



arpav



**ATTIVITÀ DI ANALISI AMBIENTALE DEL
COMPARTO PRODUTTIVO CEMENTO**

ANALISI DI PROCESSO

STABILIMENTO

INDUSTRIA CEMENTI GIOVANNI ROSSI S.P.A.



A.R.P.A.V.

Dipartimento Ambientale di TREVISO

ARPAV DAP TV

Ing LORIS TOMIATO

DIRETTORE

Ing. DAVIDE DE DOMINICIS

Dott. PIERO SILVESTRI

Ing. LORENZO TAGLIAPIETRA

Ing. MARIANNA PERRONI

ATTIVITÀ DI ANALISI AMBIENTALE DEL
COMPARTO PRODUTTIVO CEMENTO

ANALISI DI PROCESSO

STABILIMENTO

INDUSTRIA CEMENTI GIOVANNI ROSSI S.P.A.

VIA SAN GIACOMO 18, PEDEROBBA (TV)

Attività IPPC: Codice 3.1 - Impianti destinati alla produzione di clinker (cemento) in forni rotativi la cui capacità di produzione supera 500 tonn/giorno.

Autorizzazione Integrata Ambientale provvisoria n. 13 del 04/09/2007 e s.m.i.

Sommario

PREMESSA.....	3
1. FINALITÀ E MODALITÀ OPERATIVE DELL'ANALISI DI PROCESSO.....	4
2. DESCRIZIONE DELLO STABILIMENTO E DEL SITO.....	5
2.1 Descrizione del sito	5
2.2 Descrizione dello stabilimento.....	6
2.2.1 Approvvigionamento delle materie prime.....	8
2.2.2 Frantumazione e stoccaggio delle materie prime.	8
2.2.3 Macinazione della farina.	9
2.2.4 Omogeneizzazione e stoccaggio della farina.....	9
2.2.5 Cottura del clinker.....	9
2.2.6 Stoccaggio del clinker.....	10
2.2.7 Preparazione del combustibile.....	11
2.2.8 Macinazione dei cementi e dei leganti.....	11
2.2.9 Deposito dei cementi e dei leganti.....	11
2.2.10 Insacco e spedizione	12
3. IMPATTI E RISORSE	14
3.1 Materie prime e ausiliarie	14
3.2 Risorse energetiche	14
3.3 Aria.....	16
3.4 Acqua	21
3.5 Rumore	23
3.6 Suolo.....	23
3.7 Rifiuti	23
3.8 Ambiente e Sicurezza	25
4. MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI	26
4.1 Analisi delle MTD	26
4.2 Benchmarking	35
5. ANALISI DEL PROCESSO.....	42
5.1 Premessa	42
5.2 Creazione del Dataset ed analisi statistiche.....	42
5.2.1 Sistema di Monitoraggio alle Emissioni (SME).....	43
5.2.2 Distributed Control System (DCS)	44

5.2.3	Consolidamento dati e test statistici di significatività.....	46
5.3	Analisi degli impatti.....	46
5.3.1	Analisi macroscopica	46
5.3.2	Ossido di Carbonio (CO)	48
5.3.3	Ossidi di Azoto (NOx)	51
5.3.5	Biossido di Zolfo (SO ₂).....	57
5.3.5	Polveri (PM)	58
5.3.6	Carbonio Organico Totale (COT).....	61
5.3.7	Acido Cloridrico (HCl) e Acido Fluoridrico (HF).....	62
5.3.8	Metalli e loro composti, microinquinanti organici e IPA.....	63
5.4	Influenza dei combustibili alternativi	65
5.4.1	Monitoraggio in regime normale e in assenza di pneumatici	69
5.5	Transitori	71
5.6	Rappresentatività e accuratezza del sistema di monitoraggio delle emissioni	74
6.	CONCLUSIONI.....	79
	Riferimenti bibliografici.....	80

PREMESSA

Il presente studio relativamente allo stabilimento della ditta Industria Cementi Giovanni Rossi Spa con sede impianto in via San Giacomo 18 a Pederobba (TV) è stato effettuato in relazione alla complessiva attività di analisi ambientale dello specifico comparto produttivo, condotta da questo Dipartimento in convenzione con il Comune di Pederobba.

L'attività di cui alla presente relazione si riferisce anche in particolare all'analisi dei sistemi tecnologici utilizzati dall'azienda in rapporto alle migliori tecnologie disponibili.

Si evidenzia che la ditta ricade tra le attività individuate all'Allegato I, punto 3.1 del D.Lgs. 59/2005, per le quali, alla data di effettuazione del presente controllo, non risultavano pubblicate le relative Linee Guida. Nel presente documento, ai fini dell'individuazione delle migliori tecnologie disponibili, si è fatto riferimento al BRef di settore nella revisione datata Febbraio 2009

La ditta, in seguito alla domanda presentata, risulta in possesso di Autorizzazione Integrata Ambientale provvisoria n. 13 del 04/09/2007 rilasciata dalla Regione Veneto. Tale provvedimento, che attualmente risulta essere stato parzialmente modificato in relazione all'attività di recupero rifiuti con decreto provinciale n. 116/2009 del 24/02/2009, non contempla pertanto uno specifico piano di monitoraggio e controllo come previsto dal D.Lgs. 59/2005.

Il gruppo di lavoro è composto dai seguenti funzionari tecnici:

- *ing. De Dominicis Davide* *ARPAV Dipartimento di Treviso*
- *dott. Silvestri Piero* *ARPAV Dipartimento di Treviso*
- *ing. Tagliapietra Lorenzo* *ARPAV Dipartimento di Treviso*
- *ing. Marianna Perroni* *ARPAV DAP TV – Collaboratrice*

Ha collaborato relativamente all'analisi del dataset il dott. Massimo Bressan del Dipartimento ARPAV di Treviso.

Si ringrazia per i validi contributi forniti e la fattiva collaborazione dimostrata:

- *ing. Gennaro Verbaro* *Direttore di stabilimento*
- *ing. Carmine Menna* *Responsabile di produzione*
- *ing. Pierandrea Fiorentini* *Responsabile Servizio Ambiente Ecologia e Sicurezza.*

1. FINALITÀ E MODALITÀ OPERATIVE DELL'ANALISI DI PROCESSO

Ribadito, come in premessa specificato, che l'analisi di processo si inserisce nel complessivo progetto di analisi ambientale del comparto produttivo, il presente lavoro è stato condotto con la finalità di:

- verificare la posizione dello stabilimento, sia in termini gestionali che tecnologici, rispetto a quanto previsto dalle migliori tecnologie disponibili dello specifico settore;
- acquisire informazioni che, insieme a quelle derivanti dall'autocontrollo, aiutino a verificare il rispetto dei limiti autorizzatori e la buona gestione dello stabilimento;
- contribuire ad alimentare il processo del "miglioramento continuo" dei contenuti ambientali delle autorizzazioni.

Operativamente, l'analisi è proceduta secondo le seguenti fasi:

- A. progettazione del controllo mediante incontro preliminare dei componenti il gruppo di lavoro e verifica della documentazione agli atti dell'Agenzia;
- B. illustrazione alla ditta delle finalità della Analisi del Processo;
- C. verifica della rispondenza del complesso con quanto riportato nella documentazione agli atti;
- D. verifica tecnico-impiantistica del processo produttivo e dei sistemi di controllo correlati;
- E. verifica dello stato di applicazione delle BAT principali;
- F. verifiche di tipo documentale-amministrativo e gestionale, anche mediante applicazione del protocollo di controllo delle fonti di pressione ambientale relativo all'industria del cemento.

2. DESCRIZIONE DELLO STABILIMENTO E DEL SITO

2.1 Descrizione del sito

Lo stabilimento sorge nel comune di Pederobba in un'area delimitata a est dal fiume Piave, ad ovest dai binari delle Ferrovie dello Stato (linea Padova – Calalzo) e dalla SS Feltrina, a Nord e a Sud da terreni agricoli demaniali parzialmente coltivati.

La zonizzazione adottata con il PRG del FEBBRAIO 1999, approvata con D.G.R. del 09/02/2001 N°281, prevede una destinazione produttiva di tipo "D1".

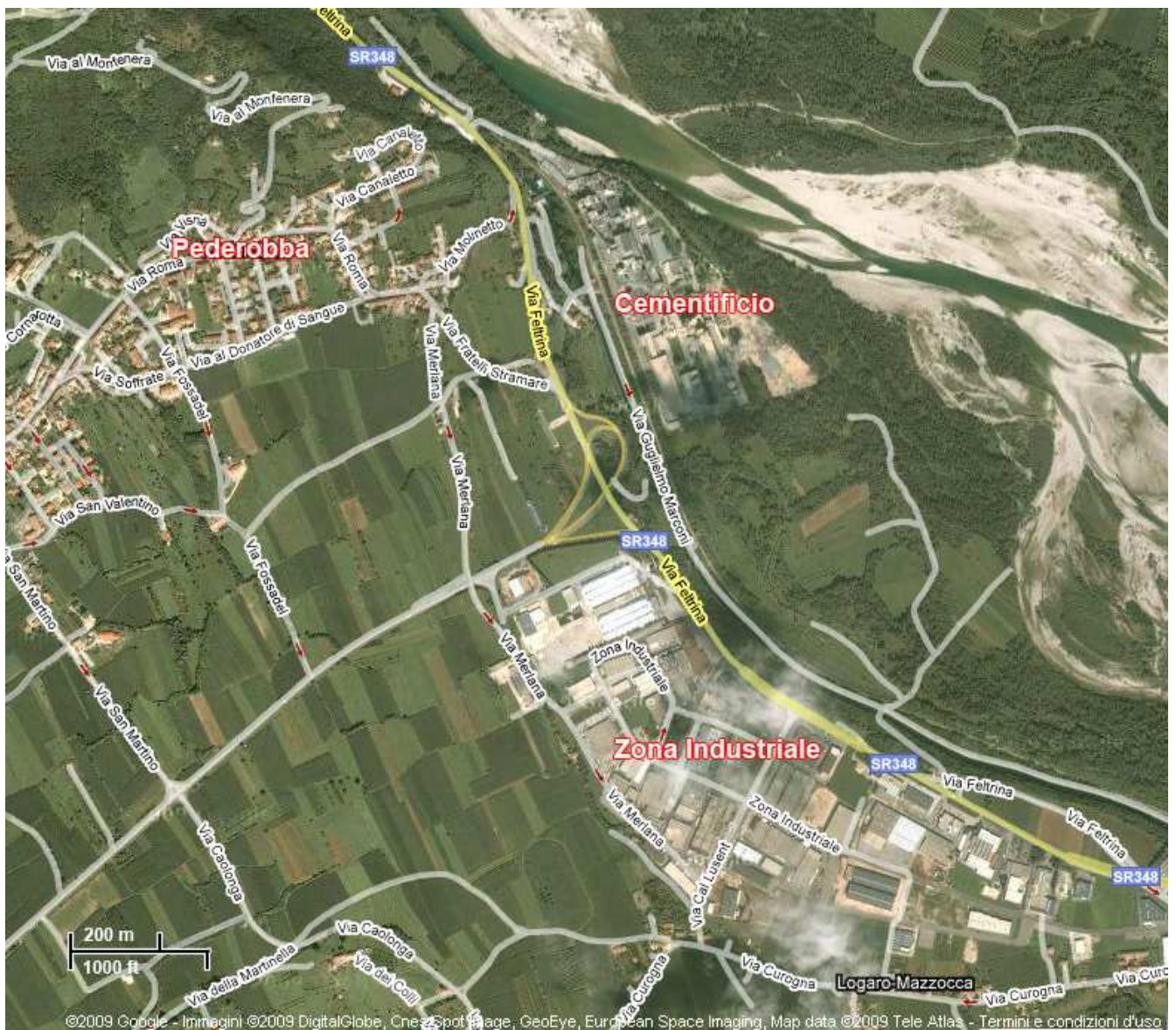


Figura 1 – Inquadramento generale: il centro di Pederobba, la Zona Industriale ed il sito della Cementeria

Lo stabilimento occupa una superficie di ca. 120.000 m² di cui circa 40.000 m² di superficie coperta.

Le presenze di maggior rilevanza nell'intorno dello stabilimento sono costituite dall'insediamento produttivo di "Ca' Lusent" situato a sud/ovest. Trattasi della zona Industriale del Comune di Pederobba, che raccoglie insediamenti di molteplici attività produttive: Industriali – Artigianali – Commerciali – Servizi, di varia entità occupazionale.

La zona residenziale più vicina è quella di Pederobba capoluogo in posizione ovest .

2.2 Descrizione dello stabilimento

L'attività della ditta consiste nella produzione di clinker e cemento mediante processo a via secca e precalcinatore ad aria terziaria. L'impianto lavora a ciclo continuo ad esclusione dei periodi di fermata programmata per le necessarie manutenzioni; la capacità produttiva dello stabilimento di Pederobba è pari a 2500 tonn/giorno di clinker per circa 1 milione di tonnellate/anno di cemento.

La chimica fondamentale del processo di produzione del cemento è basata sulla decomposizione del carbonato di calcio (CaCO_3) a circa 900°C per formare ossido di calcio (CaO , calce) e liberare anidride carbonica allo stato gassoso (CO_2); questo processo prende il nome di calcinazione o decarbonatazione. La fase successiva è costituita dalla clinkerizzazione, nella quale l'ossido di calcio reagisce alle alte temperature (tipicamente $1400\div 1500^\circ\text{C}$) con silice, allumina ed ossido ferrico per formare silicati, alluminati e ferriti di calcio che compongono il clinker. Il clinker viene quindi frantumato e macinato insieme al gesso e ad altre materie prime aggiunte (che ne definiscono la tipologia/caratteristiche) per produrre il cemento. Il ciclo produttivo è pertanto costituito dalle seguenti fasi principali:

1. Escavazione e frantumazione materie prime
2. Ricevimento e deposito materie prime e combustibili
3. Macinazione della miscela cruda e del combustibile solido
4. Preriscaldamento e condizionamento olio combustibile
5. Cottura e raffreddamento del clinker
6. Macinazione cemento
7. Spedizione cemento

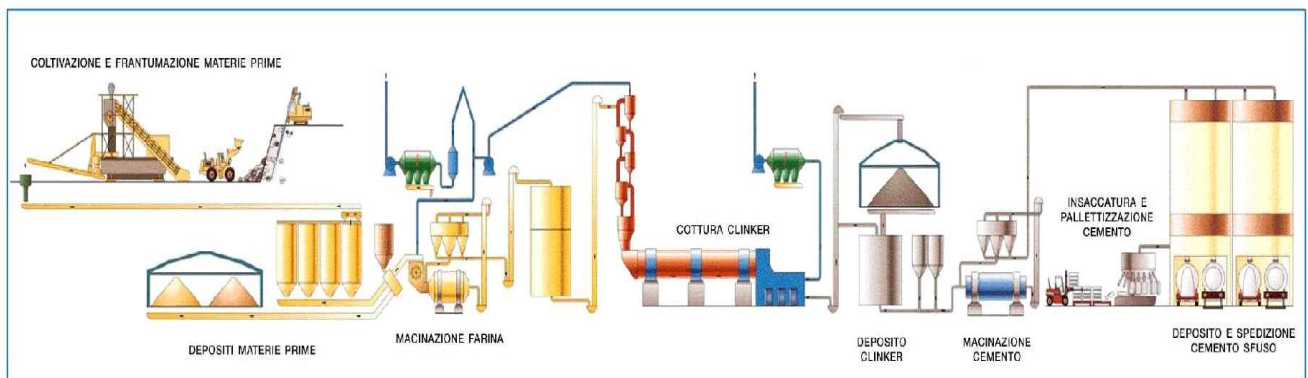


Figura 2 – Schema di un tipico processo a via secca con forno rotante e precalcinatore

In linea generale il processo produttivo “a secco” si caratterizza per il fatto che le materie prime, preventivamente frantumate, macinate ed omogeneizzate, vengono introdotte nel forno di cottura allo stato di polvere secca e che l’immissione del calore avviene sia nella zona di combustione del forno (testata) che in una camera (precalcinatore) posta tra il forno rotante e il preriscaldatore a sospensione (alla base della torre a cicloni). Conseguentemente l’aria preriscaldata nella griglia di raffreddamento del clinker viene immessa in parte nel forno (aria secondaria), in parte direttamente nel precalcinatore (aria terziaria). Inoltre nel bruciatore viene direttamente immessa aria ambiente per assicurare la necessaria turbolenza al flusso di combustibile e regolare la forma e dimensioni della fiamma (aria primaria). Nell’impianto in oggetto l’aria terziaria viene però ulteriormente suddivisa in due flussi al fine di consentire una parziale immissione d’aria in una zona più elevata del precalcinatore e quindi di poter regolare più efficacemente le condizioni ossido-riduttive della parte bassa (a temperatura più elevata) del precalcinatore stesso.

Dal punto di vista energetico, assume particolare importanza anche la fase di preriscaldamento della farina cruda che avviene nella torre a cicloni a quattro stadi; in essa la farina mediante successive fasi di scambio termico in equicorrente ai gas uscenti dal forno, pur avendo un complessivo moto discendente, raggiunge temperature dell’ordine di 900°C all’ingresso del precalcinatore. Non tutto il calore ceduto dal clinker viene però utilizzato dal momento che una parte dell’aria di raffreddamento viene semplicemente scaricata in atmosfera, previo depolverazione su elettrofiltro.

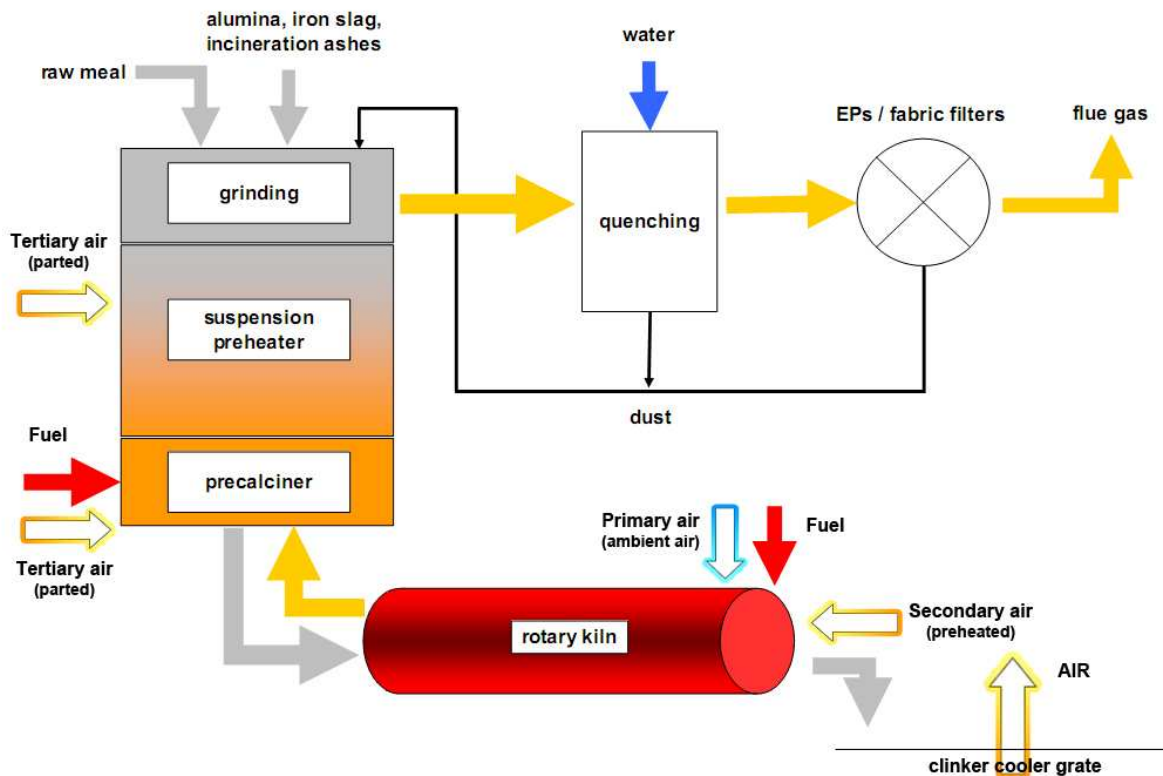


Figura 3 – Schema illustrativo delle zone del forno e del precalciner

La gestione ed il controllo della fase di cottura della farina alimentata per la produzione del clinker costituisce pertanto il cuore del processo produttivo risultando determinante sia dal punto di vista qualitativo del prodotto finale, sia dal punto di vista del complessivo rendimento energetico e degli inquinanti emessi.

Presso lo stabilimento è tuttora installata, benché non più funzionante, una seconda linea di cottura del tipo a “via semisecca” (forno Lepol 2).

2.2.1 Approvvigionamento delle materie prime

Le marne, materie prime fondamentali per la produzione della farina, del clinker e quindi dei leganti, sono estratte dalla miniera di Possagno, che dista circa 13 km. dalla cementeria, e dalla cava di Onigo che dista circa 9 km. dalla cementeria. Entrambe i siti sono di proprietà dell’azienda. Il trasferimento dei materiali dal luogo di estrazione alla cementeria di Pederobba è affidato a terzi che operano con loro uomini e mezzi.

2.2.2 Frantumazione e stoccaggio delle materie prime.

La frantumazione delle marne viene effettuata tramite un frantoio Hazemag a due rotori a martelli dalla capacità produttiva di circa 600 t/h. Il frantoio produce quattro tipi fondamentali di semilavorati

frantumati: “Marna silicea” (da Onigo), “Marna ad alto titolo” di carbonato, (da Possagno), “Calcare correttivo” (da Possagno), “Miscela di marne frantumate” (da Possagno e da Onigo).

2.2.3 Macinazione della farina.

Le materie prime frantumate, “Miscela marne frantumate”, “Marna ad alto titolo” per farina e all’occorrenza “Marna silicea”, vengono dosate e miscelate da un sistema di ponderodatori nel momento in cui vengono inviate in alimentazione a due molini tubolari doppelrotator Polysius, a 2 camere di macinazione più camera d’essiccazione, e con scarico centrale, dalla potenzialità di 120 t/h cad., operanti in circuito chiuso meccanico su turboseparatori.

Il dosaggio percentuale dei vari componenti puri dei materiali che vanno a costituire la miscela in alimentazione ai molini della farina, è regolato tramite controllo analitico continuo, effettuato da un analizzatore a raggi gamma “Gamma Metrics”, della miscela in alimentazione. L’elaborazione dei risultati d’analisi, comparati con i valori obiettivo prefissati (Set) fanno sì che il sistema vada a regolare automaticamente ogni singolo dosatore al fine di ottenere nel prodotto finito il raggiungimento ottimale dei parametri set impostati.

In tali impianti la miscela di materiali viene essiccata e macinata finemente, ottenendo un semilavorato denominato “Farina”. La farina prodotta viene inviata per lo stoccaggio in appositi sili di omogeneizzazione.

2.2.4 Omogeneizzazione e stoccaggio della farina.

L’omogeneizzazione e lo stoccaggio della farina viene realizzato in due sili, ciascuno dei quali è suddiviso in due parti. La parte superiore, con capacità di stoccaggio di circa 1.300 ton./cad. ed una inferiore con capacità di circa 2.500 ton/cad.. Complessivamente quindi la capacità globale di stoccaggio farina è pari a circa 7.600 ton.

Il prodotto in uscita dai molini di macinazione viene inviato nella parte superiore di un silo sino a completo riempimento, poi si passa ad alimentare l’altro silo superiore. A riempimento della parte superiore di un silo si avvia la fluidificazione del fondo silo, con aria compressa, e si aprono contemporaneamente cinque bocchette di estrazione che travasano, miscelandola, la farina nella parte di silo sottostante. Tale operazione permette di ottenere una efficiente omogeneizzazione della farina, condizione fondamentale per una regolare e costante conduzione del processo di cottura.

2.2.5 Cottura del clinker.

Il clinker nella cementeria di Pederobba viene prodotto in un forno Polysius con torre di calcinazione a 4 stadi. La potenzialità dell’impianto è di circa 2.500 ton/giorno, impiegando

prevalentemente come combustibili: coke di petrolio macinato finemente, pneumatici triturati, olio combustibile. Potenzialmente l'impianto può utilizzare anche bitume di petrolio combustibile, metano e farine animali.

La miscela cruda macinata (farina) viene alimentata al precalcinatore dove raggiunge la temperatura di circa 900°C; in questa fase avviene la disidratazione e inizia il processo di decarbonatazione del calcare. Il precalcinatore è stato modificato a partire da settembre 2006 al fine di rendere più ampia tale sezione di impianto assicurando maggiori tempi di residenza dei fumi e consentendo, attraverso l'introduzione e l'opportuna regolazione dell'aria terziaria immessa, un più efficace controllo degli ossidi di azoto prodotti.

Il materiale in cottura passa quindi nel forno rotante, un lungo cilindro rivestito interamente di materiale refrattario e inclinato verso lo scarico, dentro al quale lo stesso avanza fino a trovarsi esposto direttamente all'irraggiamento della fiamma del bruciatore principale. In questa zona avviene il processo di cottura vero e proprio: si completa la decarbonatazione e, raggiunta la temperatura di circa 1450°C, la sinterizzazione, a cui partecipano gli ossidi di calcio, silicio, alluminio e ferro, presenti nei materiali costituenti la miscela cruda, per formare le fasi caratteristiche del clinker da cemento.

Il clinker prodotto entra nella zona di raffreddamento (griglia Fuller) dove passa da 1200°C a 100÷150°C grazie all'immissione di aria esterna che viene parzialmente utilizzata come aria secondaria e terziaria di combustione. Il materiale raffreddato viene poi stoccato in depositi chiusi.

2.2.6 Stoccaggio del clinker

Lo stoccaggio del clinker viene effettuato in due depositi distinti.

Il primo deposito, abitualmente denominato K3, è costituito da un fabbricato suddiviso in tre vasche (due dalla capacità di stoccaggio di circa 12.000 ton/cad. e quella centrale di circa 3.000 ton.). Riceve il clinker in uscita raffreddatore forno, attraverso una catena di trasporti. Tale clinker viene estratto alla base del deposito da un sistema di due frese mobili su binari per tutta la lunghezza del deposito.

Il secondo deposito, attivo dal 2007, ha una capacità di 60.000 tonnellate ed ha carico ed estrazione completamente a trasporto meccanico.

Il clinker estratto da tali depositi viene inviato ad una pressa "Polycom" Polysius che ha il compito di frantumarlo per renderlo più facilmente macinabile nel processo successivo.

Il clinker pressato viene stoccato in un deposito costituito da una batteria di 9 vasche dalla capienza di circa 2.200 ton/cad.

Vi è poi un silo metallico dalla capacità di circa 1.300 ton adibito allo stoccaggio del clinker destinato alle vendite del semilavorato.

2.2.7 Preparazione del combustibile

Dei combustibili di impiego abituale al forno, i pneumatici triturati vengono già forniti pronti all'uso. Sono stoccati in due silii metallici ed estratti dal fondo tramite un nastro dosatore pesatore che ne regola quindi la quantità inviata all'impianto di cottura.

Le farine animali, pur autorizzate, non vengono più usate dal 2006.

Il Bitume di petrolio e l'Olio combustibile, utilizzano entrambi lo stesso impianto di preparazione (relativamente al loro riscaldamento e dosaggio), sono stoccati in due distinti serbatoi metallici: dalla capacità di 950 m³ e coibentato termicamente, quello per il Bitume, dalla capacità di 2.500 m³ quello dell' Olio combustibile.

Il coke di petrolio per essere utilizzato necessita invece di un preventivo processo d'essiccazione e macinazione per essere ridotto a polverino. Tale operazione viene effettuata in due molini tubolari a sfere, monocamera e ventilati che utilizzano i gas caldi esausti del forno.

2.2.8 Macinazione dei cementi e dei leganti

La cementeria di Pederobba produce i seguenti cementi e leganti:

- Cemento Portland Composito: Tipo II/B-LL 32,5 R UNI ENV 197-1:2000
- Cemento Pozzolatico: Tipo IV/A (V) 32,5 R ars UNI ENV 197-1:2000
- Cemento Portland Composito: Tipo II/A-LL 32,5 (1) R UNI ENV 197-1:2000
- Cemento Portland Composito: Tipo II/A-LL 42,5 R UNI ENV 197-1:2000
- Cemento Pozzolatico: Tipo IV/A (V) 42,5 R ars UNI ENV 197-1:2000
- Cemento Portland: Tipo I 52,5 R UNI ENV 197-1:2000
- Legante Idraulico per Costruzioni: LIC 3,0 secondo UNI 10892-1

Tali tipi di Cementi e Leganti vengono prodotti (macinati) da 4 molini a circuito chiuso.

L'alimentazione ai vari molini viene effettuata tramite una serie di dosatori - pesatori dedicati che regolano la miscela dei materiali impiegati, sulla base di ricette impostate su sistema informatico e la quantità complessiva della miscela alimentata è regolata sulla base dei parametri di marcia rilevati e monitorati on-line dai molini stessi.

2.2.9 Deposito dei cementi e dei leganti

E' costituito da complessivamente n° 12 silii:

- n°4 silii in calcestruzzo dalla capacità di circa 1.000 ton./cad. (S1÷S4)
- n°4 silii in calcestruzzo dalla capacità di circa 700 ton./cad. (S5÷s8)

- n°2 sili metallici dalla capacità di circa 1.000 ton./cad. (S9 e S10)
- n°2 sili in calcestruzzo dalla capacità di circa 5.200 ton./cad. (S11 e S12)

2.2.10 Insacco e spedizione

Il reparto insaccamento è costituito da due linee di confezionamento, fornite di pallettizzatori Ocme e di un avvolgitore dei pallets confezionati con film di politene.

I pallets preconfezionati e non caricati direttamente sui mezzi dei clienti, vengono provvisoriamente stoccati in appositi magazzini coperti e riparati, al fine di ridurre al minimo il tempo di sosta degli automezzi nelle ore di punta.

Nella pagina successiva si riporta lo schema a blocchi rappresentativo del processo.

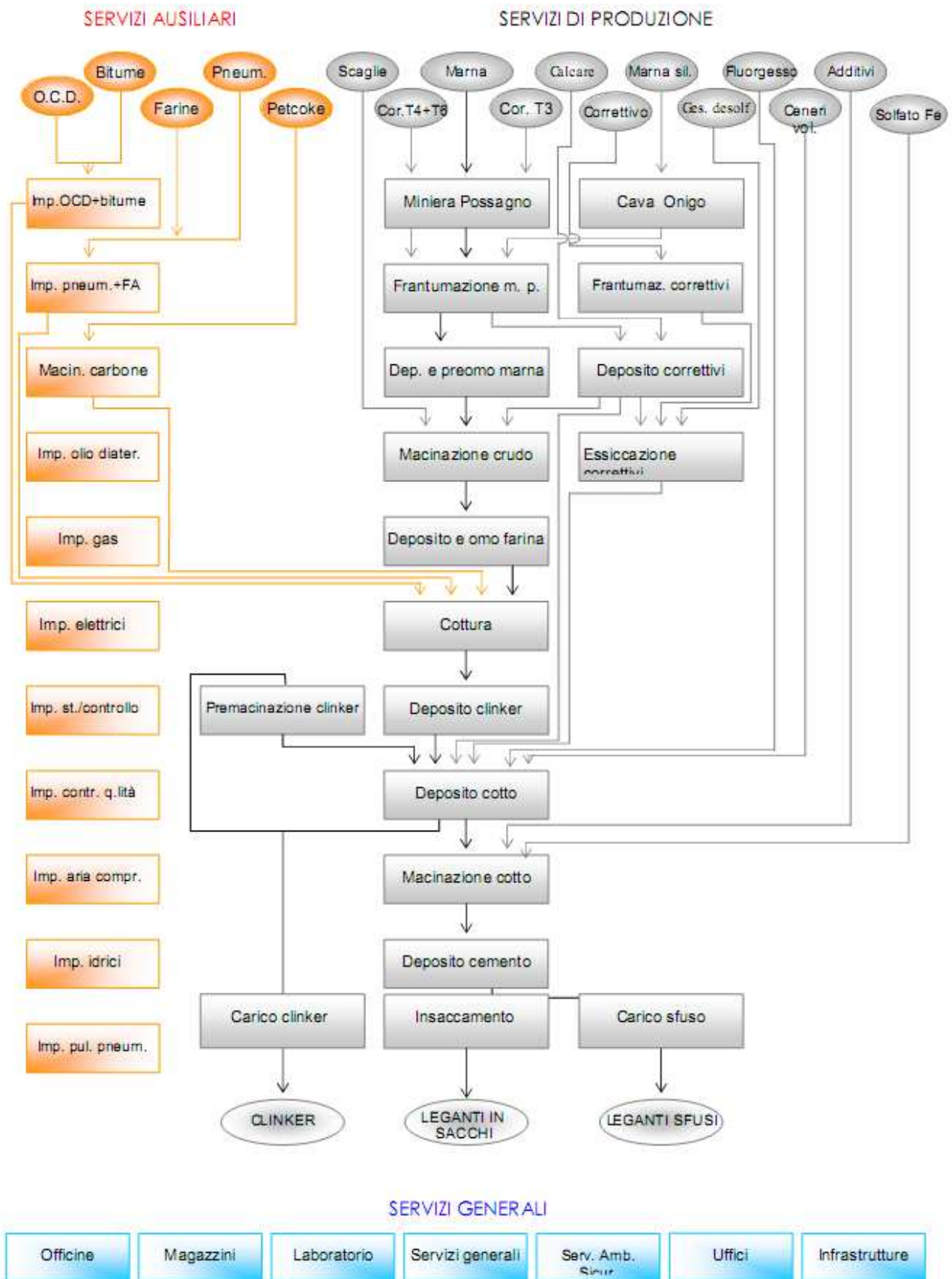


Figura 4 – Schema a blocchi del processo

3. IMPATTI E RISORSE

3.1 Materie prime e ausiliarie

Le principali materie prime utilizzate nello stabilimento per la preparazione della miscela cruda sono costituite da marne naturali provenienti dalla miniera di Possagno, sita nell'omonimo comune a circa 12 Km dallo stabilimento, e dalla Cava di Onigo, sita nel comune di Pederobba in località Boschi a circa 9 Km dallo stabilimento. A tali marne fanno da supporto i calcari naturali forniti da terzi e le scaglie di laminazione (limatura di materiali ferrosi) e fanghi da taglio del marmo che arrivano in cementeria quali rifiuti non pericolosi forniti da terzi.

In qualità di correttivi vengono inoltre utilizzati rifiuti non pericolosi recuperati quali il gesso da desolforazione e gessi chimici, necessari per la loro funzione di regolatore dei tempi di presa, e le ceneri leggere da carbone o silica fumes, utilizzati per fornire particolari caratteristiche ai prodotti finiti. Tali materiali vengono macinati congiuntamente al semilavorato (clinker) prodotto dal forno di cottura. Allo scopo di mantenere il contenuto di Cr^{VI} idrosolubile entro i limiti (2 ppm) fissati dal D.M. 10 maggio 2004, durante la fase di preparazione dei leganti idraulici viene additivato, qualora necessario, del solfato ferroso quale agente riducente.

In misura minore dal punto di vista quantitativo, vengono utilizzati una serie di specifici additivi per cemento in funzione delle specifiche produzioni.

Tabella 1 – Consumo delle principali materie prime triennio 2006 - 2008

MATERIE PRIME	PROVENIENZA	2006 [t]	2007 [t]	2008 [t]
Marne	Min. Possagno , Cava. Onigo	796.866	908.443	860.999
Marna per cotto	Cava Onigo	-	-	-
Calcare per cotto	Min. di Possagno	132.521	109.869	108.538
Calcare per crudo	Cementeria di Fumane Acquistato da terzi	9.118 282.211	0 381.256	0 253.415
Fluorgesso	Acquistato da terzi	4.406	1.265	443

3.2 Risorse energetiche

I combustibili convenzionali utilizzati in cementeria sono costituiti da bitume di petrolio, olio combustibile, coke di petrolio e gas naturale (solo in fase di avvio). In condizioni di normale funzionamento i bruciatori del forno vengono attualmente alimentati a pet-coke appositamente

macinato in stabilimento tramite due mulini dedicati. L'impianto utilizza normalmente anche un combustibile alternativo costituito da pneumatici fuori uso forniti da terzi quali rifiuto; tale combustibile viene estratto dai sili di stoccaggio mediante nastri dosatori che in quantità controllata lo inviano poi, tramite una linea di trasporto dedicata, al bruciatore secondario nella torre di precalcinazione. Pur essendo ancora previste in autorizzazione, per questioni di mercato non vengono invece più utilizzate quale combustibile le farine animali.

I consumi annui di combustibili dichiarati dalla ditta, riferiti all'ultimo triennio, ed i consumi elettrici di stabilimento, sono stati raccolti nelle tabelle sottostanti.

Tabella 2 – Utilizzo dei combustibili convenzionali triennio 2006-2008 e consumi elettrici

	u.m.	2006	2007	2008
Pet-coke	tonn	41706	54033	52326
Olio combustibile	tonn	512	397	613
Bitume di petrolio	tonn	2380	/	/
Metano	m ³	734000	554000	469000
Consumi elettrici	MWh	88618	94114	92904

3.3 Aria

Dal punto di vista delle emissioni in atmosfera collegate al ciclo produttivo, appare evidente che il punto di emissione principale dello stabilimento è costituito dal camino del forno di cottura (camino n. 16) che risulta dotato di un sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni prodotte. A partire dal 2005 a valle della sezione di raffreddamento-condizionamento dei fumi (torre Lurgi) la depolverazione dell'aria espulsa è assicurata tramite filtro a maniche. Si evidenzia che i fumi prodotti nella fase di cottura, dato il loro basso contenuto di ossigeno, vengono in parte utilizzati nella macinazione del carbone per evitare la formazione di atmosfere esplosive con emissione finale ai camini n. 60 e 61. Una ulteriore derivazione di fumi è prevista per l'utilizzo negli impianti macinazione ed essiccazione della farina afferenti ai punti di emissione n. 14 e 15 che, pur se autorizzati, risultano essere non utilizzati. I mulini del crudo attualmente in uso reimmettono interamente i fumi derivati dalla linea principale a monte della torre di condizionamento, restando l'uscita degli stessi dal camino principale.

Accanto a tali punti di emissione, oltre ai numerosi punti di emissione legati alla depolverazione con filtri a maniche delle diverse sezioni impiantistiche, si segnala l'emissione del camino n. 17 che espelle l'aria di raffreddamento del clinker non utilizzata nel forno previo depolverazione su elettrofiltro e l'emissione del camino n. 32 relativa all'impianto di essiccazione del calcare utilizzato quale correttivo (essiccatoio Hazemag).

Dal punto di vista gestionale si evidenzia che la ditta tiene un registro di manutenzione dei filtri provvedendo ai periodici interventi di controllo e manutenzione secondo quanto previsto dalla istruzione operativa IT 514 che prevede, oltre al controllo strumentale in continuo ove installato, anche una verifica minima settimanale finalizzata ad assicurare l'efficienza dei sistemi filtranti. L'istruzione differenzia sostanzialmente l'intervento che l'operatore deve attuare tra filtri a maniche ed elettrofiltri.

Dal punto di vista amministrativo, le emissioni in atmosfera sono ancora autorizzate sulla base del decreto provinciale n. 477/06 del 05/07/2006, attualmente allegato al provvedimento di AIA provvisoria rilasciato alla ditta.

Il controllo delle emissioni a camino presso lo stabilimento della ditta è stato eseguito da parte di questo Dipartimento nel periodo compreso tra il 31/03/2008 ed il 24/04/2008 eseguendo il monitoraggio dei principali punti di emissione autorizzati in condizioni di marcia normale (con utilizzo quale combustibile sia di pet-coke che di pneumatici) e, per il solo camino del forno e previo accordo con la ditta, in condizioni di marcia con combustione di solo pet-coke. Rimandando per i dettagli tecnico-analitici alle relative relazioni conclusive, si riporta che in entrambi i regimi di marcia è stato accertato il rispetto dei limiti imposti per i punti di emissione oggetto di verifica. I

risultati ottenuti verranno comunque ripresi anche al successivo par. 5.4 nell'ambito della complessiva analisi di processo effettuata.

La tabella seguente riporta i limiti alle emissioni imposti dal succitato decreto per il solo camino di uscita dei fumi del forno (punto di emissione n. 16).

Tabella 3 – Limiti di emissione autorizzati per il camino 16

Punto di emissione n. 16	Parametro	Limiti di emissione
		Concentrazione (mg/Nm ³)
con utilizzo di soli combustibili convenzionali	SO ₂	150 (media oraria)
	Ossidi di azoto come NO ₂	1800 (media oraria)
	Condizioni di riferimento	Fumi umidi, O ₂ rif. quello che deriva dal processo
con coincenerimento di rifiuti	Polveri totali	30 (media giornaliera)
	COT come C organico totale	50 (media giornaliera)
	HCl	10 (media giornaliera)
	HF	1 (media giornaliera)
	SO ₂	50 (media annua)
	Ossidi di azoto come NO ₂	800 (media giornaliera)
	CO	2000 (media giornaliera)
	Cd+Tl	0,05 (media oraria)
	Hg	0,05 (media oraria)
	Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V	0,5 (media oraria)
	IPA ¹	0,01 (media di 8 ore)
	PCDD/PCDF come conc. tossica eq. ²	0,1 ng/Nm ³ (media di 8 ore)
	Condizioni di riferimento	Fumi anidri, O ₂ rif. 10 % v/v

In relazione all'impatto dell'attività sulla matrice aria non è tuttavia sufficiente riferirsi ai valori di concentrazione ma è necessario considerare i quantitativi assoluti di inquinanti emessi. In prima approssimazione, sulla base dei valori di portata e delle ore di funzionamento dichiarate dalla ditta, si può ritenere che l'intero carico inquinante annuale sia originato dall'emissione dei fumi del forno. Tale approssimazione non è invece accettabile in relazione alle polveri, per le quali una stima corretta deve prendere in considerazione anche l'emissione del camino n. 17 dell'aria di raffreddamento del clinker, di entità confrontabile con il primo, e l'emissione del camino n. 32 relativa all'essiccatoio del calcare. I contributi all'emissione di polveri di tali ultimi camini sono stati stimati sulla base dei valori di concentrazione e portata determinati dallo scrivente Dipartimento nella campagna di monitoraggio di aprile 2008 e dagli autocontrolli periodici effettuati dalla ditta nel triennio 2006-2008. Le ore annue di funzionamento del forno (camini 16 e 17) sono state estratte dai dati dello SME considerando le medie orarie con portata non nulla. Per il camino 32 si è assunto costante per tutto il triennio il periodo di funzionamento dichiarato dalla ditta per il 2008 pari a 4135 ore. La stima dei contributi di polveri emesse relativa al 2008 visualizzata nel grafico

¹ Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) determinati come somma degli undici composti riportati in Allegato 1, lett. A, punto 4, del D.Lgs. 11 maggio 2005, n. 133.

² Il valore di concentrazione va calcolato utilizzando i fattori di equivalenza tossica (FTE) riportati in Allegato 1, lett. A, punto 4, del D.Lgs. 11 maggio 2005, n. 133.

sottostante, prende in considerazione i soli dati dello SME per il camino del forno e del controllo ARPAV di aprile 2008 per i restanti punti di emissione.

Nelle stime dei flussi massa complessivi per tutti gli inquinanti è stata considerata trascurabile la correzione di concentrazione relativa al tenore di ossigeno di riferimento in quanto dell'ordine del 10%. L'assunzione suddetta è comunque cautelativa portando all'individuazione di flussi di massa leggermente superiori a quelli reali.

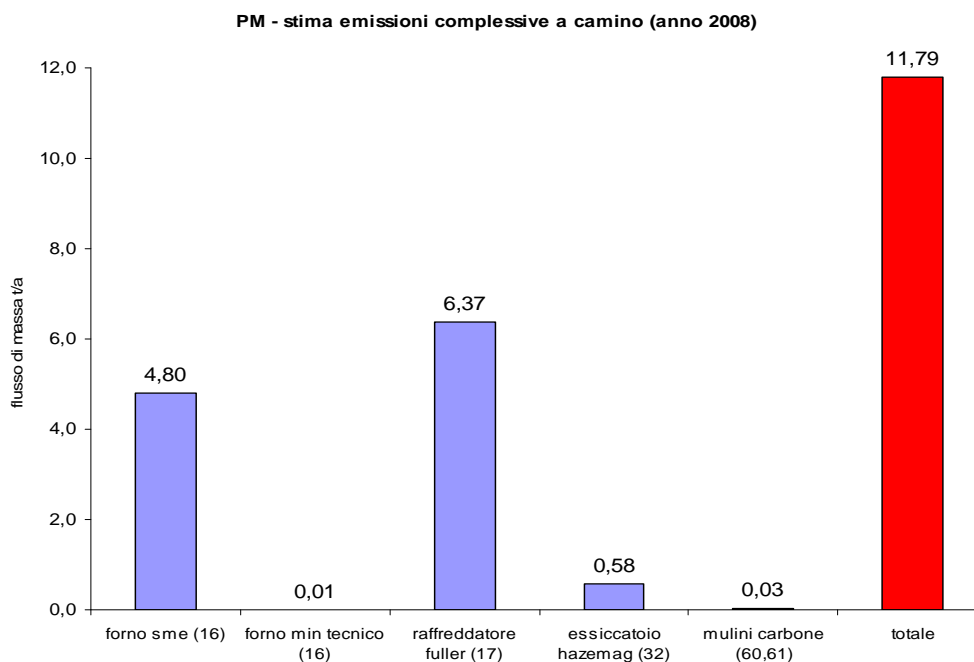


Figura 5 – Contributi all'emissione di polveri totali dei camini principali

I successivi grafici riportano l'andamento dei flussi di massa e le relative stime quantitative per i principali inquinanti monitorati; anche in questo caso si tenga presente che per i metalli e per i microinquinanti organici, parametri per i quali non è previsto il controllo in continuo, le stime sono state calcolate sulla base dei risultati di analisi relativi ai controlli effettuati da questo Dipartimento nel 2006 e nel 2008 in condizioni di marcia normale (con utilizzo di pneumatici quali combustibile alternativo) e agli autocontrolli periodici effettuati dalla ditta nel triennio 2006-2008. Nell'elaborazione dei dati delle singole campagne di monitoraggio è stato convenzionalmente fissato un valore pari alla metà del limite di rilevabilità per tutti i parametri risultati inferiori allo stesso.

In relazione alle polveri sono stati di seguito riportati i grafici determinati sia a partire dai dati registrati in continuo dallo SME, sia le stime derivanti dai valori puntuali di controlli e autocontrolli.

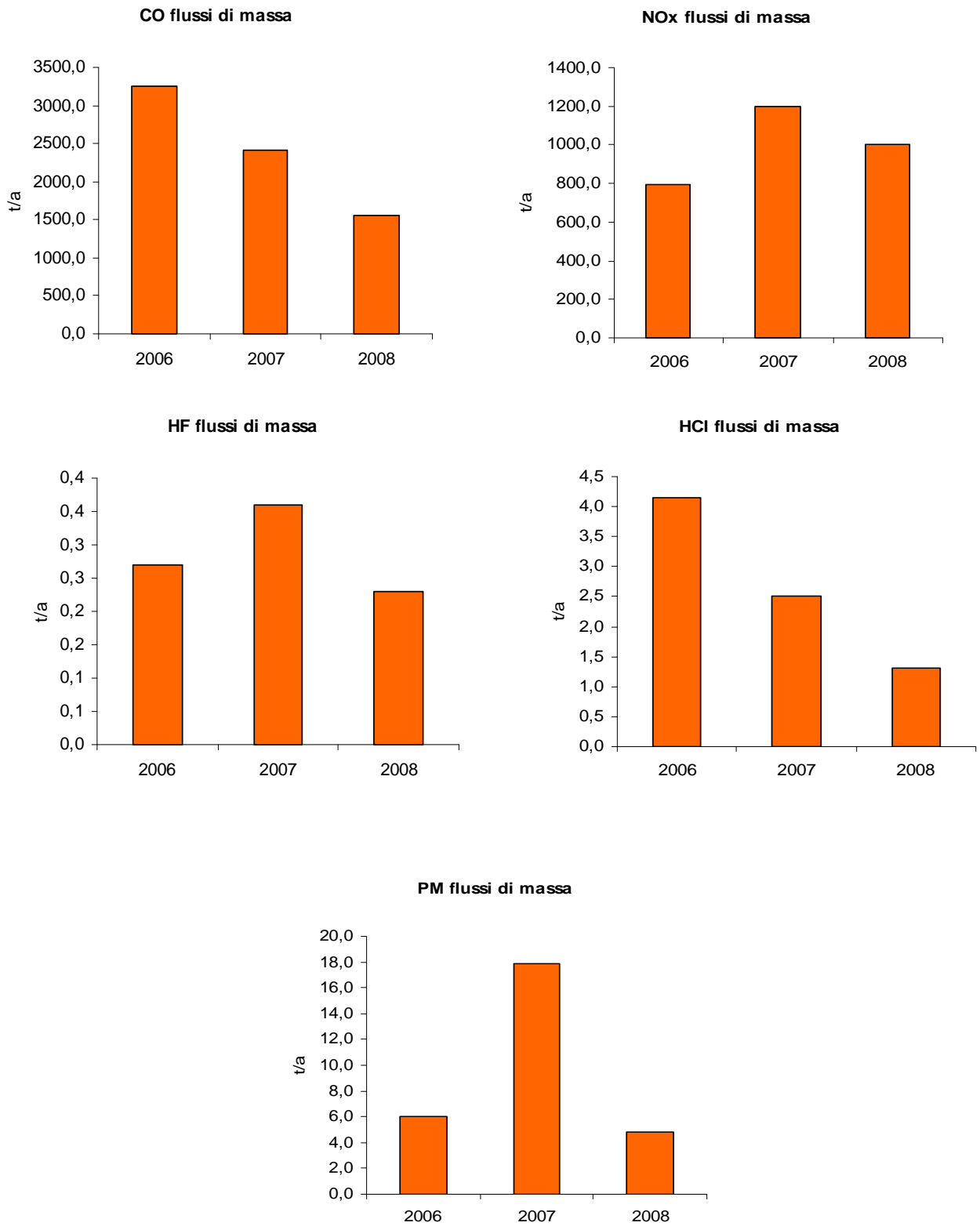


Figura 6 – Calcolo dei flussi di massa dai dati dello SME per tutti i parametri controllati in emissione dal camino 16 (forno di cottura del clinker)

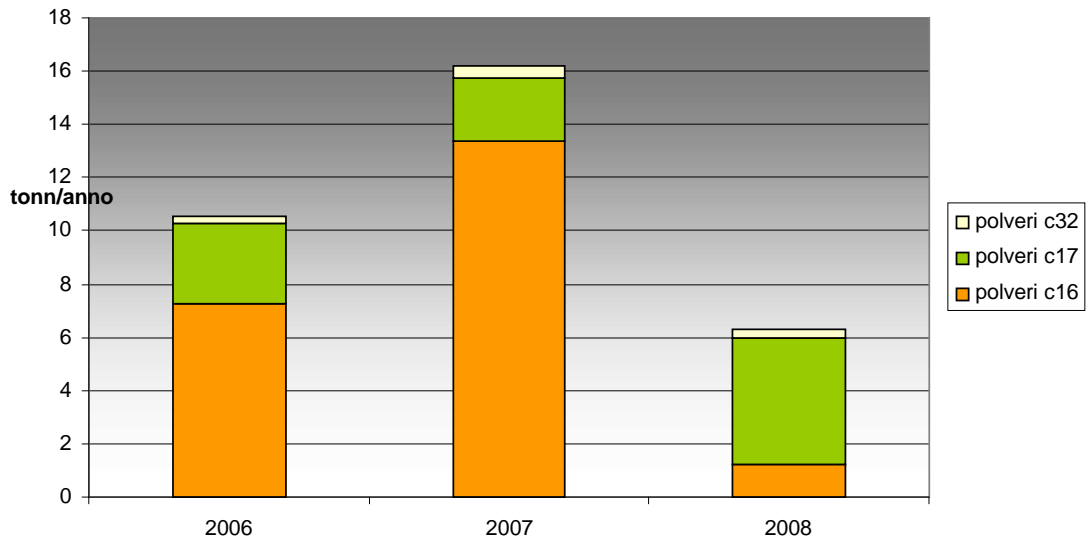


Figura 7 – Stima del flusso di massa per il parametro polveri totali per i principali punti di emissione (camini 16, 17 e 32), da determinazioni puntuali secondo UNI 13284

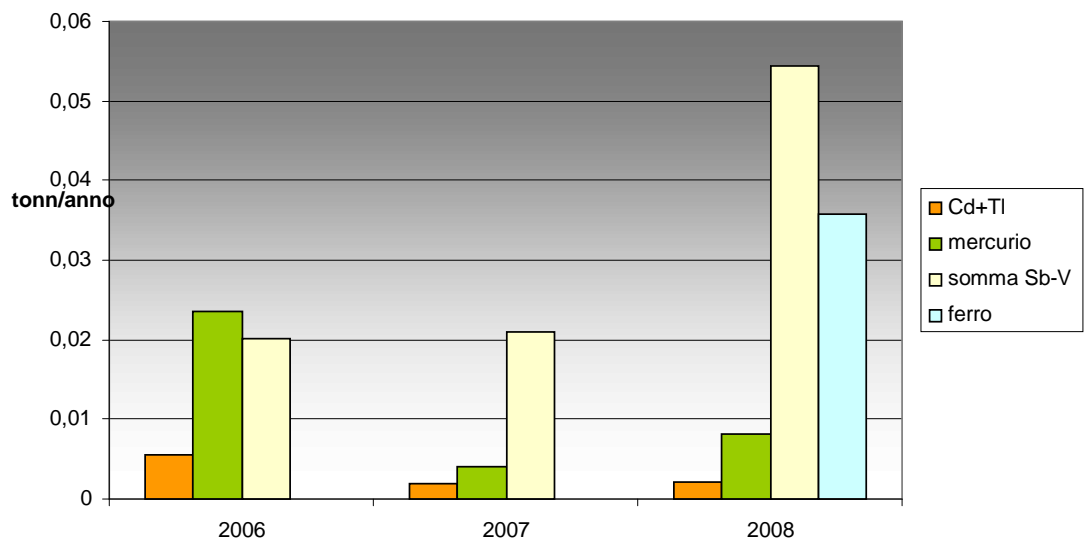


Figura 8 – Stima dei flussi di massa in emissione dal camino 16 (forno cottura del clinker) per i diversi metalli calcolati a partire dai valori di portata e concentrazione medi dei monitoraggi periodici.

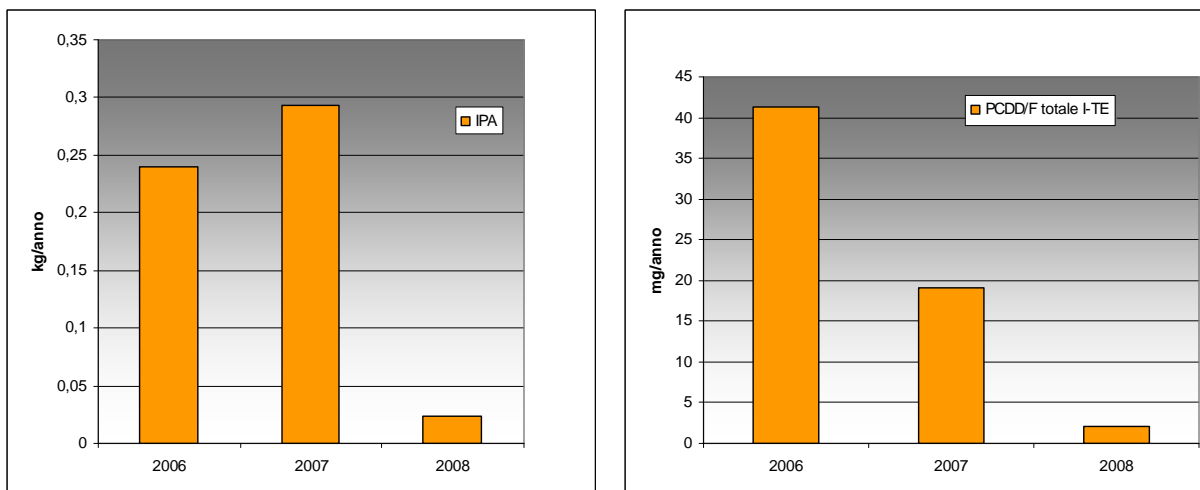


Figura 9 – Stima dei flussi di massa in emissione al camino 16 (forno cottura del clinker) per i parametri IPA e PCDD/F calcolati a partire dai valori di portata e concentrazione medi dei monitoraggi periodici.

Nell'anno 2006 è stato introdotto per trattare gli effluenti del camino 16 un filtro a maniche eliminando il vecchio elettrofiltro. L'analisi dei dati relativi alle polveri evidenzia che nel 2007 vi è stato un aumento in emissione di polveri, dovuto ad una usura precoce delle maniche che la ditta fornitrice garantiva per 5 anni, a causa di problemi derivanti da un componente meccanico che tendeva nell'esercizio a danneggiare il tessuto filtrante. A febbraio 2008, riscontrato il problema di componentistica presente nella fornitura iniziale, nella fermata programmata sono stati sostituiti tutti i cestelli e tutte le maniche. Dai dati di febbraio 2008 si riscontra un sostanziale miglioramento che si conserva nel tempo.

Relativamente ai metalli la variabilità riscontrata si ritiene essere dovuta principalmente alla variabilità della materia prima; peraltro si sottolinea che la ricerca del ferro nelle analisi è stata effettuata solamente nel 2008.

Rispetto alle diossine si osserva che a partire da maggio 2007 gli autocontrolli effettuati da parte della ditta sono stati compiuti in alta risoluzione, mentre quelli precedenti erano in bassa risoluzione, in quanto finalizzati unicamente alla verifica del rispetto del limite. Da ciò si può ben comprendere il valore più elevato di diossine stimato per il 2006, poiché nella stima, come già indicato, quando il valore rilevato risulta inferiore al limite di rilevabilità si è preso come valore di riferimento la metà del limite stesso.

3.4 Acqua

L'approvvigionamento idrico è effettuato da tre pozzi di emungimento dalla falda sotterranea attualmente autorizzati con decreto del Genio Civile di Treviso n. 9 del 02/01/2008, trasmesso con

nota prot. n. 27605/5713 del 16/01/2008, per moduli 0,63. Sulla base delle denunce di approvvigionamento idrico acquisite i quantitativi d'acqua in m³ prelevati ad uso raffreddamento ammontano a quanto di seguito riportato.

Tabella 4 – *Quantitativi annui di acqua emunta triennio 2006-2008*

	<i>u.m.</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>
Pozzo n. 1	m ³	1022000	1212000	1141000
Pozzo n. 2	m ³	397000	374000	400000
Pozzo n. 3	m ³	488000	499000	440000
Totale	m³	1907000	2085000	1981000
<i>Consumo specifico</i>	<i>m³/tonn clinker</i>	<i>2,776</i>	<i>2,569</i>	<i>2,728</i>

La ditta è autorizzata allo scarico delle proprie acque reflue industriali nel fiume Piave con decreto provinciale n. 159/2007 del 26/02/2007, allegato al provvedimento di AIA provvisoria, come successivamente integrato dal decreto n. 322/2007 del 23/05/2007 che autorizza i lavori di estensione della rete di collettamento delle acque di piazzale e l'installazione di un sistema di disoleazione.

Per effetto di tali modifiche, i cui lavori alla data della presente verifica erano già stati ultimati, il canale aperto presente presso lo stabilimento diventa di fatto il collettore finale di tutte le acque piovane e industriali dello stabilimento. In relazione alle acque industriali, va evidenziato che tutte le utenze alimentate dai tre pozzi dello stabilimento consistono in scambiatori di calore del tipo olio-acqua o aria-acqua; tali acque di raffreddamento non entrano teoricamente mai in contatto con materie prime, semilavorati o prodotti finiti all'interno del ciclo produttivo.

L'intervento effettuato ha comportato la suddivisione del canale interno di collettamento in tre zone successive di lunghezza opportuna secondo precisi criteri dimensionali con funzione di disoleazione, sedimentazione e accumulo e di canale finale di scarico. Non sono stati previsti trattamenti preliminari separati delle acque di prima pioggia.

Pur evidenziato che quanto prelevato viene pressoché integralmente restituito all'alveo del fiume Piave, si rileva che le tre pompe di emungimento scaricano su vasche di accumulo indipendentemente delle richieste effettive delle varie utenze con conseguente spreco, se non altro, della risorsa energetica. La ditta ha già in programma nel piano di miglioramento legato alla certificazione ambientale degli interventi relativi all'ottimizzazione del prelievo idrico.

Sono stati visionati gli autocontrolli semestrali delle acque di scarico (pozzetti 1 e 2) eseguiti a partire dal 2005. Tutti i referti analitici dimostrano l'assenza di qualsiasi superamento dei limiti allo scarico imposti (tab. 3, allegato 5 alla Parte III del D.Lgs. 152/2006) ivi compreso il rispetto dei 3°C di variazione termica tra le sezioni del corpo ricettore immediatamente a monte e a valle dello scarico.

Si segnala che la ditta è in possesso anche di autorizzazione allo scarico delle acque reflue civili nel fiume Piave rilasciata dal Comune di Pederobba con provvedimento n. 11/99, rinnovata in data 01/09/2006.

3.5 Rumore

Nel corso della verifica è stata acquisita copia dell'indagine fonometrica datata 04/08/2006 a firma di tecnico competente in acustica per la determinazione delle immissioni sonore nell'ambiente esterno. Si rileva che sulla base della zonizzazione acustica adottata dal Comune di Pederobba con delibera n. 64 del 22/12/2003, gli impianti della Cementi Rossi sono collocati in area classificata come esclusivamente industriale (classe VI), confinante ad ovest con la linea ferroviaria Montebelluna-Feltre e sui restanti lati con la golena del fiume Piave (area protetta, classe I). Nello specifico il provvedimento di zonizzazione prevede idonee fasce di transizione.

Le conclusioni dell'indagine citata non evidenziano situazioni di particolare criticità rilevando il rispetto dei limiti imposti dall'attuale zonizzazione; tuttavia la ditta sta portando avanti diversi interventi di contenimento dell'emissione sonora in particolare in relazione al lato dello stabilimento verso la linea ferroviaria. In tale contesto alcuni lavori riguardanti i mulini del cotto e il carico dello sfuso sono già stato effettuati; in previsione sono ancora alcuni adeguamenti alla centrale di compressione dell'aria. La ditta ha fornito copia del capitolato di offerta per bonifica rumore datato 15/02/2007 con la relativa verifica dell'abbattimento sonoro in seguito agli interventi effettuati.

3.6 Suolo

Si ritiene di segnalare che l'area dello stabilimento e le relative vie di transito risultano pavimentate ad esclusione di una strada bianca utilizzata sono in occasioni eccezionali per lo scarico del calcare all'esterno.

I serbatoi dell'olio combustibile sono fuori terra e dotati di bacini di contenimento propri.

Parte del calcare in arrivo può essere stoccato in area esterna non pavimentata.

3.7 Rifiuti

Il decreto provinciale n. 477/06 del 05/07/2006, come modificato dal successivo provvedimento n. 116/2009 del 24/02/2009, autorizza la Cementi Rossi Spa ad effettuare presso lo stabilimento di Pederobba anche attività di recupero rifiuti utilizzandoli sia quale combustibile alternativo in parziale sostituzione del pet-coke (limite massimo del 60% del calore complessivo fornito nel processo), sia quali correttivi/additivi nella composizione della farina cruda e nella produzione delle

diverse tipologie di cementi finiti. Lo schema seguente riepiloga le tipologie di rifiuti autorizzate dai provvedimenti citati e le rispettive utilizzazioni nel processo.

Tabella 5 – Tipologia rifiuti autorizzati e rispettivi quantitativi annui

Codice rifiuto	Descrizione	Recupero	Fase di utilizzo	Quantità/anno e messa in riserva autorizzata (tonn)
16.01.03	Pneumatici fuori uso	R1	Combustione diretta per la produzione di energia termica	60.000/450
02.02.03	Farine e grassi animali	R1	Combustione diretta per la produzione di energia termica	25.000/420
10.02.10 12.01.01 12.01.02	Scaglie di laminazione	R5	Correzione del tenore di Fe ₂ O ₃ nella farina cruda	15.000/200
10.01.02 10.01.17	Ceneri leggere di carbone da centrali termoelettriche	R5	Sostituzione della pozzolana naturale nella produzione del cemento	50.000/7.800
06.08.99 10.02.08	Rifiuti da abbattimento fumi nell'industria siderurgica	R5	Sostituzione della pozzolana naturale	6.000/300
10.01.05 06.11.01 07.01.12	Gessi da desolforazione e chimici	R5	Additivo regolatore di presa nella produzione del cemento	45.000/2.000
01.01.02 01.04.12 01.04.09 01.04.10	Rifiuti provenienti da attività di trattamento inerti di cava	R5	Sostituzione del minerale naturale nella farina cruda o nella macinazione del clinker	60.000/500
01.04.13	Fanghi derivanti dalla lavorazione della pietra	R5	Sostituzione del minerale naturale nella farina cruda	100.000/500

Sulla base della documentazione acquisita nel corso della verifica è stata ricostruita la successiva tabella riportante per gruppi i quantitativi di rifiuti (in tonnellate) effettivamente recuperati nel triennio 2005-2007. Negli ultimi anni, per questioni di disponibilità sul mercato, non sono più state utilizzate le farine e grassi animali quale combustibile alternativo.

Tabella 6 – Tipologia e quantitativi di rifiuti effettivamente recuperati

Codice rifiuto	Descrizione	2005	2006	2007	2008
16.01.03	Pneumatici fuori uso	39997	41141	47146	37090
02.02.03	Farine e grassi animali	315	//	//	//
10.02.10 12.01.01 12.01.02	Scaglie di laminazione	6897	8214	9601	5722
10.01.02 10.01.17	Ceneri leggere di carbone da centrali termoelettriche	38431	28963	19837	31730
06.08.99 10.02.08	Rifiuti da abbattimento fumi nell'industria siderurgica	//	//	//	//

10.01.05 06.11.01 07.01.12	Gessi da desolforazione e chimici	32346	30638	29426	32306
01.01.02 01.04.12 01.04.09 01.04.10	Rifiuti provenienti da attività di trattamento inerti di cava	//	10712	14813	//
01.04.13	Fanghi derivanti dalla lavorazione della pietra	//	1359	14103	56203

In relazione ai rifiuti dell'attività, collegabili per lo più alla continua attività di manutenzione e/o rinnovo di macchinari ed impianti, la ditta provvede allo smaltimento con cadenza trimestrale di quanto prodotto indipendentemente dai quantitativi presenti in deposito.

3.8 Ambiente e Sicurezza

La ditta è in possesso di Certificato di Prevenzione Incendi, rinnovato in data 21/05/2008 con prot. n. 4213/08 del Comando Provinciale VVF di Treviso.

La ditta dispone delle schede di sicurezza dei prodotti utilizzati ed ha una figura interna che ne garantisce l'aggiornamento.

Relativamente alla prevenzione incendi, lo stoccaggio del coke e del polverino viene effettuato solamente in silos evitando qualsiasi deposito all'aperto. I silos sono dotati di valvole di fondo che consentono lo svuotamento completo degli stessi nell'arco di 5-6 ore. Sia i sili del polverino che i filtri dell'impianto di macinazione del carbone sono dotati di impianto automatico di inertizzazione a CO₂ con rilevamento del livello di temperatura e CO.

Dal punto di vista della prevenzione del rischio di esplosioni è inoltre effettuato in continuo il controllo del livello di CO prima degli elettrofiltri del crudo con attivazione eventuale del sistema di sgancio automatico; l'elettrofiltro dell'aria proveniente dalla griglia di raffreddamento del clinker, non trattando gas di combustione, non necessita di tale verifica.

Relativamente al Piano di Emergenza Interno la figura del coordinatore dell'emergenza è individuata nel capoturno in quanto personale sempre presente in azienda. I dispositivi di protezione individuali messi a disposizione della squadra e richiamati dalle singole procedure di intervento differenziate per tipologia di evento, sono collocati presso la sala controllo.

La ditta effettua regolarmente controlli periodici su estintori, idranti e impianti fissi mediante ditta esterna, controlli dei quali resta evidenza nel relativo registro antincendio. Anche per gli apparecchi di sollevamento le verifiche periodiche sono affidate a ditta esterna.

4. MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI

4.1 Analisi delle MTD

Riprendendo in parte quanto già descritto nei precedenti capitoli, si riporta di seguito in forma schematica lo stato di applicazione delle BAT nello stabilimento di Pederobba.

Di seguito viene riportato con maggior dettaglio il raffronto tra le misure tecnico-gestionali richiamate nel BRef di settore quali migliori tecnologie disponibili applicabili al caso specifico ed i riscontri effettivamente raccolti nel corso della visita ispettiva. Laddove sono indicati del "NO" potrebbe significare che tale MTD non sia applicata o anche che non sia applicabile al caso in oggetto; si vedano le spiegazioni di dettaglio successive alla tabella.

Misure tecnico-gestionali richiamate quali Migliori Tecnologie Disponibili	Riscontro
Misure per ridurre l'emissione di polveri diffuse quali: - stoccaggio al coperto con sistemi di movimentazione automatici e filtri a tessuto per prevenire la formazione di polveri diffuse durante le operazioni di carico e scarico - protezione antivento per cumuli all'aperto	SI
Misure per ridurre la contaminazione del suolo quali pavimentazione e lavaggio delle zone di transito autocarri	SI
Adozione di sistemi di stoccaggio ottimali anche ai fini dell'omogeneizzazione delle materie prime	SI
Macinazione materie prime; i separatori con maggiore efficienza sono quelli a gabbia-rotor cage [p.to 1.2.2.2.1]	SI
Adozione di tecnologie di movimentazione di tutti i materiali mediante sistemi chiusi in condizioni di depressione; l'aria di aspirazione utilizzata a questo fine dovrebbe essere depolverata per mezzo di filtro a tessuto prima di essere immessa nell'atmosfera	SI
Misure di contenimento del consumo di materie prime mediante riciclaggio o riutilizzo delle polveri di abbattimento Le polveri possono essere riutilizzate: <ul style="list-style-type: none"> • direttamente nel forno • mescolandole al cemento finito 	SI
Assicurare che i rifiuti che contengono metalli volatili, composti alogenati o composti organici volatili siano alimentati al bruciatore principale o comunque che sia garantito il passaggio per la zona ad alta temperatura	NO
Adottare procedure di controllo del contenuto in alcali, cloruri e solfuri nella materia prima al fine di evitare la formazione di incrostazioni tali da costringere a blocchi e riaccensioni che possano inficiare il rendimento energetico del processo	SI
Adottare procedure di controllo del grado di umidità della farina in ingresso: <ul style="list-style-type: none"> • se < 8,5% è opportuno utilizzare preriscaldatori con 4,5,6 cicloni • se > 8,5% è meglio usare meno cicloni 	SI (4 stadi, umidità 4-6%)
Adozione di sistemi di separazione ad elevata efficienza nella macinazione del clinker (separatori a gabbia-rotor cage)	SI
Misure finalizzate ad evitare che ci sia possibilità di rilascio di Cr ^{VI} : <ul style="list-style-type: none"> • evitare l'utilizzo di sfere di macinazione in acciaio passivato al cromo • provvedere all'aggiunta di sostanze riducenti (ad es. solfato di ferro) 	SI SI
Adozione di tecnologie per il contenimento dei consumi di energia termica ed elettrica: per un forno nuovo con capacità di 3000 t/giorno le BAT indicano un consumo di 2900-3300 MJ/tonn di clinker	SI – Processo a secco con preriscaldamento multistadio e precalcinatore

Presenza di sistemi di preriscaldamento e precalcinazione della farina, in relazione alla configurazione del forno	SI
Utilizzo di efficienti raffreddatori di clinker che consentano di massimizzare il recupero del calore	SI
Misure per la riduzione del contenuto di clinker nel cemento	NO – scarsa disponibilità di loppa di altoforno e vincolo dato dai tempi di presa richiesti dal mercato
Uso di apparecchiature di macinazione e di altre apparecchiature elettriche ad alto rendimento energetico (rulli di macinazione ad alta pressione, azionamenti a velocità variabili per i ventilatori...)	SI
Adozione di efficienti sistemi di abbattimento delle emissioni in atmosfera	
Per le polveri : (emissione di riferimento 10-20 mg/Nm ³ su base media giornaliera) <ul style="list-style-type: none"> ✓ precipitatori elettrostatici per forno e raffreddatori clinker ✓ filtri a tessuto 	SI (raffreddatore) SI (forno e dopolverazione depositi e linee)
Per NOx : (emissione di riferimento 200-500 mg/Nm ³ come NO ₂ su base media giornaliera) <ul style="list-style-type: none"> ✓ raffreddamento di fiamma ✓ bruciatori low NOx: riduzione 35% ✓ combustione a stadi ✓ combustione a metà forno ✓ clinker mineralizzato (aggiunta di CaF₂ per aumentare temperatura di sinterizzazione) ✓ ottimizzazione del processo ✓ SNCR (con additivazione di ammoniaca-urea) ✓ SCR (con catalizzatore) 	NO SI SI NO NO SI SI NO
Per SOx : (emissione di riferimento 50-400 mg/Nm ³ come SO ₂ su base media giornaliera) <ul style="list-style-type: none"> ✓ se si parte da <1200 mg/Nm³ aggiunta di adsorbenti (calce viva, spenta o ceneri volanti o al gas esausto o direttamente in forno - soluz.migliore per calce spenta) ✓ se si parte da >1200 mg/Nm³ scrubber ad umido o a secco 	NO NO
Per PCDD/F (emissione di riferimento <0.1 ng/Nm ³) <ul style="list-style-type: none"> ✓ garantire un processo stabile ✓ selezionare accuratamente il materiale che entra in forno ✓ preriscaldamento e precalcinazione ✓ non alimentare rifiuti in avvio e in spegnimento ✓ se necessario utilizzare carboni attivi 	SI SI SI SI NO
Adozione di idonee misure di contenimento delle emissioni sonore	SI
Adozione di sistemi di stoccaggio del combustibile atti a minimizzare la possibilità di inneschi e/o esplosioni	SI
Adozione di sistemi di controllo del CO negli elettrofiltri al fine di evitare il rischio di esplosione	SI
Adozione di un sistema di gestione ambientale	SI
Adozione di un opportuno programma di manutenzione e controllo delle apparecchiature	SI
Implementazione di sistemi automatici di analisi e misura delle emissioni	SI
Implementazione di una procedura di valutazione delle modifiche finalizzata a minimizzare i possibili impatti sull'ambiente	NO
Individuazione di opportuni indicatori di prestazione ambientale il cui andamento nel tempo venga monitorato	SI (migliorabile)

Misure per ridurre l'emissione di polveri diffuse quali:

- *stoccaggio al coperto con sistemi di movimentazione automatici e filtri a tessuto per prevenire la formazione di polveri diffuse durante le operazioni di carico e scarico*
- *protezione antivento per cumuli all'aperto*

Ad esclusione di parte del calcare, presso lo stabilimento ogni materia prima e rifiuto in ingresso viene scaricato e stoccato in zone confinate coperte. Anche tutta la successiva movimentazione dei materiali in lavorazione viene condotta in modo automatico con impianti al coperto.

Tutti i silos di stoccaggio sono dotati di filtri a maniche per la depolverazione dell'aria emessa; in depressione vengono mantenuti anche i diversi punti di carico delle cipolle mediante il medesimo filtro di depolverazione dei silos.

La ditta ha comunque previsto la presenza costante di due addetti per turno che hanno l'incarico di effettuare la pulizia dei piazzali a mezzo spazzatrice per un tempo minimo di 2 ore/giorno.

Misure per ridurre la contaminazione del suolo quali pavimentazione e lavaggio delle zone di transito autocarri

Il transito degli automezzi avviene interamente su strade pavimentate ad esclusione di una strada bianca utilizzata solo occasionalmente per lo scarico del calcare su piazzale esterno; tale via di accesso nei periodi secchi viene bagnata mediante impianto fisso attivabile a discrezione del responsabile di stabilimento. Nei periodi estivi vengono bagnate anche le rampe di accesso al frantoio.

Adozione di sistemi di stoccaggio ottimali anche ai fini dell'omogeneizzazione delle materie prime

Il minerale frantumato subisce una prima omogeneizzazione stoccandolo longitudinalmente al deposito e riprendendolo lateralmente. Successivamente sono comunque presenti idonei sili di stoccaggio ed omogeneizzazione.

Macinazione materie prime; i separatori con maggiore efficienza sono quelli a gabbia-rotor cage [p.to 1.2.2.2.1]

La ditta ha installato nei mulini del crudo separatori rotor cage di prima (MF4) e terza generazione (MF3).

Adozione di tecnologie di movimentazione di tutti i materiali mediante sistemi chiusi in condizioni di depressione; l'aria di aspirazione utilizzata a questo fine dovrebbe essere depolverata per mezzo di filtro a tessuto prima di essere immessa nell'atmosfera

In relazione al clinker, la ditta provvede alla depolverazione delle sole zone di carico e scarico potenzialmente causa di diffusione di polveri escludendo altri punti di aspirazione dal momento

che il materiale è in pezzatura grossolana ed i relativi sistemi di trasporto sono lenti. Per il resto tutte le linee e i depositi sono in depressione e l'aria aspirata depolverata con filtro a maniche.

Misure di contenimento del consumo di materie prime mediante riciclaggio o riutilizzo delle polveri di abbattimento. Le polveri possono essere riutilizzate:

- *direttamente nel forno*
- *mescolandole al cemento finito*

Le polveri di abbattimento di tutti i sistemi di filtrazione vengono o rialimentate al forno unitamente alla farina cruda, o ricaricate nei relativi depositi di stoccaggio

Assicurare che i rifiuti che contengono metalli volatili, composti alogenati o composti organici volatili siano alimentati al bruciatore principale o comunque che sia garantito il passaggio per la zona ad alta temperatura

L'alimentazione di rifiuti come materie prime non garantisce il passaggio dei composti organici volatili nella zona ad alta temperatura del forno. Sulla base delle analisi di caratterizzazione dei rifiuti acquisite, si segnala che alcuni rifiuti classificati con codice CER 010412 presentano tracce di cadmio e mercurio che per la loro volatilità potrebbero contribuire all'emissione complessiva; in generale non si evidenzia invece la presenza di idrocarburi leggeri e di composti alogenati anche se gli stessi non sono sempre ricercati. È comunque presente la torre di condizionamento in cui i volatili condensano e vengono abbattuti unitamente alle polveri

Adottare procedure di controllo del contenuto in alcali, cloruri e solfuri nella materia prima al fine di evitare la formazione di incrostazioni tali da costringere a blocchi e riaccensioni che possano inficiare il rendimento energetico del processo

Mediante l'utilizzo di uno spettrometro sequenziale la ditta controlla giornalmente il contenuto di cloro e alcali e zolfo nella farina alimentata al forno; la determinazione costituisce una verifica indiretta della formazione di incrostazioni nel forno.

Adozione di procedure di controllo del grado di umidità della farina in ingresso:

- *se < 8,5% è opportuno utilizzare preriscaldatori con 4,5,6 cicloni*
- *se > 8,5% è meglio usare meno cicloni*

Sulla base dei report di controllo periodico forniti relativamente agli anni 2007-2008, l'umidità sulla materia prima è mediamente nell'intervallo 4-6 %. L'adozione di una torre di preriscaldamento a quattro stadi è in linea con le BAT.

Adozione di sistemi di separazione ad elevata efficienza nella macinazione del clinker (separatori a gabbia-rotor cage)

Tutti i sistemi di separazione a servizio dei mulini del cotto sono di seconda o terza generazione.

Misure finalizzate ad evitare che ci sia possibilità di rilascio di Cr VI:

- evitare l'utilizzo di sfere di macinazione in acciaio passivato al cromo
- provvedere all'aggiunta di sostanze riducenti (ad es. solfato di ferro)

La ditta utilizza sfere forgiate a basso contenuto di cromo (0,25-0,55%) solo in relazione ai mulini del crudo; in merito è stata acquisita la dichiarazione del fornitore. Sui mulini del cotto, non essendo più possibile la formazione di Cr^{VI}, si utilizzano sfere al 17 e al 12% di cromo in quanto forniscono le migliori resistenze all'usura. Il Cr^{VI} nei cementi viene comunque costantemente monitorato per assicurare il rispetto del limite di 2 ppm; in fase di macinazione viene addizionato solfato di ferro intorno allo 0,3% ponderale rispetto al clinker

Adozione di tecnologie per il contenimento dei consumi di energia termica ed elettrica:

- per un forno nuovo con capacità di 3000 t/giorno le BAT indicano un consumo di 2900-3300 Mj/tonn di clinker

La produzione del clinker viene condotta mediante processo a secco con torre di preriscaldamento a cicloni a quattro stadi e precalcinatore come indicato dalle BAT; la richiesta energetica specifica relativa all'anno 2008 ammonta a 3730 MJ/tonn di clinker prodotto

Presenza di sistemi di preriscaldamento e precalcinazione della farina, in relazione alla configurazione del forno

Il forno è di tipo corto su tre basi. E' attualmente presente un precalcinatore ad aria terziaria; la modifica con il prolungamento della sezione di precalcinazione risale al 2006.

Nel novembre 2007 è stato modificato il sistema di introduzione dell'aria al bruciatore mediante circuito ad alta pressione dell'aria assiale separato dalla radiale per allinearsi alle migliori tecnologie in tema di bruciatori a basso NOx.

I cicloni della torre di preriscaldamento sono risalenti al 1982 e quindi non di ultima generazione; va evidenziato però che lo scambio termico, data la più intima miscelazione con i gas, avviene per la maggior parte nei tratti ascendenti della torre.

Utilizzo di efficienti raffreddatori di clinker che consentano di massimizzare il recupero del calore

Lo stabilimento dispone di sistemi di regolazione dell'aria alle griglie di raffreddamento sia in funzione del carico all'impianto, sia in funzione della pressione sulla griglia (spessore dello

strato di clinker) con gestione totalmente automatica

Misure per la riduzione del contenuto di clinker nel cemento

La riduzione del contenuto di clinker è realizzabile soprattutto utilizzando la loppa di altoforno scarsamente disponibile nel nostro paese. Mediamente si producono cementi con il 75% di clinker unitamente a ceneri volanti e additivi chimici; grosso limite operativo è collegato alla richiesta di mercato che esige tempi di presa sempre più ridotti. La ditta utilizza calcare e ceneri volanti.

Uso di apparecchiature di macinazione e di altre apparecchiature elettriche ad alto rendimento energetico (rulli di macinazione ad alta pressione, azionamenti a velocità variabili per i ventilatori...)

Tutti i ventilatori principali dello stabilimento sono stati dotati di inverter.

Adozione di efficienti sistemi di abbattimento delle emissioni in atmosfera

- *Per le **polveri**: (emissione di riferimento 10-20 mg/Nm³ su base media giornaliera)*

- ✓ *precipitatori elettrostatici per forno e raffreddatori clinker*
- ✓ *filtri a tessuto*

Lo stabilimento dispone di elettrofiltro per il punto di emissione dell'aria di raffreddamento clinker; tutte le restanti emissioni d'aria vengono depolverate con idonei filtri a tessuto. In relazione al camino del forno dal 2005 è stato installato un filtro a tessuto in sostituzione del precedente elettrofiltro.

Il range di emissione viene ampiamente rispettato.

- *Per **NO_x**: (emissione di riferimento 200-500 mg/Nm³ come NO₂ su base media giornaliera)*

- ✓ *raffreddamento di fiamma*

- Non utilizzata

- ✓ *bruciatori low NO_x (riduzione 35%)*

- La ditta ha provveduto mediante separazione delle linee di adduzione dell'aria assiale e radiale al bruciatore

- ✓ *combustione a stadi*

- Il combustibile viene alimentato sia al bruciatore del forno che al precalcinatore

- ✓ *combustione a metà forno*

- Non utilizzata

- ✓ *clinker mineralizzato (aggiunta di CaF₂ per aumentare temperatura di sinterizzazione)*

- La ditta ritiene troppo difficile la successiva gestione delle emissioni che implica l'aggiunta di CaF₂, anche in considerazione dei fenomeni indotti di rallentamento della presa sul prodotto finito

- ✓ *ottimizzazione del processo*

- Il processo di cottura è completamente automatizzato e controllato istantaneamente mediante sistema DCS

✓ *SNCR (con additivazione di ammoniaca-urea)*

- Il sistema di additivazione è ad azionamento manuale; viene sempre utilizzato qualora all'impianto non vengano alimentati pneumatici quali combustibile alternativo con regolazione in funzione del livello di NO_x registrati dallo SME all'emissione.

✓ *SCR (con catalizzatore)*

- Non utilizzato.

In regime normale, con l'utilizzo di combustibile alternativo, il range di emissione viene rispettato

• *Per SO_x: (emissione di riferimento 50-400 mg/Nm³ come SO₂ su base media giornaliera)*

✓ *se si parte da <1200 mg/Nm³ aggiunta di adsorbenti (calce viva, spenta o ceneri volanti o al gas esausto o direttamente in forno - soluz.migliore per calce spenta)*

- Non utilizzato; per il tipo di materiale utilizzato non sono mai stati registrati valori elevati di SO₂ alle emissioni

✓ *se si parte da >1200 mg/Nm³ scrubber ad umido o a secco*

- Non utilizzato

• *Per PCDD/F (emissione di riferimento <0.1 ng/Nm³)*

✓ *garantire un processo stabile*

- Controllo in continuo di tutti i parametri di processo

✓ *selezionare accuratamente il materiale che entra in forno*

- La ditta effettua a posteriori anche un controllo statistico su valori medi semestrali del materiale in ingresso; non vengono più utilizzate le terre di fonderia per evitare l'esigenza di un controllo puntuale

✓ *preriscaldamento e precalcinazione*

- Applicato; il precalcinaatore ha subito recenti modifiche che assicurano maggiori tempi di residenza dei fumi

✓ *non alimentare rifiuti in avvio e in spegnimento*

- Viene automaticamente esclusa l'alimentazione dei combustibili alternativi al di sotto del minimo tecnico di 60 t/h di farina in ingresso

✓ *se necessario utilizzare carboni attivi*

- Non applicato

Il limite di concentrazione all'emissione viene ampiamente rispettato.

Adozione di idonee misure di contenimento delle emissioni sonore

L'indagine fonometrica del 2006 non ha evidenziato particolari criticità in relazione ai limiti imposti dalla zonizzazione acustica adottata dal Comune di Pederobba. Come già riportato, la

ditta sta comunque effettuando alcuni interventi migliorativi sul versante dello stabilimento che confina con la linea ferroviaria

Adozione di sistemi di stoccaggio del combustibile atti a minimizzare la possibilità di inneschi e/o esplosioni

Lo stoccaggio del coke e del polverino viene effettuato solamente in silos evitando qualsiasi deposito all'aperto. I silos sono dotati di valvole di fondo che consentono lo svuotamento completo degli stessi nell'arco di 5-6 ore. Sia i sili del polverino che i filtri dell'impianto di macinazione del carbone sono dotati di impianto automatico di inertizzazione a CO₂ con rilevamento del livello di temperatura e CO.

Adozione di sistemi di controllo del CO negli elettrofiltri al fine di evitare il rischio di esplosione

Viene rilevato in continuo il livello di CO prima degli elettrofiltri del crudo con attivazione eventuale del sistema di sgancio automatico; tali sistemi di abbattimento, costituendo solamente dei prefiltri, lavorano a bassa tensione. La misura della concentrazione viene fatta, per maggior precauzione, a monte del filtro per ottenere un guadagno di tempo e un conseguente effetto di diluizione.

Adozione di un sistema di gestione ambientale

La ditta si è dotata di un sistema di gestione ambientale ottenendo la relativa certificazione secondo la norma UNI EN ISO 14001 in data 12/05/2006, n. IT41862

Adozione di un opportuno programma di manutenzione e controllo delle apparecchiature

La ditta redige un piano dei controlli ambientali e un piano di manutenzione; in quest'ultimo documento vengono gestite separatamente le apparecchiature critiche dal punto di vista ambientale da quelle critiche di tipo operativo (dosatori a nastro, pese, analizzatori di processo, ecc.). E' stato acquisito in copia il piano tarature e controlli della strumentazione di processo nella rev. 10 del 18/04/2007 e verificato a campione la taratura del dosatore del clinker 4/02 secondo l'istruzione tecnica indicata.

Implementazione di sistemi automatici di analisi e misura delle emissioni

La ditta dispone di un Sistema di Monitoraggio Emissioni in continuo relativo all'emissione del forno di cottura; i dati acquisiti vengono inviati alla Provincia di Treviso con le frequenze previste dal provvedimento di autorizzazione. Il sistema è costituito da due diversi analizzatori in continuo costituiti da uno FTIR con trattamento gas su via umida e dal "vecchio" NDIR operante su gas secchi e mantenuto quale sistema di back-up. I sistemi registrano i dati su database indipendenti; non viene comunque inviato il dato macchina ma i valori dei vari

parametri monitorati elaborati in medie semiorarie validate con i relativi intervalli di confidenza. La ditta ha fornito copia di uno schema descrittivo generale del sistema.

Il sistema prevede l'esistenza di sistemi di interblocco che non consentono l'alimentazione al forno di combustibili alternativi in funzione delle condizioni di regime del forno (se farina < 60 t/h e T < 850°C). Il controllo di temperatura viene fatto in punti concordati con Provincia mediante termocoppie installate in doppio e logica 2 su 2.

Altri sistemi di blocco sono impostati sulla base dei valori di soglia autorizzati. In considerazione del fatto che i limiti fanno riferimento a medie giornaliere, il sistema prevede che se su otto ore continuative non si riesce a rientrare nei limiti viene interrotta l'alimentazione dei combustibili alternativi avvisando contestualmente i responsabili di produzione e di stabilimento. Gli allarmi sono impostati sul dato tal quale senza considerare l'intervallo di confidenza. La gestione di condizioni anomale viene effettuata secondo quanto previsto dalle istruzioni operative IP 511 (rev. 3 del 15/03/07) e IO 510 (rev. 4 del 25/10/06).

Esiste un interblocco all'alimentazione dei combustibili alternativi anche sulla base del limite del 60% del calore complessivo fornito al processo gestito però dal DCS.

La ditta effettua la verifica dell'Indice di Accuratezza Relativo mediante l'effettuazione di 9 prove successive con l'esclusione di HCl e HF per i quali vengono effettuate le sole verifiche di linearità. Le operazioni di taratura vengono ripetute semestralmente; è stata acquisita copia dell'ultimo certificato di calibrazione rilasciato da ABB relativamente al FTIR.

Implementazione di una procedura di valutazione delle modifiche finalizzata a minimizzare i possibili impatti sull'ambiente

Non risulta implementata una procedura specifica

Individuazione di opportuni indicatori di prestazione ambientale il cui andamento nel tempo venga monitorato

Nel corso della verifica è stato visionato l'ultimo riesame della direzione che risale a dicembre 2007. Gli indicatori di prestazione risultano individuati, ma appaiono ancora privi di uno "storico" consolidato per cui potrebbero essere integrati/variati con ulteriori indici. Si segnala che tali indicatori sono "di gruppo" e non specifici per il singolo stabilimento.

Appare opportuno arrivare, dove possibile, ad una quantificazione di target per gli obiettivi ambientali cui tendere nel tempo, dal momento che attualmente vengono fatti confronti solo tra i diversi anni di esercizio dello stabilimento.

4.2 Benchmarking

Nel presente paragrafo verranno direttamente confrontati i parametri tecnico-operativi ricavabili da fonti di letteratura per impianti che adottino tecnologie di processo a quanto in possesso della cementeria di Pederobba al fine di posizionare le “prestazioni” di Cementi Rossi rispetto ad altre realtà produttive.

Nel tentativo di rendere tale lavoro di analisi il più immediato possibile e di facile lettura, quanto sopra è stato riportato nella forma tabellare di seguito riportata.

Parametri di riferimento richiamati dal BRef (Febbraio 2009)	Range di riferimento	Cementi Rossi	Note
Consumi idrici	100-600 litri/tonn di clinker prodotto	2728 litri/tonn (dato 2008)	Fonte BRef feb. 2009 – Il valore è fortemente influenzato dal tipo di processo (via secca, semi-secca, umida)
Consumo materie prime (marne, calcare, argilla, ecc.)	1,57 t/t di clinker	1,53 t/t di clinker	Fonte BRef feb. 2009 – Valori medi tipici di consumo di materie prime riferiti a cementerie dell'Unione Europea
	1,27 t/t di cemento	1,66 t/t di cemento	
	1568000 t/anno per Mt di clinker	1535000 t/anno per Mt di clinker	
Calore fornito al processo	3000-<4000 MJ/tonn di clinker prodotto	3500-3700 MJ/tonn di clinker prodotto	Fonte BRef feb. 2009 – Valori riferiti ad impianti esistenti in EU-27 che utilizzano processo a secco con precalcinatore e preriscaldamento multistadio
Calore fornito al processo	2900-3300 MJ/tonn di clinker prodotto	3500-3700 MJ/tonn di clinker prodotto	Fonte BRef feb. 2009 – Valore riportato per impianti nuovi che utilizzano processo a secco con precalcinatore e preriscaldamento multistadio in condizioni operative ottimali
Consumo di energia elettrica	90-150 kWh/tonn di cemento prodotto	100 - 130 kWh/tonn di cemento	Fonte BRef feb. 2009 – La forbice si riferisce ai diversi anni presi in considerazione e alle modalità di calcolo del cemento complessivo.
Polveri da emissioni convogliate	< 10 mg/Nm ³	Il decreto autorizzativo non prevede analisi di autocontrollo ai filtri di depolverazione silos e linee.	Fonte BRef feb. 2009 – Valore riportato per sistemi di filtrazione di emissioni convogliate polverulente
Polveri da emissioni convogliate	< 10-20 mg/Nm ³	2,4 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 - Valore di emissione medio giornaliero associato alle BAT per la sezione di cottura del clinker. Mediante filtri a maniche possono essere raggiunti livelli inferiori.
Polveri da emissioni convogliate	< 10-20 mg/Nm ³	Raffreddam. clinker: 4,2 mg/Nm ³ (media valori 2008) Macinazione calcare: 2,4 mg/Nm ³ (media valori 2008)	Fonte BRef feb. 2009 - Valore di emissione medio giornaliero associato alle BAT per la sezione di raffreddamento del clinker e di macinazione
Polveri totali	0,27-227 mg/Nm ³	2,4 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 – Range di concentrazione riferiti a cementerie europee per l'emissione di forni rotanti
	0,00062-0,5221 kg/tonn clinker	0,0069 kg/tonn (anno 2008)	

Parametri di riferimento richiamati dal BRef (Febbraio 2009)	Range di riferimento	Cementi Rossi	Note
	0,62-522 tonn/anno	5,00 tonn/anno (da valori SME anno 2008)	
Emissione di ossidi di azoto (NOx)	< 250-450 mg/Nm ³	496 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 - Valore di emissione medio giornaliero associato alle BAT per forni con precalcinatore e preriscaldamento. Il valore è fissato a 500 mg/Nm ³ qualora a valle dell'applicazione delle misure/tecnologie primarie, il livello iniziale di NOx è >1000 mg/Nm ³
Emissione di ossidi di azoto (NOx)	313-795 mg/Nm ³	496 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 – Range di emissione espresso come valore medio annuo riferiti a cementerie austriache nel 2004; tutti gli stabilimenti considerati utilizzano le misure di abbattimento primarie
Emissione di ossidi di azoto (NOx)	145-2040 mg/Nm ³	496 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 – Range di emissione riferiti a cementerie europee
	0,33-4,67 kg/t clinker	1,40 kg/tonn (anno 2008)	
	334-4670 tonn/anno	1020 tonn/anno (da valori SME anno 2008)	
Emissione di ossidi di azoto (NOx)	959 ± 384 mg/Nm ³	496 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 Solo combustibili convenzionali
Emissione di ossidi di azoto (NOx)	770 ± 184 mg/Nm ³	496 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 Coincenerimento combustibili alternativi
Emissione di ossido di carbonio (CO)	200-2000 mg/Nm ³	741 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 – Range di emissione riferiti a cementerie europee
	0,46-4,6 kg/t clinker	2,10 kg/tonn (anno 2008)	
	460-11500 tonn/anno	1524 tonn/anno (da valori SME anno 2008)	
Emissione di ossidi di zolfo (SO ₂)	< 50 - < 400 mg/Nm ³	11,5 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 - Valore di emissione medio giornaliero associato alle BAT

Parametri di riferimento richiamati dal BRef (Febbraio 2009)	Range di riferimento	Cementi Rossi	Note
Emissione di ossidi di zolfo (SO ₂)	135 ± 163 mg/Nm ³	11,5 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 Solo combustibili convenzionali
Emissione di ossidi di zolfo (SO ₂)	77 ± 114 mg/Nm ³	11,5 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 coincenerimento combustibili alternativi
Emissione di ossidi di zolfo (SO ₂)	< 4837 mg/Nm ³	11,5 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 – Range di emissione riferiti a cementerie europee
	< 11,12 kg/t clinker	0,032 kg/tonn (anno 2008)	
	< 11125 tonn/anno	23,6 tonn/anno (da valori SME anno 2008)	
Emissione di anidride carbonica (CO ₂)	900-1000 kg/tonn di clinker	817 kg/tonn di clinker (denuncia emission trading anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 – Range di emissione riferito a impianti con richiesta energetica di 3500-5000 MJ/tonn di clinker
Emissione di carbonio organico totale (COT)	1-60 mg/Nm ³	17,9 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 – Range di emissione riferiti a cementerie europee
	0,0023-0,138 kg/t clinker	0,051 kg/tonn (anno 2008)	
	2,17-267 tonn/anno	36,9 tonn/anno (da valori SME anno 2008)	
Emissione di carbonio organico totale (COT)	10,5 ± 11,5 mg/Nm ³	17,9 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 Solo combustibili convenzionali
Emissione di carbonio organico totale (COT)	18,6 ± 12,6 mg/Nm ³	17,9 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 coincenerimento combustibili alternativi
Emissione di HCl	< 10 mg/Nm ³ quale	0,6 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 - Valore medio giornaliero o media dei periodi di campionamento
Emissione di HCl	0,02-20 mg/Nm ³	0,6 mg/Nm ³ (valore medio da SME anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 – Range di emissione riferiti a cementerie europee

Parametri di riferimento richiamati dal BRef (Febbraio 2009)	Range di riferimento	Cementi Rossi	Note
	0,046-46 g/t clinker	1,8 g/tonn (anno 2008)	
	0,046-46 tonn/anno	1,306 tonn/anno (da valori SME anno 2008)	
Emissione di HCl	$2,70 \pm 2,36 \text{ mg/Nm}^3$	$0,6 \text{ mg/Nm}^3$ (valore medio da SME anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 Solo combustibili convenzionali
Emissione di HCl	$2,66 \pm 1,28 \text{ mg/Nm}^3$	$0,6 \text{ mg/Nm}^3$ (valore medio da SME anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 coincenerimento combustibili alternativi
Emissione di HF	$< 1 \text{ mg/Nm}^3$ quale	$0,1 \text{ mg/Nm}^3$ (valore medio da SME anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 - Valore medio giornaliero o media dei periodi di campionamento
Emissione di HF	$0,009-1,0 \text{ mg/Nm}^3$	$0,1 \text{ mg/Nm}^3$ (valore medio da SME anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 – Range di emissione riferiti a cementerie europee
	0,021-2,3 g/t clinker	0,32 g/tonn (anno 2008)	
	0,21-23,0 tonn/anno	0,231 tonn/anno (da valori SME anno 2008)	
Emissione di HF	$0,29 \pm 0,28 \text{ mg/Nm}^3$	$0,1 \text{ mg/Nm}^3$ (valore medio da SME anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 Solo combustibili convenzionali
Emissione di HF	$0,22 \pm 0,12 \text{ mg/Nm}^3$	$0,1 \text{ mg/Nm}^3$ (valore medio da SME anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 coincenerimento combustibili alternativi
Emissione di PCDD/F	$< 0,05-0,1 \text{ ng/Nm}^3$	$0,00094 \text{ ng/Nm}^3$ totale I-TE (media valori anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 – Valore medio del periodo di campionamento (6-8 ore) espressi come tossicità equivalente I-TE
Emissione di PCDD/F	$0,000012-0,27 \text{ ng I-TEQ/Nm}^3$	$0,00094 \text{ ng I-TEQ/Nm}^3$ (media valori anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 – Range di emissione riferiti a cementerie europee.
	0,0276-627 ng/tonn clinker	2,90 ng/tonn (valori anno 2008)	Secondo il BREF [p.to 1.3.4.6]: l'utilizzo di rifiuti quali combustibile e/o materia prima alimentati al bruciatore principale, al forno o al precalcinatori non sembrano

Parametri di riferimento richiamati dal BRef (Febbraio 2009)	Range di riferimento	Cementi Rossi	Note
	0,0000276-0,627 g/anno	0,0021 g/anno (valori anno 2008)	<i>influenzare o variare l'emissione di POPs</i>
Emissione di PCDD/F	0,0098 ± 0,0106 ng/Nm ³	0,00094 ng/Nm ³ totale I-TE (media valori anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 Solo combustibili convenzionali
Emissione di PCDD/F	0,00954 ± 0,0111 ng/Nm ³	0,00094 ng/Nm ³ totale I-TE (media valori anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 coincenerimento combustibili alternativi
Emissione di metalli	Hg < 0,05 mg/Nm ³ Σ (Cd-Tl) < 0,05 mg/Nm ³ Σ (As-Sb- Pb-Cr-Co-Cu-Mn-Ni-V) < 0,5 mg/Nm ³	Hg: 0,00362 mg/Nm ³ Σ (Cd-Tl): 0,00093 mg/Nm ³ Σ (altri metalli) < 0,0024 mg/Nm ³ (media valori anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 – Valore medio del periodo di campionamento (almeno 1 ora)
Mercurio (Hg)	0-0,03 mg/Nm ³	0,0036 mg/Nm ³ (media valori anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 – Range di emissione riferiti a cementerie europee. Dati ricavati da 306 misure puntuali con concentrazione media pari a 0,02 mg/Nm ³ .
	0-69 mg/tonn clinker	11,2 mg/tonn (valori anno 2008)	
	0 -1311 kg/anno	8,12 kg/anno (valori anno 2008)	
Mercurio (Hg)	0,0123 ± 0,0486 mg/Nm ³	0,0036 mg/Nm ³ (media valori anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 Solo combustibili convenzionali
Mercurio (Hg)	0,0074 ± 0,0115 mg/Nm ³	0,0036 mg/Nm ³ (media valori anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 coincenerimento combustibili alternativi
Σ (Cd-Tl)	0-0,68 mg/Nm ³	0,0009 mg/Nm ³ (media valori anno 2008)	Fonte BRef feb. 2009 – Range di emissione riferiti a cementerie europee
	0-1564 mg/tonn clinker	2,9 mg/tonn (valori anno 2008)	
	0 -1564 kg/anno	2,1 kg/anno (valori anno 2008)	

Parametri di riferimento richiamati dal BRef (Febbraio 2009)	Range di riferimento	Cementi Rossi	Note
Σ (Cd-Tl)	0,0046 ± 0,0086 mg/Nm ³	0,0009 mg/Nm ³ (media valori anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 Solo combustibili convenzionali
Σ (Cd-Tl)	0,0015 ± 0,0100 mg/Nm ³	0,0009 mg/Nm ³ (media valori anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. Standard AITEC 2006 coincenerimento combustibili alternativi
Σ (As-Sb- Pb-Cr-Co-Cu-Mn-Ni-V)	0-4,0 mg/Nm ³	0,024 mg/Nm ³ (media valori anno 2008)	Fonte Bref feb. 2009 – Range di emissione riferiti a Cementerie europee
	0-9200 mg/tonn clinker	75,1 mg/tonn (valori anno 2008)	
	0 -9200 kg/anno	54,5 kg/anno (valori anno 2008)	
Σ (As-Sb- Pb-Cr-Co-Cu-Mn-Ni-V)	0,123 ± 0,159 mg/Nm ³	0,024 mg/Nm ³ (media valori anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 Solo combustibili convenzionali
Σ (As-Sb- Pb-Cr-Co-Cu-Mn-Ni-V)	0,088 ± 0,118 mg/Nm ³	0,024 mg/Nm ³ (media valori anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. Standard AITEC 2006 coincenerimento combustibili alternativi
IPA	0,0013 ± 0,0048 mg/Nm ³	0,00001 mg/Nm ³ (media valori anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. standard AITEC 2006 Solo combustibili convenzionali
IPA	0,000077 ± 0,0001 mg/Nm ³	0,00001 mg/Nm ³ (media valori anno 2008)	Concentrazioni medie e dev. Standard AITEC 2006 coincenerimento combustibili alternativi

5. ANALISI DEL PROCESSO

5.1 Premessa

Nell'ambito della complessa attività di analisi ambientale dello specifico comparto produttivo del cemento, il Dipartimento ha scelto di condurre una attenta valutazione delle prestazioni di processo della ditta Industria Cementi Giovanni Rossi Spa.

Il processo di analisi degli impatti, condotto prima a livello macroscopico e poi per inquinante, ha come obiettivo la caratterizzazione quali-quantitativa delle correlazione tra i parametri di processo e le emissioni di inquinanti.

Condizione necessaria per lo sviluppo di una analisi di processo è stata la creazione di un opportuno data set e di una analisi statistica, a partire dall'enorme mole di dati analitici e di processo forniti dalla ditta.

5.2 Creazione del Dataset ed analisi statistiche

I dati utilizzati per l'analisi di processo sono relativi:

- alle emissioni di inquinanti atmosferici monitorati a camino del forno (punto di emissione 16) registrati dal sistema di monitoraggio in continuo (SME, vedi punto 5.2.1) nel corso del triennio 2006-2008;
- ai parametri di la gestione degli input/output di processo e di controllo delle variabili d'impianto nelle varie fasi industriali di produzione del cemento registrate dal sistema di controllo distribuito (DCS, vedi punto 5.2.2) nel corso del biennio 2007-2008.

Nella realtà operativa di gestione del processo industriale di produzione del cemento presso la ditta in esame, la distinzione tra parametri "di processo" e "ambientali" che afferiscono ai due differenti sistemi di monitoraggio e acquisizione dati (SME vs. DCS) non è netta. Infatti, alcuni dei parametri che tipicamente possono essere definiti di "processo" quali, ad esempio, la percentuale di sostituzione calorica in funzione della tipologia di combustibile (ad esempio, pneumatici vs pet-cocke vs olio combustibile denso) oppure la temperatura a livello del calcinatore, sono archiviati e gestiti sia dal sistema di monitoraggio ambientale dei fumi di combustione (SME) sia dal sistema di controllo distribuito (DCS). Al fine di ottenere un quadro unitario che ha l'obiettivo, da un lato, di rendere conto in modo sintetico della complessità dei vari aspetti di ambientali relativi al processo industriale di produzione del cemento e, dall'altro, di garantire una maggiore semplicità e ripercorribilità dei risultati nella successiva fase di analisi statistica, è stato necessario "integrare" in

un unico data base con frequenza minima oraria le due differenti “fonti di informazione” disponibili per il biennio di attività 2007-2008.

Nei paragrafi 5.2.1 (SME) e 5.2.2 (DCS) sono descritte le principali caratteristiche ed il contenuto “informativo minimo” di ciascun set di dati analizzati.

Infine, nel paragrafo 5.2.3 vengono sinteticamente elencate le principali statistiche descrittive ed i relativi test di significatività utilizzati per la valutazione della robustezza delle eventuali differenze e/o del grado di dipendenza tra le variabili in esame.

5.2.1 Sistema di Monitoraggio alle Emissione (SME)

Nella tabella seguente sono elencate le “variabili ambientali” rilevate dal sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni (SME) a camino del forno di cottura (punto 16) per il triennio 2006-2008.

La frequenza di archiviazione dati dello SME è variabile in funzione della tipologia di combustibile utilizzato (solo convenzionale o anche alternativo) secondo quanto stabilito dalle differenti prescrizioni della normativa di settore (D. Lgs. 152/06 e D. Lgs. 133/05).

In particolare, il regime di conduzione d’impianto che utilizza solo “combustibili convenzionali” (nel caso di Cementirossi, pet-cocke per le fasi di avvio e al di sotto del “minimo tecnico”) prevede un’archiviazione dati con un tempo di mediazione orario mentre il regime “non convenzionale” (sempre nel caso di Cementirossi un “mix standard” tra pneumatici e pet cocke che rappresenta, di fatto, la “marcia normale”) prevede, invece, un tempo di mediazione semiorario.

Tabella 7 – Elenco dei parametri ambientali di origine SME

n.	Parametro	unità misura	Sintetica descrizione parametro
1	Polveri totali	mg/Nm3	Concentrazione polveri totali in uscita al camino forno monitorata con opacimetro
2	SO2	mg/Nm3	Concentrazione SO2 in uscita al camino forno monitorata con sonda multiparametrica FTIR
3	NOx	mg/Nm3	Concentrazione NOx in uscita al camino forno monitorata con sonda multiparametrica FTIR
4	COT	mg/Nm3	Concentrazione COT in uscita al camino forno monitorata con sonda FID
5	HCl	mg/Nm3	Concentrazione HCl in uscita al camino forno monitorata con sonda multiparametrica FTIR
6	HF	mg/Nm3	Concentrazione HF in uscita al camino forno monitorata con sonda multiparametrica FTIR
7	CO	mg/Nm3	Concentrazione CO in uscita al camino forno monitorata con sonda multiparametrica FTIR
8	O2	%V	Tenore di O2 nei fumi di combustione in uscita al camino forno
9	Pressione	mBar	Pressione relativa fumi in uscita al camino forno
10	Temp. Fumi	°C	Temperatura fumi di combustione in uscita al camino forno
11	Temp. calcinatore	°C	Temperatura fumi misurata a livello del calcinat ore

12	Portata fumi	Nm3/h	Portata volumetrica fumi combustione
13	Tenore H2O	% V	Tenore H2O nei fumi di combustione in uscita al camino forno
14	Carbone	%	Percentuale di sostituzione calorica da Carbone
15	Pneumatici	%	Percentuale di sostituzione calorica da Pneumatici
16	FA/GA	%	Percentuale di sostituzione calorica da Farine e/o Grassi Animali
17	OCD	%	Percentuale di sostituzione calorica da Olio Combustibile Denso

Per la valutazione del rispetto dei limiti normativi di settore (DLgs 133/05 vs DLgs 152/06) variabili in funzione della tipologia di combustibile utilizzato (pet coke vs pneumatici), sono stati analizzati separatamente i due distinti data set (originariamente acquisiti con frequenza 1h vs 1/2h rispettivamente).

Invece, per la valutazione comparata dei dati relativi alle emissioni a camino con i parametri “di processo”, le due differenti frequenze di acquisizione e mediazione sono state integrate su base oraria introducendo un “campo informativo aggiuntivo” che conserva la “memoria” del tipo di combustibile utilizzato (convenzionali vs alternativi) e, quindi, del regime prevalente di conduzione d’impianto che ha prodotto le emissioni.

5.2.2 *Distributed Control System (DCS)*

Nella tabella seguente sono elencate le “variabili di processo” analizzate di origine dal sistema di controllo distribuito (DCS) della ditta nel corso del biennio di attività 2007-2008.

Tali variabili, originariamente archiviate su base giornaliera con un tempo di mediazione di 1h, sono state utilizzate per la valutazione comparata rispetto alle variabili ambientali di emissione a camino con l’obiettivo di evidenziare eventuali rapporti di dipendenza causa-effetto e/o correlazione.

Tabella 8 – Elenco dei parametri analizzati di origine DCS

n.	parametro	unità misura	sintetica descrizione parametro
1	FP3 F465	t	Portata farina alimentazione torre a cicloni: < 60 t/h "minimo tecnico"
2	ICX F510	kg	Portata alimentazione carbone al bruciatore principale
3	ICX F520	kg	<i>idem</i>
4	ICX F530	kg	Portata alimentazione carbone al calcinatore
5	ICX F540	kg	<i>idem</i>
6	N0 Q203	kg	Portata alimentazione pneumatici al calcinatore
7	N0 Q205	kg	<i>idem</i>
8	ICL F430	kg	Portata olio combustibile al bruciatore principale
9	FP3 DP170	mbar	Delta pressione ingresso/uscita filtro a maniche principale del forno
10	FP3 F220	°C	Portata acqua nebulizzata torre raffreddamento gas
11	FP3 T001	°C	Temp. gas in uscita dal camino del forno
12	FP3 T212	°C	Temp. gas in uscita dalla torre di raffreddamento
13	FP3 T2 210	°C	Temp. gas in ingresso torre di raffreddamento
14	FP3 T002	°C	Temp. ingresso nodo smistamento gas (da torre a cicloni)
15	FP3 T014	°C	Temp. miscela gas/materiale discendente (5° piano torre a cicloni)
16	FP3 T016	°C	Temp. miscela gas/materiale ascendente (6° piano torre cicloni)
17	FP3 T018	°C	Temp. miscela gas/materiale ascendente (4° piano torre a cicloni)
18	FP3 T026	°C	Temp. materiale in uscita zona cottura
19	FP3 Z340	%	Posizione valvola prelievo aria ambiente
20	FP3 F540	K m3	Portata aria combustione radiale bruciatore principale
21	FP3 F625	K m3	Portata aria ventilatore griglie trasporto e raffreddamento clinker
22	FP3 F630	K m3	<i>idem</i>
23	FP3 F635	K m3	<i>idem</i>
24	FP3 F640	K m3	<i>idem</i>
25	FP3 F645	K m3	<i>idem</i>
26	FP3 F650	K m3	<i>idem</i>
27	FP3 F655	K m3	<i>idem</i>
28	FP3 I740	m A	Corrente elettrofiltro depurazione gas da griglie raffreddamento clinker
29	FP3 I750	m A	<i>idem</i>
30	FP3 I760	m A	<i>idem</i>
31	FP3 I770	m A	<i>idem</i>
32	FP3 T027	°C	Temp. gas che salgono dalle griglie verso il tubo rotante del forno
33	FP3 S545	%	Velocità aria soffiante che genera aria di combustione assiale bruciatore principale
34	IC1 J210	kW h	Potenza assorbita motore mulino macinazione carbone
35	IC2 J210	kW h	<i>idem</i>
36	MF3 J210	kW h	<i>idem</i>
37	MF4 J210	kW h	<i>idem</i>
38	G0 I501	A	Corrente assorbita da ventilatore che porta i gas caldi all'essiccatoio
39	G0 I401 1	m A	Corrente elettrofiltro di depurazione dei gas in uscita essiccatoio
40	G0 I401 2	m A	<i>idem</i>

5.2.3 Consolidamento dati e test statistici di significatività

L'analisi statistica delle variabili di processo ed ambientali ha richiesto una serie di valutazioni preliminari che riguardano:

- il consolidamento della “base informativa” originariamente costituita da singoli files giornalieri in un unico data-base strutturato;
- la sostituzione dei valori inferiori al limite di rilevabilità con un valore pari a metà del limite stesso;
- l'analisi grafica “speditiva” della distribuzione di ciascuna variabile ambientale e di processo (minimo, media, massimo, percentili, deviazione standard, asimmetria, curtosi) al fine di evidenziare eventuali “outliers”;
- la rappresentazione grafica “esplorativa” dell'andamento temporale di ciascuna variabile in relazione a differenti tempi di mediazione (orario, giornaliero, mensile, annuale, anno tipo, mese tipo, settimana tipo, giorno tipo) per evidenziare la frequenza di aggregazione più appropriata in grado di garantire sia la conservazione dell'informazione che la semplicità di presentazione e lettura dei risultati,
- la verifica con i responsabili della ditta Cementirossi della solidità e dell'affidabilità statistica della base dati finale con un tempo di mediazione di 1h sinteticamente così costituita: per SME, 17 variabili con oltre 22.000 records; per DCS, 40 variabili con oltre 15.000 records.

5.3 Analisi degli impatti

La produzione del cemento sebbene si basi su un processo consolidato, è caratterizzata da una complessità di correlazione tra i parametri di processo e le emissioni di inquinanti, tali da rendere estremamente difficile l'analisi degli impatti.

In questo paragrafo è stata condotta inizialmente un'analisi degli impatti macroscopica, focalizzando l'attenzione sulle variabili operative fondamentali del processo, per poi scendere più nel dettaglio suddividendo gli inquinanti per tipologia, nel tentativo di approfondire qualitativamente il rapporto tra i dati emissivi di autocontrollo forniti dalla ditta e i parametri di processo dell'impianto.

5.3.1 Analisi macroscopica

L'analisi macroscopica del processo è stata condotta considerando come variabili operative fondamentali la portata di farina cruda, la portata volumetrica dei fumi emessi dal camino principale

(camino 16) e la portata di combustibili, carbone e pneumatici; sono state prese in considerazione le portate orarie dell'anno 2007 e 2008.

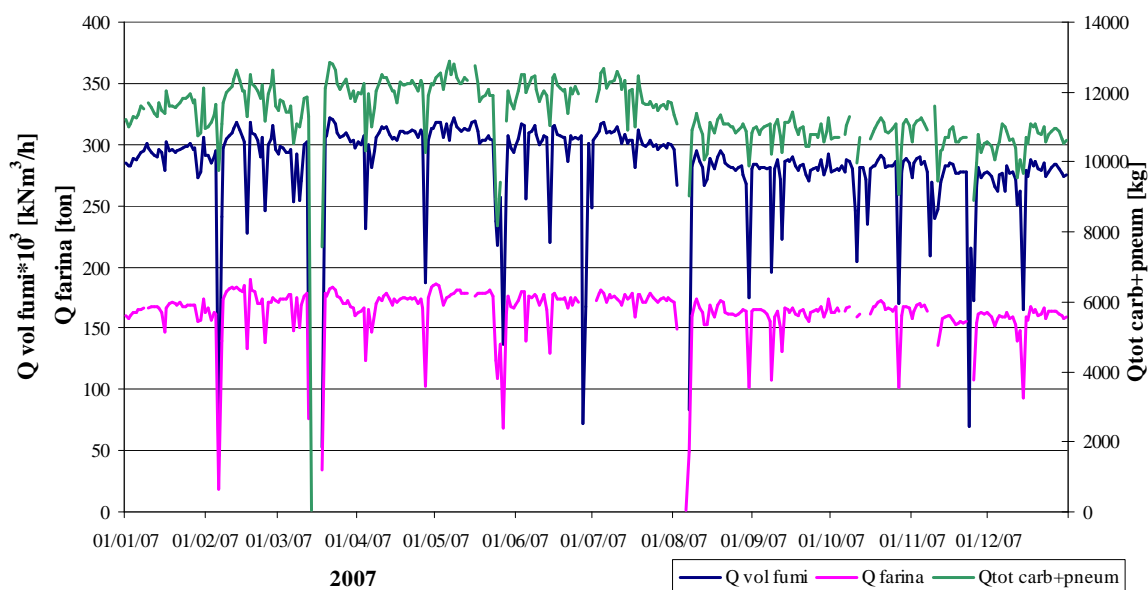


Figura 10 – Confronto tra la portata di farina alimentata all'impianto, i consumi di combustibile al bruciatore e al calcinatore e la portata di fumi emessa dal camino del forno di cottura del clinker (camino 16), nell'anno 2007

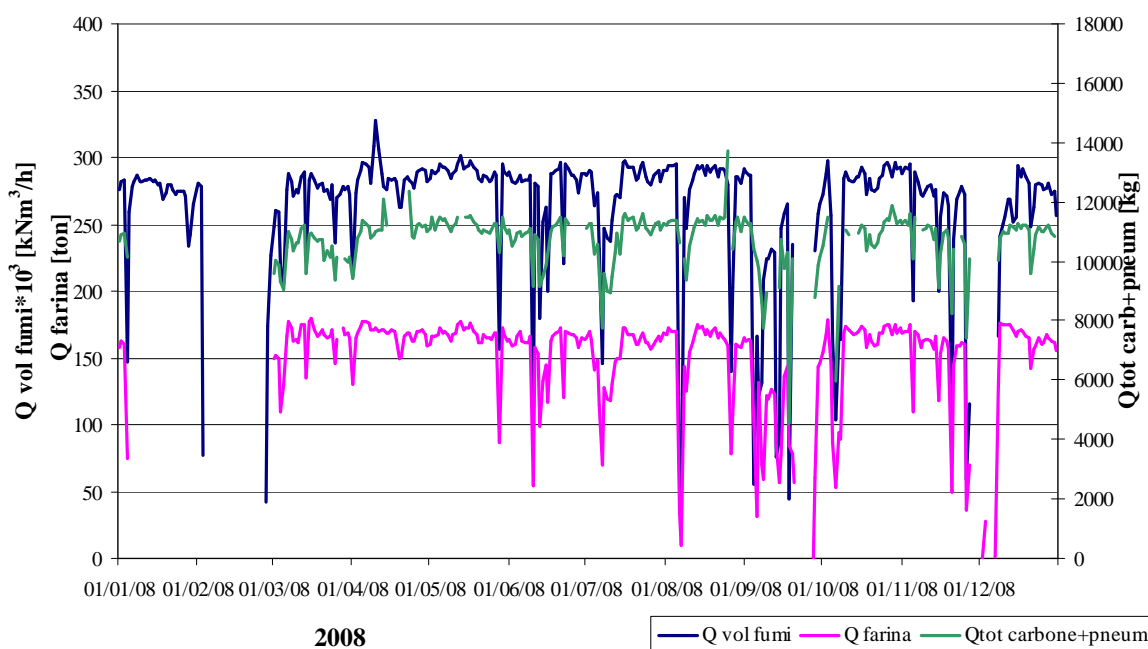


Figura 11 – Confronto tra la portata di farina alimentata all'impianto, i consumi di combustibile al bruciatore e al calcinatore e la portata di fumi emessa dal camino del forno di cottura del clinker (camino 16), nell'anno 2008

I grafici riportati nelle figure precedenti evidenziano come al variare della portata di farina alimentata al forno, la quantità di combustibile utilizzato al bruciatore principale e al calcinatore

assumono lo stesso andamento. Questo è del tutto plausibile, in quanto al variare della produzione di clinker varia il fabbisogno di energia per la conduzione della reazione.

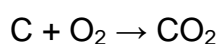
È altresì evidente come la portata volumetrica dei fumi, direttamente collegata alla portata di aria di combustione, sia strettamente legata all'andamento della farina alimentata e del combustibile utilizzati nel processo.

I dati considerati nel biennio di riferimento non evidenziano alcuna stagionalità nell'andamento del consumo di combustibile e nella portata volumetrica dei fumi; le loro variazioni macroscopiche dipendono principalmente dalla variazione di produzione del clinker.

5.3.2 Ossido di Carbonio (CO)

Nel processo di produzione del cemento la presenza di monossido di carbonio è strettamente collegata alla reazione di combustione e alla reazione di equilibrio di dissociazione della CO₂.

La combustione è schematizzabile attraverso le seguenti reazioni:



La prima reazione rappresenta, in forma schematica, la produzione di monossido di carbonio, mentre la seconda descrive l'ossidazione della CO ad anidride carbonica. La presenza di CO nei fumi di combustione dipende dalla quantità di ossigeno utilizzato nella conduzione della reazione: maggiore è la quantità di aria comburente utilizzata, maggiore è la possibilità di portare a combustione "completa" il carbonio. In realtà, la presenza di monossido di carbonio tra i prodotti della combustione è inevitabile, in quanto la prima reazione è caratterizzata da una velocità circa 10 volte maggiore rispetto alla seconda.

La reazione di equilibrio di dissociazione della CO₂ è schematizzabile come segue:



La stabilità del monossido di carbonio rispetto a C e CO₂ dipende dalla temperatura e dal tempo di permanenza a tali condizioni. L'equilibrio è tanto più spostato a destra quanto più alta è la temperatura di reazione; viceversa, al diminuire della temperatura, si favorisce la stabilità dell'anidride carbonica. La temperatura di inversione tra le due reazioni di equilibrio, ad 1 atmosfera, è circa 943 K; al di sotto di tale valore, la combustione del carbonio porta alla

formazione prevalente di CO₂. è inoltre evidente che maggiore è il tempo di permanenza a temperature al di sotto di 943 K, minore sarà la concentrazione di CO nei fumi.

I valori medi di emissione di CO della Cementi Rossi per gli anni 2006, 2007, 2008 sono rispettivamente 1880, 989 e 777 mg/Nm³.

In figura successiva riportiamo l'andamento medio mensile delle emissioni di monossido di carbonio dal camino del forno di cottura dei clinker, registrate nel triennio 2006-2008.

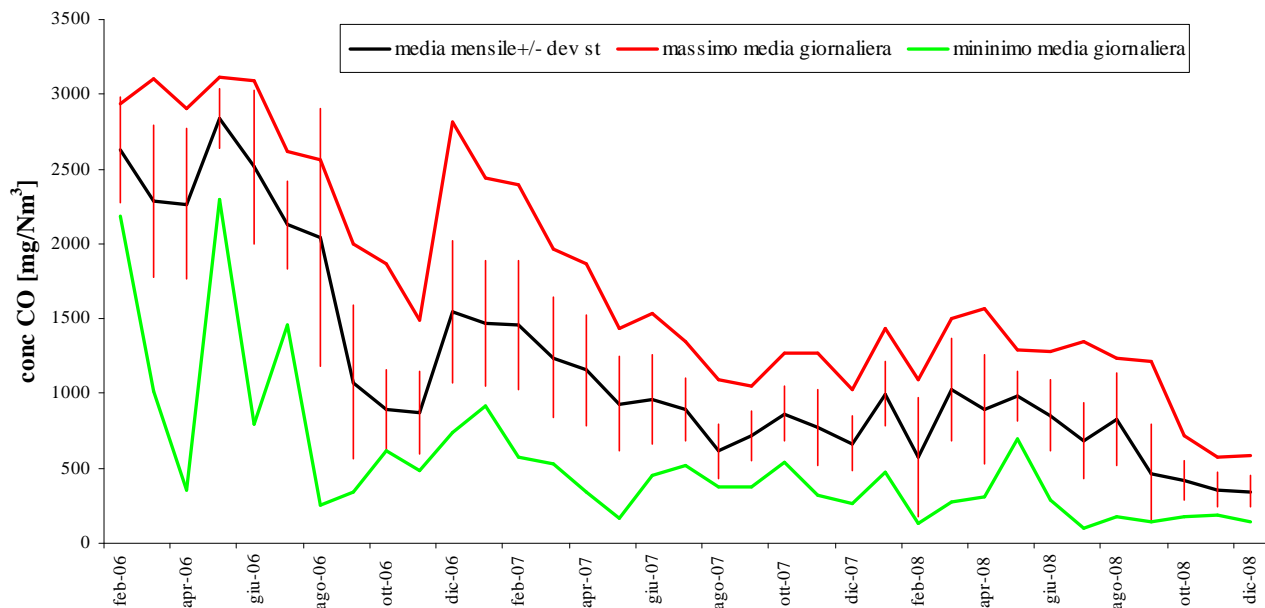


Figura 12 – Andamento medio mensile delle emissioni di monossido di carbonio al camino del forno di cottura dei clinker, registrate nel triennio 2006-2008.

Dal grafico si può osservare come la media mensile di CO a camino diminuisca marcatamente a partire dalla fine del 2006; parallelamente la deviazione standard delle medie mensili di CO calcolata a partire dai valori giornalieri, che parte da valori intorno a 1000 mg/Nm³, evidenzia un marcato trend di diminuzione nel tempo.

Va evidenziato che Cementi Rossi produce il clinker mediante un forno rotativo avente un bruciatore principale e un bruciatore secondario (calcinatore). La ripartizione dell'aria comburente "secondaria" è fondamentale per il controllo del contenuto di CO nei fumi.

Il decremento in emissione di CO sopra evidenziato appare principalmente legato ad una modifica del lay-out di impianto eseguito proprio tra la fine del 2006 e l'inizio del 2007. L'intervento è consistito nell'allungamento della zona di precalcinazione della farina ed ha permesso di ridurre il tenore di CO nei fumi di combustione in quanto parzializza l'aria disponibile in diverse zone dello stesso, permettendo di completare la reazione di combustione del carbonio in tutta la lunghezza

del precalcinatore, minimizzando le zone in cui è presente eccesso di ossigeno che privilegierebbe la formazione di NOx.

Sulla base di tali osservazioni si sono messe a confronto la portata di carbone e di aria comburente, ma in base ai dati a disposizione, tale confronto è risultato possibile solo per il bruciatore principale.

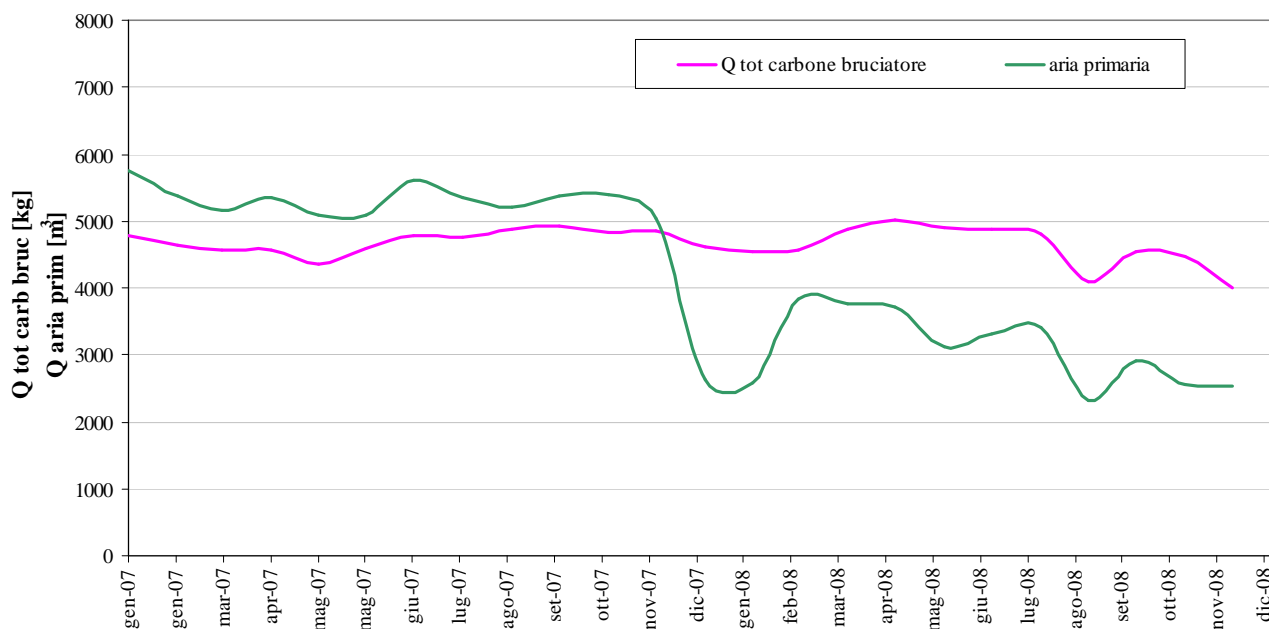


Figura 13 – Medie mensili della portata di carbone al calcinatore e la portata di aria primaria biennio 2007-2008

Si osserva che la portata di carbone non è caratterizzata da grandi variazioni, mentre la portata di aria primaria, attestata attorno ai 5500 Nmc/h nel 2007, subisce una netta diminuzione nel 2008, stabilizzandosi sui 3000 Nmc/h. Tale variazione è concomitante con la modifica effettuata sul sistema di alimentazione dell'aria al bruciatore principale. Fino a dicembre 2007 infatti l'aria primaria era alimentata al bruciatore mediante un singolo ventilatore. Nei primi mesi del 2008 è entrata in funzione la modifica di sdoppiamento dell'aria assiale dall'aria radiale; l'aria assiale è alimentata mediante soffiante volumetrica a lobi, mantenendo il ventilatore centrifugo per la sola aria radiale. La soffiante a lobi permette l'immissione di aria ad alta pressione che consente di avere una buona miscelazione con minori portate d'aria.

5.3.3 Ossidi di Azoto (NOx)

Gli ossidi di azoto rappresentano la più rilevante fonte di inquinamento atmosferico prodotta da un cementificio, essi possono essere divisi in base alla loro principale fonte di produzione in: NOx da materie prime, NOx termici, NOx da combustibile.

Gli NOx da materie prime si generano in seguito alla reazione di ossidazione dell'azoto presente nelle materie prime sotto forma di diversi composti, il cui contenuto generalmente può variare in un range tra 20-1000 ppm. La trasformazione dell'azoto avviene nel range di temperatura 300-800°C, ma dipende fortemente dalla velocità di riscaldamento delle materie prime; un rapido riscaldamento comporta preferenzialmente una reazione di cracking dei composti volatili contenenti l'azoto con produzione diretta di N₂ prima che l'azoto possa entrare in contatto con l'ossigeno, riducendo fortemente la produzione di NOx. [Inserire riferimento]

In un impianto di produzione del cemento con torre di riscaldamento a cicloni, la farina cruda, prima di entrare nel forno rotativo di cottura, è preriscaldata generalmente da 300°C a circa 900°C, in controcorrente con i fumi caldi della combustione. Dati di letteratura suggeriscono che la velocità di riscaldamento della materia prima sia tale da favorire la reazione di cracking dei composti volatili contenenti l'azoto con produzione diretta di N₂ piuttosto che NOx. E' quindi plausibile ritenere che per lo stabilimento Cementi Rossi il contributo di ossidi di azoto da tale fonte sia trascurabile.

Gli NOx termici si formano durante la combustione in seguito alla reazione tra l'azoto e l'ossigeno contenuti nell'aria di combustione stessa:



La loro formazione avviene a temperature superiori a 1200°C e la velocità di reazione dalla quale si sviluppano aumenta con la temperatura e con il livello di ossigeno (eccesso d'aria); se lo stesso impianto funziona ad un tenore di ossigeno più elevato, nella zona di combustione si formerà una quantità maggiore di NOx termico.

In letteratura è riportata la dipendenza della formazione di NOx dal tenore di O₂ e dalla temperatura; nel grafico sottostante si può notare come, in funzione del tenore di ossigeno, per valori di temperatura superiori a 2300°F (1260°C) – 2600°F (1430°C) a piccoli aumenti di temperatura corrispondono grandi incrementi della concentrazione di NOx.

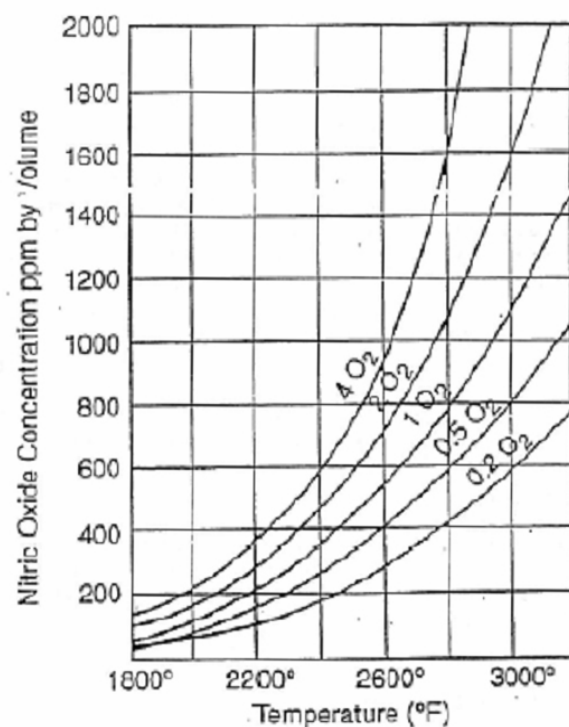


Figura 14 – *Variazione della concentrazione degli ossidi di azoto in funzione della temperatura e del tenore di ossigeno [....]*

Gli NO_x termici, per le caratteristiche del processo produttivo del cemento, possono formarsi solo all'interno del forno rotativo, dove i gas raggiungono una temperatura di 2000°C in prossimità del bruciatore principale, per poi diminuire fino a 900°C in corrispondenza del calcinatore (bruciatore secondario). La loro produzione è legata fundamentalmente alla quantità di aria comburente alimentata ed è importante sottolineare che le condizioni operative che deprimono la produzione degli ossidi di azoto sono uguali e contrarie a quelle che regolano il controllo delle emissioni del monossido di carbonio.

Gli NO_x da combustibile si formano in seguito alla reazione che avviene tra i composti dell'azoto presenti nel combustibile e l'ossigeno dell'aria di combustione; l'azoto si combina con altri atomi di azoto a formare N₂ o reagisce con l'ossigeno dando così origine a NO_x. È evidente che se la combustione è condotta in eccesso di ossigeno, si favorisce la produzione di ossidi di azoto, viceversa se si lavora in condizioni meno ossidanti. Tali reazioni sono comunque termodinamicamente favorite solo a temperature attorno a 900°C.

Tale tipologia di ossidi di azoto possono formarsi quindi, durante il processo produttivo del clinker, solo nel calcinatore. La portata di aria comburente è il parametro operativo fondamentale per il controllo delle emissioni di tali ossidi di azoto. Anche in questo caso, il monossido di carbonio è antagonista agli NO_x, come per gli NO_x termici.

La Cementi Rossi, al fine di raggiungere un opportuno compromesso tra concentrazione di CO e NOx nei fumi emessi, compromesso legato chiaramente ai limiti autorizzativi, immette al calcinatore una portata di aria terziaria tale da lavorare in difetto di ossigeno per ridurre la concentrazione di NOx finale; e fornisce nel precalcinatore la quantità di aria necessaria al completamento della combustione del carbonio a CO₂ (aria terziaria).

I valori medi di emissione degli ossidi di azoto per Cementi Rossi negli anni 2006, 2007, 2008 risultano pressoché invariati e sono, rispettivamente, 452, 488 e 458 mg/Nm³ come si può evincere dall'andamento delle medie mensili riportate nel grafico sottostante.

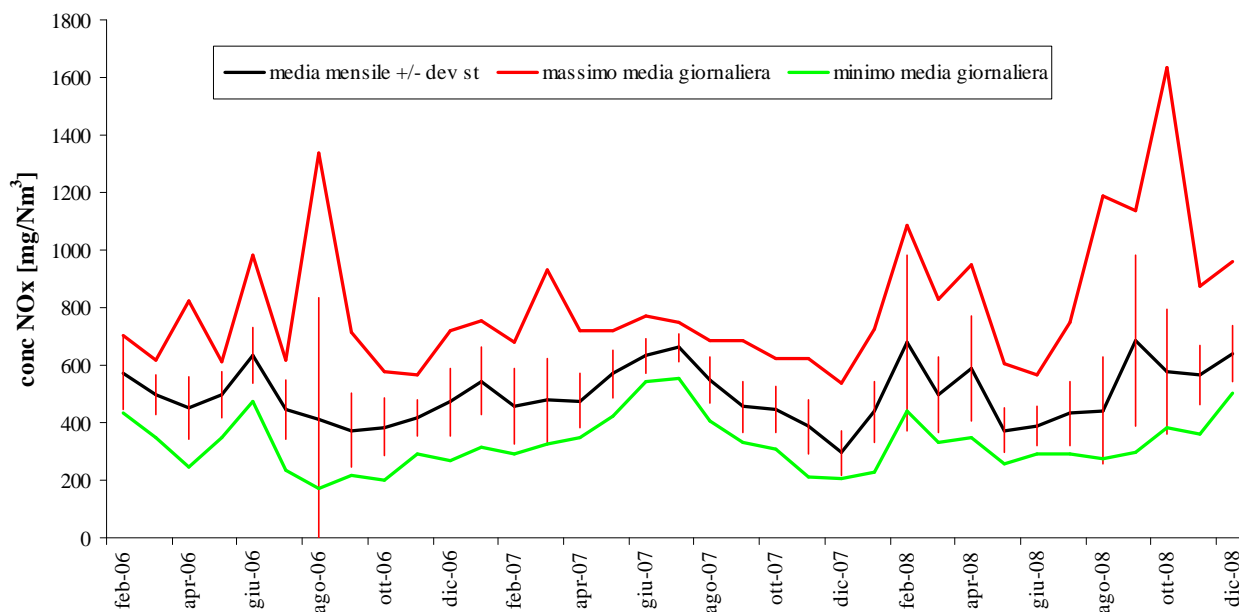


Figura 15 – Andamento medio mensile delle emissioni di ossido di azoto dal camino del forno di cottura dei clinker, registrate nel triennio 2006-2008.

Le difficoltà di correlare i dati di emissione degli ossidi di azoto con i parametri operativi di processo sono dovute al fatto che:

- le concentrazioni di NOx misurate non possono tener conto delle differenti fonti di produzione, per cui non c'è alcuna distinzione tra NOx termici, da combustibile e da materie prime
- i parametri operativi che influenzano le emissioni sono molteplici

Ne consegue che, per un'analisi qualitativa dei dati sulle emissioni, è stato necessario effettuare alcune ipotesi e selezionare i dati di processo al fine di individuare come le singole variabili possano influenzare le emissioni.

Innanzitutto, si ritiene, come già accennato, che la produzione di NOx da materie prime sia trascurabile, in quanto il tempo di permanenza della farina nell'intervallo di temperatura 300-800°C sia talmente breve da favorire la reazione di cracking dei composti volatili contenenti l'azoto con produzione diretta di N₂, piuttosto che gli ossidi.

Per quanto riguarda gli NOx termici, si può ritenere che la loro produzione, strettamente legata al bruciatore principale, non sia caratterizzata da grosse variazioni, ma che abbia comunque mediamente subito una parziale riduzione in seguito alle modifiche apportate al sistema di alimentazione dell'aria primaria al bruciatore. Tale modifica ha permesso di quasi dimezzare la portata di aria comburente, con conseguente riduzione nella formazione di NOx termici

Il fatto che la quantità di NOx emessa nel triennio 2006/2008 sia rimasta pressoché invariata suggerisce che vi sia stato negli ultimi anni necessariamente un incremento di produzione di NOx atto a compensare la riduzione di produzione di ossidi di azoto termici nel forno rotativo. Quanto sopra fa ipotizzare che ci sia stata negli ultimi anni una variazione di NOx da combustibile, prodotti nel bruciatore secondario. Affinché gli NOx al calcinatore aumentino è necessario che vi sia un incremento di aria comburente.

La variazione di NOx da combustibile prodotti nel bruciatore secondario (calcinatore). dipende ovviamente dalla tipologia di combustibile utilizzato e dalla quantità di aria secondaria, come spiegato precedentemente.

L'analisi dei dati di processo ha pertanto concentrato l'attenzione nel tentativo di evidenziare come queste due variabili operative incidessero sulle variazioni di concentrazione di NOx.

Confrontando i dati di emissione degli NOx, registrati nel mese di gennaio 2007 riportati in figura successiva, con le portate di combustibile, sia al bruciatore che al calcinatore, si osserva che, a fronte di una pressoché costanza di carbone e pneumatico alimentato, le concentrazioni di NOx rimangono inalterate per la prima metà del mese, per poi subire notevoli variazioni.

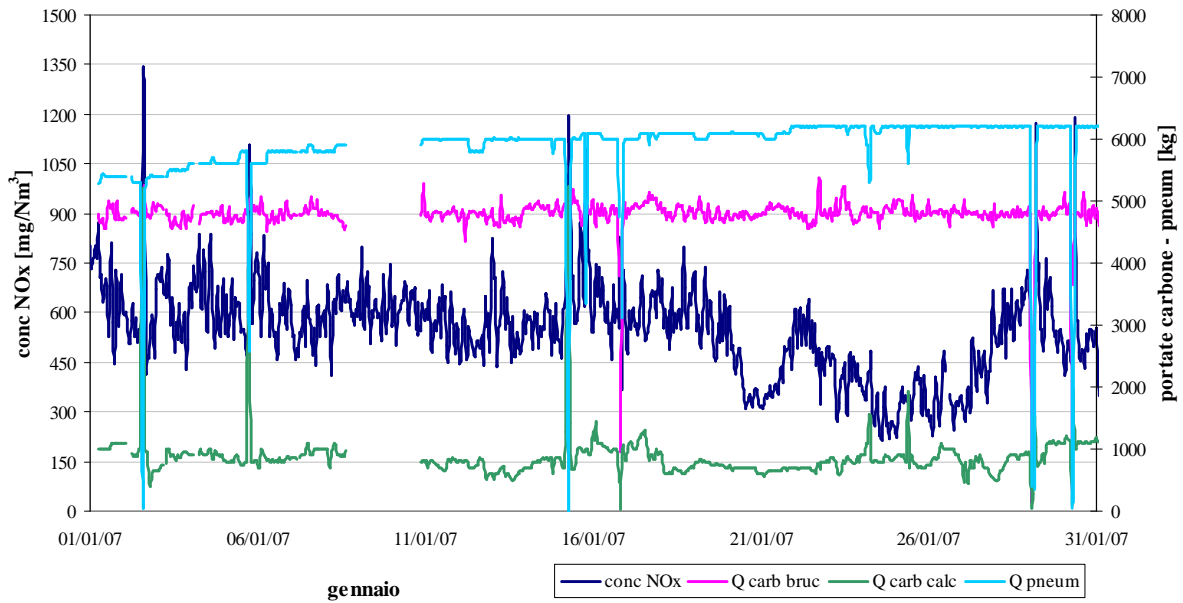


Figura 16 – Confronto tra le emissioni medie orarie di ossido di azoto al camino del forno di cottura (camino 16) e le portate medie orarie di carbone e pneumatici alimentate al bruciatore e al calcinatore, mese di gennaio 2007

Ciò suggerisce che tali variazioni siano imputabili ad altrettante variazioni di aria comburente. Non essendo però in possesso di dati relativi alla portata di aria terziaria, si è scelto di utilizzare come indicatore indiretto, la concentrazione di CO, in quanto anch'essa influenzata dalla stessa variabile. Il grafico in figura successiva mette a confronto proprio le concentrazioni di CO e NOx per la seconda metà del mese di gennaio.

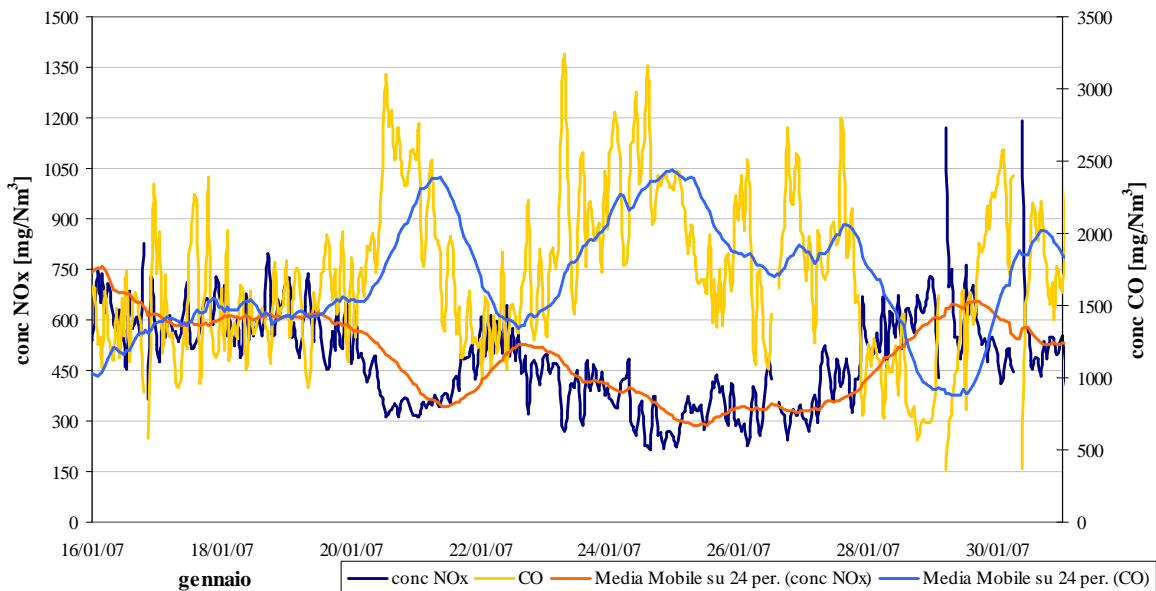


Figura 17 – Confronto tra le emissioni medie orarie degli ossidi di azoto e di monossido di carbonio emessi al camino del forno di cottura dei clinker (camino 16), registrate nel mese di gennaio 2007

Si osserva come i due andamenti siano speculari nel tempo, per cui un aumento di CO corrisponde ad una diminuzione di NOx e viceversa. Questo conferma quanto ipotizzato precedentemente: in condizioni di eccesso d'aria comburente si ha un incremento di concentrazione di NOx con corrispondente diminuzione di CO, viceversa in difetto di ossigeno si produce più monossido di carbonio e si diminuisce la produzione di ossidi di azoto.

Nel mese di novembre 2007 invece, è possibile osservare come la tipologia o la quantità di combustibile alimentato al calcinatore (rapporto carbone/pneumatici) possa modificare le emissioni di NOx.

Nel grafico di figura successiva sono messe a confronto le portate di combustibile totale alimentato al bruciatore secondario, le portate di carbone e di pneumatici e le concentrazioni di NOx. Si osserva che a consumo di combustibile totale costante, si registra una importante diminuzione di ossidi di azoto emessi, proprio in corrispondenza della diminuzione nell'uso di carbone e al corrispondente aumento di pneumatici.

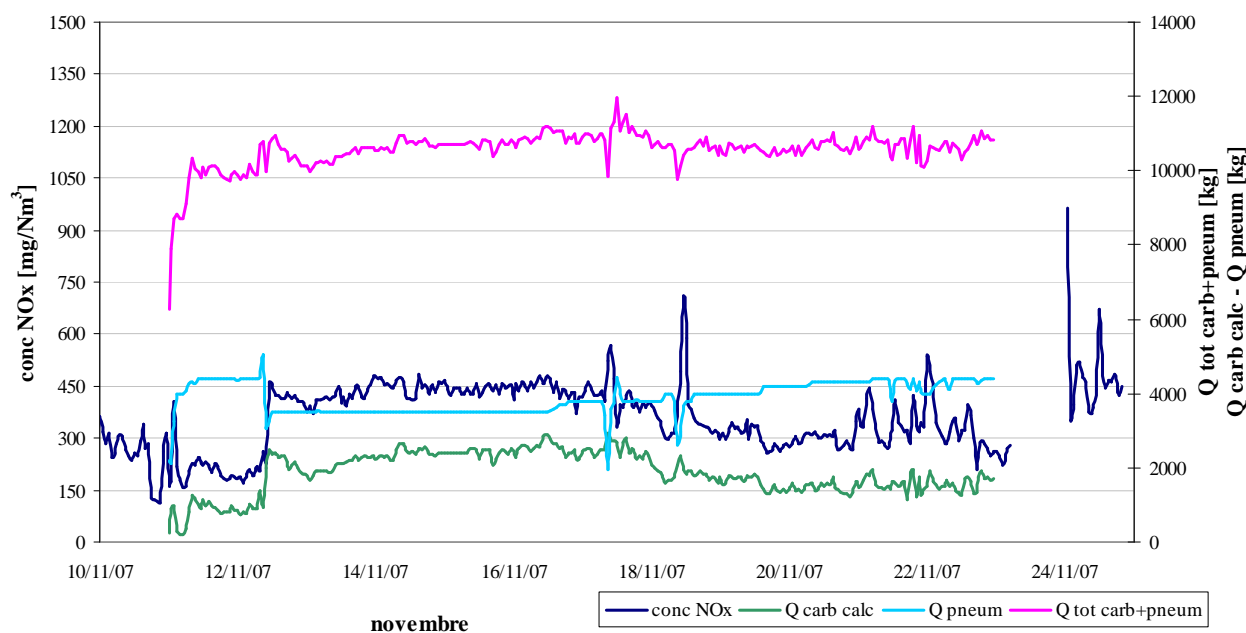


Figura 18 – Confronto tra le emissioni medie orarie di ossido di azoto al camino del forno cottura (camino 16) e le portate medie orarie di carbone e pneumatici alimentate al bruciatore e al calcinatore, mese di novembre 2007

Analogamente, nel mese di maggio 2008 si osserva piuttosto bene come le emissioni di NOx oscillino seguendo le variazioni di portata di carbone al calcinatore, mentre rimangono inalterate le portate degli altri combustibili.

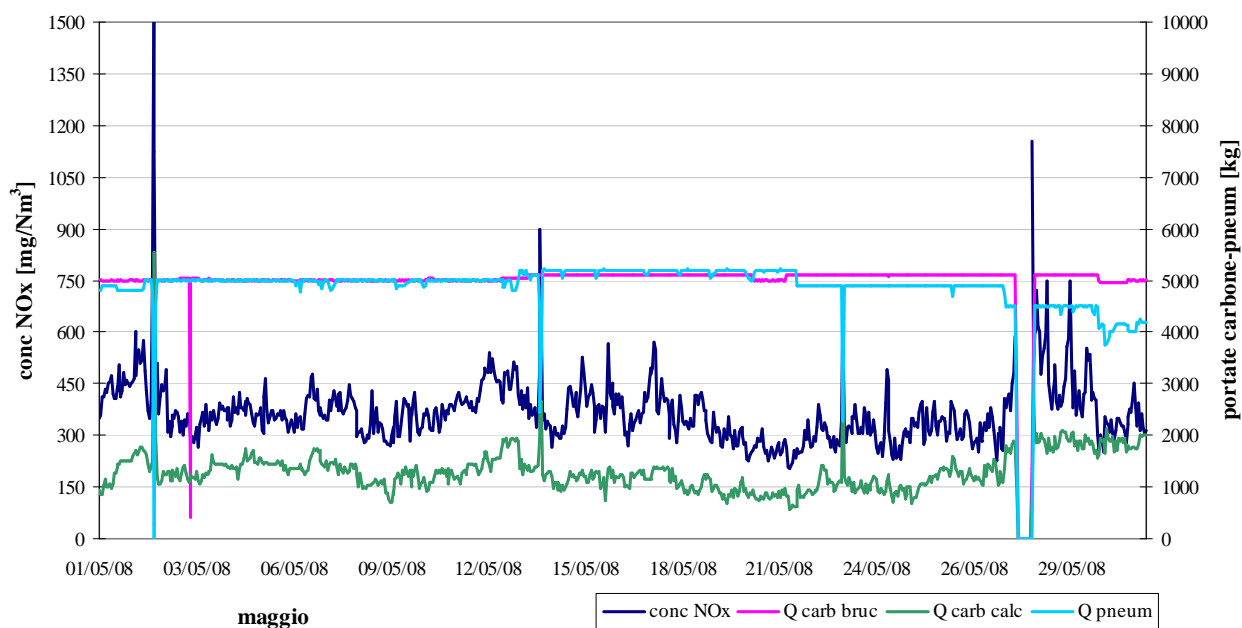


Figura 19 – Confronto tra le emissioni medie orarie di ossido di azoto al camino del forno di cottura (camino 16) e le portate medie orarie di carbone e pneumatici alimentate al bruciatore e al calcinatore, mese di maggio 2008

Tali osservazioni sono evidenti anche nei mesi di giugno, luglio agosto e dicembre 2007.

In definitiva l'analisi qualitativa dei dati registrati negli anni 2007-2008 ha permesso di evidenziare come le emissioni di NOx, influenzate da molteplici fattori, mostrano una possibile correlazione con la portata di aria secondaria e con la composizione o la quantità del combustibile alimentato al calcinatore; si è verificato l'antagonismo tra gli ossidi di azoto e l'ossido di carbonio, in quanto influenzati in modo opposto dalla portata di aria comburente, parametro operativo comune alle due tipologie di inquinanti.

I dati in nostro possesso non permettono comunque di evidenziare particolari correlazioni quantitative tra i singoli parametri operativi di processo e le emissioni di NOx.

5.3.5 Biossido di Zolfo (SO₂)

Le emissioni di SO₂ dipendono fondamentalmente dalla presenza di composti dello zolfo nelle materie prime e nei combustibili, in particolare si fa riferimento ai composti volatili.

Lo zolfo può essere emesso dal sistema forno-calcinatore-preriscaldatore sia sotto forma di ossido, nei fumi, che come solfato di calcio o altri composti nel clinker.

La produzione e l'emissione di ossidi di zolfo dipende anche dal fenomeno di ricircolazione che si instaura tra il forno, il calcinatore e il precalcinatore.

Le materie prime possono contenere generalmente zolfo sotto forma di solfati e solfiti. I solfati sono composti stabili soggetti a parziale decomposizione termica alle alte temperature, nella zona

di sinterizzazione del forno rotativo. Di conseguenza lo zolfo proveniente dai solfati è quasi completamente inglobato e scaricato attraverso il clinker, anche se una piccolissima parte di essi può dare origine a SO₂. I solfiti, invece, sono generalmente ossidati nel preriscaldatore ed emettono parzialmente SO₂.

Lo zolfo contenuto nei combustibili è ossidato a SO₂, ma non porta a significanti emissioni. Esso infatti reagisce nella zona di sinterizzazione, calcinazione e preriscaldamento (zona fortemente alcalina) per formare solfati che rientrano in circolo verso il forno e si uniscono con quelli provenienti dalle materie prime.

Quindi in pratica la produzione di SO₂ dipende principalmente dai solfiti presenti nelle materie prime come pirite e marcasite.

In figura successiva riportiamo l'andamento medio mensile delle emissioni di SO₂ al camino del forno di cottura dei clinker, registrate nel triennio 2006-2008.

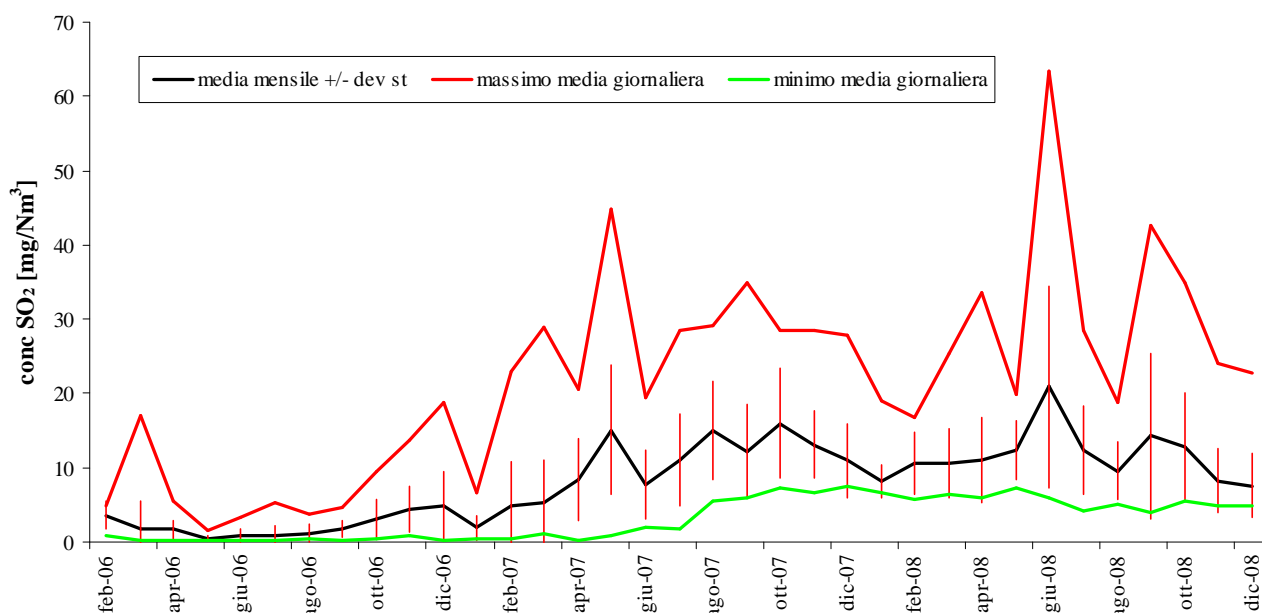


Figura 20 – Andamento medio mensile delle emissioni di anidride solforosa al camino del forno di cottura dei clinker, registrate nel triennio 2006-2008.

Generalmente se le materie prime contengono basse quantità di zolfo, le emissioni di anidride solforosa dovrebbero aggirarsi attorno/al di sotto di 10 mg/Nm³, senza sistemi di abbattimento [1].

5.3.5 Polveri (PM)

Le emissioni delle polveri in un impianto di produzione del cemento provengono da diverse fonti, quali: i mulini del crudo, le unità di macinazione ed essiccamento, il forno di cottura, il

raffreddatore, il preriscaldatore, dalla preparazione del combustibile e dalla macinazione del cotto, etc.

I sistemi di abbattimento delle polveri di Cementi Rossi consistono fondamentalmente nell'utilizzo di filtri a maniche, in cui confluiscono i fumi uscenti dal forno rotativo e dalla torre di calcinazione e di raffreddamento, e di precipitatori elettrostatici in cui confluiscono i fumi provenienti dalla griglia di raffreddamento del clinker e dall'essiccatoio del calcare utilizzato come correttivo delle materie prime (HAZEMAG).

I principali parametri progettuali che determinano le prestazioni di un filtro a maniche sono la velocità di filtrazione, espressa come rapporto tra la portata dei fumi e la superficie delle maniche filtranti in esercizio, e la distribuzione granulometrica.

Tali sistemi mantengono generalmente le emissioni di polveri al di sotto di 5 mg/Nmc (Bref Febbraio 2009)[...] e sono efficaci nel fermare anche le particelle adese alle polveri come i metalli e le diossine, se presenti.

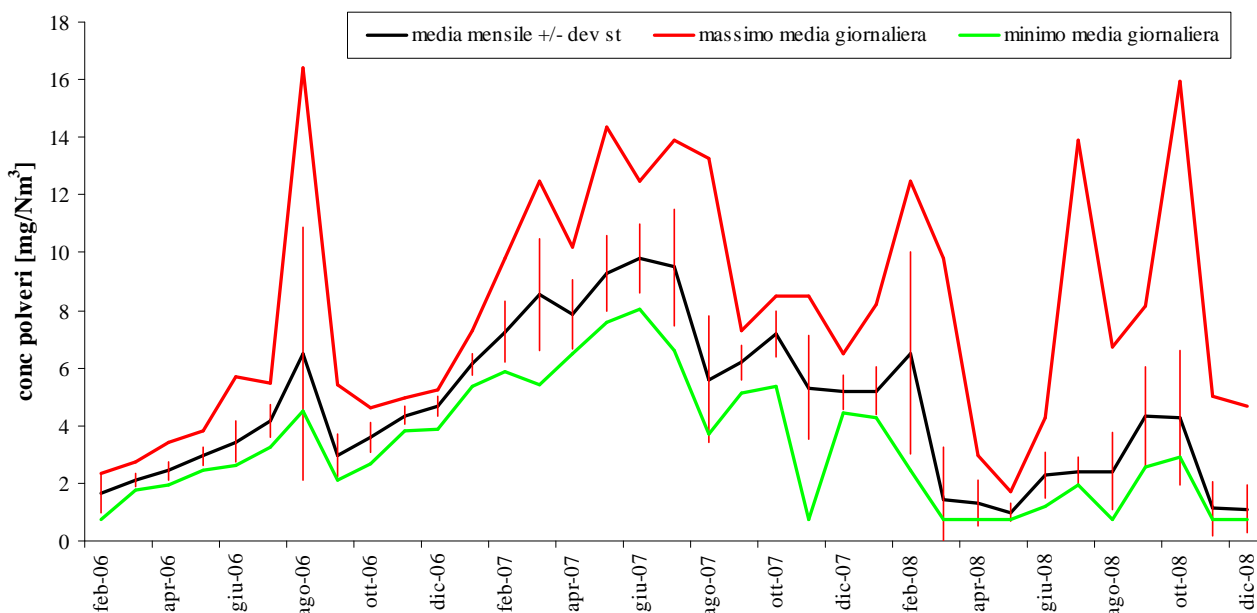


Figura 21 – Andamento medio mensile delle emissioni di polveri totali al camino del forno di cottura dei clinker, registrate nel triennio 2006-2008.

Ipotizzando che la distribuzione granulometrica delle polveri a monte del filtro a maniche sia costante, si è provato a confrontare la concentrazione delle polveri con il ΔP del filtro; dal grafico in figura successiva non si è notata alcuna correlazione tra il dato di processo e le emissioni, per cui la perdita di carico non può essere considerata un parametro particolarmente sensibile ed utilizzabile per evidenziare eventuali superamenti del limite di emissioni. Il ΔP è un parametro

necessario solo per la gestione e l'esercizio del filtro; alte perdite di carico sulle maniche comportano un'eccessiva sollecitazione meccanica che ne ridurrebbe la vita media operativa ed indurrebbe ad effettuare contro-lavaggi più frequenti ed energici sottoponendo le maniche ad ulteriori ed eccessive sollecitazioni meccaniche.

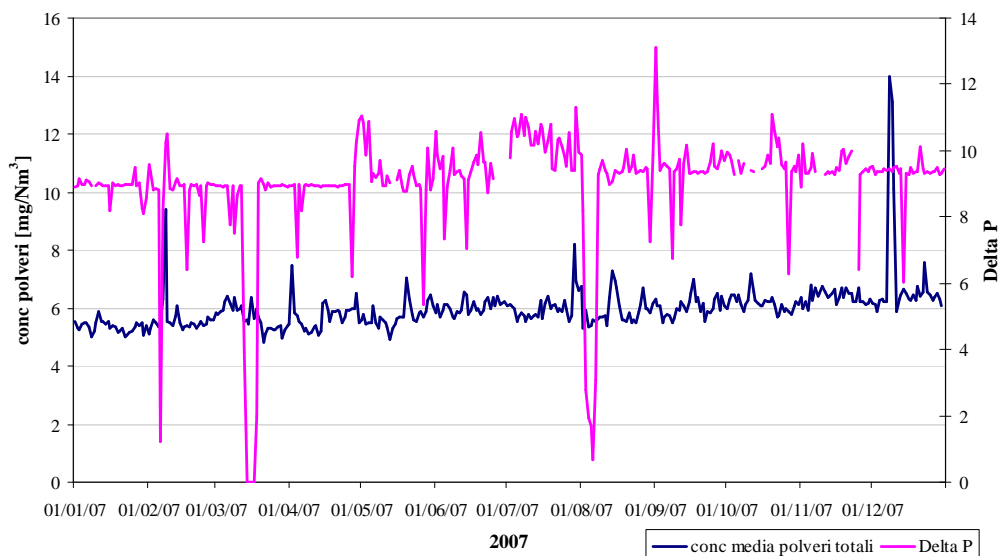


Figura 22 – Confronto tra le concentrazioni medie giornaliere di polveri totali emesse dal filtro a maniche e i ΔP medi giornalieri dello stesso filtro, riferite all'anno 2007.

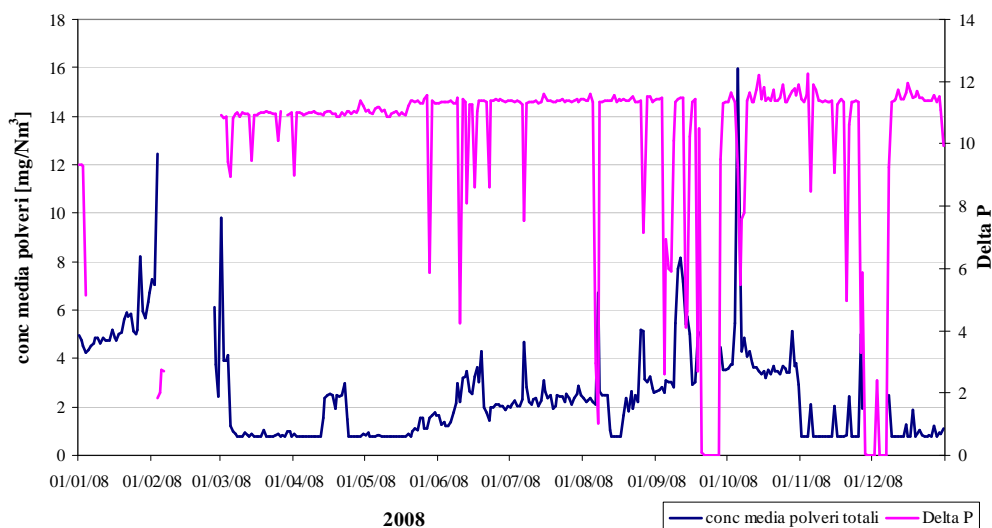


Figura 23 – Confronto tra le concentrazioni medie giornaliere di polveri totali emesse dal filtro a maniche e i ΔP medi giornalieri dello stesso filtro, riferite all'anno 2008.

Nei grafici seguenti si è cercato di evidenziare invece se ci sia una qualche correlazione tra le emissioni e i due parametri progettuali velocità di filtrazione e carico delle polveri, rispettivamente legati alla portata dei fumi e alla portata di farina alimentata.

La variazione delle polveri nel tempo non sembra dipendere dalla portata volumetrica dei fumi e dalla portata di farina, ma riteniamo possa essere attribuibile alla diminuzione dell'efficienza del filtro in seguito ad usura o a rottura delle maniche.

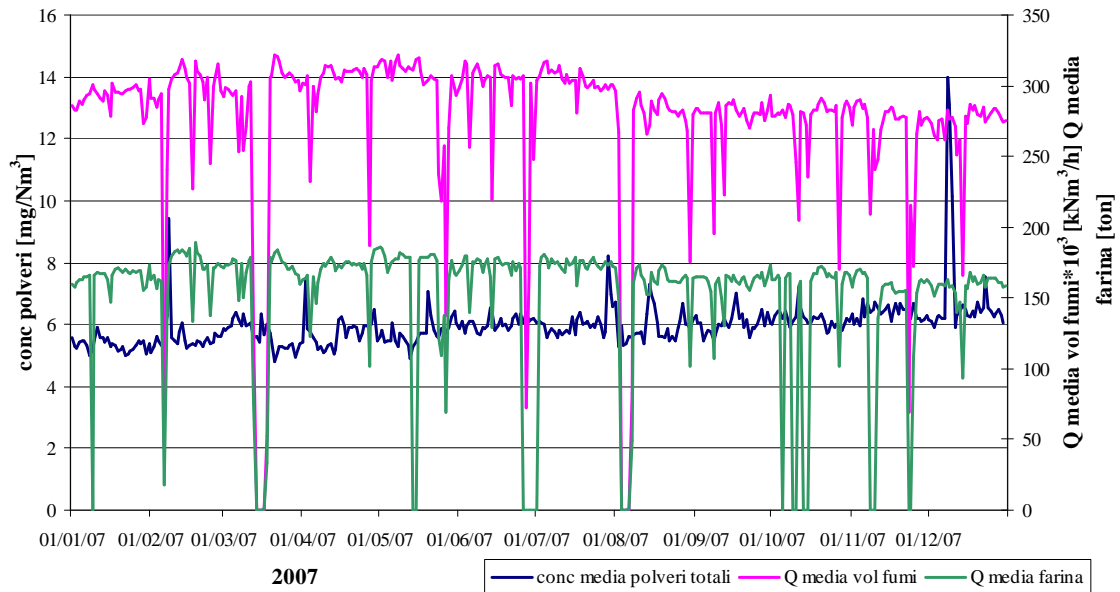


Figura 24 – Concentrazioni medie giornaliere di polveri totali emesse al filtro a maniche e le portata media giornaliera volumetrica dei fumi e della farina, riferite all'anno 2007.

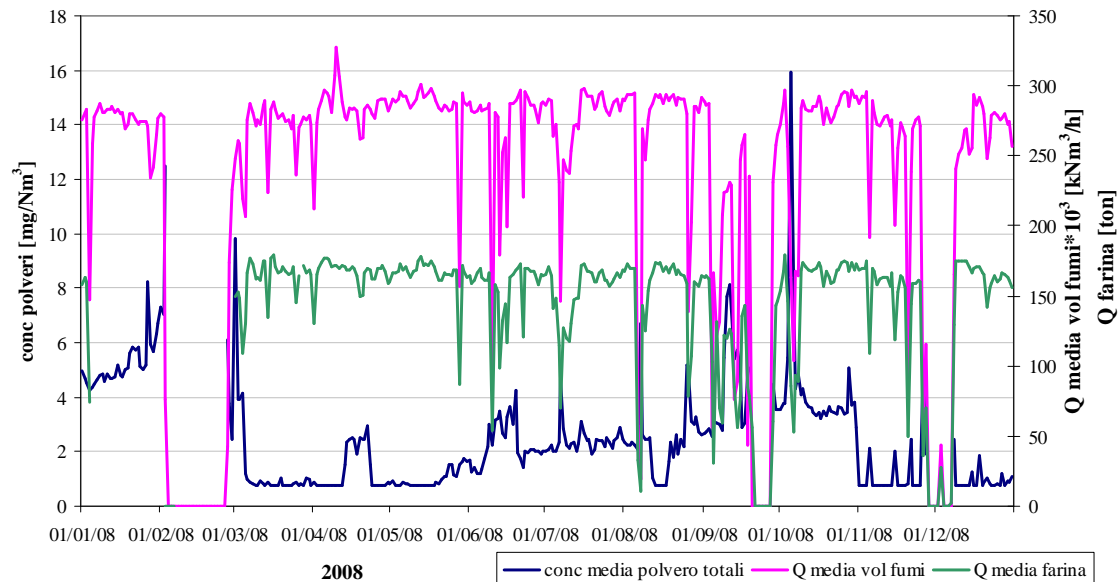


Figura 25 – Concentrazioni medie giornaliere di polveri totali emesse al filtro a maniche e le portata media giornaliera volumetrica dei fumi e della farina, riferite all'anno 2008.

5.3.6 Carbonio Organico Totale (COT)

Le emissioni di COV possono verificarsi nelle prime fasi del processo (preriscaldatore, precalcinatori), quando le sostanze organiche contenute nelle materie prime si volatilizzano contemporaneamente al riscaldamento della farina cruda, in quanto tali composti volatilizzano a temperature comprese tra 400 e 600°C. Nei forni le emissioni di COV risultano modeste in condizioni di esercizio normale, grazie al lungo tempo di permanenza dei gas, all'alta temperatura ed alle condizioni ossidanti; le concentrazioni possono eventualmente aumentare nelle fasi di avvio o di fermata nei gas esausti. Generalmente il tenore di COV è al di sotto di 80 mg/Nm³ [1].

5.3.7 Acido Cloridrico (HCl) e Acido Fluoridrico (HF)

I composti inorganici del cloro e del fluoro sono contenuti nelle materie prime e nei combustibili. Il fluoro presente nei forni rotanti per il 90-95% viene catturato nel clinker, la parte restante si lega alle polveri sottoforma di fluorina (CaF_2), che è stabile nelle condizioni di combustione del processo. Il cloro, invece, forma composti alcalini che inizialmente sono sottoforma di vapore, per poi condensare in un range di temperatura compreso tra 700-900°C, poi rientrare nel forno ed evaporare di nuovo. Questo ciclo può causare la formazione di incrostazioni molto dannose per il processo. L'installazione di un by-pass all'entrata del forno consente di ridurre questo fenomeno, evitando malfunzionamenti.

Il forno da cemento opera in condizioni alcaline che comportano la neutralizzazione dei composti del cloro formando cloruro di sodio, di potassio e di calcio; tutto ciò porta a modestissime emissioni di acido cloridrico dai forni con precalcinatore. A conferma si riportano i dati di emissione di Cementi Rossi.

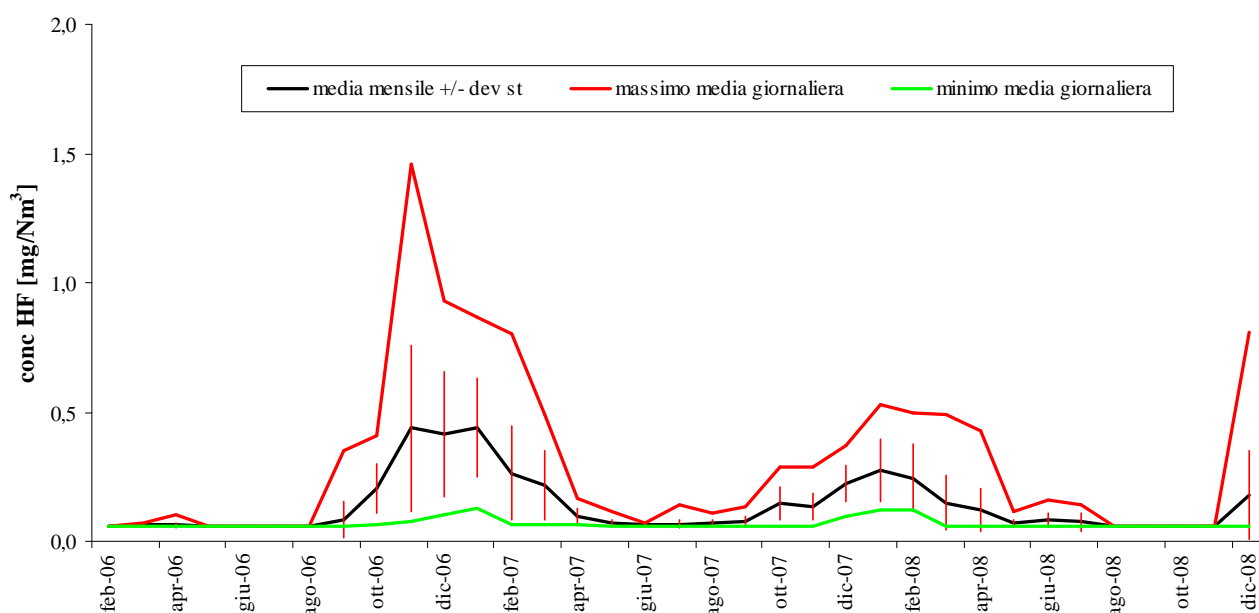


Figura 26 – Andamento medio mensile delle emissioni di acido fluoridrico al camino del forno di cottura dei clinker, registrate nel triennio 2006-2008.

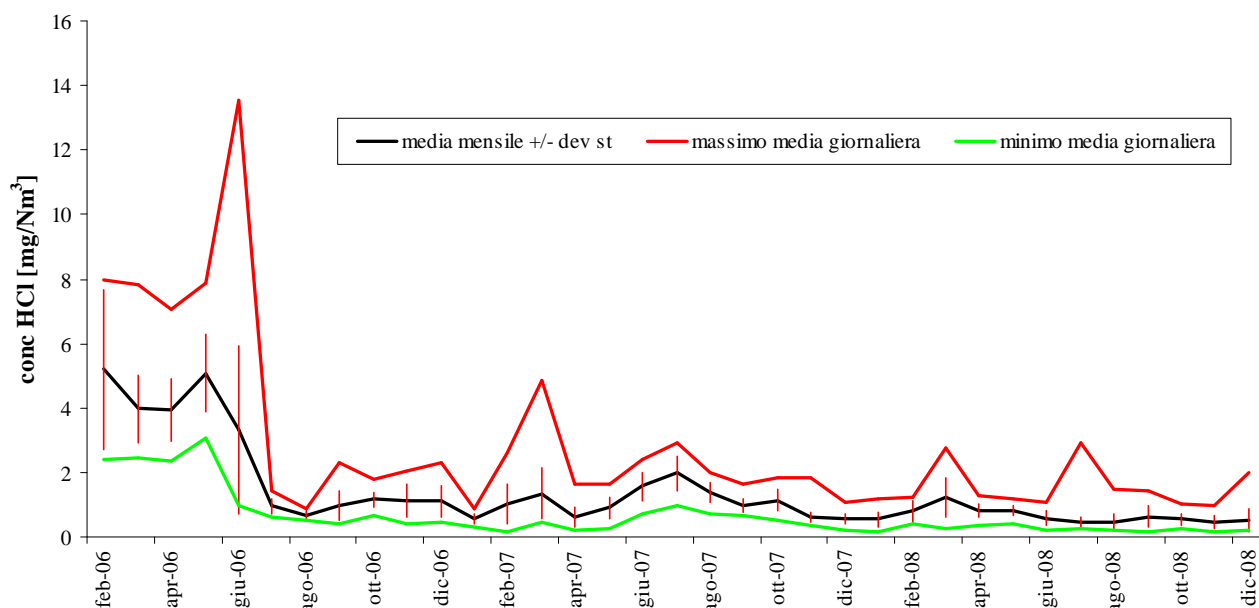


Figura 27 – Andamento medio mensile delle emissioni di cloridrico al camino del forno di cottura dei clinker, registrate nel triennio 2006-2008.

Dai grafici è evidente come le emissioni di HCl e HF sono così basse e prossime al limite di rilevabilità strumentale da poter essere considerate poco significative.

5.3.8 Metalli e loro composti, microinquinanti organici e IPA

I metalli sono contenuti sia nelle materie prime sia nei combustibili; il loro comportamento nel processo di combustione dipende dalla volatilità. I composti non volatili e semi-volatili rimangono nel processo e lasciano il forno sotto forma di costituente del clinker. I composti metallici volatili rimangono legati alle polveri uscenti con i gas esausti. Le polveri emesse contengono piccole quantità di composti metallici quali arsenico, cadmio, mercurio, piombo, tallio e zinco. La fonte principale di polveri contenenti metalli è il forno, compresi preriscaldatore, precalcinatore e raffreddatore del clinker.

La co-presenza di cloro e composti organici, in una combustione, creano i presupposti per la generazione di diossine e furani, che si formano ad una temperatura compresa tra 200÷450°C. Per evitare la possibile formazione di diossine è importante che i fumi esausti siano raffreddati velocemente cosicché il tempo di permanenza in quella finestra di temperatura sia il più basso possibile. A tal proposito nel cementificio è presente una torre di condizionamento che raffredda i fumi fino ad una temperatura di circa 180°C.

Le diossine non possono essere misurate in continuo, pertanto per esse non sono disponibili i dati dello SME. Le diossine ed i metalli vengono monitorati nelle analisi periodiche, sia quelle ARPAV sia quelle di autocontrollo. I dati relativi ai valori di diossina mostrano sempre il rispetto dei limiti; al paragrafo 3.3 è indicata una stima dei valori di microinquinanti emessi a partire dalle analisi periodiche.

Relativamente agli IPA, la temperatura della fiamma (1800-2000°C) e i tempi di residenza prolungati rendono trascurabile il livello di carbonio organico dovuto all'incompleta ossidazione dei combustibili, assicurando una distruzione estremamente efficace dei composti organici. L'emissione di IPA potrebbe tuttavia verificarsi nelle prime fasi del processo (preriscaldamento, calcinazione) quando i composti organici eventualmente presenti nelle materie prime possono essere volatilizzati.

5.4 Influenza dei combustibili alternativi

Nel ciclo di produzione del cemento si possono utilizzare sostanze e materiali derivanti da altri processi produttivi e di consumo, sia come apporti di materia, sia come combustibili di sostituzione. Per poter utilizzare i rifiuti come combustibili il processo deve avere determinate caratteristiche, quali:

- temperatura massima di 2000°C nel forno rotante;
- tempo di residenza dei gas, a temperatura superiore a 1200°C nel forno rotante, di almeno 8 secondi;
- atmosfera ossidante nel forno rotante;
- temperatura del materiale di circa 1450°C nella zona di sinterizzazione;
- tempo di residenza dei gas, a temperatura superiore a 850°C nella seconda camera di combustione, di almeno 2 secondi;
- Basso tempo di permanenza dei fumi nel range di temperature della De-novo sintesi.

La scelta del punto di alimentazione del rifiuto è molto importante ai fini delle emissioni e delle caratteristiche finali del prodotto. Se l'alimentazione avviene nella camera di combustione principale le elevate temperature comporteranno la decomposizione di tutti i composti pericolosi, se si ha nella seconda camera di combustione, invece, le temperature più basse non distruggeranno i composti organici alogenati, ed infine se l'alimentazione avviene dall'alto, i composti organici e inorganici volatili in seguito alla fase di riscaldamento, nella discesa, evaporeranno. E' quindi necessario scegliere il punto di alimentazione del rifiuto in base alle sue caratteristiche chimico-fisiche al fine di non incidere sulle emissioni inquinanti, ovvero scegliere la tipologia di rifiuto da utilizzare in base alle caratteristiche tecnologiche dell'impianto.

Nel caso della Cementi Rossi, essendo il bruciatore principale del tipo Low NOx, il combustibile utilizzabile è polverino di carbone. Quindi, il lay-out di impianto permette di alimentare rifiuto come combustibile solo nel bruciatore secondario (calcinatore) o in testa al preriscaldatore. Cementi Rossi ha optato per la prima soluzione.

I tipi di rifiuti utilizzati più frequentemente nei cementifici sono: pneumatici usati, gomma, carta, oli usati, residui della lavorazione del legno, RDF-CDR, fanghi di depurazione essiccati, plastica e solventi.

La Cementi Rossi è autorizzata dalla Regione Veneto con il decreto n. 13 del 04/09/2007 “Autorizzazione Integrata Ambientale Provvisoria” ad impiegare come combustibili alternativi:

- pneumatici fuori uso, massimo 60000 tonnellate/anno
- farine e grassi animali, massimo 25000 tonnellate/anno

Inoltre l’autorizzazione prevede che la percentuale di sostituzione calorica derivante da combustibili alternativi non possa mai superare il 60%.

Le quantità realmente utilizzate nell’ultimo triennio sono illustrate nella tabella sottostante:

Tabella 9 – *Quantità di combustibili alternativi utilizzati dalla ditta Cementi Rossi nel triennio 2006-2008*

Rifiuti	2006 [t]	2007 [t]	2008 [t]
Pneumatici	41.100	47.100	37.090
Farine e grassi animali	0	0	0

I pneumatici fuori uso sono composti essenzialmente da caucciù sintetico o naturale, fuliggine e ossido di silicio, acciaio e tessuto e hanno un potere calorifico inferiore (P.C.I.) di circa 30.000 KJ/kg. Essi sono forniti da terzi e arrivano in cementificio, tramite autotreni, preventivamente stallonati (trattamento meccanico che elimina dai pneumatici lo scheletro metallico di supporto e di sostegno laterale) e ridotti in pezzatura di circa 50x100 mm.

Nella tabella che segue si riportano i dati medi delle analisi effettuate sui pneumatici in ingresso negli anni 2007 e 2008, confrontati con le analoghe analisi sul combustibile tradizionale (pet coke).

Tabella 10 – *Quantità di combustibili alternativi utilizzati dalla ditta Cementi Rossi nel triennio 2006-2008. Le analisi sono riferite al campione secco.*

Parametro	Pneumatici		Pet coke	
	Media analisi 2007	Media analisi 2008	Media analisi 2007	Media analisi 2008
C [% m/m]	71,0	69,8	87,0	87,0
H [% m/m]	6,2	6,2	3,8	4,0
N [% m/m]	0,8	1,0	1,9	2,0
S [% m/m]	1,5	1,7	4,9	3,7
Cl [% m/m]	n.d.	0,04	n.d.	0,01
Ceneri [% m/m] (esclusa la parte metallica)	5,1	6,4	0,8	0,9
Fe [% m/m] (parte metallica pneumatici)	13,3	13,4	-	-
Materie volatili [% m/m] (solo per il pet coke)	-	-	11,0	12,0
P.C.I. [Kcal/Kg]	7318	7178	8179	8249

Nel grafico seguente si riportano i consumi medi mensili di combustibile alternativo utilizzato da Cementi Rossi nel biennio 2007-2008.

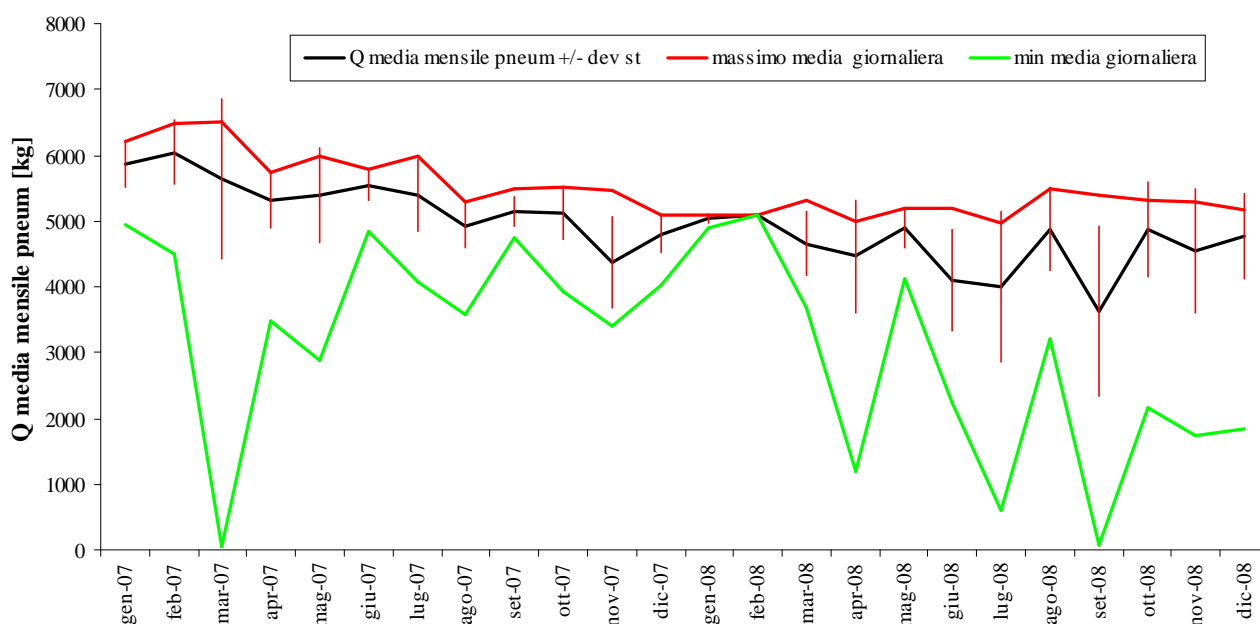


Figura 28 – Andamento mensile della percentuale di pneumatici alimentati al calcinatore, biennio 2007-2008

I dati contenuti nella tabella sottostante evidenziano come l'introduzione dei pneumatici nel calcinatore comporti una riduzione di NO_x e SO₂ e allo stesso tempo un aumento della concentrazione di CO. Relativamente alle polveri, l'andamento illustrato dai dati dello SME è in contrasto con l'analisi delle marce in regime normale e in assenza di pneumatici, come descritto al paragrafo successivo.

Tabella 11 – Concentrazioni emesse dal camino 16 (forno cottura) in assenza e in presenza di combustibili alternativi (pneumatici) a partire dai dati dello SME.

		CO [mg/Nm ³]	NO _x [mg/Nm ³]	SO ₂ [mg/Nm ³]	Polveri [mg/Nm ³]
2006	Combustibili alternativi	1879,1	451,6	2,1	3,8
	Combustibili convenzionali	277,0	936,5	6,3	9,7
2007	Combustibili alternativi	989,4	487,5	10	7,2
	Combustibili convenzionali	295,3	973,1	16,1	14,8
2008	Combustibili alternativi	777,6	457,6	11,1	2,2
	Combustibili convenzionali	290,5	953	15,3	5,6

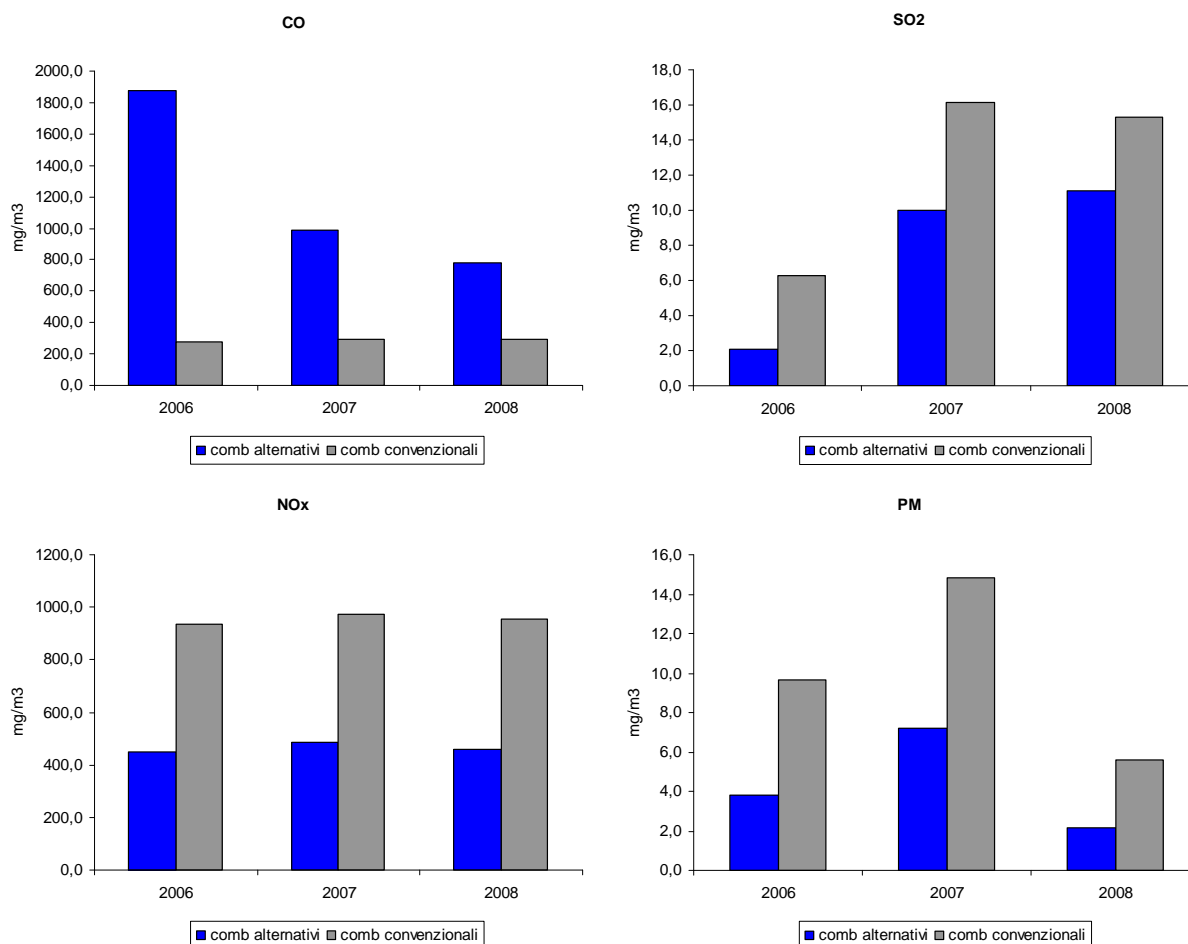


Figura 29 – Concentrazioni medie emesse dal camino 16 (forno cottura) in assenza e in presenza di combustibili alternativi (pneumatici) a partire dai dati dello SME

La diminuzione del SO₂ e in maniera minore degli NO_x possono trovare una prima spiegazione nella composizione dei pneumatici rispetto al pet coke.

L'aumento di CO e la rispettiva riduzione di NO_x, che ricordiamo essere antagonisti, possono essere spiegati invece dalla variazione della superficie specifica dei combustibili. La superficie specifica è definita come l'area superficiale per unità di massa e serve a valutare il grado di reattività del combustibile durante la sinterizzazione. Il carbone, utilizzato sotto forma di polverino, presenta una superficie specifica e un grado di reattività decisamente più alto rispetto ai pneumatici usati in pezzature di circa 50x100 mm. Per questo motivo, la combustione dei pneumatici è una combustione meno ottimale e porta, a parità di condizioni, alla formazione del composto non completamente ossidato ovvero CO rispetto alla forma più stabile termodinamicamente CO₂.

5.4.1 Monitoraggio in regime normale e in assenza di pneumatici

In accordo con la ditta Industria Cementi Rossi e in convenzione con il comune di Pederobba, sono stati eseguiti, presso il suddetto cementificio, dei controlli al camino del forno di produzione dei clinker (camino 16) per una verifica delle emissioni degli inquinanti derivanti dalle linee produttive aziendali. In particolare, sono state condotte due campagne di monitoraggio in regime di “marcia normale”, ovvero utilizzando combustibili tradizionali e combustibili alternativi secondo la autorizzazione e la usuale gestione del forno, e in regime di “marcia controllata”, nel corso della quale sono stati alimentati al forno, sia al bruciatore principale sia al calcinatore, solo i combustibili convenzionali quale carbone.

Durante il campionamento della “marcia normale”, in merito alle condizioni operative degli impianti si specifica che relativamente al forno di cottura, la produzione durante tutti i periodi di campionamento si è mantenuta nei seguenti range:

- farina alimentata 160-170 t/h,
- carbone in testa al forno 4700-4950 kg/h,
- carbone al precalcinatore 850-1350 kg/h,
- pneumatici 4400-4800 kg/h.

Per i mulini del carbone (camini 60 e 61) nei periodi di campionamento la ditta ha dichiarato una produzione oraria pari a 5,2 t/h di polverino; l' essiccatoio ha invece operato con alimentazione di calcare in ingresso pari a 27 t/h.

Durante il campionamento della “marcia controllata” i parametri di processo fondamentali sono stati mantenuti nei seguenti range:

- farina alimentata 160-175 t/h,
- carbone in testa al forno 5000-5400 kg/h,
- carbone al precalcinatore 4900-5100 kg/h;

Gli inquinanti monitorati, relativamente al camino 16 di emissione del forno di cottura dei clinker sono stati: i metalli nelle polveri e nella fase vapore, le polveri, l'acido fluoridrico, l'acido cloridrico, le sostanze organiche sotto forma di gas e vapore espresse come carbonio organico totale (C.O.T.), PCDD/PCDF, PCB, IPA, i gas di combustione, l'ossigeno, gli ossidi di azoto, il biossido di zolfo, il monossido di carbonio, l'anidride carbonica, l'umidità e la portata.

La maggior parte dei valori di concentrazione riscontrati sono prossimi al limite di rilevabilità e quelli risultati inferiori sono stati visualizzati fissando convenzionalmente un valore pari alla metà del limite stesso.

Dal confronto tra i parametri monitorati durante la campagna di campionamento e i valori delle emissioni relative alle normali condizioni di marcia dell'impianto (utilizzo di pneumatici quale combustibile alternativo), si è notato che nel caso di marcia controllata vi è un netto incremento degli ossidi di azoto ed una diminuzione del monossido di carbonio, come evidente dal grafico di fig successiva, che conferma quanto già indicato nel paragrafo precedente..

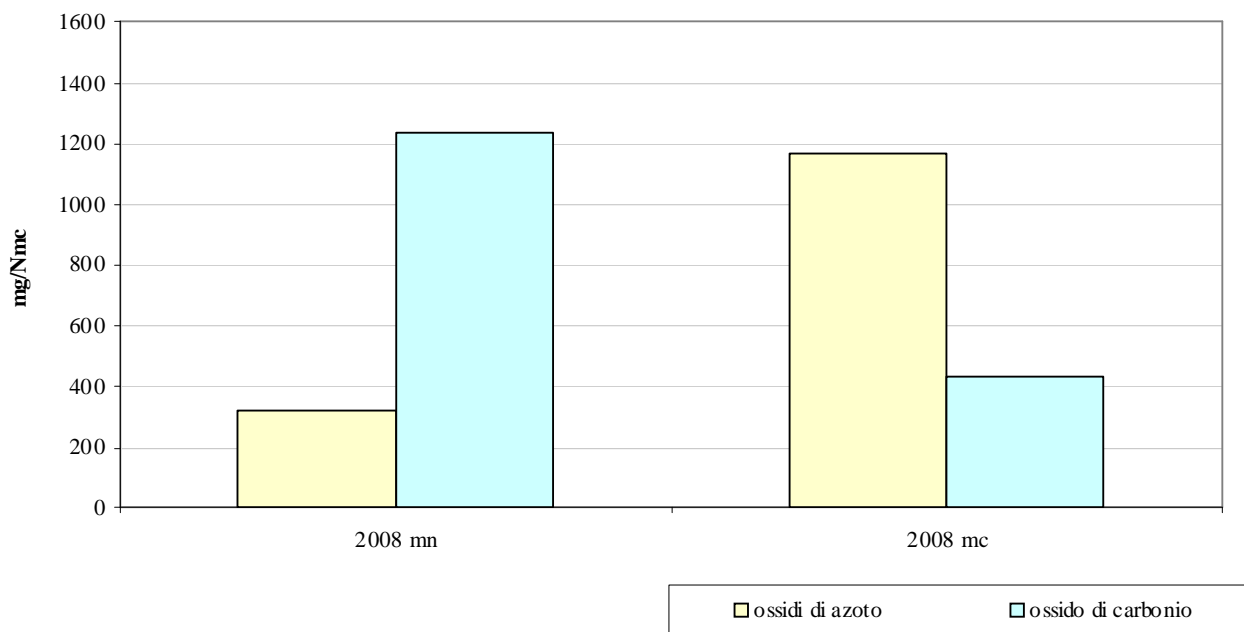


Figura 30 – Confronto delle concentrazioni di NOx e CO emesse dal camino 16 (forno cottura) nelle due condizioni di marcia monitorate (marcia normale e marcia in assenza di pneumatici). Dati ARPAV

Relativamente alle polveri e ai microinquinanti che sono prevalentemente legati ad esse, si riportano di seguito i grafici che illustrano le loro concentrazioni nei due regimi di marcia controllata e marcia normale.

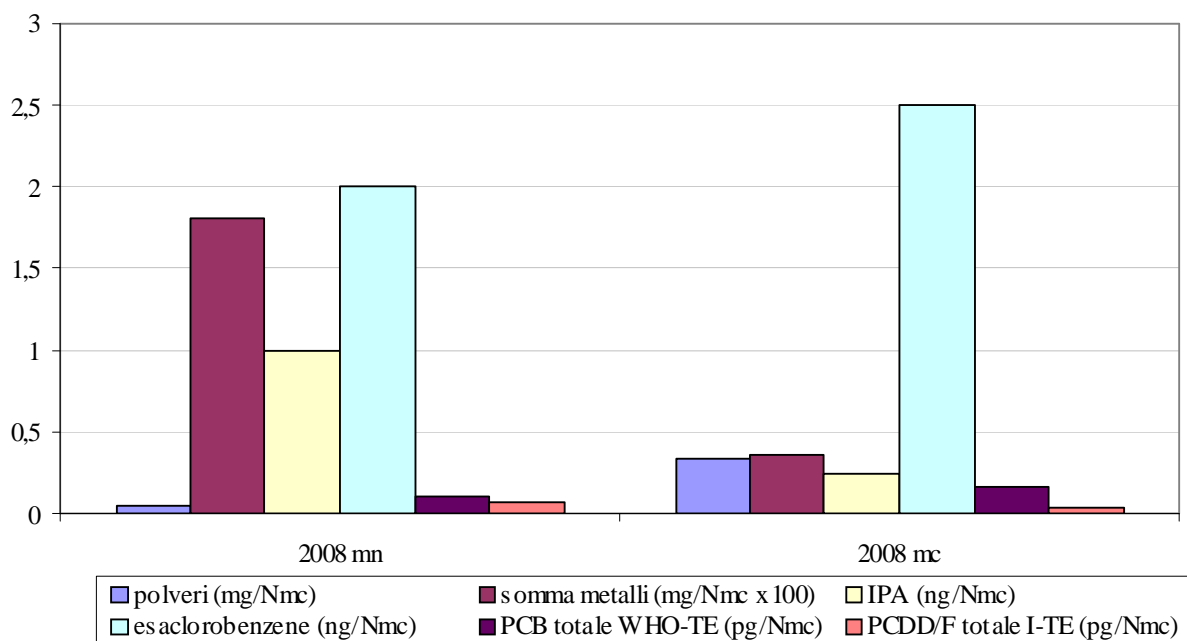


Figura 31 – Confronto delle concentrazioni di polveri, metalli e microinquinanti organici emesse dal camino 16 (forno cottura) nelle due condizioni di marcia monitorate (marcia normale e marcia in assenza di pneumatici). Dati ARPAV. *NOTA BENE: la scala è diversa per i vari inquinanti*

Per i metalli ci si limita a far notare che la variazione qualitativa della composizione totale riscontrabile nei diversi anni potrebbe essere direttamente correlabile alla inevitabile variazione nel tempo delle caratteristiche delle materie prime utilizzate (marna e calcare), trattandosi di minerali di origine naturale.

In merito ai microinquinanti organici gli esigui valori riscontrati rendono difficile qualsiasi valutazione; si fa tuttavia notare che il valore di PCDD/PCDF negli anni sembrerebbe avere un trend discendente probabilmente correlabile alla parallela diminuzione del valore di polveri totali ed alla maggior accuratezza dei dati disponibili come indicato al paragrafo 3.3.

5.5 Transitori

Il processo di produzione del cemento è un processo continuo. Come in ogni processo continuo, anche le fasi di avviamento e fermata devono essere opportunamente valutate, anche se numericamente poco rilevanti rispetto ai periodi di normale funzionamento.

Le fermate (e i conseguenti riavviamenti) del forno si dividono in fermate per manutenzione programmata, e fermate non programmate derivanti da cause varie.

Nella tabella seguente sono indicate le ore di funzionamento annuo, le ore di fermata programmata e le ore di fermata complessive, nonché il numero complessivo di fermate.

Tabella 12 – Numero di fermate, ore di marcia, preriscaldamento e fermata del forno di cottura del clinker.

Anno	N°Fermate	ore di marcia	ore fermata programmate	ore preriscaldamento	ore fermata totali
2006	26	7468,56	1104,2	n.d.	1291,44
2007	34	8318,53	113,8	157,4	441,47
2008	26	7440,80	743,5	335	1343,2

Nella tabella precedente le ore di fermata totale indicate comprendono anche le ore in cui il forno era in “preriscaldamento”.

Per preriscaldamento si intende la fase di riscaldamento progressivo del forno dopo una fermata; la sua durata dipende dalla temperatura di partenza e quindi, in sostanza, dal periodo di fermo impianto. Dopo una fermata di qualche giorno, in relazione ai lavori fatti e ad altri vincoli di carattere meccanico da tenere in considerazione, il preriscaldamento può durare 24 – 36 ore circa.

Per ricavare le ore dedicate ai preriscaldamenti si è provveduto a prendere in esame, una per una, le singole fermate del 2007 e 2008. Il 2006 si può considerare simile al 2008 con un numero di ore di preriscaldamento ridotto, rispetto al 2008, in proporzione alle ore di fermo impianto.

Per ognuna delle fermate è stato riportato il numero delle ore di fermo e quello (stimato) delle ore di preriscaldamento. L'operazione inversa, di raffreddamento, avviene a fiamma spenta e quindi in assenza di emissioni di combustione.

Nella fase di preriscaldamento la strumentazione lavora in condizioni non di regime ma i dati possono comunque dirsi, con qualche eccezione chiaramente individuabile, rappresentativi della situazione.

Di norma le portate di aria sono molto basse e si attestano fra i 15.000 mc/h (inizio preriscaldamento) ai 30 – 40.000 mc/h immediatamente prima di partire.

La Autorizzazione di Cementi Rossi prevede per il Cementificio la condizione di “minimo tecnico”, ovvero quando al forno sono alimentati meno di 60 t/h di farina; in tale configurazione (sotto il minimo tecnico) non possono essere utilizzati al forno combustibili alternativi.

Pur se in assenza di pneumatici, e pur se con portate volumetriche in emissione decisamente modeste, si è provveduto a verificare i livelli emissivi nella configurazione sotto il minimo tecnico per verificare se tale situazione sia davvero ininfluente rispetto alle emissioni globali del cementificio.

Per fare ciò si sono analizzati i dati dello SME relativi al 2008, verificando le medie di concentrazione in emissione degli inquinanti più significativi con l'impianto al di sotto del minimo

tecnico (1309 ore nell'anno 2008). I dati ricavati si intendono tal quali, essendo riferiti a periodi di funzionamento con combustibili tradizionali. I risultati sono riportati in tabella seguente.

Tabella 13 – Concentrazioni emesse dal camino 16 (forno cottura) in condizioni di minimo tecnico. Dati SME.

	Minimo	Massimo	Media	Deviazione standard
Q forno[t/h]	0,00	59,58	0,74	4,83
POLV [mg/m3]	0,00	54,03	3,96	3,53
NOx [mg/m3]	0,24	1141,87	32,85	102,71
HF [mg/m3]	0,00	0,52	0,06	0,10
HCl [mg/m3]	0,00	11,92	0,51	1,66
COT [mg/m3]	0,20	92,56	2,52	6,06
CO [mg/m3]	0,00	1071,12	11,31	61,84
SO2 [mg/m3]	0,00	198,61	9,87	30,85

Come si può facilmente vedere dai valori delle medie di concentrazioni dei periodi di minimo tecnico del 2008, in tale configurazione le emissioni del forno sono trascurabili rispetto alla normale configurazione di marcia, anche senza contare che le portate in tali condizioni sono minori del normale.

5.6 Rappresentatività e accuratezza del sistema di monitoraggio delle emissioni

Secondo quanto imposto dal provvedimento di autorizzazione all'esercizio, il camino di emissione dei fumi del forno rotante risulta dotato di un sistema di monitoraggio in continuo dei principali inquinanti emessi. Recentemente la ditta ha integrato il preesistente sistema di controllo (MIR 9000) con un sistema di misura di nuova generazione basato su tecnologia FTIR di produzione ABB; il precedente sistema viene comunque mantenuto operativo quale sistema di riserva. Detti sistemi vengono normalmente mantenuti contemporaneamente attivi provvedendo ad inviare i segnali ad un sistema di acquisizione e trattamento dati costituito da un PLC e due PC su database di acquisizione indipendenti.

In merito ai requisiti del sistema di rilevamento, il provvedimento stesso si limita a richiamare quanto contenuto in Allegato VI, par. 3 alla Parte V del D.Lgs. 152/2006, esplicitando invece che per "media semioraria validata" deve intendersi la media registrata previa sottrazione del rispettivo intervallo di confidenza al 95%. I valori medi semiorari vanno inoltre determinati durante il periodo di effettivo funzionamento, esclusi i periodi di avvio e arresto.

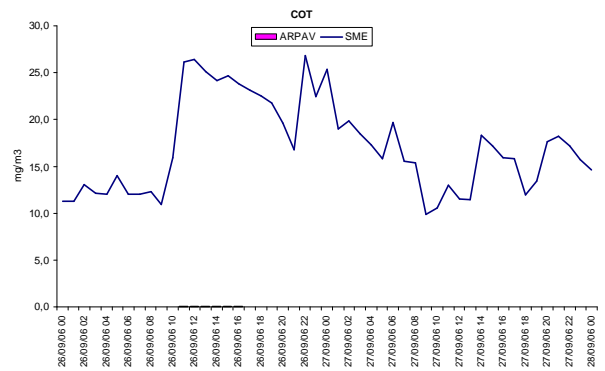
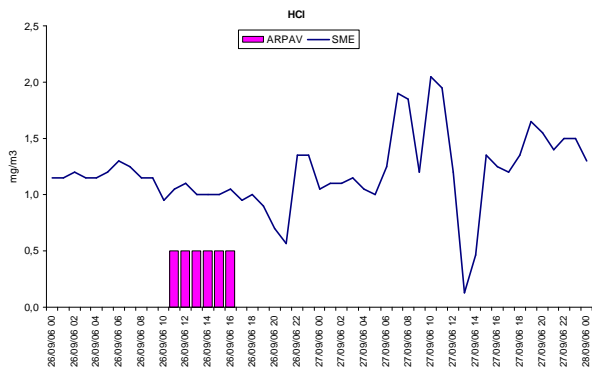
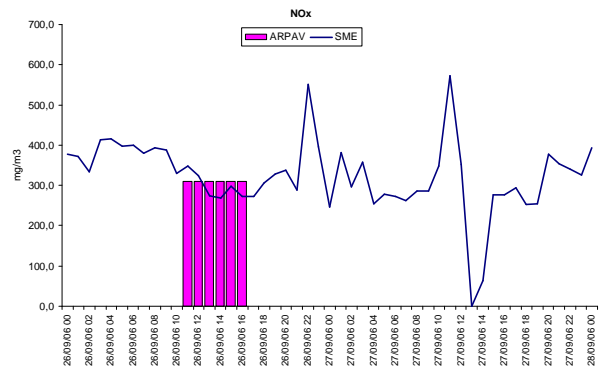
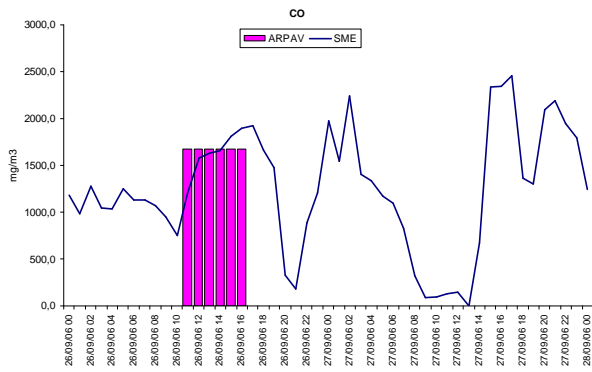
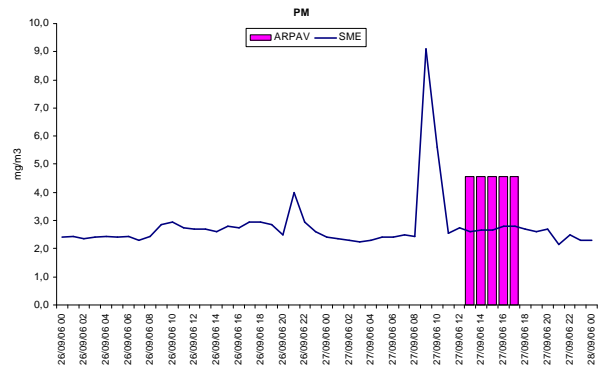
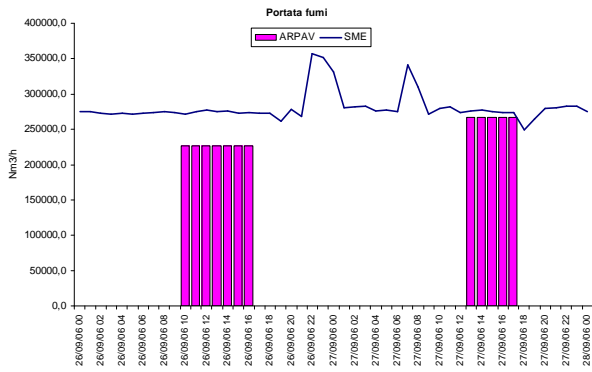
In base a quanto sopra indicato, Cementi Rossi non valida le medie semiorarie calcolate se:

- il dato medio è costituito da un numero di dati elementari riferiti ad un tempo inferiore al 70% dell'intervallo temporale di riferimento,
- in condizioni operative al di sotto del minimo tecnico definito come condizione impiantistica con alimentazione di farina al forno inferiore a 60 tonn/ora.

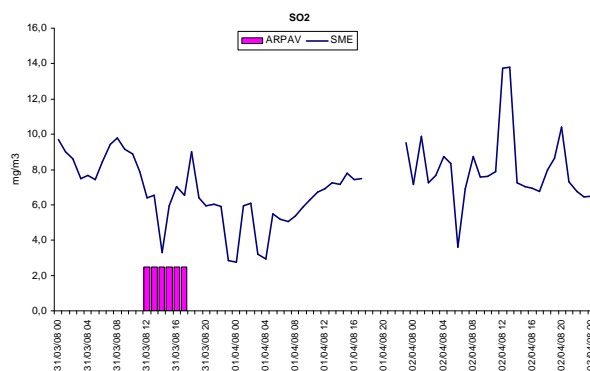
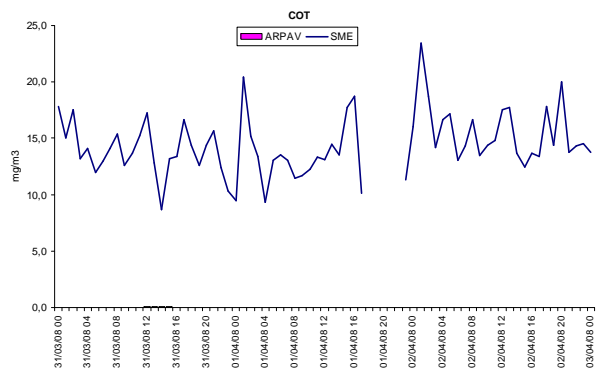
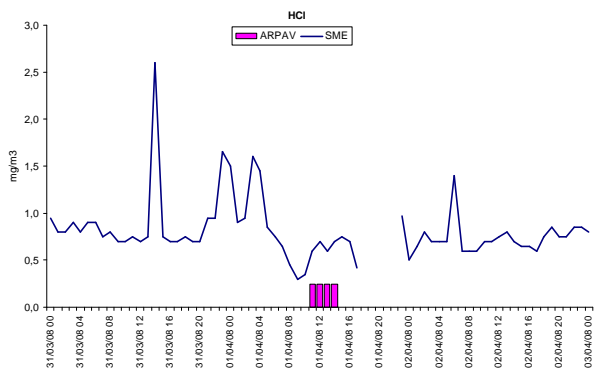
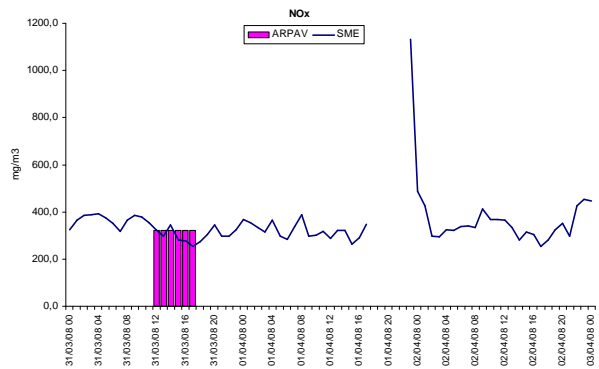
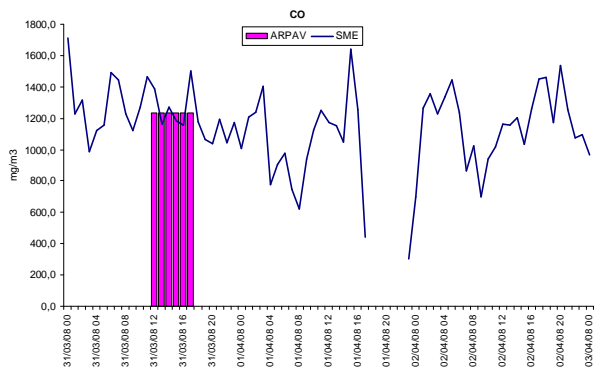
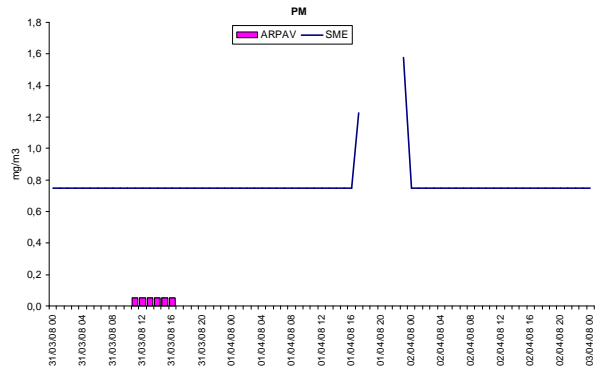
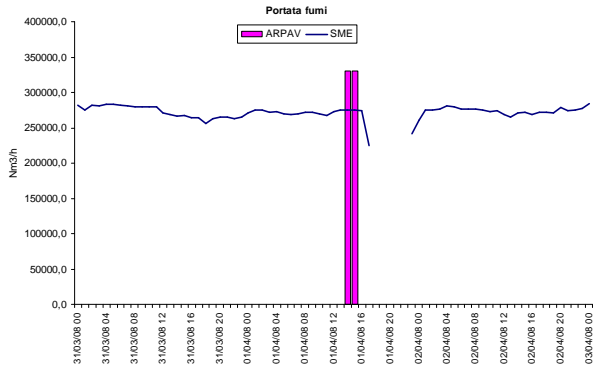
I grafici di seguito riportati rappresentano il confronto tra i dati di concentrazione determinati da questo Dipartimento nell'ambito delle tre campagne di monitoraggio condotte 2006 e nel 2008 ed i dati validati acquisiti dal sistema di controllo in continuo della ditta.

I grafici dimostrano un buon grado di allineamento tra le due serie parallele di misure per i principali parametri emissivi quali portata, polveri, ossidi di azoto e ossido di carbonio. Per i restanti parametri, e in generale laddove siano stati accertati valori prossimi al limite di rilevabilità, le differenze riscontrate sono da mettere in correlazione alle diverse tecniche di analisi utilizzate nei due sistemi, nonché ovviamente alla notevole incidenza in termini percentuali degli inevitabili errori sperimentali (sistematici e non) associati ad ogni metodologia di indagine.

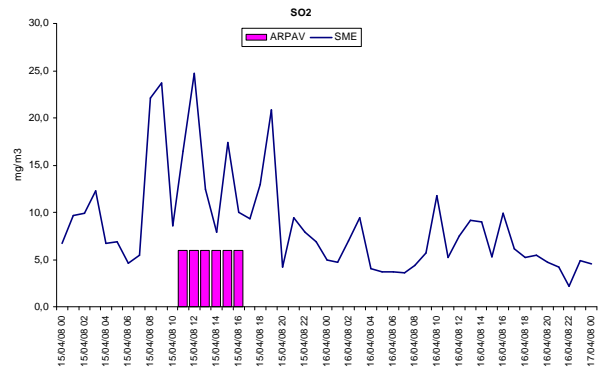
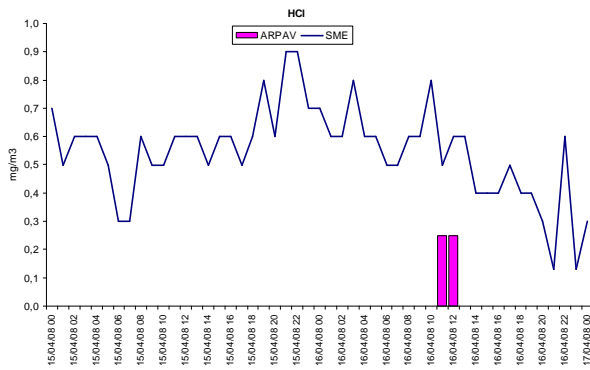
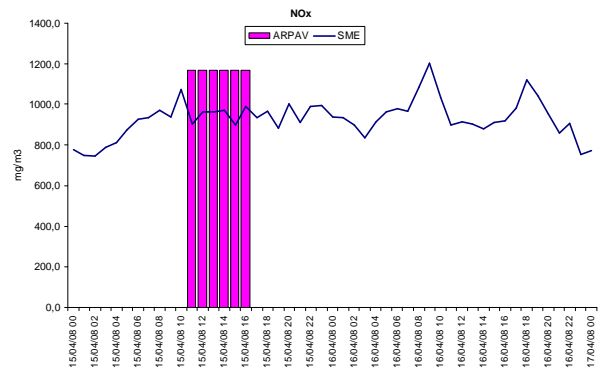
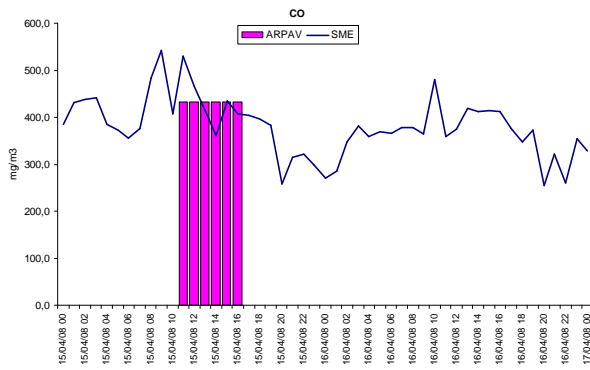
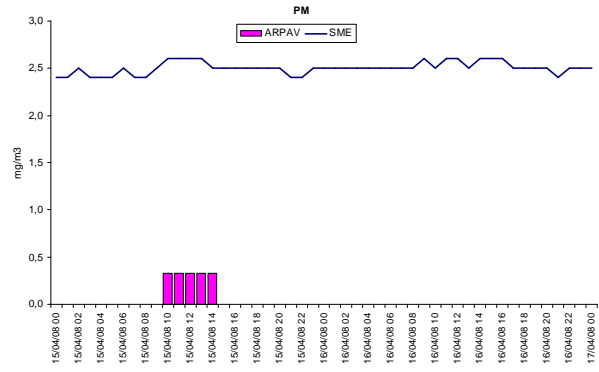
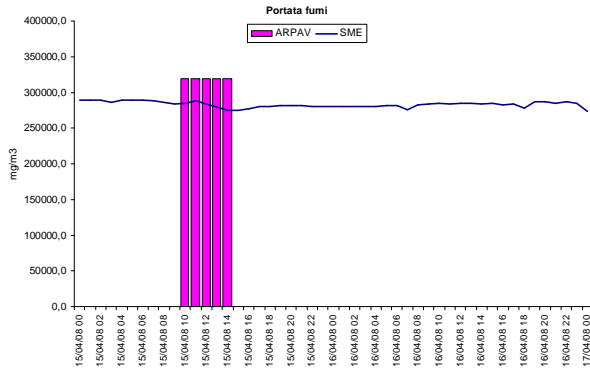
ANNO 2006



ANNO 2008 –combustibili convenzionali e pneumatici



ANNO 2008 – solo combustibili convenzionali



Prendendo a riferimento i dati acquisiti il giorno 31/03/2008 relativamente ai gas di combustione uscenti dal camino del forno per un arco temporale pari a cinque ore, a livello conoscitivo è stata effettuata la determinazione dell'Indice di accuratezza relativo (IAR) del sistema di misura in continuo per i parametri O_2 , CO e NO_x . A partire dal set di dati indicati sono state allo scopo calcolati dieci valori medi semiorari da confrontare con i corrispondenti dati dello SME.

Il calcolo dello IAR, effettuato secondo quanto previsto all'Allegato VI, par. 4.4 alla Parte V del D.Lgs. 152/2006 è stato riassunto nella successiva tabella. Nella stessa a titolo indicativo sono stati inseriti anche i valori di incertezza percentuale relativi alla determinazione dei vari parametri

secondo la metodica in uso al Dipartimento, definiti attraverso l'esecuzione di prove di interconfronto presso impianti simili allo stabilimento di Pederobba.

Tabella 14 – Valutazione dell'Indice di Accuratezza Relativo dello SME rispetto alle analisi ARPAV

	O₂	CO	NO_x
Media concentrazioni di riferimento [mg/Nm ³]	11,046	1116,97	291,215
Intervallo di confidenza [mg/Nm ³]	0,085	84,124	17,357
IAR [%]	96	79	84
Incertezza relativa da prove di interconfronto [%]	4,0	24,4	10,5

L'indice di accuratezza relativa per il CO sembra risentire dell'elevata incertezza relativa associata alla determinazione di tale parametro secondo la metodica in uso nel Dipartimento.

6. CONCLUSIONI

Nel corso dell'anno 2008 il Dipartimento di Treviso, in convenzione con il Comune di Pederobba, ha condotto, presso lo stabilimento della ditta Industria Cementi Giovanni Rossi Spa, una complessa attività di analisi ambientale dello specifico comparto produttivo.

Data l'ampiezza del progetto, molteplici erano gli obiettivi che il Dipartimento si era posto di raggiungere, tra cui

- Una analisi tecnico-impiantistica del processo produttivo e dei sistemi di controllo correlati
- Una valutazione della posizione dello stabilimento, sia in termini gestionali che tecnologici, rispetto a quanto previsto dalle migliori tecnologie disponibili dello specifico settore
- La verifica della rispondenza del complesso con quanto riportato nella documentazione agli atti

A conclusione del lavoro svolto è emerso che la ditta Industria Cementi Giovanni Rossi Spa risulta allineata con quasi tutte le migliori tecnologie disponibili per lo specifico comparto produttivo, come viene evidenziato nel capitolo 4.

I dati di emissione rilevati negli autocontrolli della ditta e ribaditi dai controlli ARPAV, confermano il rispetto dei limiti autorizzativi e rientrano nei range indicati nel BRef del comparto cemento.

Si inoltre è rilevato che nel corso degli anni sono state effettuate da parte della ditta alcune importanti modifiche di processo, tra cui ad esempio l'utilizzo di un bruciatore low NOx, l'inserimento di un filtro a maniche per il trattamento dei fumi a valle del forno e l'allungamento della sezione di precalcinazione con la corrispondente possibilità di parzializzare l'aria secondaria per ridurre gli NOx. L'analisi dei dati di processo correlati con i dati di emissione dimostra come tali interventi hanno portato ad un trend di effettivo miglioramento nelle performance ambientali dell'impianto.

Infine l'analisi svolta ha evidenziato che i sistemi messi in atto dalla ditta ne permettono una gestione controllata ed il sistema di archiviazione/registrazione dati, seppur migliorabile nell'ambito della futura AIA, permette già fin d'ora di agli enti terzi di verificare e di mantenere traccia dei principali parametri operativi/gestionali del processo.

Riferimenti bibliografici

- [1] European IPPC Bureau (EIPPCB) BRef: *“Cement, Lime and Magnesium Oxide manufacturing Industry”* Draft 02/2009
- [2] US EPA Novembre 2007 *“Alternative Control Techniques Document Update – NOx Emissions from New Cement Kilns”*
- [3] US EPA *“Trends in Beneficial Use of Alternative Fuels and Raw Materials”* Draft 10/2008
- [4] Genon e Brizio, *“Perspectives and limits for cement kilns as a destination for RDF”* in Waste Management 28 (2008) pp. 2375–2385
- [5] VDZ Activity Report 2005-2007 *“Process Technology of Cement Manufacture”*
- [6] Marco Del Borghi, Carlo Strazza, Adriana Del Borghi *“Utilizzo di combustibili alternativi nei forni da cemento. influenza sulle emissioni atmosferiche: l'esperienza italiana”*, La Rivista dei Combustibili 63 (1) (2009) pp. 27-40
- [7] HOLCIM-GTZ, *“Guidelines on co-processing Waste Materials in Cement Production”*, 2006.