



ID documento Applicabilità BAT e
Monitoraggio In Continuo
N° Revisione 00
Data 06/03/25
Pagina 1 / 43

APPLICABILITÀ BAT E MONITORAGGIO IN CONTINUO

POMETON S.p.A.
Stabilimento di Maerne di Martellago (VE)

ALLEGATO D.16

APPLICABILITÀ BAT E MONITORAGGIO IN CONTINUO

06/03/25	00	Prima emissione	EP/DI	AB/DO	AB/DO
Data	Rev	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato

Indice

1.	BIBLIOGRAFIA	3
2.	VERIFICA DELL'APPLICABILITÀ DELLE BAT RELATIVE ALLA PRODUZIONE DEL RAME.....	3
2.1.	Produzione primaria e secondaria del rame.....	3
2.2.	Produzione di semilavorati	5
2.3.	Determinazioni delle emissioni.....	6
2.3.1.	<i>Emissioni in atmosfera nella produzione di rame secondario (riquadro rosso)</i>	6
2.3.2.	Emissioni in atmosfera nella produzione di semilavorati.....	9
3.	ANALISI APPLICABILITÀ MONITORAGGIO IN CONTINUO PER IL PARAMETRO POLVERE.....	14
4.	VERIFICA DELL'APPLICABILITÀ DELLE BAT RELATIVE ALLA PRODUZIONE DELLO STAGNO	20
4.1.	Produzione primaria e secondaria dello stagno	20
4.2.	Produzione primaria dello stagno.....	20
4.3.	Produzione secondaria dello stagno	21
4.4.	Recupero dello stagno da rottami di acciaio	21
4.5.	Recupero di piombo, stagno e altri metalli da materie prime secondarie materiali	21
4.6.	Affinazione di piombo e stagno primari e secondari	22
4.7.	Determinazioni delle emissioni.....	23
4.7.1.	<i>Anidride solforosa e altri composti dello zolfo</i>	24
4.7.2.	<i>Ossidi di azoto</i>	24
4.7.3.	<i>Polveri e metalli</i>	25
4.7.4.	<i>Composti organici (COV, PCDD/F) e CO</i>	26
5.	VERIFICA DELL'APPLICABILITÀ DELLE BAT RELATIVE ALLA PRODUZIONE DEL ZINCO	28
5.1.	Produzione primaria e secondaria dello zinco.....	28
5.2.	Produzione primaria dello zinco.....	29
5.3.	Produzione secondaria dello Zinco	34
5.4.	Residui e rottami contaminati	35
5.5.	Rottami non contaminati	38
5.6.	Determinazioni delle emissioni.....	40

1. BIBLIOGRAFIA

"Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries" – anno 2017

"JRC Reference Report on Monitoring of Emissions to Air and Water from IED Installations" – anno 2018

2. VERIFICA DELL'APPLICABILITÀ DELLE BAT RELATIVE ALLA PRODUZIONE DEL RAME

Si propongono di seguito alcuni chiarimenti in merito ai processi produttivi che competono alla produzione primaria del rame e a quella secondaria, con la finalità di verificare la pertinenza delle BAT e, se del caso, la loro applicabilità con riferimento alle note indicate nella richiesta di integrazione (BAT 46, 48 e 49 da applicare al camino 1 per le fasi D, E, M, F, O, P) anche effettuando un parallelismo tra quanto indicato nelle documento "*Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries*" pubblicato dal JRC nel 2017 e le lavorazioni effettivamente svolte nello stabilimento POMETON.

2.1. Produzione primaria e secondaria del rame

Il rame primario può essere prodotto mediante processi pirometallurgici o idrometallurgici partendo da composti primari (vedi minerali di rame) e aggiungendo altri materiali quali i fondenti (silicati, calce, sabbie, ecc.), gli additivi/reagenti (solfato di ferro, carbone, ecc.) e materiali di recupero (rottami, fanghi di calce, materiali abrasivi usati, scorie, polveri, ecc.).

È indubbio che la ditta POMETON non effettua produzione primaria del rame poiché all'interno dello stabilimento non svolge le lavorazioni di pirometallurgia e idrometallurgia.

Per quanto concerne la produzione secondaria del rame, anche questa può prevedere tecniche che riguardano i processi di pirometallurgia.

La scelta della migliore tecnica da utilizzare dipende dal contenuto di rame presente nella *materia prima secondaria*, dalla sua distribuzione granulometrica e dalla presenza di altri composti. Come per il rame primario, la rimozione di questi composti e il recupero di metalli avviene attraverso processi intermedi (es. conversione, raffinazione elettrolitica)

La materia prima secondaria può contenere componenti organici e oli naturali, per cui deve essere preventivamente sottoposta a metodi di pulizia per una corretta scelta del processo di produzione e delle tecniche di abbattimento delle emissioni prodotte.

I processi per la produzione del rame secondario sono generalmente simili a quelli per il rame primario, la fusione della materia prima secondaria avviene sotto condizioni riducenti. La figura successiva mostra uno schema di produzione del rame da materie prime secondarie.

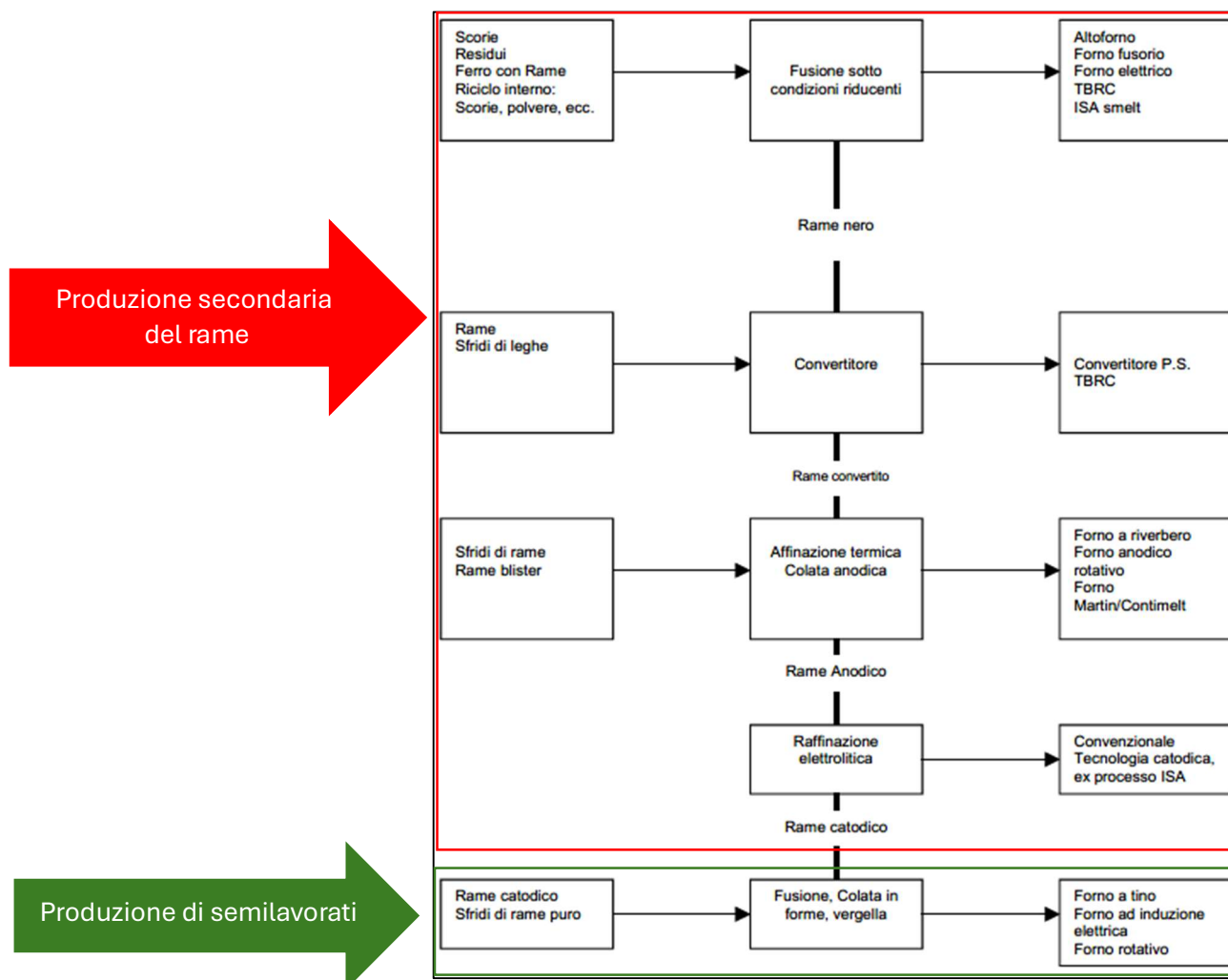


Figura 1 - Schema di processo per la produzione del rame secondario

La ditta POMETON non effettua le lavorazioni indicate nel riquadro rosso, tipiche della produzione secondaria di rame, ma svolge le lavorazioni rappresentate all'interno del riquadro di colore verde, specifiche della lavorazione di semilavorati, anche attraverso la fusione o rifusione di materiali.

2.2. Produzione di semilavorati

POMETON effettua la produzione di semilavorati attraverso la fusione della materia prima secondaria in piccoli forni a induzione di capacità non superiore a 4 tonnellate. Non sono necessari trattamenti di conversione o affinazione termica o elettrolitica in quanto il grado di purezza della materia prima seconda come indicato è superiore al 98%.

Infatti, le materie prime acquistate sono costituite principalmente da End of Waste > 98% in purezza essenzialmente costituite da cavi elettrici (tipicamente non provenienti da demolizione) frantumati o barre a elevata purezza dal settore ferroviario.

In riferimento alla tabella 3.4 del BREFs, POMETON utilizza la tipologia "Pure No 1 scrap"

Heavy copper scrap	90–98	Sheets, copper punchings, sliderails, wires, pipes
Mixed copper scrap	90–95	Light and heavy copper scrap
Copper granules	90–98	From cable comminution
Pure No 1 scrap	99	Semi-finished products, wire, cuttings, strip
Source: [121, Rentz, O. et al. 1999]		

POMETON impiega forni a induzione sia per la fusione di rame puro sia per la produzione delle leghe di rame.

Il forno a induzione di più grandi dimensioni di cui POMETON dispone ha una capacità massima di 4 t ed è impiegato per la fusione di rame e sue leghe con un processo di tipo batch (cariche discontinue). Tali macchine fusorie differiscono in maniera significativa dai forni ad arco elettrico (EAF) o convertitori LD (BOF), per i seguenti aspetti principali:

- 1) dimensione molto maggiore rispetto ai forni a induzione per rame – può arrivare a **100-300 tonnellate** per carica
- 2) gli EAF sono seguiti da siviera e colata continua per la realizzazione di processi continui, con colata diretta in lingotti, billette o bramme.
- 3) Necessitano di un intenso trattamento metallurgico per rimuovere impurità come zolfo, fosforo e gas disciolti. Il processo produttivo prevede le seguenti fasi: il forno viene prima caricato con gli EoW, viene poi avviato per un tempo nell'ordine delle 3-4 ore a una temperatura nell'intorno dei 1100°C in grado di fondere completamente il rottame in metallo fuso. Successivamente, il forno viene fatto ruotare per riversare nella paniera a successivo atomizzatore il metallo fuso per la produzione delle polveri di rame o di lega a base rame. Terminato il processo si ricomincia da capo caricando nuovamente il forno e così via. Si tratta quindi di un processo discontinuo¹ o, cosiddetto, a batch.

¹ la fusione è un processo intermittente mentre la colata è un processo continuo o semi-continuo

2.3. Determinazioni delle emissioni

Per definire quale sia la tipologia di emissione prodotta in funzione dei processi svolti, si procederà confrontando le lavorazioni tipiche della produzione di rame secondario con le lavorazioni dei semilavorati di rame e sue leghe.

2.3.1. Emissioni in atmosfera nella produzione di rame secondario (riquadro rosso)

Con riferimento alla Figura 1, la materia prima secondaria può essere immessa in diverse parti del processo secondario a seconda del grado di purezza della stessa, dal contenuto di altri composti (solfuri, ossidi) o metalli e dal grado di contaminazione superficiale.

Nel caso di POMETON, trattando materia prima secondaria a elevato contenuto di rame (>98%), i processi produttivi prevedono la sola fusione dell'EoW rame per l'ottenimento di polvere di rame puro o l'aggiunta di altri metalli per le produzioni di leghe di rame, ridotte poi in polvere attraverso i processi di atomizzazione.

Sempre con riferimento alla figura 1, le principali fasi della produzione di rame secondario possono essere sinteticamente riassunte in:

1. fusione e riduzione;
2. convertitore;
3. affinazione termica con colata anodica
4. raffinazione elettrolitica.

Nessuna delle fasi di produzione elencate viene svolta nello stabilimento di POMETON.

I materiali che vengono avviati alla fusione e riduzione sono rappresentati da:

- residui di bassa qualità;
- coke;
- fondente.

Nel processo di fusione e riduzione si hanno le seguenti potenziali emissioni:

- CO;
- polveri;
- vapori di ossidi di metallo;
- diossine;
- COV;

e sono prodotti i seguenti rifiuti solidi:

- polveri
- rivestimenti refrattari dei forni.

Dai processi di fusione e riduzione si ottiene come prodotto **la metallina** che a sua volta subisce un successivo trattamento di **trasformazione nel convertitore**. Questo processo riceve come materia da lavorare non solo la metallina ma anche scorie, scarti, aria e ossigeno.

Le emissioni generate da questo stadio sono:

- SO₂;
- metalli;
- polveri;

ed i rifiuti solidi prodotti sono:

- polveri da filtro (riciclati);
- rivestimenti refrattari dei forni.

Dalla precedente trasformazione si ha come output il **rame blister**, il quale viene destinato a una successiva trasformazione nel **forno anodico**. Nel forno anodico viene convogliato oltre che il rame blister anche agenti riducenti, sfridi non contaminati e aria.

L'output di questo stadio di processo è rappresentato dal **rame colato in anodi** mentre le emissioni generate sono rappresentate da:

- SO₂,
- metalli;
- polvere.

Infine, il rame colato in anodi subisce un ultimo trattamento di **raffinazione elettrolitica** ottenendo così **rame puro in catodi** e fanghi avviati al recupero di metalli preziosi come prodotti; gli sfridi degli anodi vengono convogliati nel forno anodico.

Le scorie prodotte dalle varie fasi del processo vengono mandate di nuovo in fusione.

Alcuni residui vengono riciclati all'interno del processo da altri processi associati. I produttori dei metalli non ferrosi, per esempio piombo, zinco e stagno, utilizzano i residui come materia prima per i loro processi di estrazione e raffinazione.

Nella Figura 2 che segue è mostrato un generico diagramma di dati in input e output per la **produzione di rame secondario**.

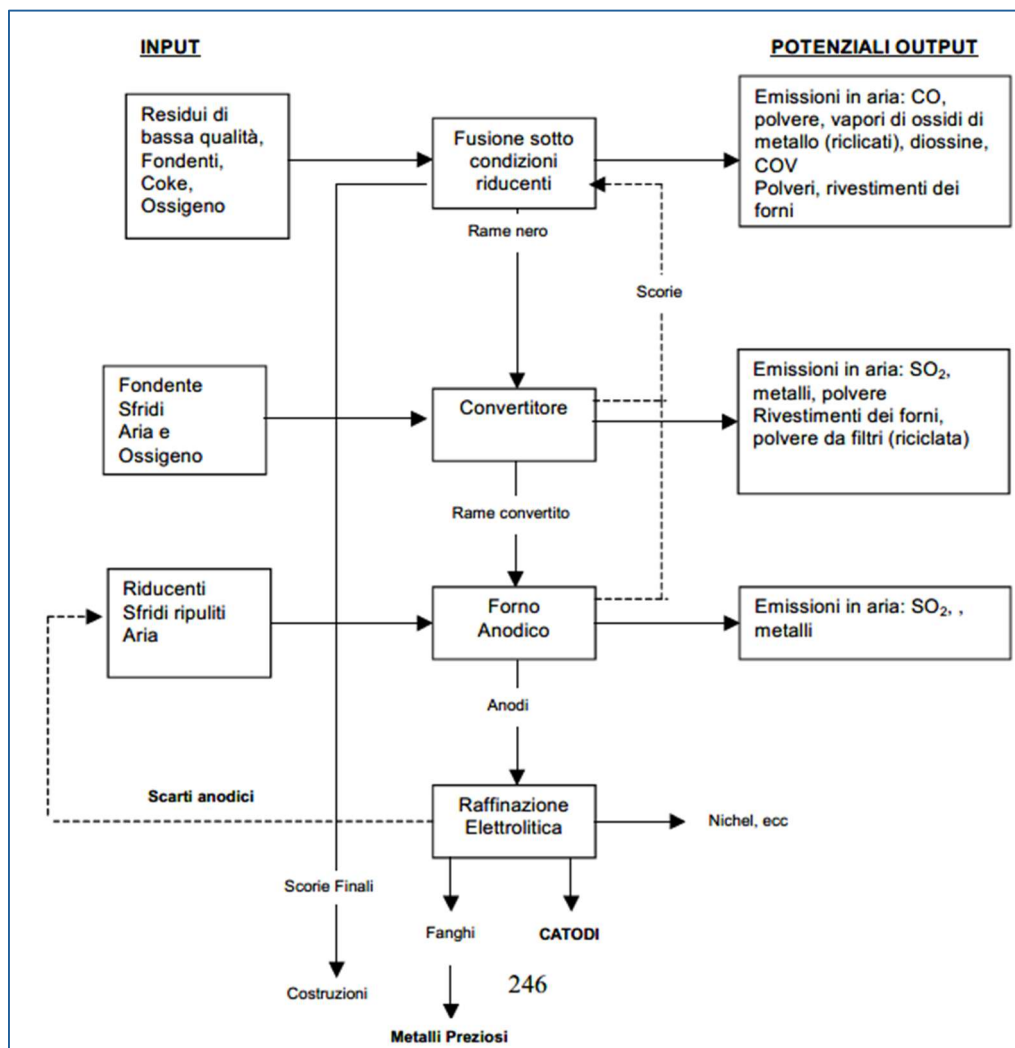


Figura 2 - Principali fasi della produzione secondaria del rame

2.3.2. Emissioni in atmosfera nella produzione di semilavorati

I processi di lavorazione che generano emissioni in fonderia sono la fusione senza raffinazione, la fusione con attività di raffinazione termica, la colata con il relativo forno di attesa, ove presente.

Vi sono anche le attività preliminari alla fusione, legate all'utilizzazione di materie prime secondarie di recupero, quali la preparazione di paccotti (**compattazione di rottami**) a mezzo pressa per facilitare la movimentazione/introduzione di materiale di media pezzatura in forno, la preparazione delle torniture a mezzo vaglio ed essiccatore per eliminare umidità e impurezze (**tutte attività che non sono svolte in POMETON**).

Le principali emissioni a camino sono le seguenti:

- Polveri (ossidi di metalli, inerti);
- CO e CO₂ (da forni a gas);
- NO_x;
- COV;

Rifiuti solidi

- Scorie dai forni
- Polveri da filtrazione prima della emissione dei gas in atmosfera
- Rivestimenti refrattari dei forni

La Figura 3 riportata di seguito rappresenta le fasi tipiche delle lavorazioni di semilavorati del rame.

I rifiuti suddetti contenenti metallo sono inviati alle industrie dei primaristi e secondaristi per il riutilizzo dei metalli stessi.

A volte, principalmente nel ciclo della lavorazione dell'ottone, il trattamento delle scorie con il relativo recupero del metallo è fatto sul posto, normalmente a mezzo vagliatura e frantumazione a secco con emissione di scarti inerti e polveri.

Rifiuti liquidi:

- Spurghi dei circuiti chiusi delle acque di raffreddamento, effettuato a mezzo torri evaporative

Rifiuti fangosi:

- Pulizia saltuaria delle fosse di colata, con presenza di ossidi dei metalli in lavorazione

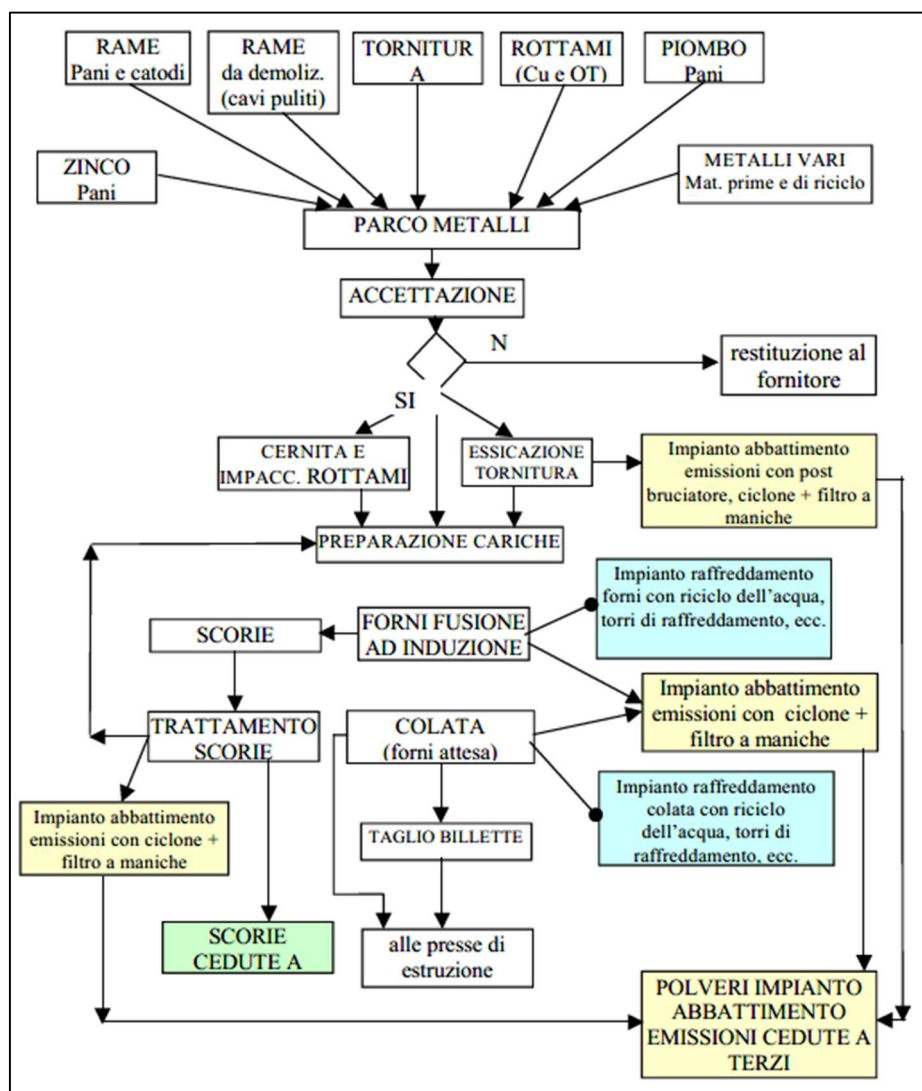


Figura 3 - Fasi della produzione di semilavorati di rame e sue leghe

La Figura 4 di seguito invece, pone a confronto le emissioni prodotte delle lavorazioni della produzione secondaria del rame e sue leghe e le lavorazioni della produzione di semilavorati. Tali emissioni dipendono dalla materia prima iniziale poiché materiali diversi possono contenere impurità diverse e dalle specifiche lavorazioni eseguite (alcune fasi, come la fusione (*smelting*), il trattamento degli sfridi (*scrap treatment*) e la raffinazione (*refining*), generano emissioni più significative rispetto ad altre, come il trasferimento del metallo

(ladle

transfers)

Table 3.11: Significance of potential emissions to air from copper production process

Emission source	Dust and metal compounds	PCDD/F	Organic carbon	Sulphur compounds
Material handling	••	NR	NR	NR
Storage of raw materials	•••	NR	NR	NR
Drying	•••	•	•	•
Scrap treatment	••	••• (secondary)	••• (secondary)	NR
Smelting	•••	••• (secondary)	• (secondary)	••• (treated in a recovery plant)
Holding	•	NR	NR	NR
Converting	••	• (secondary)	• (secondary)	••• (treated in a recovery plant)
Refining	••	• (secondary)	• (secondary)	•
Melting/casting	• (•• for alloys)	•	• (secondary) + CO	NR
Ladle transfers	•••	NR	NR	•
Electrolysis	NR	NR	NR	NR
Slag treatment	••	NR	• CO (from electric furnace)	•
NB: ••• More significant – • Less significant. NR = Not relevant.				

Figura 4 - Potenziali emissioni in aria in funzione dei processi di produzione

In conclusione, in base alle considerazioni sviluppate nei paragrafi precedenti, in merito all'applicabilità o meno delle BAT indicate nella richiesta di integrazione, si osserva quanto segue.

BAT	Esito analisi	Motivazioni
BAT 46	APPLICATA	In considerazione della sola operazione di “fusione delle materie prime secondarie” la BAT si può considerare pertinente al processo produttivo di POMETON e quindi applicata. La materia prima secondaria è costituita da EoW di purezza > 99%. Tali EoW sono fusi all'interno di piccoli forni a induzione di capacità di circa 4 ton. Tra le MTD proposte dalla BAT 46, in POMETON sono presenti: • MTD c) forno specifico per la fusione di rame e sue leghe con specifica frequenza di induzione, temperatura di fusione, tipologia di refrattario, potenza erogata: viene impiegato un forno a induzione CALAMARI Matricola 0408/2097 del 2004. Frequenza di induzione 50 Hz, Potenza nominale 800 kW. Rivestimento refrattario a base alluminosa esente ferro, con caratteristiche dielettriche; • MTD d) gli EoW caricati nel forno hanno pezzatura idonea a essere caricati in un forno di piccole dimensioni • MTD e) le temperature di processo normalmente esercite sono tali da consentire una riduzione delle emissioni di COV: la temperatura del bagno di fusione è surriscaldato a $T > 1100^{\circ}\text{C}$.
BAT 48	NON PERTINENTE	Si ritiene che la BAT 48 non sia pertinente in quanto le MTD elencate fanno riferimento alle fasi descritte per la produzione secondaria del rame e non per la produzione dei semilavorati del rame; inoltre non sono compatibili con le apparecchiature utilizzate per la fusione del rame presenti in POMETON. Infatti, nello stabilimento di POMETON non sono presenti: • forni in cui sia possibile ottimizzare le condizioni di combustione al fine di ridurre emissioni di composti organici; • forni semi-chiusi per aggiungere piccole quantità di materie prime; • non vi sono apparecchiature di conversione (insufflaggio di ossigeno direttamente in forno); • i forni non sono dotati di bruciatori interni essendo forni a induzione; • non sono presenti camere di post-combustione o postcombustore o ossidatore termico rigenerativo in quanto non viene effettuata alcuna combustione; • le materie prime sono caricate tutte con forno in assenza di erogazione di potenza, pertanto, non generano polveri con materiale a elevate temperature; • l'atomizzazione del bagno fuso per l'ottenimento delle polveri avviene in una fase successiva alla fusione del rame e delle sue leghe.

		L'iniezione di agenti di adsorbimento in combinazione con un efficace sistema di raccolta delle polveri non è indicato in quanto comprometterebbe la qualità delle polveri ottenute.																																
BAT49	NON PERTINENTE	Si ritiene che la BAT 48 non sia pertinente in quanto le MTD elencate fanno riferimento alle fasi descritte per la produzione secondaria del rame e non per la produzione dei semilavorati del rame, attività effettivamente svolta in POMETON. In riferimento alle fasi che caratterizzano la produzione secondaria del rame, le fasi che generano l'emissione in aria di SO₂ sono la fase di conversione e la fusione per l'ottenimento del rame anodico. L'SO₂ viene generato per la presenza di zolfo nel combustibile o per la sua presenza nella materia prima, circostanze che non si verificano in POMETON.																																
BAT 45	APPLICATA	Come indicato per la BAT 46, POMETON utilizza EoW di rame in pezzature tali da poter essere caricate in un forno a induzione di piccole dimensioni. Il sistema di abbattimento collegato al forno è della tipologia a maniche. Nella BAT, inoltre, vi è un rimando alla BAT 10 relativa al monitoraggio delle emissioni in atmosfera a esse associato. Le emissioni che dovranno essere monitorate a camino (camino E01 per le fasi di fusione del rame e sue leghe) sono le seguenti: <table><tr><th>Emissione</th><th>Rif. BAT</th><th>Frequenza</th><th>Norma</th></tr><tr><td>Polveri</td><td>BAT 37, BAT 45</td><td>In continuo o una volta all'anno</td><td>EN 13284-1, EN13284-2</td></tr><tr><td>Arsenico e suoi composti espressi come As</td><td>BAT 37, BAT 45</td><td>Una volta all'anno</td><td>EN14385</td></tr><tr><td>Cadmio e suoi composti espressi come Cd</td><td>BAT 37, BAT 45</td><td>Una volta all'anno</td><td>EN14385</td></tr><tr><td>Rame e suoi composti espressi come Cu</td><td>BAT 37, BAT 45</td><td>Una volta all'anno</td><td>EN14385</td></tr><tr><td>Piombo e suoi composti</td><td>BAT 37, BAT 45</td><td>Una volta all'anno</td><td>EN14385</td></tr><tr><td>Altri metalli, se del caso (in funzione della composizione delle materie prime utilizzate)</td><td>BAT 37, BAT 45</td><td>Una volta all'anno</td><td>EN14385</td></tr><tr><td>TCOV</td><td>BAT 46</td><td>In continuo o una volta all'anno</td><td>EN12619</td></tr></table>	Emissione	Rif. BAT	Frequenza	Norma	Polveri	BAT 37, BAT 45	In continuo o una volta all'anno	EN 13284-1, EN13284-2	Arsenico e suoi composti espressi come As	BAT 37, BAT 45	Una volta all'anno	EN14385	Cadmio e suoi composti espressi come Cd	BAT 37, BAT 45	Una volta all'anno	EN14385	Rame e suoi composti espressi come Cu	BAT 37, BAT 45	Una volta all'anno	EN14385	Piombo e suoi composti	BAT 37, BAT 45	Una volta all'anno	EN14385	Altri metalli, se del caso (in funzione della composizione delle materie prime utilizzate)	BAT 37, BAT 45	Una volta all'anno	EN14385	TCOV	BAT 46	In continuo o una volta all'anno	EN12619
Emissione	Rif. BAT	Frequenza	Norma																															
Polveri	BAT 37, BAT 45	In continuo o una volta all'anno	EN 13284-1, EN13284-2																															
Arsenico e suoi composti espressi come As	BAT 37, BAT 45	Una volta all'anno	EN14385																															
Cadmio e suoi composti espressi come Cd	BAT 37, BAT 45	Una volta all'anno	EN14385																															
Rame e suoi composti espressi come Cu	BAT 37, BAT 45	Una volta all'anno	EN14385																															
Piombo e suoi composti	BAT 37, BAT 45	Una volta all'anno	EN14385																															
Altri metalli, se del caso (in funzione della composizione delle materie prime utilizzate)	BAT 37, BAT 45	Una volta all'anno	EN14385																															
TCOV	BAT 46	In continuo o una volta all'anno	EN12619																															

3. ANALISI APPLICABILITÀ MONITORAGGIO IN CONTINUO PER IL PARAMETRO POLVERE

Per quanto concerne il monitoraggio degli inquinanti, dalla disamina di suddetta tabella si rileva che per taluni parametri (es. polveri e COV) è stato associato a determinate BAT, riferite a specifici settori produttivi sia il monitoraggio "in continuo" sia il monitoraggio periodico "una volta all'anno".

In tali casi per l'applicazione della frequenza minima indicata è necessario tenere conto della nota 1 alla tabella associata alla BAT 10, che recita:

"(1) Per le **fonti di emissioni elevate**, la BAT consiste nella misurazione in continuo o, se la misurazione in continuo non è applicabile, in controlli periodici più frequenti."

Si ritiene che per stabilire quale sia la frequenza più idonea da proporre nel piano di monitoraggio si debbano effettuare delle valutazioni sito-specifiche che garantiscano una adeguata applicazione della BAT 10 oltre che una valutazione del contesto ambientale in cui opera l'attività in esame.

La regione Lombardia ha emanato la D.G.R. 11 dicembre 2019 - n. XI/2419 "*Indirizzi per l'applicazione delle conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (MTD-BAT) per le industrie dei metalli non ferrosi, adottate ai sensi della direttiva 2010/75/UE, nell'ambito dei procedimenti di riesame delle autorizzazioni integrate ambientali (A.I.A.)*" che può rilevarsi utile sia per gli enti ma anche per il proponente.

Tali linee guida suggeriscono una procedura per definire la frequenza più idonea di monitoraggio:

- a. l'individuazione delle "fonti di emissione elevate" connesse alle fasi del processo produttivo alle cui emissioni nell'aria si applicano le BAT Conclusions alle quali, per taluni parametri, è stato associato sia il monitoraggio "in continuo" sia il monitoraggio periodico "una volta all'anno" e per le quali è considerata BAT la misurazione in continuo;
- b. l'applicabilità del monitoraggio in continuo alle "fonti di emissione elevate" individuate in considerazione, tra l'altro, delle condizioni operative di processo sito-specifiche;
- c. la definizione di una frequenza maggiore rispetto a "una volta l'anno" per i controlli periodici su fonti di emissione elevate per le quali è stata verificata l'inapplicabilità del monitoraggio in continuo.

Per stabilire quali siano le "fonti di emissioni elevate" per le quali, secondo la soprarichiamata nota, la BAT consiste nel monitoraggio in continuo, come suggerito dagli indirizzi della Regione Lombardia, si rileva l'opportunità di tenere in considerazione anche le indicazioni contenute nel documento comunitario "*JRC Reference Report on Monitoring of Emissions to Air and Water from IED Installations*" (nel seguito ROM REF). Infatti, se da una parte, in base all'articolo 16(1) della IED, i requisiti di controllo delle emissioni devono essere definiti nella singola A.I.A. sulla base delle conclusioni sul monitoraggio riportate nelle pertinenti BAT Conclusions, dall'altra detto documento può essere un riferimento per migliorare l'applicazione coerente delle BAT Conclusions sul monitoraggio delle emissioni in aria e in acqua.

In particolare, nel paragrafo 4.3.1 *Continuous versus periodic measurements della sezione 4. Monitoring of emissions to air del ROM REF*, sono indicati alcuni gli aspetti che possono aiutare nella valutazione di un monitoraggio in continuo piuttosto che un monitoraggio periodico delle emissioni in atmosfera.

Saranno quindi valutati:

1. la rilevanza ambientale dell'emissione;
2. il rischio ambientale associato al superamento di un valore limite di emissione (VLE) (cfr. sezione 3.3.1);
3. la variabilità dei livelli di emissione, in particolare se prossimi a un ELV (cfr Sezione 3.5);
4. requisiti legali (ad esempio nella legislazione nazionale, nella IED, nelle conclusioni sulle BAT);

5. condizioni locali (ad esempio standard di qualità dell'aria);
6. la disponibilità e l'affidabilità delle apparecchiature (ad esempio le misurazioni continue potrebbero non esserlo fattibile in determinate condizioni come un elevato contenuto di vapore acqueo o polvere nei rifiuti gas);
7. l'incertezza di misura richiesta;
8. la necessità di monitorare e/o controllare continuamente le condizioni operative, inclusa il sistema di abbattimento dell'inquinamento;
9. la percezione del pubblico.

Si procede quindi alla disamina di ogni singolo punto in riferimento alla situazione sito-specifica di POMETON.

1. L'emissione oggetto di valutazione è quella associata al camino 1 per le fasi D, E, M, F, O, P inerente la fusione del rame e delle sue leghe. Tale emissione è sicuramente una emissione rilevante tra tutte quelle presenti nello stabilimento in quanto sono presenti una serie di inquinanti da monitorare tra cui metalli, ossidi di zolfo, ossidi di azoto e composti organici -. (sono emessi principalmente perchè vien utilizzato carbone o se la materia prima contiene residui organici, es. residui polimerici nell'Eow da cavi elettrici)

Il valore di **80.000 Nm³/h** di portata del camino per il forno di fusione di POMETON è significativo, ma **relativamente piccolo** rispetto ai forni ad arco elettrico (EAF) utilizzati nelle acciaierie con laminatoi. Per **confronto**, le **acciaierie con laminatoio** che usano **forni ad arco elettrico (EAF) di grande capacità (100-300 tonnellate per colata)** hanno portate di camini tra **500.000 e 2.000.000 Nm³/h**, in base al tipo di forno e al trattamento dei fumi.

Oltre al valore di portata del camino, per la scelta del monitoraggio più consono, a nostro avviso si dovrà tener conto anche di altri aspetti come:

- a. la frequenza di utilizzo del forno, essendo un forno a batch e non continuo,
- b. il numero di ore di funzionamento in un giorno;
- c. il valore di emissione misurato.

Il massimo della capacità produttiva del forno CALAMARI (nominalmente da 4 t) è di 24 t/giorno, ovvero 6 fusioni (o 2 fusioni + atomizzazioni per turno). Il tempo di fusione è di circa 3,5 ore, quello di atomizzazione inferiore ai 30 minuti.

Le ultime tre campagne di monitoraggio hanno misurato un valore medio di concentrazione pari a 0,4 mg/Nm³.

2. Il rischio ambientale associato al superamento di uno o più valori limite di emissione è praticamente nullo anche in considerazione dei valori limite attualmente autorizzati, di molto inferiori rispetto al limite normativo (si pensi al limite autorizzato per SO₂ pari 0,1 mg/Nm³ contro il limite normativo pari a 500 mg/Nm³).

3. Il processo di fusione del rame e delle sue leghe rappresenta un processo molto stabile. Le misurazioni a camino effettuate negli anni hanno dimostrato una certa stabilità del valore di emissione, non evidenziando situazioni altalenanti o discontinue che giustifichino il monitoraggio in continuo. Si può presumere che prevalgano le NOC. I risultati delle misurazioni sono simili, indipendentemente da quando sono eseguite, evidenziando come l'operatività secondo le normali condizioni di esercizio consenta di ottenere valori ben inferiore al limite normativo. Poiché i valori misurati sono ben al di sotto al limite normativo la scelta di una frequenza minima pari a 2 volte l'anno, come attualmente eseguito, pare la soluzione più pertinente e ragionevole.

Tabella 1 - valori di concentrazione rilevati al Camini E01 - Fase D

Campagna di monitoraggio	Concentrazione [mg/Nm ³]	Limite AIA attuale Concentrazione [mg/Nm ³]
2022	0,2	5
2023	0,2	5
2024	0,8	5

4. Rispetto alle indicazioni della normativa vigente, con riferimento soprattutto alle BAT Conclusions, in considerazione dei valori di emissione riscontrati e delle modalità di utilizzo del forno fusorio, è possibile optare per la frequenza minima annuale o confermare la frequenza attuale pari a 2 volte all'anno (frequenza semestrale).

5. In riferimento al documento “Rapporto di qualità dell'aria della Provincia di Venezia (anno 2019)”, i dati rilevati dalle stazioni di monitoraggio del parametro PM₁₀ presenti nel territorio hanno dimostrato il non superamento del **valore limite annuale** di 40 µg/m³.

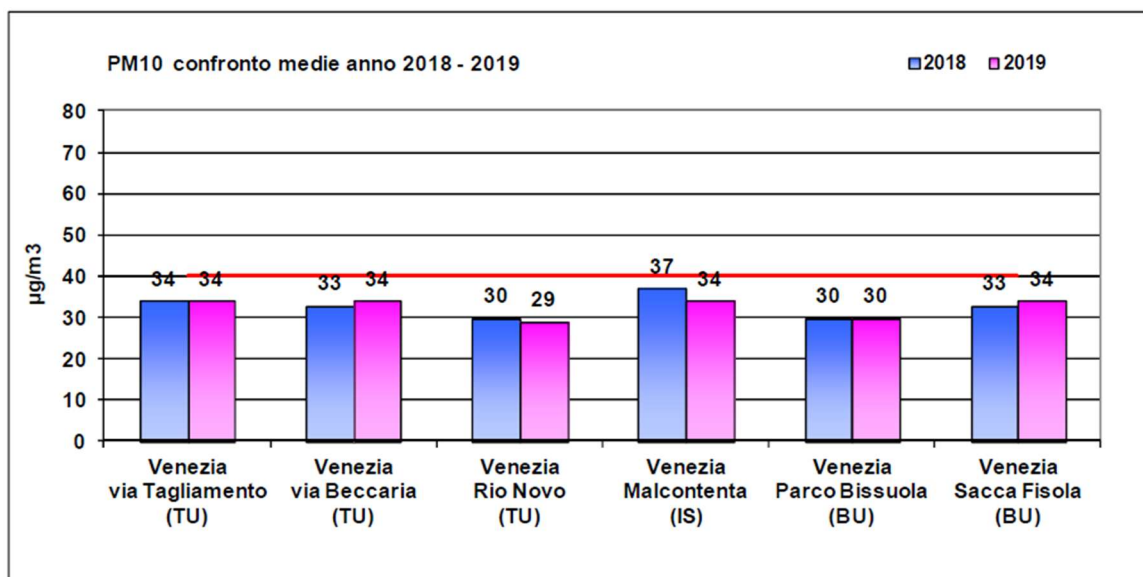


Figura 5 - Media annuale della concentrazione di PM₁₀ in Provincia di Venezia (2018-2019)

Riguardo alla concentrazione giornaliera di PM₁₀, nella Tabella successiva si riporta il numero di giorni in cui le stazioni fisse di monitoraggio della Provincia di Venezia hanno misurato un superamento del valore limite di

24 ore per la protezione della salute umana, da non superare più di 35 volte per anno civile e pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Dlgs 155/10).

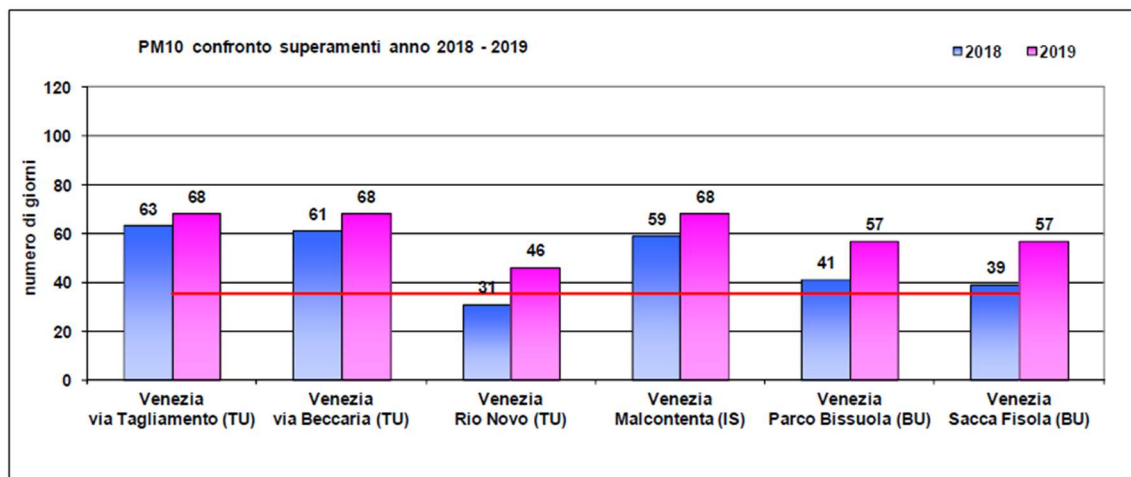


Figura 6 - Media giornaliera della concentrazione di PM10 in Provincia di Venezia (2018-2019)

La stessa situazione registrata per il PM10, si presenta per il parametro PM 2.5, ovvero non si registrano superamenti del valore limite annuale pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

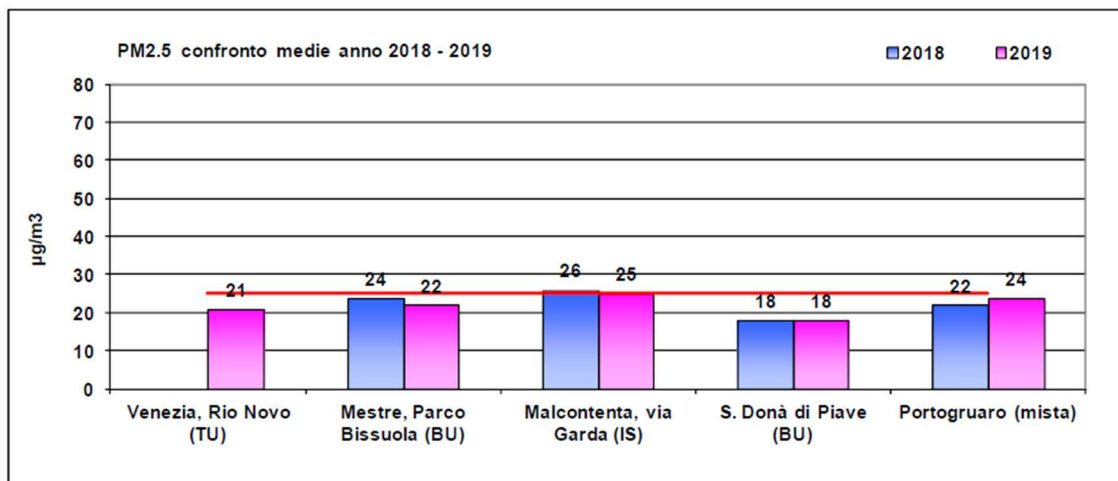


Figura 7 - Media annuale della concentrazione di PM2.5 in Provincia di Venezia (2018-2019)

I documenti D6-1 Valutazione emissioni camini E01 e E11 SQA, D6-2 Valutazione emissioni camini singoli e significativi SQA e D6-3 Valutazione emissioni camini E01 e E11 SQA - parte grafica redatti allo scopo di verificare l'adeguatezza delle emissioni prodotte dallo stabilimento POMETON rispetto agli standard di qualità dell'aria ha messo in risalto i seguenti risultati:

1. Per il parametro **PM10** verificato su i camini significativi:
 - a. Nel punto di massimo impatto la media annuale e la media giornaliera non superano i limiti ambientali indicati, tuttavia, il contributo risulta significativo, per la regola del 5% applicata ai PM10.

- b. Presso i ricettori individuati, la media annuale non supera i limiti ambientali indicati, mentre il contributo risulta leggermente superiore per la regola del 5% applicata ai PM10 presso i ricettori attigui lo stabilimento.
2. Per il parametro **PM 2.5** verificato su i camini significativi:
- a. Nel punto di massimo impatto la media annuale non supera i limiti ambientali indicati, tuttavia il contributo risulta leggermente superiore per la regola del 5% applicata ai PM2.5 nel punto di massima diffusione.
- b. Presso i ricettori individuati, la media annuale non supera i limiti ambientali indicati, mentre il contributo risulta leggermente superiore per la regola del 5% applicata ai PM10 presso i ricettori attigui lo stabilimento.

La simulazione dei camini 01 e 11 ha portato ai seguenti risultati:

- a) per il PM 10, il rispetto dei limiti ambientali annuali e giornalieri sia nella situazione autorizzativa attuale che quella proposta a riesame, sia nel punto di massimo impatto, sia presso i ricettori individuati;
- b) per il PM2.5, il rispetto dei limiti ambientali annuali sia nella situazione autorizzativa attuale che quella proposta a riesame, sia nel punto di massimo impatto, sia presso i ricettori individuati.

Per una trattazione più esaustiva, si rimanda ai seguenti documenti:

- D6-1 Valutazione emissioni camini E01 e E11 SQA,
- D6-2 Valutazione emissioni camini singoli e significativi SQA
- D6-3 Valutazione emissioni camini camini E01 e E11 SQA - parte grafica

6. La modalità di funzionamento a batch prevede che il forno non sia sempre in marcia e quindi il monitoraggio in continuo fornirebbe dei dati non valutabili nei periodi di non marcia del forno. In considerazione agli elevati costi di installazione e operativi dei dispositivi per la misurazione in continuo delle emissioni, la presenza di tale misuratore AMS pare economicamente squilibrata rispetto ai risultati attesi. Nella Tabella 2 indicata di seguito vengono confrontati i costi relativi a un sistema di monitoraggio in continuo con un metodo di misurazione delle emissioni periodico.

Tabella 2 – Caratteristiche a confronto tra SME e SC

Table 4.2: Important characteristics of continuous and periodic measurements

Characteristic	Continuous measurement	Periodic measurement
Sampling period	Measurement covers all or most of the time during which substances are emitted	Snapshots of the long-term emission pattern
Speed	Almost always real-time results	Real-time results if instrumental analysers are used; delayed results if a manual method with a laboratory end-method is used
Averaging of results	Results continuously gathered and can be averaged over a given period, e.g. 30 minutes, 1 hour or 24 hours	Results over the sampling period, typically 30 minutes to several hours
Calibration and traceability	AMS require calibration against a standard reference method (SRM) ⁽²⁾ and adjustment with certified reference materials in the maintenance interval	Standard reference methods can be used for periodic measurements; these can be manual or automated methods
Accreditation	Quality assurance of the calibration and maintenance of AMS according to EN 14181:2014 [36, CEN 2014] and EN ISO/IEC 17025:2017 [1, CEN 2017]	Quality assurance for periodic measurements according to EN ISO/IEC 17025:2017 [1, CEN 2017]
Certification of equipment	Certification of equipment available (see Section 4.3.2.2.1)	Certification of portable equipment available
Investment costs ⁽¹⁾	Higher than the costs of periodic monitoring equipment	Lower than the costs of AMS
Operating costs ⁽¹⁾	Normally higher than the costs of periodic measurements, in particular if it includes QAL2, QAL3, AST, etc. (see Section 4.3.2.2.2)	Normally lower than the costs of AMS
⁽¹⁾ For detailed information on costs see Section 4.8 and Annex A.5. ⁽²⁾ An alternative method (AM) can be used for calibration where the equivalence has been demonstrated in accordance with EN 14793:2017 [27, CEN 2017]. Source: [34, MCERTS 2017].		

7. Un sistema di misurazione in continuo necessita di interventi di manutenzione e di taratura continue per garantire misure affidabili; questo implica un aggravio dei costi per la gestione dei sistemi di misura in continuo.

8. Come punto precedente.

9. Non si segnalano lamentele da parte della popolazione residente o segnalazioni agli organi di competenza in merito alle emissioni in atmosfera.

In conclusione, sulla scorta delle considerazioni di cui sopra, si ritiene ragionevole confermare il monitoraggio previsto attualmente che prevede una frequenza pari a 2 monitoraggi all'anno.

I camini principali di POMETON sono dotati di sonda triboelettrica con indicazione locale che rileva il parametro polveri con soglia di allarme per alta concentrazione.

4. VERIFICA DELL'APPLICABILITÀ DELLE BAT RELATIVE ALLA PRODUZIONE DELLO STAGNO

Con riferimento alle note indicate nella richiesta di integrazione (BAT 98, 99 e 100 da applicare al camino 20 per le fasi I) si procede alla disamina dei processi della produzione primaria e secondaria dello stagno con l'ausilio del documento "*Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries*" pubblicato dal JRC nel 2017.

Tale analisi è utile per comprendere quali emissioni sono generate dalle lavorazioni e se queste sono presenti nello stabilimento POMETON.

4.1. Produzione primaria e secondaria dello stagno

Nella produzione primaria e secondaria di piombo e stagno, i metalli grezzi prodotti vengono raffinati e legati ad altri a seconda delle richieste di mercato. Inoltre, vengono utilizzati metalli provenienti da altre fonti (stagno e rottami di stagno, metalli legati).

Nella produzione secondaria dello stagno si può impiegare un'ampia gamma di materiali che comprendono scorie, ceneri, residui e scorie contenenti stagno.

Il minerale più rilevante da cui si estrae lo stagno è la cassiterite (SnO_2). Lo stagno viene utilizzato in varie applicazioni industriali sotto forma di forme, ottenute a valle della fusione, o come sottoprodotto della laminazione, trafilatura, estrusione, atomizzazione e colata, leghe di stagno e composti di stagno.

Anche lo stagno secondario o di scarto è un'importante fonte di metallo. Il recupero dello stagno avviene attraverso la produzione secondaria, o il riciclaggio degli scarti di stagno.

Tenendo conto del riutilizzo delle leghe di stagno recuperate, in particolare saldature, ottone, bronzi, leghe di piombo, i materiali secondari contribuiscono per oltre il 30% al consumo totale di stagno.

Queste leghe possono essere riutilizzate senza la necessità di raffinazione in stagno puro.

I rottami di leghe contenenti stagno vengono gestiti dalle fonderie secondarie come parte della loro produzione di leghe di stagno secondario

Questo tipo di rottame viene rifiuto, vengono rimosse le impurità come ferro, rame, antimonio e zinco e il rottame viene restituito al mercato come lega binaria o ternaria. Le scorie ottenute dalla pulitura dei rottami metallici vengono reimmessi nel processo di raffinazione primaria.

4.2. Produzione primaria dello stagno

Lo stagno primario viene prodotto mediante processi pirometallurgici, mediante la riduzione del minerale ossidico con carbone o coke. In alcuni casi, possono essere utilizzati processi idrometallurgici, specialmente per minerali poveri o complessi.

4.3. Produzione secondaria dello stagno

Nella produzione secondaria di stagno i materiali che possono essere utilizzati, possono comprendere scorie, ceneri, residui e scorie contenenti piombo e stagno. È possibile utilizzare anche scarti di lamiere di piombo e scossaline. Tuttavia, il piombo-acido le batterie rappresenta la quota maggiore della materia prima per la produzione secondaria di piombo.

La produzione di polvere di piombo è stata eliminata dal ciclo produttivo di POMETON mentre per quanto riguarda la polvere di stagno, la materia prima è composta esclusivamente da lingotti di stagno con purezza >99,85%.

Di seguito vengono descritte le tecniche più comuni per l'estrazione dello stagno dalle materie prime secondarie; tali tecniche non sono parte del ciclo produttivo di POMETON in quanto la materia prima impiegata nel processo produttivo è il lingotto di stagno. Si riportano, tuttavia, tali lavorazioni per comprendere quali sono le emissioni generate dai processi.

4.4. Recupero dello stagno da rottami di acciaio

I rottami di acciaio possono essere destagnati mediante processi di lisciviazione elettrolitica o chimica utilizzando sostanze caustiche quali soda e nitrito di sodio. In quest'ultimo caso viene prodotta ammoniaca (0,048 kg per kg di latta). Lo stagno viene prima disciolto e poi recuperato mediante elettrolisi, durante la quale lo stagno viene rimosso dai catodi mediante immersione in un bagno fuso di stagno o riscaldato e fuso separatamente. A seguito di elettrolisi, possono essere prodotti lingotti o polvere di stagno; questi possono essere utilizzati per produrre una gamma di leghe e materiali di rivestimento.

4.5. Recupero di piombo, stagno e altri metalli da materie prime secondarie materiali

Il piombo e altri metalli possono essere recuperati da materie prime secondarie e da rifiuti, come a.e. residui di lisciviazione delle fonderie di zinco, scorie delle raffinerie di piombo, matte, scorie, fanghi e polvere di canna fumaria. Altro materiale aggiuntivo può essere costituito da materie prime primarie complesse (ad esempio rame/piombo concentrati) e materiali a fine vita (ad esempio rottami elettronici).

Ciò porta a un diagramma di flusso complesso dove non solo il piombo, ma anche altri metalli come rame, nichel, stagno, antimonio, metalli preziosi, selenio, tellurio e indio possono essere recuperati.

Una miscela calcolata di questi materiali viene immessa in uno forno fusorio ossidante, come quello ISASMELT, dove il rame contenente metalli preziosi viene separato dagli altri metalli, che sono ossidati sotto forma di scorie.

Queste scorie vengono poi ridotte (ad esempio in un altoforno) e viene prodotto un lingotto di piombo impuro insieme alle scorie impoverite. I lingotti di piombo vengono inviati per un ulteriore processo di raffinazione in una raffineria di piombo, dove stagno, antimonio, arsenico, bismuto e metalli preziosi sono concentrati in frazioni separate.

I gas di processo provenienti dal forno fusorio ossidante, contenenti grandi quantità di SO₂, vengono inviati a un impianto trattamento per il recupero dell'acido solforico dopo accurata depolverazione ed essiccazione.

4.6. Affinazione di piombo e stagno primari e secondari

Nella produzione primaria e secondaria di piombo e stagno, i metalli grezzi prodotti vengono raffinati e legati e gettato sulle qualità del mercato.

Inoltre, vengono utilizzati metalli provenienti da altre fonti (piombo e rottami di piombo, stagno e rottami di stagno, metalli legati).

Lo stagno e le leghe stagno-piombo vengono raffinate sia mediante percorsi idrometallurgici che pirometallurgici. Il metodo idrometallurgico utilizza l'elettrorefinazione solo su una superficie molto piccola scala nell'UE (< 1.000 t/anno). La raffinazione pirometallurgica è molto simile alla raffinazione del piombo. Il ferro è rimosso mediante liquefazione, il rame viene rimosso mediante l'aggiunta di zolfo e l'arsenico o l'antimonio lo sono rimosso mediante l'aggiunta di alluminio o sodio.

Le operazioni sopra descritte non vengono effettuate in POMETON, ove si utilizzano lingotti di stagno primario.

4.7. Determinazioni delle emissioni

Le emissioni generate dai processi di recupero e raffinazione della produzione secondaria di piombo e stagno sono generalmente convogliati a camino. In alcune fasi del processo (apertura del forno e versamento del metallo fuso), possono sfuggire alcune emissioni diffuse, a seconda dell'età dell'impianto e della tecnologia utilizzata. Le emissioni dello stack sono normalmente monitorate in modo continuo o periodico e rendicontati.

Le principali emissioni nell'atmosfera derivanti dalla produzione di piombo e stagno sono:

- anidride solforosa (SO₂), altri composti dello zolfo e nebbie acide;
- ossidi di azoto (NO_x) e altri composti dell'azoto;
- metalli e loro composti;
- polvere;
- COV e PCDD/F.

Altri inquinanti sono considerati di importanza trascurabile per l'industria, perché o non sono presenti nel processo produttivo o perché immediatamente neutralizzati (es. cloro o HCl) o perché sono presenti in concentrazioni molto basse (ad esempio CO). Le emissioni più rilevanti sono quelle relative alle polveri (ad eccezione del cadmio, dell'arsenico e del mercurio che possono essere presenti anche nel fase vapore).

Le fonti di emissione dipendono dal processo utilizzato e sono indicate nella figura seguente.

Component	Roasting, Sintering, smelting	Refining	Battery breaking	Casting, etc.	Sulphuric acid plant
Sulphur oxides	•• ⁽¹⁾	•	•	•	•••
Nitrogen oxides	• ⁽¹⁾	NR	NR	•	•
Dust and metals	••• ⁽¹⁾	•	•••	•••	NR
VOCs and PCDD/F	• (••) ⁽²⁾	NR	NR	• ⁽¹⁾	NR

⁽¹⁾ The direct emissions from the roasting or smelting stages are treated and/or converted in the gas-cleaning steps and sulphuric acid plant; the remaining emissions of sulphur dioxide and nitrogen oxides from the sulphuric acid plant are still relevant. Diffuse or uncaptured emissions are also relevant from these sources. Secondary smelting of battery paste is a source of SO₂.
⁽²⁾ PCDD/F and VOCs may be present if secondary materials are used that contain PCDD/F or are contaminated with organic materials.
 NB: ••• More significant – • Less significant.
 NR = Not relevant.

Figura 8 – Emissioni prodotte in funzione del processo utilizzato

I processi che generano emissioni sono elencati di seguito:

- torrefazione (la maggior parte delle emissioni avviene durante spegnimenti non programmati);
- altri pretrattamenti (ad esempio rottura della batteria);
- trasporto e movimentazione del materiale;
- l'impianto dell'acido solforico;
- fusione (compresa la granulazione delle scorie) e raffinazione;
- colata.

Tutti i processi elencati non sono svolti in POMETON.

Oltre alle emissioni di processo, si verificano emissioni diffuse. Le principali fonti di emissioni diffuse sono:

- polvere derivante dallo stoccaggio e dalla manipolazione dei concentrati;
- perdite da torrefazioni e fonderie;
- polveri provenienti dai gas di scarico dei forni di fusione;
- varie.

Di seguito si propone una disamina delle emissioni caratteristiche dei processi secondari di produzione dello stagno.

4.7.1. Anidride solforosa e altri composti dello zolfo

Le principali fonti di emissioni di anidride solforosa provengono dagli stadi di ossidazione, dell'impianto di recupero dell'acido solforico e quelle provenienti dallo zolfo residuo nell'impianto di carica del forno. Un adeguato impianto di aspirazione e la tenuta dei forni previene la formazione di emissioni diffuse: i gas raccolti dallo stadio di ossidazione confluiscono a un impianto di trattamento e quindi all'impianto di acido solforico o all'impianto di gesso.

Dopo la pulizia, l'anidride solforosa che si trova nel gas derivante dalla fase di sinterizzazione, dalla tostatura o dalla fusione diretta viene convertito in triossido di zolfo (SO_3). Durante l'avvio e lo spegnimento degli impianti, potrebbero verificarsi perdite di gas deboli che, nei moderni impianti, sono ridotte grazie all'impiego di opportune strategie di contenimento (vero, nei moderni impianti, si adottano strategie per minimizzare tali rilasci)

La produzione di anidride solforosa e composti dello zolfo è associata prettamente alla produzione primaria e secondaria del piombo, materiale non più presente nel ciclo produttivo di POMETON.

Process	Total lead production (t/yr)	Sulphur dioxide produced (g/t of lead)
QSL ⁽¹⁾	135 000	700
ISASMELT ⁽¹⁾	120 000	3000
Battery - whole ⁽²⁾	50 000	4000-6000
Battery - desulphurised paste ⁽²⁾	35 000-50 000	1070-3000
Battery - paste excluded ⁽²⁾	35 000	3200
Batteries + extra paste ⁽²⁾	10 000	210 (FGD system)
Lead shaft furnace and sinter plant ⁽¹⁾	110 000	10 000-45 000
Batteries - MA process ⁽²⁾	33 000	6600
⁽¹⁾ Primary furnaces. ⁽²⁾ Secondary furnaces. Source: [234, UBA (D) 2007], [377, ILA 2013]		

Figura 9 - Produzione di anidride solforosa da diversi processi di piombo

4.7.2. Ossidi di azoto

Le fasi di fusione sono potenziali fonti di ossidi di azoto (NO_x). L'ossido di azoto si può formare da componenti di azoto presenti nei concentrati o come NO_x generato dai processi termici. L'acido solforico prodotto nella produzione primaria o secondaria può assorbire gran parte degli NO_x e ciò può influire sulla qualità dell'acido solforico.

Anche altri forni che utilizzano bruciatori a ossicombustibile possono mostrare una riduzione di NO_x . La gamma per tutti i processi vanno da 20 mg/ Nm^3 a 300 mg/ Nm^3 .

4.7.3. Polveri e metalli

La produzione di polveri e polveri di metalli derivanti dai processi di fusione è una potenziale fonte di emissione diretta e diffusa. Tali emissioni sono raccolte e trattate nei sistemi di trattamento e, per quelli ricchi di SO₂, in impianti di trattamento dell'acido solforico.

La polvere viene rimossa e lisciviata per estrarre Cd o Cl₂ e, se necessario, vengono inviati al processo.

Anche il trattamento delle scorie e la tempra danno origine a polveri. L'intervallo di emissioni di polvere da queste sorgenti convogliate è compreso tra < 1 mg/Nm³ e 20 mg/Nm³.

Le scorie prodotte durante il recupero del piombo dalle batterie può contenere antimonio. Quando questi residui entrano in contatto con l'acqua possono sviluppare un gas velenoso noto come stibane (quando **antimonio e idrogeno reagiscono in ambienti riducenti**).

Le emissioni di aerosol hanno luogo nella sala celle e negli interruttori delle batterie e possono contenere metalli.

L'intervallo di emissioni di nebbia e polvere da queste fonti è compreso tra 0,1 mg/Nm³ e 4 mg/Nm³.

Mentre le emissioni controllate hanno fonti conosciute e possono essere catturate e trattate, le emissioni diffuse possono svilupparsi quasi ovunque nel sito di un impianto. Le principali fonti di emissioni diffuse sono lo stoccaggio e la movimentazione di materiali, la polvere che si attacca ai veicoli o alle strade e le aree di lavoro aperte o aree in cui non è stato effettuato alcun abbattimento. I rilasci di massa di metalli da alcuni processi europei sono riportati nella figura che segue.

Negli ultimi anni, alcune aziende hanno ridotto in modo efficiente le proprie emissioni diffuse applicando misure che aumentano il carico del forno a tino e migliorando i sistemi di raccolta e di trattamento delle polveri.

Tra le misure applicate si elencano:

- a. rinnovare le unità di raccolta e filtraggio dei gas di scarico;
- b. ridurre i tempi di fermo del forno migliorando il rivestimento refrattario (riducendo così l'avviamento tempi di accensione e spegnimento, che possono causare emissioni più elevate per un tempo limitato);
- c. chiusura delle coperture degli edifici di processo e ammodernamento dei filtri;
- d. chiusura/alloggiamento delle aree di consegna, stoccaggio materiali e raffinazione e installazione di sistemi di raccolta dei gas di scarico;
- e. migliorare le procedure di movimentazione dei materiali (ad esempio bagnando i materiali sfusi prima e durante carico) e riducendo la frequenza dei trasporti (ad esempio utilizzando pale gommate più grandi);
- f. installazione dell'obbligo di lavaggio automezzi (per impianti e automezzi esterni);
- g. applicazione di rinforzi alle aree vegetali e ai vialetti e ottimizzazione della pulizia procedure;
- h. chiusura e decontaminazione delle vecchie aree di smaltimento delle scorie.

4.7.4. Composti organici (COV, PCDD/F) e CO

A seconda della materia prima e del combustibile utilizzato nella fase di essiccazione possono essere emessi composti organici di carbonio COV e CO₂. Nella produzione di piombo, la fonte più significativa di composti organici del carbonio e la CO sono soprattutto la fase di riduzione del processo di fusione quando nella carica del forno sono presenti residui di plastica. Un post-combustore è il migliore tecnica comune utilizzata per abbattere questi inquinanti.

Nella produzione di piombo, le emissioni di carbonio organico volatile totale (TVOC), espresse come C, dipendono dal tipo di forno e dai processi impiegati. Dove vengono utilizzati i postcombustori, le emissioni TVOC sono, in media, inferiori a 10 mg/Nm³ e i valori massimi sono solitamente inferiori 40mg/Nm³.

Le emissioni di CO dal forno a tino sono nell'ordine di 500 mg/Nm³.

La formazione di PCDD/F nella zona di combustione e nella parte di raffreddamento del sistema di trattamento dei gas di scarico (sintesi de novo) può essere presente in alcuni processi, soprattutto se componenti plastici sono inclusi nei materiali secondari che vengono immessi nel processo.

Nella produzione di piombo, le emissioni di PCDD/F sono, in media, inferiori a 0,1 ng I-TEQ/Nm³, e i valori massimi sono generalmente inferiori a 0,4 ng I-TEQ/Nm³. I valori sono indipendenti dalla materia prima grazie all'uso di tecniche di abbattimento.

In conclusione, in base alle considerazioni sviluppate nei paragrafi precedenti, in merito all'applicabilità o meno delle BAT indicate nella richiesta di integrazione, si ritiene quanto segue.

BAT	Esito analisi	Motivazioni
BAT 98	PARZIALMENTE APPLICATA	Si precisa che la ditta POMETON non effettua le lavorazioni descritte svolte durante la produzione primaria e secondaria dello stagno ma effettua la sola rifusione di lingotti di stagno puro provenienti da processi di produzione primaria/secondaria. Riguardo la BAT 98, la sola tecnica applicata riguarda la selezione di materie prime (lingotti puri di stagno) in funzione del forno utilizzato per la fusione dello stagno, che nel caso in esame è un forno a crogiolo alimentato a gas. Il sistema di abbattimento delle emissioni è della tipologia filtro a maniche.
BAT 99	NON PERTINENTE	Si precisa che la ditta POMETON non effettua trattamenti di produzione primaria e secondaria dello stagno ma svolge la sola rifusione di lingotti di stagno puro provenienti da processi di produzione primaria e secondaria dello stagno. Pertanto, non effettuando l'estrazione del metallo e la sua successiva raffinazione, le tecniche elencate nelle BAT non trovano riscontro nei processi produttivi di POMETON.
BAT 100	NON PERTINENTE	La ditta POMETON pur svolgendo l'attività di rifusione di lingotti puri di stagno (ottenuti dalle lavorazioni della produzione primaria/secondaria, tra cui estrazione e raffinazione) per la successiva produzione di polvere di stagno attraverso un processo di atomizzazione non utilizza materie prime secondarie tali da richiedere

		l'estrazione del metallo e la successiva raffinazione da eventuali altri metalli presenti. Come indicato nei paragrafi descrittivi delle lavorazioni, l'emissione di SO₂ è associata alla produzione primaria e secondaria di piombo.								
BAT 97	APPLICATA	Nella BAT, inoltre, vi è un rimando alla BAT 10 relativa al monitoraggio delle emissioni in atmosfera a esse associato. Le emissioni che dovranno essere monitorate a camino (camino 20 per le fasi di fusione e polverizzazione dello stagno) sono le seguenti: <table><tr><th>Emissione</th><th>Rif. BAT</th><th>Frequenza</th><th>Norma</th></tr><tr><td>TCOV</td><td>BAT 98</td><td>In continuo o una volta all'anno</td><td>EN12619</td></tr></table>	Emissione	Rif. BAT	Frequenza	Norma	TCOV	BAT 98	In continuo o una volta all'anno	EN12619
Emissione	Rif. BAT	Frequenza	Norma							
TCOV	BAT 98	In continuo o una volta all'anno	EN12619							

5. VERIFICA DELL'APPLICABILITÀ DELLE BAT RELATIVE ALLA PRODUZIONE DEL ZINCO

Con riferimento alle note indicate nella richiesta di integrazione (BAT 123 e 124 da applicare al camino 20 per le fasi H) si procede alla disamina dei processi della produzione primaria e secondaria dello zinco con l'ausilio del documento *"Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries"* pubblicato dal JRC nel 2017.

Tale analisi è utile per comprendere quali emissioni sono generate dalle lavorazioni e se queste sono presenti nello stabilimento POMETON.

5.1. Produzione primaria e secondaria dello zinco

Lo zinco è prodotto in vari gradi di purezza commerciale: la qualità più alta è lo zinco SHG (Special High Grade o Z1, UNI EN 1179) che contiene il 99,995% di zinco e un ammontare massimo di impurezze pari a 50 g/ton, possibili con combinazione di tenori massimi dei seguenti elementi normati: Sn 0,001%, Cd 0,002%, Pb 0,003%, Fe 0,002%, Cu 0,001%.

La qualità più bassa, invece, è lo zinco GOB (Good Ordinary Brand o Z5) con titolo di zinco pari a 98,5%, contenete un ammontare massimo di impurezze pari a 15 kg/ton, possibili con combinazione di tenori massimi dei seguenti elementi normati: Pb 1,4%, Cd 0,2%, Fe 0,05%.

A tali diverse tipologie di produzione si accompagnano impatti dal punto di vista ambientale del tutto simili.

Grade classification	Colour code	Nominal zinc content	1 Pb max.	2 Cd max.	3 Fe max.	4 Sn max.	5 Cu max.	6 Al max.	Total of 1 to 6 max.
Z1	White	99.995	0.003	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.005
Z2	Yellow	99.99	0.005	0.003	0.003	0.001	0.002	-	0.01
Z3	Green	99.95	0.03	0.005	0.02	0.001	0.002	-	0.05
Z4	Blue	99.5	0.45	0.005	0.05	-	-	-	0.5
Z5	Black	98.5	1.4	0.005	0.05	-	-	-	1.5

Source: [1, CEN 2003]

Figura 10 – Grado di purezza zinco primario

Grade	Nominal zinc content	1 Pb max.	2 Cd max.	3 Fe max.	4 Sn max.	5 Cu max.	6 Al max.	Total of 1 to 6 max.	Remarks
ZSA	98.5	1.3	0.02	0.05	- ⁽¹⁾	-	0.05	1.5	Obtained mainly by zinc-bearing process scrap (e.g. Zn ashes)
ZS1	98.0	1.3	0.04	0.05	0.7 ⁽¹⁾	-	0.1	2.0 ⁽²⁾ 1.5	Obtained mainly by recycling of scrap
ZS2	97.5	1.5	0.05	0.12	0.7 ⁽¹⁾	-	-	2.5 ⁽²⁾ 2.0	Also used products

⁽¹⁾ Sn max. 0.3 % for brass making.

⁽²⁾ For galvanising applications, EN ISO 1461: zinc bath must contain less than 1.5 % alloying elements (excluding Fe & Sn) and 2.0 % (including Fe & Sn).

Source: [1, CEN 2003]

Figura 11 – Grado di purezza zinco secondario

Come per il rame, anche lo zinco può essere prodotto attraverso processi primari o secondari (riciclo di rottami e residui industriali). Gli usi finali comprendono un'ampia gamma di applicazioni, la più importante delle quali

è la protezione dell'acciaio dalla ruggine per l'industria automobilistica, degli elettrodomestici e dell'edilizia. Leghe di zinco (ad es. ottone, bronzo, leghe da colata) e semilavorati di zinco rappresentano rispettivamente la seconda e la terza maggiore area di consumo con applicazioni anche nel settore edile, degli elettrodomestici e automobilistico.

La produzione di zinco è spesso associata alla produzione di piombo e cadmio, che trovandosi legati al minerale, vengono recuperati.

Lo zinco e il cadmio sono spesso associati insieme nei minerali.

La quantità significativa di piombo presente nella materia prima, la proporzione tra zinco e cadmio nel minerale e lo stato chimico (solfurico o ossidico) sono i fattori che stabiliscono quale sia la tecnica più opportuna tra la pirometallurgia o una combinazione di tecniche idrometallurgiche da utilizzare per l'estrazione dello zinco e degli altri metalli.

5.2. Produzione primaria dello zinco

Lo zinco può essere prodotto da materie prime minerarie mediante (blenda) processi pirometallurgici o idrometallurgici.

La pirometallurgia per la produzione di zinco ha perso di importanza nei paesi UE a causa della necessità di una fase di distillazione aggiuntiva per ottenere zinco di alta qualità a fronte di un'efficienza di estrazione dello zinco relativamente bassa.

La maggior parte dei minerali e dei concentrati contenenti zinco contengono anche solfuri, con conseguenti emissioni di anidride solforosa residua, NO_x e acque reflue acide e rilascio di metalli come arsenico, mercurio e cadmio. Nel caso in cui nei residui di produzione dello zinco siano presenti particolari sostanze organiche occorre effettuare ulteriori trattamenti allo scopo di eliminarli. I minerali di zinco contengono ferro, con conseguente generazione di grandi volumi di residui come scorie, jarosite, goethite ed ematite.

I processi industriali più utilizzati nel settore primario di produzione dello zinco sono i processi che avvengono per via termica o per via umida o per via elettrochimica.

Le materie prime di partenza sono costituite da minerali solfurei (blenda) e materiali solfo-ossidati (produzione primaria) o, rottami metallici (scraps) e fumi di acciaieria (EAF) per la produzione secondaria.

Normalmente, i cicli produttivi principali sono costituiti da:

1. Ciclo Imperial Smelting (ISF);
2. Zinco elettrolitico (ZnE);

Generalmente la produzione primaria dello zinco è seguita dalla produzione primaria del piombo, essendo quest'ultimo un sottoprodotto della produzione primaria dello zinco.

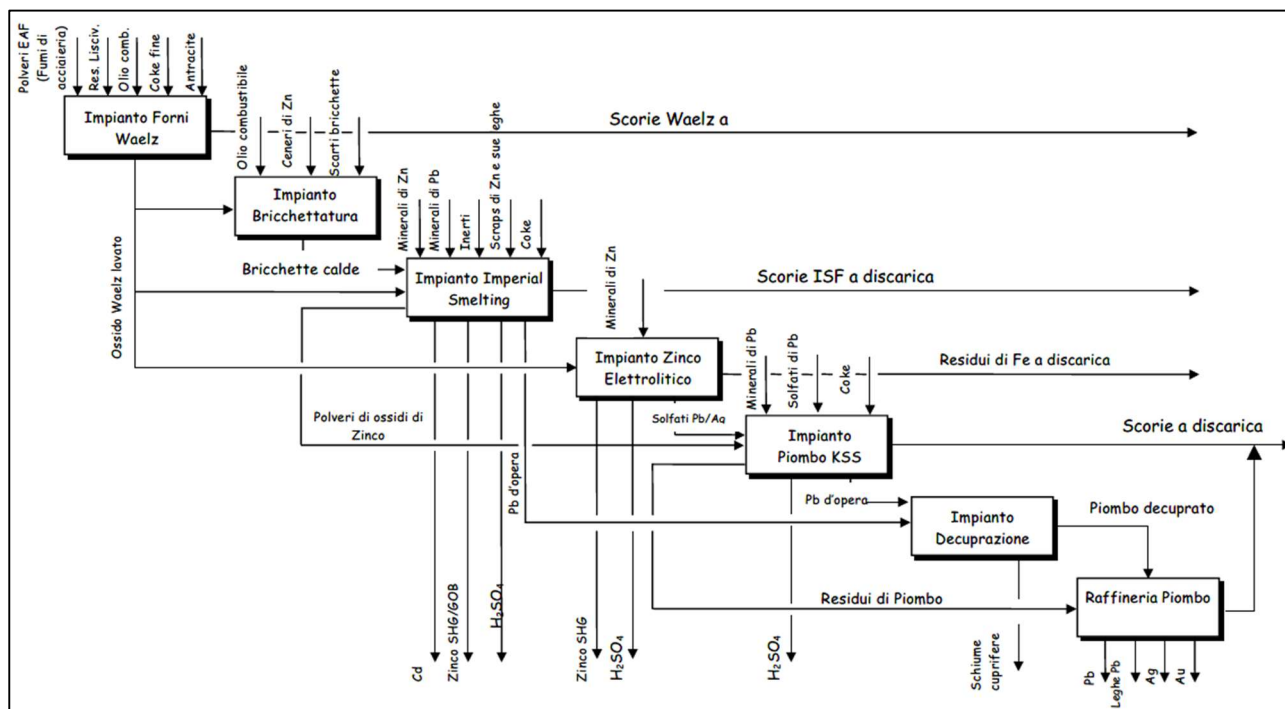


Figura 12 - Produzione primaria dello zinco (produzione primaria del piombo)

Il Ciclo Imperial Smelting è normalmente costituito dai seguenti impianti:

- Agglomerazione
- Purga Cadmio
- Imperial Smelting Furnace
- Raffinazione Termica Zinco
- Waelz e bricchette

Il Ciclo Zinco Elettrolitico è normalmente costituito dai seguenti impianti:

- Arrostimento minerali
- Acido Solforico
- Recupero e produzione Mercurio
- Lisciviazione
- Elettrolisi Zinco
- Preparazione Anodi
- Fusione Catodi

Durante le varie fasi di produzione dello zinco si genera come sottoprodotto l'anidride solforosa che viene trasformata prima in anidride solforica e successivamente in **acido solforico** attraverso un processo di doppia catalisi.

Di seguito viene descritta l'operazione di "fusione catodi" per la produzione di lingotti. I sottoprodotti della fusione di catodi alimentano l'impianto di produzione delle polveri di zinco che saranno utilizzate nelle operazioni a monte per il trattamento di cementificazione dei metalli pesanti presenti come impurezze (fase di lisciviazione dello zinco). Lo scopo di descrivere i processi è quello di far comprendere le differenze tra i processi tipici della produzione primaria e i processi effettuati in POMETON.

Infatti, la fusione catodi dello zinco, non effettuata in POMETON, ha lo scopo di produrre lingotti puri di zinco che, nel caso di POMETON, costituiscono la materia prima del processo di produzione delle polveri di zinco successivamente vendute nel mercato. Pertanto, la descrizione dei processi di polverizzazione riportati si riferiscono alla produzione primaria dello zinco anche in riferimento alle materie prime e agli additivi caricati nel forno fusorio. La produzione di polveri (come semilavorato) è descritta in seguito come attività alternativa alla colata e alla produzione di leghe, nel paragrafo che descrive la produzione secondaria di zinco.

Impianto Fusione Catodi (Figura 13)

L'impianto ha lo scopo di produrre lingotti di Zn, a partire dai catodi provenienti dallo strappamento, e polveri di Zn da utilizzare nella sezione di purificazione dell'Impianto Lisciviazione.

L'impianto è costituito da 2 sezioni.

1. Fusione e colata: lo Zn viene caricato in un forno elettrico (Forno ABB) assieme a cloruro d'ammonio (NH_4Cl), necessario alla fluidificazione delle scorie (tuzie) che si formano durante il processo di fusione. Durante la colata, nella fase di dosaggio, lo Zinco forma schiume che vengono asportate in automatico. Queste schiume in parte torneranno in testa all'impianto e in parte verranno avviate a un Forno Calamari. Nella fase di stoccaggio i pani di Zinco che verranno scartati torneranno alla fusione.
2. Trattamento tuzie e sgranellatura: le tuzie vengono asportate in automatico dalla superficie del bagno fuso del forno e conservate in appositi cassonetti. Da questi vengono trasferite a un mulino a sfere dove vengono macinate prima di subire un ulteriore trattamento di vagliatura della pezzatura.

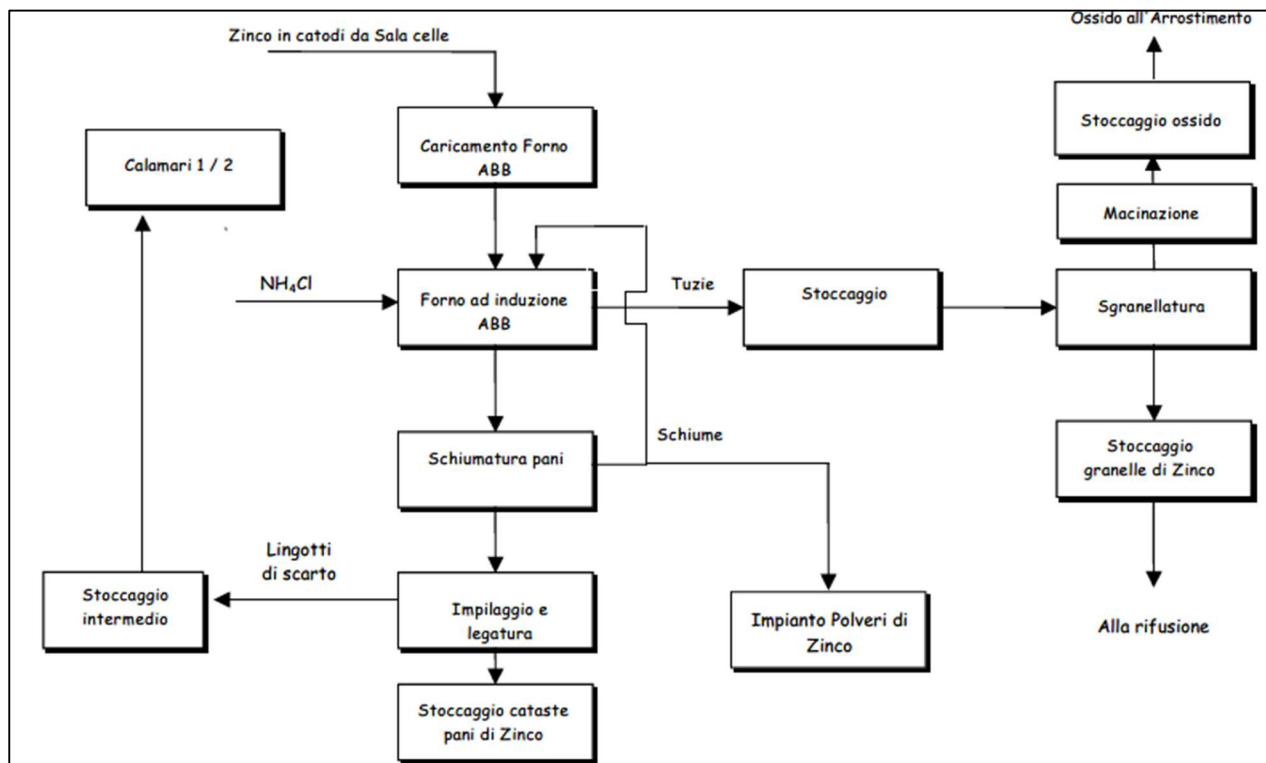


Figura 13 - Processo di fusione catodi dello zinco

L'impianto ha lo scopo di produrre le polveri di Zn necessarie a favorire la cementazione dei metalli nella fase di Lisciviazione e del Cd per la produzione di spugna Cd.

È diviso in tre sezioni, che non sempre lavorano contemporaneamente.

1. Impianto Polveri: un forno di fusione a induzione denominato Calamari 1 viene alimentato con cataste di Zn e viene addizionato con Pb in concentrazione dell'1+2% per favorire il processo di cementazione in Lisciviazione. Come nella sezione di fusione e colata, l'aggiunta di cloruro d'ammonio favorisce la separazione degli ossidi, che vengono recuperati e stoccati. Lo Zn fuso viene polverizzato finemente tramite un getto d'aria compressa. Le polveri vengono vagliate in funzione della pezzatura e stoccate.
2. Produzione Leghe: una parte dello Zn in fusione viene prelevato dal forno a induzione Calamari e trasferito a un altro forno dove avviene l'aggiunta di un quantitativo predeterminato di Al, unitamente a cloruro d'ammonio per facilitare la separazione e la successiva schiumatura degli ossidi. A seguito di un riscontro analitico favorevole si procede alla colata e al raffreddamento dei lingotti che vengono quindi stoccati.
3. Forno Calamari 2: in caso di fuori servizio del forno Calamari 1, entra in funzione il forno Calamari 2, che riceve lo Zinco fuso dal forno ABB in cui si ha la fusione dello Zn in lingotti.

Per le produzioni del settore Pb-Zn le principali tipologie di potenziali emissioni atmosferiche sono solo quelle riferibili a composti presenti o derivabili dai processi produttivi:

- SO_x e aerosoli acidi
- NO_x
- Polveri contenenti metalli pesanti e loro composti
- COV e diossine.

La gran parte delle emissioni è riconducibile alle polveri, con l'eccezione di metalli quali cadmio, arsenico e mercurio, per i quali è possibile la rilevazione significativa dell'elemento in fase vapore.

Le principali potenziali fonti di emissione dai processi sono:

- impianto di arrostitimento/desolforazione (la maggior parte delle emissioni può verificarsi in occasioni di fermate non programmate);
- trasporto e manipolazione dei materiali;
- fusione e raffinazione;
- lisciviazione e purificazione;
- elettrolisi;
- colata;
- impianti acido solforico.

Componente	Arrostitimento, sinterizzazione, fusione	Lisciviazione e purificazione	Elettrolisi	Colata	Impianto acido solforico
SO _x	** *	*	**	*	***
NO _x	* *				*
Polveri e metalli pesanti	*** *	*		**	
COV e diossine	* **				
Nota: *** maggiormente significativo, * meno significativo * Le emissioni dirette dai processi di arrostitimento o fusione sono abbattute direttamente o convertite nell'impianto acido solforico; le restanti emissioni di SO _x ed NO _x da impianto acido solforico sono ancora significative. Emissioni fuggitive o non captate da queste fonti possono essere ancora rilevanti. ** COV e diossine possono essere presenti se nei processi sono utilizzati materiali secondari che contengono diossine o sono contaminati da materiali organici.					

Figura 14 – Principali inquinanti nella produzione primaria di Zinco (e Piombo)

5.3. Produzione secondaria dello Zinco

Nella produzione secondaria dello zinco, le materie prime che possono essere impiegate sono elencate di seguito.

- polveri derivanti dalla produzione di rame e leghe di rame;
- scorie derivanti dalla lavorazione del rame e del piombo;
- residui dell'industria della pressofusione;
- ceneri, scorie di fondo e di superficie dell'industria galvanica;
- vecchie coperture e altri materiali in lamiera;
- frazioni non ferrose provenienti principalmente dalla frantumazione di vecchie automobili e di altri prodotti contenente acciaio;
- polveri derivanti dalla produzione dell'acciaio e della ghisa ad arco elettrico;
- residui derivanti dagli usi chimici dello zinco e da pneumatici bruciati;
- Fonti miste e contaminate: RAEE, pneumatici bruciati, residui chimici.

I processi utilizzati per recuperare lo zinco dipendono dalla forma e dalla concentrazione dello zinco o dal grado di contaminazione. Differenti tipologie di processi sono quindi richieste a seconda che si tratti di metalli, metalli misti o ossidi.

Nel caso specifico di POMETON, la materia prima utilizzata per la produzione di polveri è costituita da lingotti di zinco con titolo di 99,995%-99,99% (Z1-Z2) di zinco che a seguito di rifusione vengono atomizzati.

Nei paragrafi successivi, si descrivono le principali lavorazioni che caratterizzano la produzione secondaria dello zinco, tenuto conto della materia prima di partenza.

Sia la produzione primaria che quella secondaria possono essere effettuate a partire dai residui e rottami di zinco. A seconda del grado di impurità, i residui/rottami vengono inviati o ai processi primari se tali materiali sono ricchi in zinco e quindi possono essere destinati alla produzione di zinco metallico, zinco SHG, leghe di zinco o ossido di zinco. Invece, in presenza di metalli o leghe impuri, se la scelta è produrre zinco di qualità, dovranno subire operazioni preliminari come, a esempio, un processo di distillazione.

In alternativa, i residui impuri sono avviati ai processi di recupero secondario.

In base al grado di purezza, sono stabiliti quindi i processi preliminari da effettuare per evitare la produzione di sottoprodotti aggressivi che compromettono la qualità dello zinco e gli impianti stessi.

5.4. Residui e rottami contaminati

Nella circostanza in cui lo zinco debba essere recuperato da residui e rottami contaminati, le operazioni che generalmente sono effettuate riguardano la separazione fisica dei materiali in ingresso, la loro estrazione mediante svariate tecniche e altre tecniche di trattamento ad alta temperatura.

Separazione dei materiali

Una volta ricevuti i residui di altre lavorazioni, i rottami metallici misti o i recuperi la prima operazione è quella di separare eventuali oggetti indesiderati. A seconda del materiale ricevuto, la separazione può avvenire tramite:

- separazione visiva/manuale per rimuovere oggetti indesiderati quali plastica, legno, ecc.;
- separazione magnetica che consente di rimuovere gli oggetti ferrosi (utilizzata per i rottami misti);
- separazione per densità tramite la quale materiali di densità differiti e dimensioni differenti vengono rimossi attraverso l'utilizzo di fluidi a diversa densità
- Separazioni - separazione a correnti parassite utilizza i campi elettromagnetici per separare l'alluminio da altro materiale;
- Altre tecniche di separazione (uso del colore, dei raggi UV, degli IR, dei raggi X, del laser);
- Metodi di rilevamento misti con selezionatrici meccaniche o pneumatiche.

Esempi di questi trattamenti specifici sotto.

Le **ceneri di zincatura** che si formano durante la zincatura di pezzi, fili e tubi sono essenzialmente una miscela di zinco metallico e ossido di zinco. La presenza di metalli diversi composti è legata agli elementi di lega selezionati del bagno di zincatura. Tali ceneri vengono macinate in mulini a palle per separare le diverse fasi metalliche. La separazione si ottiene spazzando il mulino con a flusso d'aria per trascinare i componenti non metallici, che vengono poi raccolti da un tessuto filtro. In alternativa, nel mulino è incorporato un vaglio che lascia i fini non metallici passaggio della frazione, ma trattiene la frazione metallica grossolana. In entrambi i casi, la frazione metallica viene scaricato dal mulino, fuso e colato in lingotti per la vendita, il riutilizzo o altro trattamento.

La **scoria di fondo** (detta anche zinco duro o spelter) è una miscela intermetallica di zinco-ferro fasi con alcune particelle metalliche discrete che contengono anche del piombo. Si forma in forni di attesa e vasche utilizzate per la zincatura in lotti e accumuli. Se la scoria di fondo non viene rimossa, può ridurre la qualità del rivestimento e causare intasamenti negli impianti di zincatura. La scoria superiore è una lega di zinco-ferro-alluminio generata da zincatura continua a caldo. Le scorie e altri residui dell'industria della fusione dello zinco contengono una miscela di zinco metallico e ossido di zinco, con pochi o nessun cloruro. A questi materiali vengono applicati tutti gli schemi di trattamento sopra riassunti. Lo stesso si applica alle vecchie coperture e ad altri materiali in lastre, nonché ai residui della sostanza chimica usi dello zinco o dei prodotti a base di zinco.

Il **trattamento dei veicoli fuori uso** in una serie di mulini produce residui di triturazione. Dopo la rimozione della frazione non metallica, la frazione non ferrosa viene separata dagli altri prodotti a base di acciaio mediante separazione magnetica. Dopo la separazione dei materiali pesanti, vengono utilizzate tecniche di trattamento specifiche per il recupero dello zinco.

La polvere contenente zinco (miscela di ossidi) può essere alimentata in un forno di clinker, dove gli alogeni residui e il piombo vengono eliminati riscaldando a 1000 °C. Dopo il trattamento in forno, ZnO è adatto per essere utilizzato come materia prima in una fonderia di zinco senza ulteriore trattamento.

Estrazione dello zinco

L'estrazione dello zinco partendo da materiali da riciclare (scorie, poveri, ecc.) può essere eseguita attraverso:

- fusioni a più stadi sfruttando le differenti temperature di fusioni dei metalli;
- processi di estrazioni con solvente;
- forni Waelz;
- processo di fumazione delle scorie;
- rifusione e raffinazione.

L'estrazione dello zinco può avvenire tramite **fusioni a più stadi**. I residui vengono fusi in due fasi in un forno a riverbero alimentato a gas. Nella prima fase, il piombo è fuso a 340°C e viene spillato e colato in lingotti. Nella seconda fase, la temperatura è portata a 440 °C e lo zinco viene fuso, spillato e colato in lingotti. Un processo alternativo utilizza un forno rotativo a cottura indiretta con rivestimento interno forato. Lo zinco si scioglie e fuoriesce attraverso il rivestimento in un forno di attesa da dove viene colato in lingotti. Ulteriore perfezionamento è sempre necessario.

Oltre che la fusione per fasi, è possibile estrarre lo zinco attraverso i **processi di estrazione con solvente**. Tale processo viene utilizzato per recuperare lo zinco da materie prime secondarie sporche come le batterie, polveri e fumi derivanti da processi pirometallurgici (a.e. fonderie di rame, forni elettrici ad arco per la produzione dell'acciaio, ecc.), processi di combustione (es. incenerimento dei rifiuti domestici, incenerimento degli pneumatici esausti, ecc.) e ossidi di zinco secondari da processi di fumatura come i forni Waelz e Primus.

Quando applicato alle materie prime secondarie, il processo prevede l'utilizzo di solvente (SX) per separare alogenuri e metalli dalla soluzione di zinco. L'elettrolita risultante, una volta purificato, può essere alimentato a un processo di elettro-estrazione convenzionale.

Forni Waelz

Il forno Waelz è un forno utilizzato per recuperare lo zinco da materiali di scarto, come polveri di zinco e scorie, che si generano durante la lavorazione dei minerali di zinco.

Il processo consiste dapprima nel miscelare i materiali da riciclare con un combustibile (solitamente carbone o coke) e un agente riducente. La miscela viene quindi riscaldata a temperature elevate (tra i 1.000 e i 1.200 °C) all'interno del forno, all'interno del quale il carbonio riduce gli ossidi di zinco, liberando zinco metallico.

Il processo produce anche ossidi di zinco, che possono essere ulteriormente trattati per recuperare zinco puro.

I fumi generati durante la combustione vengono trattati per ridurre le emissioni inquinanti e recuperare eventuali metalli preziosi.

Processo di fumazione delle scorie

Si tratta di una tecnica utilizzata per recuperare zinco e altri metalli preziosi dalle scorie generate durante la lavorazione dei minerali di zinco. Le scorie, che si formano durante la fusione e la raffinazione dei minerali di zinco, contengono ossidi di zinco, metalli residui e altre impurità. Il processo di fumazione ha l'obiettivo di ridurre gli ossidi di zinco contenuti nelle scorie a zinco metallico, recuperando così il metallo prezioso e riducendo i rifiuti.

Le fasi del processo di fumazione sono le seguenti:

1. Preparazione delle scorie: le scorie vengono triturate e macinate per aumentare la superficie di contatto.
2. Caricamento nel forno: le scorie preparate vengono caricate in un forno, solitamente un forno a fusione o un forno Waelz.
3. Aggiunta di combustibili e riducenti: vengono aggiunti combustibili (come carbone o coke) e agenti riducenti per facilitare la reazione chimica.
4. Riscaldamento: il forno viene riscaldato a temperature elevate (1.000 - 1.200 °C). Durante il riscaldamento, gli ossidi di zinco si riducono a zinco metallico.
5. Raccolta dei fumi: i fumi generati nel processo, che contengono vapori di zinco, vengono raccolti e trattati.
6. Condensazione: i vapori di zinco vengono condensati per ottenere zinco metallico puro o per ulteriori trattamenti.

Rifusione e raffinazione

I rottami di zinco secondario puliti e non miscelati possono venire rifusi o raffinati in base alla qualità di zinco secondario che si desidera ottenere.

In presenza di impurità quali materiali contenenti alluminio o ferro, si procede alla loro rimozione attraverso un'azione meccanica, nella fase di separazione, prima della fusione. I rottami misti possono essere pretrattati e separati direttamente in forno fusorio per rimuovere lo zinco dai metalli con un punto di fusione più elevato.

La fusione avviene generalmente in forni a induzione.

Nella prima fase le impurità possono essere rimosse parzialmente o completamente a seconda della solubilità dell'elemento nella massa fusa. È possibile aggiungere altri elementi in lega, se richiesto.

5.5. Rottami non contaminati

Processi di fusione, lega e colata dello zinco

Processi di fusione e lega dello zinco

La fusione dello zinco e la preparazione delle leghe di zinco vengono solitamente eseguite in forni a crogiolo a cottura indiretta o a induzione

I forni funzionano a gas o petrolio. Il bruciatore a gas o olio può essere posizionato all'esterno del crogiolo, il che è racchiuso in una camera di combustione o all'interno del crogiolo come riscaldatore a tubo a immersione

Il riscaldamento diretto viene applicato nei forni fusori dell'alluminio (a volte viene aggiunto alluminio fuso al forno di legatura dello zinco anziché dell'alluminio solido). Il riscaldamento diretto viene applicato anche allo zinco forni di attesa, che sono situati tra la sezione di fusione e quella di colata.

In entrambi i casi, il controllo della temperatura è fondamentale, poiché la temperatura di colata non deve superare i 600 °C per la maggior parte delle composizioni di leghe per evitare la perdita di metallo tramite fumigazione. Le aggiunte di leghe vengono solitamente effettuate come solidi, ma in alcune operazioni l'alluminio fuso viene aggiunto da un forno fusorio adiacente.

Quando le leghe sono realizzate con materie prime impure, è necessaria l'aggiunta di sostanze per assorbire le impurità che possono contenere cloruro di zinco e/o sali doppi con cloruro di ammonio.

Durante l'aggiunta di queste sostanze o durante le operazioni di pulizia del forno, possono verificarsi emissioni diffuse di polveri ed emissioni a camino contenenti composti fluorurati gassosi che devono essere rimossi mediante lavaggio a umido. L'utilizzo di suddetti fondenti sta andando in disuso per evitare l'emissione in atmosfera di agenti altamente inquinanti.

Il bagno di zinco viene periodicamente scremato per eliminare le scorie solide: ossido di zinco e cloruro di zinco. Un fondente viene spesso aggiunto per ridurre la perdita di zinco nelle scorie. La frazione ossidica delle scorie può essere riciclata all'interno dell'ISF (tecnica utilizzata nei processi pirometallurgici) o riportato alla torrefazione nel processo di zinco elettrolitico.

Quando si fondono catodi di zinco, leghe di zinco e rottami di zinco, possono formarsi i seguenti materiali intermedi:

- Scorie di zinco: si generano nel forno fusorio e si presentano come una schiuma formata sulla superficie del metallo fuso che contiene zinco metallico e ossidato. La superficie della vasca viene scremata con mezzi meccanici o manuali.
- Polveri e fumi contenenti zinco: vengono catturati dal flusso di gas in uscita dal forno fusorio mediante dispositivi di abbattimento quali filtri a maniche.

Nella maggior parte dei casi tutti questi residui vengono riciclati internamente o esternamente per il recupero dello zinco.

Una volta ottenuto lo zinco o la lega di zinco fusi, le operazioni che seguono, volte all'ottenimento di un semilavorato, sono le seguenti:

- colata in stampi;
- polverizzazione.

Nel caso in esame, POMETON utilizza un forno costituito da un crogiolo in ghisa di capacità contenuta (43 litri) riscaldato da bruciatore a metano nel quale vengono caricati i lingotti di zinco puro (Z1-Z2). Non sono previste lavorazioni preliminari alla fusione né processi di raffinazione; dopo la fusione, data l'elevata purezza della materia prima, e quindi il metallo fuso, può essere direttamente atomizzato ad aria.

Colata in stampi dello zinco

Il metallo viene solitamente colato in stampi permanenti comunemente realizzati in ghisa o acciaio.

Le macchine di colata utilizzate possono essere della tipologia a trasportatore stazionarie o continue.

Stampi statici e macchine di colata a nastro sono utilizzati per la produzione di blocchi e lingotti mentre le macchine per colata continua vengono utilizzate per produrre vergelle da ridurre in filo.

Durante la fusione di lingotti di zinco o leghe di zinco si possono produrre scorie metalliche, che viene riciclato internamente o esternamente per il recupero di zinco.

Produzione di zinco in polvere

La polvere di zinco viene prodotta come prodotto per altri processi industriali e come reagente per l'uso durante il percorso di purificazione del liquore. Zinco fuso prodotto con le stesse tecniche descritte sopra viene nebulizzato sotto pressione attraverso un ugello nebulizzatore e viene poi raffreddato rapidamente in un'atmosfera inerte per produrre polvere. L'atomizzazione ad aria, acqua o centrifuga di un flusso di zinco fuso può essere utilizzato anche per produrre polvere. La polvere viene rimossa in un sistema di filtraggio e convogliato al relativo processo o confezionato.

5.6. Determinazioni delle emissioni

Le emissioni nell'atmosfera vengono catturate come emissioni al camino o possono sfuggire al processo come emissioni diffuse che dipendono dall'età dell'impianto e dalla tecnologia utilizzata. Le emissioni dello stack sono normalmente monitorate in modo continuo o periodico e rendicontati.

Le principali emissioni nell'atmosfera derivanti dalla produzione di zinco sono:

- anidride solforosa (SO₂), altri composti dello zolfo e nebbie acide;
- ossidi di azoto (NO_x) e altri composti dell'azoto;
- metalli e loro composti;
- polvere;
- COV e PCDD/F.

Altri inquinanti sono considerati di importanza trascurabile per l'industria, in parte perché non sono presenti nel processo produttivo e in parte perché lo sono immediatamente neutralizzati (ad esempio cloro o HCl) o presenti in concentrazioni molto basse (ad esempio CO). Le emissioni sono in larga misura legate alle polveri (ad eccezione del cadmio, dell'arsenico e del mercurio, che possono essere presenti nella fase vapore).

Le fonti di emissioni dipendono dal processo utilizzato e sono riportate nella Figura 15 che segue e possono essere:

- trasporto e movimentazione del materiale;
- impianto di torrefazione/sinterizzazione e acido solforico (la maggior parte delle emissioni avviene in periodi non programmati spegnimenti);
- operazioni pirometallurgiche: fuming, fusione e raffinazione;
- operazioni idrometallurgiche: lisciviazione, purificazione ed elettrolisi;
- trattamenti meccanici: macinazione, macinazione e granulazione;
- colata e altre lavorazioni per la produzione di semilavorati.

Tutti i processi elencati non sono svolti in POMETON.

Component	Roasting & Other pyromet. treatments	Leaching and purification	Electrolysis	Mechanical treatments	Casting, etc.	Sulphuric acid plant
Sulphur oxides and sulphates	•• ⁽¹⁾	•	•• (acid mist)	•	•	•••
Nitrogen oxides	• ⁽¹⁾	NR	NR	NR	•	•
Dust and metals	••• ⁽¹⁾	•	•	•••	•••	NR
VOCs and PCDD/F	•(••) ⁽²⁾	NR	NR	NR	• ⁽¹⁾	NR

⁽¹⁾ The direct emissions from the roasting or smelting stages are treated and/or converted in the gas-cleaning steps and sulphuric acid plant; the remaining emissions of sulphur dioxide and nitrogen oxides of the sulphuric acid plant are still relevant. Diffuse or uncaptured emissions are also relevant from these sources.
⁽²⁾ PCDD/F and VOCs may be present if secondary materials are used that contain PCDD/F or are contaminated with organic materials. VOCs may also be present during solvent extraction processes.
 NB: ••• More significant – • Less significant.
 NR = Not relevant.

Figura 15 – Tipologia di emissione in funzione del processo applicato

Di seguito si propone una disamina delle emissioni caratteristiche dei processi secondari di produzione dello zinco.

Anidride solforosa e altri composti dello zolfo

Le principali fonti di emissioni di anidride solforosa sono le emissioni dirette dall'impianto dell'acido solforico. Generalmente le fasi del processo di produzione dello zinco che danno origine ad anidride solforosa e composti dello zolfo sono:

- tostatura o altri processi di pirometallurgia (entrambi per la produzione primaria di zinco);
- elettrolisi (produzione primaria di zinco).

Si esclude la presenza di composti dello zolfo nelle emissioni di POMETON poiché le lavorazioni riguardano la fusione di lingotti di zinco puro.

Ossidi di azoto

Le fasi di tostatura e fusione sono potenziali fonti di ossidi di azoto (NO_x). Gli ossidi di azoto potrebbe formarsi da componenti di azoto presenti nei concentrati o come NO_x termico. L'acido solforico prodotto può assorbire gran parte degli NO_x e questo può quindi incidere sulla qualità dell'acido solforico. Se dopo la fase di tostatura fossero presenti livelli elevati di NO_x , potrebbe essere necessario il trattamento dei gas di tostatura per aumentare la qualità del prodotto e per ragioni ambientali. La quantità di ossidi prodotti, per tutti i processi, va da 20 mg/Nm^3 a 400 mg/Nm^3 .

Se il forno a gas opera a temperature elevate (oltre 1.200°C), si possono formare NO_x termici. Considerando che il crogiolo è in ghisa, le temperature della zona bruciatori sono verosimilmente inferiori ai 1000 °C

PCDD/F

La formazione di PCDD/F nella zona di combustione e nella parte di raffreddamento del sistema di trattamento dei gas di scarico può avvenire nei processi che utilizzano materie prime secondarie che contengono materiali plastici.

PCDD/F sono stati rilevati anche in alcune polveri provenienti dai forni Waelz, per il trattamento delle polveri dei forni elettrici.

Senza tecniche specifiche, vengono misurati valori PCDD/F di 100 ng/Nm^3 .

A causa della conversione dai processi Waelz acidi a un sistema a scorie basiche, è possibile ottenere una concentrazione di PCDD/F < 0,1 ng/Nm^3 .

Polveri e metalli

Il processo secondario per la produzione dello zinco genera polveri in tutte le fasi che caratterizzano, dalla movimentazione dei materiali. Tali polveri sono generalmente convogliate e trattate, per essere abbattute in adeguati sistemi di depurazione (cicloni, filtri a maniche, ecc).

Nello specifico, i processi di fusione, di produzione di lega, la colata e la polvere di zinco sono potenziali fonti di emissioni di polvere e metalli in polvere. L'intervallo di emissioni di polvere prima del trattamento è compreso tra 200 mg/Nm^3 e 900 mg/Nm^3 . Molto spesso i filtri a maniche vengono utilizzati per raccolta gas e polveri. I valori del gas depurato sono inferiori a 10 mg di polvere/ Nm^3 e spesso si aggirano intorno 1 mg/Nm^3 .

Le polveri metalliche sono associate alle polveri emesse e di queste circa il 50% è zinco. Il cadmio e il piombo non sono presenti quando lo zinco puro viene fuso, legato e colato.

Riguardo le fonti di emissioni diffuse, queste possono svilupparsi quasi ovunque nel sito di un impianto. Le principali fonti di emissioni diffuse sono lo stoccaggio e la movimentazione di materiali, la polvere che si attacca ai veicoli o alle strade e le aree di lavoro aperte o aree in cui non è stato effettuato alcun abbattimento.

Per la riduzione di polveri diffuse si riportano di seguito alcune misure adottate dalle aziende del settore:

- rinnovo delle unità di raccolta e filtraggio dei gas di scarico;
- riduzione dei tempi di fermo del forno grazie al miglioramento del concetto di rivestimento refrattario (riduzione quindi di tempi di accensione e spegnimento che comportano emissioni più elevate per un tempo limitato);
- chiusura/alloggiamento delle aree di consegna, stoccaggio materiali e raffinazione e installazione di
- sistemi di raccolta dei gas di scarico;
- migliorare la movimentazione dei materiali (ad esempio bagnando i materiali sfusi prima e durante
- caricamento); e riduzione delle frequenze di trasporto (ad esempio mediante l'uso di pale gommate più grandi);
- installazione del lavaggio obbligatorio dei veicoli (per impianti e veicoli esterni);
- rinforzo delle aree impiantistiche e dei vialetti e ottimizzazione della pulizia;
- chiusura e bonifica delle vecchie aree di smaltimento delle scorie.

Table 6.12: Mass release of metals from some primary and secondary zinc plants in Europe

Process	Product	Production (tonnes)	Dust (g/t product)	Zn (g/t product)	Pb (g/t product)	Cd (g/t metal)	As (g/t metal)
Roasting, purification & electrolysis (without casting)	Zinc	130 000–1 450 000	NA	6.6–7.6	NA	< 0.05	NA
Roasting, purification & electrolysis (with casting)	Zinc or Zinc alloys	130 000–1450 000	3–17	1–15	< 0.3	< 0.05	< 0.03 as oxide
Roasting, purification & electrolysis (all process stages from concentrate with low iron content)	Zn+Cd	238 850	3	2	0.007	0.0004	< 0.00 01
Waelz process	Waelz oxide	29 000–60 000	14–73	4–21	0.3–2.0	0.13–0.42	< 0.1
Remelting, refining	Zinc	40 000	60	15	< 3	NA	NA
NB: NA = Not available. Source: [229, IZA plant data 2008]							

Figura 16 - Polveri diffuse prodotte dai processi primari e secondari

In conclusione, in base alle considerazioni sviluppate nei paragrafi precedenti, in merito all'applicabilità o meno delle BAT indicate nella richiesta di integrazione, si ritiene possa applicarsi la sola BAT 128 per le ragioni riassunte nella tabella seguente.

BAT	Esito analisi	Motivazioni																
BAT 123	NON PERTINENTE	La ditta POMETON non effettua l'estrazione di zinco a partire da flussi metallici o misti di metalli/di ossidi, dalle scorie fumanti e dal forno Waelz. Tali prodotti intermedi sono generati da processi tipici della produzione primaria, che avendo un contenuto di zinco ritenuto significativo, vengono inviati alla produzione secondaria dello zinco come materie prime secondarie. L'estrazione dello zinco da tali materiali viene effettuata mediante tecniche di fusione a diversi stadi di temperatura, forni Waelz, processi di fumazione delle scorie, ecc. lavorazioni non presenti nello stabilimento POMETON.																
BAT 124	NON PERTINENTE	Come per il punto precedente.																
BAT 128	APPLICATA	La fase di atomizzazione ad aria per la produzione di polveri di zinco a partire dal metallo fuso presenta un filtro a maniche dedicato. Nella BAT, inoltre, vi è un rimando alla BAT 10 relativa al monitoraggio delle emissioni in atmosfera a esse associato. Le emissioni che dovranno essere monitorate a camino (camino 20 per le fasi di fusione e polverizzazione dello zinco) sono le seguenti: <table><tr><th>Emissione</th><th>Rif. BAT</th><th>Frequenza</th><th>Norma</th></tr><tr><td>Polveri</td><td>BAT 128</td><td>Una volta all'anno</td><td>EN 13284-1</td></tr><tr><td>Zinco e i suoi composti espressi come Zn</td><td>BAT 128</td><td>Una volta all'anno</td><td>EN 14385</td></tr><tr><td>Altri metalli se del caso</td><td>BAT 128</td><td>Una volta all'anno</td><td>EN 14385</td></tr></table>	Emissione	Rif. BAT	Frequenza	Norma	Polveri	BAT 128	Una volta all'anno	EN 13284-1	Zinco e i suoi composti espressi come Zn	BAT 128	Una volta all'anno	EN 14385	Altri metalli se del caso	BAT 128	Una volta all'anno	EN 14385
Emissione	Rif. BAT	Frequenza	Norma															
Polveri	BAT 128	Una volta all'anno	EN 13284-1															
Zinco e i suoi composti espressi come Zn	BAT 128	Una volta all'anno	EN 14385															
Altri metalli se del caso	BAT 128	Una volta all'anno	EN 14385															