delle paiole.

Le emissioni che derivano da queste attività costituiscono sicuramente un contributo molto contenuto rispetto a quanto osservato in acciaieria. Una soluzione di mitigazione, destinata a mitigare il sollevamento di polveri durante il transito degli automezzi, risiede nella definizione di una più precisa viabilità e nell'inserimento o completamento delle aree pavimentate e quindi pulibili destinate a tali transiti. Una soluzione più incisiva rispetto all'evidenza di emissioni diffuse, da assimilare a quelle che si sviluppano in concomitanza di attività edili, consiste nel potere realizzare queste operazioni più critiche, all'interno di volume confinato, eventualmente utilizzando strutture già installate, evitando in questo modo sollevamento e trasporto nel caso di vento. Una soluzione radicale, destinata anche a valorizzare le risorse, è costituita dall'inserimento di un impianto di recupero (tramite frantumazione e vagliatura) della scoria bianca, che in questo modo potrebbe essere riciclata al forno elettrico in sostituzione di calcare e calce vergine, analogamente a quanto praticato in altre acciaierie. In questo modo si evitano travasi e movimentazioni in piazzale, in quanto la scoria viene introdotta nell'impianto.

#### Scarico dal silo ad autocisterna

Si segnala un'operazione che può rivelare criticità in termini di emissioni diffuse, ma anche per il suolo e per i corpi idrici, nel caso di anomalia dei presidi previsti per il contenimento:

Tale evento è considerato all'interno del Rapporto di Sicurezza redatto dall'azienda ai sensi dell'art. 8 del D.Lgs. 334/99. L'analisi che individua una remota probabilità di incidente, in conseguenza di un'errata connessione silos-autobotte o a seguito di rottura del sistema di connessione stesso, è sicuramente condivisibile. Si ritiene comunque che la dimensione del danno che potrebbe derivare dallo spargimento di fumi dell'impianto di abbattimento rende comunque proponibile un semplice intervento destinato a ridurre l'entità del danno in caso di malfunzionamento. Si potrebbe pensare, per le due postazioni, a inserire una configurazione chiusa per lo scarico (per minimizzare eventuali emissioni diffuse) e un grigliato sul perimetro esterno destinato a convogliare all'impianto di depurazione gli eventuali reflui idrici, analogamente a quanto è stato realizzato in altre acciaierie italiane.

Figure 32. Parco scorie: Scoria nera (derivante da forno elettrico) e sistemi di nebulizzazione.

Figura 33. Parco Scorie. Paiole, prima e dopo il ribaltamento, destinate al trasporto della scoria bianca.

Figura 34. Postazione di scarico del silo delle polveri abbattute al filtro Comeca.



## Elementi segnalati in sede di perizia

Alcune valutazioni che emergono dalla documentazione agli atti o acquisita nel corso della perizia (memoria 15 settembre 2011 Avv. Giuliano, memoria 25 settembre 2011, Avv. Giuliano) non possono essere risolte nei tempi e nell'ambito del quesito posto:

- le problematiche riferite alle polveri ricadute e raccolte all'esterno dell'impianto produttivo hanno necessità di adeguati elementi metodologici (modalità di campionamento, ecc.) ed elementi conoscitivi (modelli di dispersione, evoluzione temporale dei depositi, incidenza delle diverse sorgenti e di altri inquinamenti di origine antropica, ecc.) per potere essere correttamente valutati;
- le polveri raccolte all'interno dell'ambiente di lavoro possono sicuramente essere messe in relazione con le sorgenti con considerazioni facilmente disponibili; la possibilità di ricavare valutazioni in merito alle condizioni di inquinamento dell'ambiente di lavoro e al rischio per le persone esposte, va perseguita tramite opportuna indagine ambientale, che implica l'adozione di specifiche metodiche di prelievo, precedute dall'acquisizione di elementi conoscitivi (addetti, mansioni, posizioni di intervento, tempi di permanenza, ecc.) in grado di definire una corretta strategia di campionamento.

Per quanto concerne i superamenti dei parametri rilevati alle emissioni canalizzate dai sistemi di analisi in continuo, preciso che tale valutazione è stata oggetto di altra indagine da parte della Magistratura.

Il perito p.i. Franco Giacomini in data 26 settembre 2011 ha trasmesso la sua relazione di perizia, che risulta allegata. In merito a queste segnalazioni ritengo quindi di non potermi esprimere con la dovuta professionalità e sufficiente certezza, dovendo rimanere nell'ambito del quesito postomi e dei tempi concessi. Nella relazione sono comunque presenti e segnalati elementi, da riferire alle modalità di conduzione della lavorazione al forno elettrico, che possono avere un ruolo nella generazione in particolare di ossido di carbonio.

In questa relazione sono state valutate le condizioni di lavorazione esaminate, in particolare con i rilievi degli inquinanti aerodispersi, confrontando i parametri di consumo e le modalità della lavorazione con quelli storici dell'attività dell'acciaieria. Le valutazioni sono inserite contestualmente all'analisi degli inquinanti aerodispersi.

Posso chiarire che il rottame ferroso viene individuato con riferimento a classificazioni, fra queste quella europea, secondo diverse categorie, caratterizzate da parametri di tipo fisico, chimico e merceologico. All'interno di queste categorie sono comprese tipologie di rottame che prevedono superfici ossidate e superfici rivestite (fosfatazione, zincatura, verniciatura, ecc.), nonché la presenza di frazioni non ferrose, in particolare per quanto concerne le categorie derivanti da post-consumo. L'attività di metallurgia secondaria (e fra queste si colloca la *siderurgia elettrica*, che utilizza esclusivamente forno elettrico ad arco per la rifusione del rottame) è un comparto industriale che si individua con tale definizione proprio perché alimentato da rottame derivante da residui della lavorazione industriale e dal post-consumo. Le problematiche riferite alla tipologia del rottame per quanto concerne la quantità e la qualità delle emissioni aerodisperse sono state considerate nella presente perizia e sono puntualizzate nella risposta ai quesiti.

Ritengo opportuno precisare che la valutazione delle emissioni derivanti da forno elettrico viene condotta considerando la sorgente di generazione, quindi intervenendo alla radice del problema. I risultati che deriveranno dall'applicazione di queste soluzioni avrà efficacia sui quantitativi e sulla qualità sugli inquinanti che ricadranno in ambiente di lavoro e in ambiente esterno, ma non su quelli depositati precedentemente.

## Risposta al quesito

Il quesito chiede di verificare se l'acciaieria ha messo in atto le soluzioni tecnologiche, impiantistiche e organizzative in grado di rendere minime le emissioni in atmosfera implicate dall'attività del forno elettrico e dall'operazione di evacuazione e raffreddamento della scoria. Si è evidenziato che le emissioni diffuse che derivano dalla scoria sono da ritenere per nulla critiche, ma potranno risultare mitigate con l'intervento impiantistico di ottimizzazione della captazione dei fumi secondari previsto per il forno.

Si è invece evidenziato che in circostanze specifiche si determinano eventi incidentali durante il versamento e raffreddamento scoria che andrebbero assolutamente esclusi dall'attività, comunque minimizzati, principalmente per motivi di sicurezza del personale addetto e anche per porzioni del territorio esterno prossime al confine.

### Emissioni in atmosfera implicate dall'attività del forno elettrico

Ribadisco che l'obiettivo di conseguire prestazioni ambientali che garantiscono la captazione e l'abbattimento pari almeno al 98% delle polveri complessivamente prodotte dal forno durante l'intero ciclo di lavorazione costituisce una frontiera di retroguardia, cioè una prestazione ambientale ampiamente superata da decenni in questo insediamento produttivo e in altri simili, e quindi non significativa come riferimento di quanto effettivamente implementabile allo stato attuale.

Le emissioni generate dal forno elettrico coinvolgono diversi livelli di azione su cui è possibile agire, sia coinvolgendo strutture e impianti, sia intervenendo nella gestione. È importante ricordare che un malfunzionamento dell'impianto, nella sezione di captazione o di abbattimento, può comportare una emissione incontrollata di tale consistenza da vanificare in pochi minuti un prolungato corretto esercizio. Per rispondere al quesito, si è ritenuto quindi opportuno considerare l'intera gamma di interventi finalizzati a ridurre le emissioni, per riscontrarne la presenza ed efficacia, oppure per valutarne la fattibilità nella situazione Acciaieria Valsugana, tenendo conto in particolare di quanto rilevato nei condotti di aspirazione nel corso della perizia tecnica. La successiva tabella 22 costituisce una sintesi di quanto discusso nella relazione (l'elemento cromatico è una modalità di comunicazione sintetica, ma non può escludere la discussione precedente).

Tabella 22. Interventi rivolti a rendere minime le emissioni implicate dall'attività del forno elettrico. Sintesi per quanto concerne la situazione di Acciaieria Valsugana.

<b>LIVELLO DI AZIONE Interventi e parametri critici</b>	<b>Situazione forno elettrico Acciaieria Valsugana</b>	
<b>RIDUZIONE DELLE EMISSIONI PRODOTTE</b>		
Selezione e pulizia del rottame: comporta la riduzione del volume dei fumi e lo sviluppo di sostanze organiche	quota rottami "sporchi" contenuta prevista riduzione con nuovo mix produttivo	
Procedure confezionamento ceste: riduce i tempi di apertura della volta per la carica e consente fusione regolare	applicate possibilità di bilanciare cariche fra le ceste	
Preriscaldamento: soluzione appropriata a ottimizzare il consumo di risorse e minimizzare le problematiche di impatto	non applicabile nella attuale configurazione	
Caricamento in continuo: soluzione atta a garantire marcia regolare e sigillata del forno (evita l'apertura della volta)	non applicabile nell'attuale configurazione	
Numero ceste: determina il numero di cariche	condizione che bilancia aperture e regolarità della fusione	
Pratiche di caricamento: sistemi automatizzati riducono i tempi	da ritenere accettabili, ma migliorabili	
Sistemi di carica e insufflazione additivi (calce, carbone, fumi) tramite lancia di insufflazione in forno sotto bagno: riduce volumi di fumi sviluppati dalla carica	non presente	
Modalità di fusione: pratiche che aumentano il volume dei fumi - elevata carburazione della carica - piede liquido abbondante - ossidazione metallo	la presenza di dog-house agevola la captazione dei fumi primari che sfuggono al quarto foro; aspetti di conduzione che possono avere rilevanza per quanto riguarda il carico di CO in emissione	
Modalità di fusione: post-combustione in forno, in particolare con apporti	aspetti impiantistici e di conduzione che possono avere rilevanza per quanto riguarda il carico di CO	

energetici non elettrici in fusione	in emissione	
Modalità di fusione (incremento della potenza elettrica): incremento del volume istantaneo dei fumi	potenza specifica non elevata la presenza di dog-house agevola la captazione	
Incremento della potenza termica	riduzione delle risorse implicate la presenza di dog-house agevola la captazione della maggiore quantità di fumi	
Organizzazione della manutenzione rivolta a evitare ritardi nell'attività del forno, in particolare quelli che lasciano il forno in condizioni non presidiate da quarto foro	ritardi medi da ritenere contenuti  comunque migliorabili con manutenzione preventiva mirata	
Modalità di riciclo dei fumi	non praticato (può essere introdotto solo prevedendo insufflazione in bagno fuso)	
Modalità di spillaggio: determina la quantità di fumi emessi in spillaggio	presenza di EBT (eccentric bottom tapping) cioè spillaggio dal fondo del forno	
<b>LIVELLO DI AZIONE</b>		
<b>Interventi e parametri critici</b>		<b>Situazione forno elettrico</b>
<b>REQUISITI STRUTTURA</b>		<b>Acciaieria Valsugana</b>
Posizione del forno rispetto alla campata	Centro campata	
Piano del forno	presenza di planchet consente ingresso di aria distribuito e dal basso (senza compromettere anche insonorizzazione)	
Posizione della cappa rispetto al forno	tre settori centrati sul forno; un settore lato carica	
Esigenza di aperture sistematiche in posizioni elevate per il transito dei carroponti	la presenza di dog-house risolve il contenimento senza interferire con transito carroponti	
<b>CAPTAZIONE DELLE EMISSIONI</b>		
Portata specifica aspirazione primaria	adeguata	
Incapsulamento del forno	presenza di dog-house	
Portata specifica aspirazione secondaria	ai livelli più elevati nel settore	
Volume cappa	adeguato	
Volume della segregazione	elevato	
Segregazione lato carica	parziale IN INSTALLAZIONE / PROGETTATA da verificare	
Aspirazione ausiliaria della segregazione	non presente PROGETTATA da verificare	
Segregazione lato colata	con paratia avvolgibile	
<b>ABBATTIMENTO DELLE EMISSIONI</b>		
Sedimentazione inerziale delle frazioni grossolane	presente	
Torre raffreddamento	temperature non ottimali	
Miscelazione dei flussi primario e secondario	presente ciclone orizzontale	
Sistema iniezione carboni attivi	non presente	
Superficie filtrante	adeguata	
Ventilatori	a velocità modulata con esclusione serrande	
<b>PREVENZIONE E GESTIONE DEI MALFUNZIONAMENTI (*)</b>		
Riconoscimento dei malfunzionamenti	inserita in registro forno	
Struttura di contenimento superiore (cappa) con durabilità	pannellature senza specifici requisiti	
Sigillatura dell'involucro	necessaria frequente manutenzione	
Manutenzione involucro	tempestiva di intercedepedini aperte, guarnizioni e scossaline mancanti o usurate	
Manutenzione di deterioramenti delle strutture in conseguenza a eventi accidentali (collisioni, esplosioni)	non verificato	
Tessuti e superficie filtrante	adeguati	
Modalità di pulizia dei materiali filtranti	programmato con aria compressa	
Sezioni filtrazione escludibili in caso di rottura e per effettuare manutenzione senza pregiudicare la funzione dell'impianto		
Stoccaggio e trasferimento fumi	sistema sigillato	

(\*) criticità derivante da malfunzionamenti degli impianti di captazione e 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

Si individuano alcuni importanti spunti, in particolare con riferimento alla possibilità di generare meno emissioni, da riferire soprattutto alla possibilità di discutere e ottimizzare la conduzione del forno.

Per quanto riguarda le strutture e gli impianti, il forno elettrico Acciaieria Valsugana indica una struttura che non penalizza il controllo degli inquinanti e dove adeguamenti, relativamente poco impegnativi, possono comportare notevoli benefici per quanto concerne l'efficienza di captazione.

#### Versamento e raffreddamento scoria

Per quanto concerne le emissioni, si ritiene che l'intervento di migliore segregazione della campata forno lato Trento e l'introduzione di un'aspirazione secondaria distribuita lungo la campata possa comportare una importante captazione delle emissioni che derivano dal versamento scoria e di conseguenza una riduzione delle emissioni che attualmente si sviluppano come diffuse.

Per quanto concerne le esplosioni di tipo fisico, che possono determinare proiezioni di scoria incandescente, si ritiene che l'intervento di copertura previsto per l'area di versamento (in corso di installazione a metà settembre 2011), rivolto a evitare accumuli di acqua sulla scoria solidificata, sia funzionale a ridurre la probabilità degli eventi esplosivi; l'inserimento di barriere laterali in calcestruzzo e di reti sovrastanti è funzionale a trattenere le proiezioni e quindi a limitare la dimensione dei danni che si possono determinare in seguito a esplosioni.

Da luglio 2011 sono state applicate nuove "modalità di evacuazione scoria nera", definendo una procedura più adeguata a ridurre la probabilità di esplosioni, in quanto considera le condizioni meteorologiche critiche, che possono comportare situazioni di accumulo di acqua che può derivare da tali eventi.