



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

*Divisione Generazione ed  
Energy Management  
Area di Business Termoelettrica  
PCA/U.B. Fusina*

Allegato PM\_D6\_SQA aria

## **CENTRALE TERMoeLETTRICA DI PORTO MARGHERA**

**Identificazione e quantificazione effetti e confronto  
con SQA per gli inquinanti in aria**

## **MISURE DELLE EMISSIONI IN ARIA**

La centrale di Porto Marghera è stata ambientalizzata a partire dal 01.01.2006, con autorizzazione specifica del Ministero Sviluppo Economico (ex MAP) – vedi Scheda A6.

A seguito di questi interventi, consistenti principalmente nell'uso di combustibili a basso zolfo, ciascun gruppo della centrale (Fase 1 e 2) è stata autorizzato al rispetto dei seguenti limiti, mediati su base mensile:

- SO<sub>2</sub>: 400 mg/Nmc;
- NO<sub>x</sub>: 400 mg/Nmc;
- PST: 30 mg/Nmc;
- CO: 250 mg/Nmc;

A partire dal 01.01.08 i suddetti limiti si considerano rispettati se la valutazione dei risultati evidenzia che, nelle ore di normale funzionamento, durante un anno civile:

- nessun valore medio mensile supera i valori limite di emissione succitati;
- il 97% di tutte le medie orarie di 48 ore non supera il 110% dei valori limite di emissione previsti per SO<sub>2</sub> e PST, ed il 95% di tutte le medie di 48 ore non supera il 110% dei valori limite di emissione previsti per gli NO<sub>x</sub>.

I suddetti limiti sono riferiti ad un tenore di ossigeno nei fumi pari a:

- 6% per il funzionamento a carbone inteso come calorie attribuibili al carbone maggiori del 50%;
- 3% per altro tipo di funzionamento, (calorie carbone minori del 50%).

I valori medi annuali di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PST e CO, rilevati dal 2006 al 2009, sono riportati nella tabella seguente:

Anno		SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>x</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	PST (mg/Nm <sup>3</sup> )	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )
	Limiti	400	400	25	250
2006	Fase 1	339	368	4	6
	Fase 2	350	369	4	11
2007	Fase 1	292	324	2	2
	Fase 2	285	339	2	1
2008	Fase 1	254	318	2	1
	Fase 2	247	337	2	1
2009	Fase 1	243	319	2	0
	Fase 2	235	324	2	1

**Emissione macro inquinanti**

Sempre a partire dal 01.01.2006 vengono effettuati annualmente i rilievi dei micro inquinanti; i valori riscontrati nell'anno 2009 sono riportati nei seguenti allegati, riferiti ad ogni caldaia di cui è costituito un gruppo termoelettrico (Fase n):

- [Rapporto di sintesi n. A9028389 del 17/05/10 - caldaia n. 8;](#)
- [Rapporto di sintesi n. A9037032 del 17/05/10 - caldaia n. 9;](#)
- [Rapporto di sintesi n. B0000080 del 12/05/10 - caldaia n. 10;](#)
- [Rapporto di sintesi n. B0000051 del 12/05/10 - caldaia n. 11.](#)

In relazione al funzionamento della centrale e delle concentrazioni degli inquinanti rilevati, a partire dal 2006, sono stati superati i valori di soglia, previsti dal Registro PRTR (ex – Ines), indicati in tabella seguente e quindi dichiarati:

PARAMETRO	SOGLIA				
		2006	2007	2008	2009
		Mg/a			
N2O	10,0		11,34		
NOx	100,0	835	952	814	380
SOx	150,0	779	830	623	284
		kg/a			
Cloro e composti inorganici	10.000,0	35.407,0	15.234,0	12.919,0	12.260,0

Inquinanti dichiarati PRTR

### **QUANTIFICAZIONE DEGLI EFFETTI DELLE EMISSIONI IN ARIA E CONFRONTO CON LE SQA**

Come riportato nella Relazione allegata alla domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale la qualità dell'aria nel comprensorio di interesse è il risultato della sovrapposizione dei contributi alle concentrazioni degli inquinanti al suolo derivanti dalle emissioni delle sorgenti presenti nell'area e dai processi di trasformazione e dispersione atmosferica cui tali emissioni vanno incontro. Questi processi incidono in misura diversa in relazione alle caratteristiche chimico-fisiche ed alla distribuzione spaziale delle sorgenti.

Lo stato attuale della qualità dell'aria nel comprensorio di interesse è descritta dai rilevamenti effettuati nelle stazioni della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA) gestita dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera.

A livello annuale l'Ente Zona Industriale di Venezia presenta i rilevamenti della RRQA dell'anno precedente, rapportati all'andamento storico; le Relazioni sono disponibili sul sito <http://www.entezona.it/>.

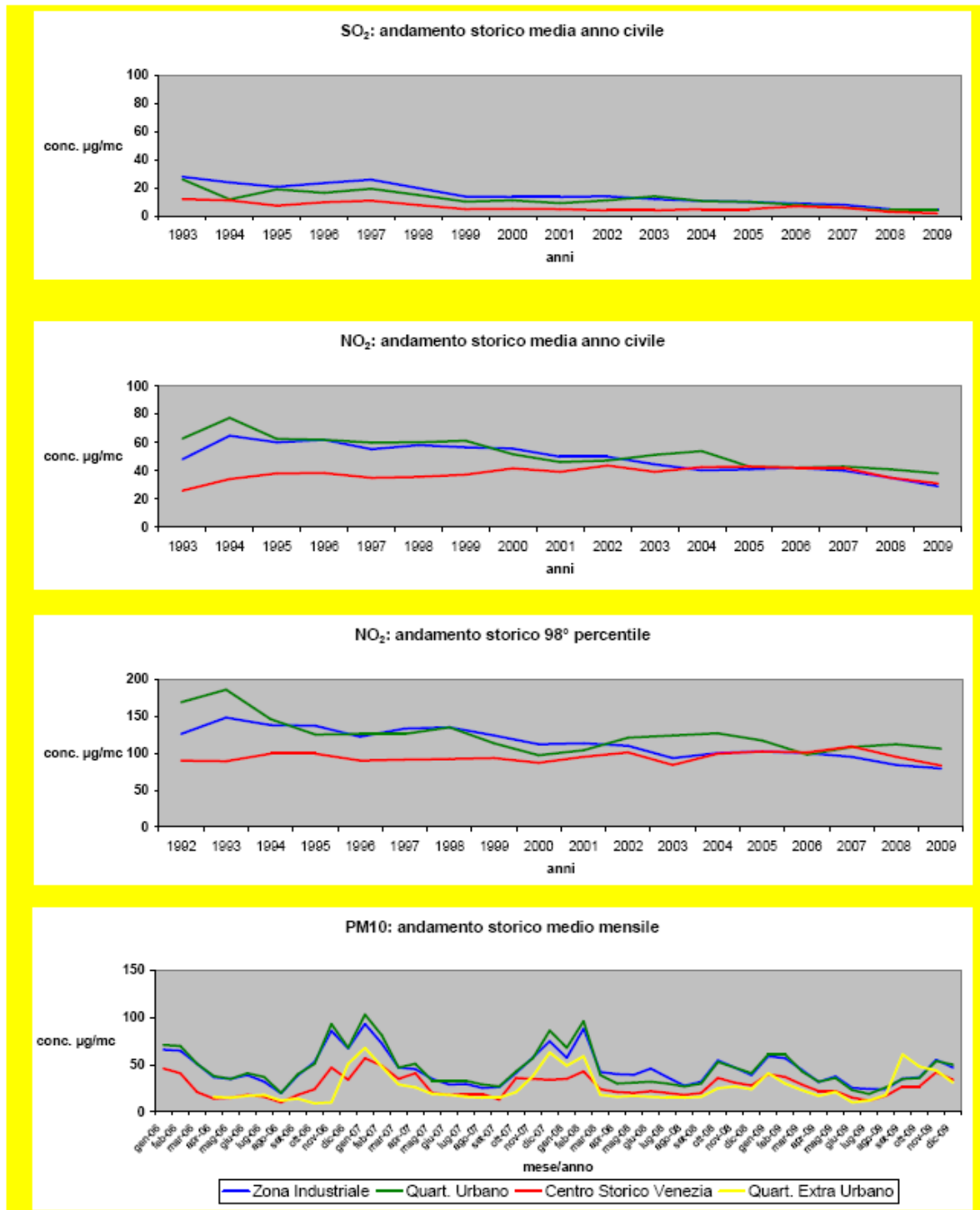
Nei grafici seguenti sono riportati gli andamenti storici 1993÷2009 del valore medio annuale per anidride solforosa, biossido di azoto, 98° percentile delle concentrazioni orarie per l'NO2 e l'andamento del PM10 degli ultimi 5 anni, dal 2006 al 2009, aggregati per: zona industriale, quartiere urbano e Venezia centro storico.

Gli andamenti evidenziano:

- per l'anidride solforosa, la stabilizzazione negli ultimi anni delle misure su valori prossimi all'inizio scala strumentale. Detta stabilizzazione, comune sia alle postazioni in zona industriale, in quartiere urbano ed in centro storico a Venezia, è iniziata dalla fine degli anni '90 e, mentre in passato si poteva apprezzare la differenza delle misure tra le varie tipologie di postazioni (valori più elevati in zona industriale, leggermente inferiori in quartiere urbano e bassi in centro storico) negli ultimi anni questa differenza si è quasi azzerata, tanto da presentare la sovrapposizione dei valori rilevati in zona industriale con quelli del centro storico. Questo andamento è dovuto alla sempre minore quantità di inquinante emesso dalle attività industriali;
- per il biossido di azoto, si nota la netta diminuzione registrata nei primi anni '90 delle concentrazioni misurate in quartiere urbano ed in zona industriale e la progressiva diminuzione negli anni seguenti. In particolare, le misure delle postazioni in area industriale presentano negli ultimi anni valori più bassi di

quelli rilevati in quartiere urbano e pressoché coincidenti con quelli del centro storico;

- per il PM10, le cui misure vengono effettuate dalla RRQA dell'Ente zona Industriale di Venezia in modo omogeneo a partire dal 2006, nel grafico viene riportato l'andamento storico delle medie mensili: risulta evidente l'incremento dei valori in periodo invernale, in tutte le tipologie di postazioni di misura (zona industriale, quartiere urbano, centro storico e zona extraurbana). Gli andamenti delle misure nelle quattro tipologie di postazioni, grafico con lo stesso andamento anche se con valori leggermente diversi, dimostra la diffusione in tutto il territorio di questo inquinante e la sua dipendenza dalla stagionalità e dalla meteorologia.





## *Indice*

<b>1</b>	<b>PREMESSA E SCOPI .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>PIANO SPERIMENTALE .....</b>	<b>7</b>
3.1	Prove eseguite.....	7
3.2	Modalità di campionamento e analisi.....	7
3.2.1	Metalli .....	7
3.2.2	Nichel respirabile ed insolubile .....	8
3.2.3	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	9
3.2.4	Ammoniaca .....	9
3.2.5	Alogenuri (HCl, HF, HBr).....	10
3.2.6	Sostanze Organiche Volatili (SOV) .....	10
<b>4</b>	<b>RISULTATI.....</b>	<b>11</b>
4.1	Metalli e Nichel respirabile ed insolubile.....	11
4.2	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	12
4.3	Alogenuri (HF, HCl, HBr) .....	12
4.4	Ammoniaca .....	12
4.5	Sostanze Organiche Volatili (SOV) .....	12
4.6	Sommatorie .....	13
4.6.1	Sommatorie composti All. II D.Lgs 152/2006, Parte II, Sez. 6.....	13
4.6.2	Sommatorie composti Al. II D.Lgs 152/2006,Parte II, Sez. 7, §2 e §3 .....	14
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>14</b>
	<b>APPENDICE A – TABELLE ex DLgs 152/06 parte V all. VI .....</b>	<b>15</b>
	Origine/Punto di prelievo .....	15
	Portata Fumi utilizzata per calcolo flussi di massa .....	15
	Date prelievi .....	15
	Scheda A.1 .....	16
	Scheda A.2 .....	17
	Scheda A.3 .....	17

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	17/05/2010	A9028389	Prima emissione

## 1 PREMESSA E SCOPI

ENEL ha incaricato CESI dell'esecuzione delle attività di caratterizzazione delle emissioni aerodisperse della caldaia 8 della centrale termoelettrica di Porto Marghera.

Le attività su impianto sono iniziate il 01/09/2009. Durante il periodo di misura l'Unità termoelettrica è stata condotta secondo il normale programma di esercizio che è stato definito in accordo a quanto richiesto dal GSE. La caldaia era alimentata con carbone.

Nel seguito viene descritto il piano sperimentale e vengono presentati i risultati delle prove eseguite.

## 2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

I riferimenti normativi che permettono di definire per le emissioni in esame i valori limite applicabili, i metodi di misura e di verifica del rispetto degli stessi limiti, sono i seguenti:

- Decreto Legislativo 03.04.2006 n° 152 "Norme in materia ambientale".
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 25.08.2000 "Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n.203".
- Rapporti ISTISAN 04/15 "Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici".

Nel seguito si riportano i valori limite per le sostanze per le quali non è prevista la misurazione in continuo, secondo quanto indicato negli art. 271, 273 e nella parte I dell'Allegato II del D.Lgs 152/06, o dalla specifica autorizzazione di impianto.

In particolare si applicano le indicazioni riportate nelle Sezioni 6 e 7, parte II dell'Allegato II del D.Lgs. 152/2006 e riepilogate nelle tabelle di seguito riportate.

I valori di cui alla sezione 7 sopra citata sono da considerare indicativi, in mancanza di prescrizioni specifiche, per gli impianti posteriori al 1988.

Tutti i valori limite indicati si intendono riferiti alle condizioni normali (0°C, 101.3 kPa), ai fumi secchi ed a un tenore di ossigeno pari al 6% per combustibili solidi e 3% per i combustibili liquidi e gassosi.



Valori limite di emissione per alcuni metalli e loro composti  
per impianti di potenza termica > 100MW <sup>(1)</sup>  
(Sez. 6 della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE (mg/Nm <sup>3</sup> )
Be	0.05
Cd + Hg + Tl	0.10
As + Cr(VI) + Co + Ni (frazione respirabile e insolubile)	0.50
Se + Te + Ni (sotto forma di polvere)	1.00
Sb + Cr(III) + Mn + Pd + Pb + Pt + Cu + Rh + Sn + V	5.00

Valori limite di emissione per altri inquinanti  
(Sez. 7, §1, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE (mg/Nm <sup>3</sup> )
Sostanze organiche volatili, espresse come carbonio totale	300
Cloro	5
Idrogeno solforato	5
Bromo e suoi composti espressi come acido bromidrico	5
Fluoro e suoi composti espressi come acido fluoridrico	5
Ammoniaca e composti a base di cloro espressi come HCl	100

<sup>1</sup> I valori limite di emissione indicati non si applicano agli impianti che utilizzano esclusivamente combustibili gassosi oppure biomasse

Valori limite di emissione per sostanze cancerogene e/o tossiche per la riproduzione e/o mutagene  
(Tabella A1 della Parte II, §1.1, dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006,  
riferimento indicato da Sez. 7, §2, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE <sup>(*)</sup> espresso come concentrazione (mg/Nm <sup>3</sup> )	SOGLIA DI RILEVANZA espressa come flusso di massa (g/h)
CLASSE I	0.1	0.5
CLASSE II	1	5
CLASSE III	5	25

CLASSE I+II	1	5
CLASSE I+II+III	5	25

<sup>(\*)</sup> il limite indicato vale per la singola sostanza e per la somma delle sostanze appartenenti alla classe

#### Elenco composti

CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III
Asbesto	Arsenico e suoi composti	Acrilonitrile
Benzo(a)pirene	Cromo (VI) e suoi composti	Benzene
Berillio e i suoi composti	Cobalto e suoi composti	1,3-Butadiene
Dibenzo(a,h)antracene	3,3-Diclorobenzidina	1-Cloro-2,3-Epossipropano (epicloridina)
2-Naftilammina e sali	Dimetilsolfato	1,2-Dibromoetano
Benzo(a)antracene	Etilenimmina	1,2-Epossipropano
Benzo(b)fluorantene	Nichel e suoi composti <sup>(**)</sup>	1,2-Dicloroetano
Benzo(j)fluorantene	4-Aminobifenile e sali	Vinile cloruro
Benzo(k)fluorantene	Benzidina e suoi sali	1,3 Dicloro-2-Propanolo
Dibenzo(a,j)acridina	4,4'-Metilen bis (2 Cloroanilina) e sali	Clorometil (Metil) Etere
Dibenzo(a,h)acridina	Dietilsolfato	N,N-Dimetilidrazina
Dibenzo(a,e)pirene	3,3'-Dimetilbenzidina e sali	Idrazina
Dibenzo(a,h)pirene	Esametilfosfotriamide	Ossido di etilene
Dibenzo(a,i)pirene	2 Metilaziridina	Etilentiourea
Dibenzo(a,l)pirene	Metil ONN Azossimetile Acetato	2-Nitropropano
Cadmio e suoi composti <sup>(***)</sup>	Sulfallate	Bis-Clorometiltere
Dimetilnitrosamina	Dimetilcarbamoicloruro	3-Propanolide
Indeno (1,2,3-cd) pirene <sup>(***)</sup>	3,3'-Dimetossibenzidina e sali	1,3 Propansultone
5-Nitroacenaftene		Stirene Ossido
2-Nitronaftalene		
1-Metil-3Nitro-1-Nitrosoguanidina		

<sup>(\*\*)</sup> riferito alle emissioni in atmosfera nella forma respirabile ed insolubile

<sup>(\*\*\*)</sup> il valore limite per questo composto si applica a decorrere dalla data indicata nelle autorizzazioni rilasciate ai sensi dell'articolo 281, comma 1 del D.Lgs 152/2006

Valori limite di emissione per sostanze di tossicità e cumulabilità particolarmente elevate  
(Tabella A2 della Parte II, §1.2, dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006,  
riferimento indicato da Sez. 7, §2, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE <sup>(*)</sup> espresso come concentrazione (mg/Nm <sup>3</sup> )	SOGLIA DI RILEVANZA espressa come flusso di massa (g/h)
CLASSE I	0.01	0.02
CLASSE II	0.5	0.5
CLASSE I+II	0.5	0.5

<sup>(\*)</sup> il limite indicato vale per la singola sostanza e per la somma delle sostanze appartenenti alla classe

#### Elenco composti

CLASSE I	CLASSE II
Policlorodibenzodiossine	Policlorobifenili
Policlorodibenzofurani	Policlorotrifenili
	Policloronaftaleni

Valori limite di emissione per sostanze inorganiche che si presentano prevalentemente sotto forma di polvere

(Tabella B della Parte II § 2 dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006,  
riferimento indicato da Sez. 7, §3, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE <sup>(*)</sup> espresso come concentrazione (mg/Nm <sup>3</sup> )	SOGLIA DI RILEVANZA espressa come flusso di massa (g/h)
CLASSE I	0.2	1
CLASSE II	2	5
CLASSE III	10	25
CLASSE I+II	2	5
CLASSE I+II+III	10	25

<sup>(\*)</sup> il limite indicato vale per la singola sostanza e per la somma delle sostanze appartenenti alla classe

#### Elenco composti

CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III
Cadmio e suoi composti <sup>(**)</sup>	Selenio e suoi composti	Antimonio e suoi composti
Mercurio e suoi composti	Tellurio e suoi composti	Cianuri
Tallio e suoi composti	Nichel e i suoi composti, espressi come Ni in forma di polvere	Cromo (III) e suoi composti
		Manganese e suoi composti
		Palladio e suoi composti
		Piombo e suoi composti
		Platino e suoi composti
		Quarzo in polvere, se sotto forma di Silice cristallina
		Rame e suoi composti
		Rodio e suoi composti
		Stagno e suoi composti
		Vanadio e suoi composti

<sup>(\*\*)</sup> fatto salvo quanto previsto dalla tabella A1 All. I D.Lgs 152/2006, parte II §1.1

### 3 PIANO SPERIMENTALE

#### 3.1 PROVE ESEGUITE

Le sostanze elencate nelle precedenti tabelle, in relazione sia ai limiti imposti che ai bassi livelli che si riscontrano nelle emissioni da impianti termoelettrici, vengono genericamente indicate come “microinquinanti” organici o inorganici.

La scelta dei microinquinanti da determinare al fine della caratterizzazione delle emissioni, è effettuata in accordo al criterio di quantificare le sostanze, tra quelle indicate nelle tabelle del precedente paragrafo, di cui si può supporre la presenza nelle emissioni della centrale in concentrazioni di qualche interesse in rapporto ai limiti di legge ed ai combustibili utilizzati.

Nel caso specifico il piano di caratterizzazione dei microinquinanti organici ed inorganici ha previsto l'effettuazione delle seguenti misure:

- Metalli: As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Pd, Pt, Rh, Sb, Se, Sn, Te, Tl, V.
- Nichel nella forma respirabile ed insolubile.
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).
- Alogenuri (HCl, HF, HBr).
- Ammoniaca.
- SOV (sostanze organiche volatili).

Per ciascun composto o classe di composti sono state eseguite due prove (due campionamenti e analisi).

Il prelievo e l'analisi dei fumi al fine della determinazione delle concentrazioni degli inquinanti convenzionali: biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), monossido di carbonio (CO), particolato, oltre che dell'ossigeno (O<sub>2</sub>) necessario alla loro normalizzazione, sono invece effettuati in continuo dal Sistema di Misura delle Emissioni (SME) in dotazione alla Centrale, realizzato e tarato in conformità a quanto previsto ai punti 3 e 4 dell'Allegato VI alla Parte Quinta del DLgs 3 aprile 2006 n°152.

#### 3.2 MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO E ANALISI

##### 3.2.1 Metalli

Il campionamento dell'effluente gassoso per la determinazione dei metalli in tracce è effettuato mediante prelievi isocinetici in accordo alla norma VDI 3868-I:1994 integrata, per quanto riguarda il mercurio, con la norma UNI EN 13211:2003. Lo schema adottato è altresì conforme alla norma UNI EN 14385:2004.

Il treno di campionamento è formato dalle seguenti parti:

- ugello in titanio;
- tubo di Pitot e termocoppia, per la misura di velocità e temperatura del gas nel condotto, in prossimità del punto di prelievo;
- sonda in titanio termostata a 120 °C, munita di portafiltro in vetro (anch'esso termostato a 120 °C), nel quale è alloggiato un filtro piano in fibra di quarzo;
- suddivisione della linea di prelievo in tre parti:
  - ✓ prima linea secondaria: dedicata all'assorbimento del mercurio, prevede tre gorgogliatori in vetro ad alta efficienza (percorsi in sequenza dal gas campionato) contenenti la soluzione di assorbimento specifica per questa sostanza, un separatore di umidità (colonna di gel di silice) e una pompa di aspirazione a flusso costante seguita dal contatore volumetrico;
  - ✓ seconda linea secondaria: dedicata all'assorbimento di tutti gli altri metalli oggetto di misura, prevede tre gorgogliatori in vetro ad alta efficienza (percorsi in sequenza dal gas campionato) contenenti la soluzione di assorbimento specifica, un separatore di umidità (colonna di gel di silice) e una pompa di aspirazione a flusso costante seguita dal contatore volumetrico;

- ✓ linea principale: consta unicamente di un doppio sistema di separazione dell'umidità (per condensazione e successivo passaggio in una colonna di gel di silice) e di una pompa di prelievo a flusso variabile seguita dal contatore volumetrico. L'unica funzione di questa linea è infatti di assicurare che il campionamento avvenga costantemente in condizioni di isocinetismo.

Lo schema del sistema di campionamento garantisce l'integrità del campione per le seguenti ragioni:

- grazie al mantenimento delle condizioni di isocinetismo mediante la linea principale, la portata attraverso il sistema degli assorbitori può essere mantenuta sufficientemente bassa, tale da garantire un tempo di permanenza del gas a contatto con le soluzioni assorbenti sufficiente alla completa solubilizzazione dei metalli presenti in fase gassosa;
- la sonda è inerte perché, essendo completamente realizzata in titanio, non provoca alcuna contaminazione dell'effluente campionato;
- all'uscita del sistema filtrante termostato a 120 °C, l'umidità contenuta nei fumi (ancora allo stato gassoso) viene ripartita uniformemente nelle 3 derivazioni;
- al termine del prelievo tutto il treno di campionamento è lavato, e la soluzione di lavaggio è anch'essa raccolta e sottoposta ad analisi.

L'analisi dei metalli viene effettuata sul particolato raccolto, sulle soluzioni di assorbimento e di lavaggio, mediante l'utilizzo della spettrometria di massa con sorgente al plasma (ICP-MS) e della spettrometria di assorbimento atomico (AAS).

L'analisi dei metalli sulle polveri raccolte (filtro e parte solida contenuta nei lavaggi linea) viene effettuata in analogia a quanto sopra descritto, previa dissoluzione del campione.

### 3.2.2 *Nichel respirabile ed insolubile*

Non esistendo norme di riferimento specifiche, è stato adottato il "Metodo per la determinazione della concentrazione del Nichel presente in forma respirabile ed insolubile nelle emissioni aerodisperse – ENEL PIN/SPL UML Piacenza".

Il metodo citato prevede un campionamento con una sonda costituita da un separatore inerziale (ciclone) che separa la frazione avente un diametro aerodinamico equivalente  $(D_{ae})_{50}$  superiore a 4.25  $\mu\text{m}$ . A tale primo frazionamento segue un filtro a porosità di 0.3  $\mu\text{m}$  in fibra di quarzo che trattiene la frazione di interesse (tra 4.25 e 0.3  $\mu\text{m}$ ). L'intero sistema di campionamento, fino al filtro, è realizzato in titanio.

Il criterio con cui è stato selezionato il sistema utilizzato trae fondamento dalla norma UNI ISO 7708:1998 ("Qualità dell'aria – Definizioni delle frazioni granulometriche per il campionamento relativo agli effetti sanitari"); tale norma definisce la frazione in massa del particolato inalato che penetra attraverso le vie aeree non ciliate; inoltre la norma definisce convenzionalmente la curva di separazione ideale di un apparecchio idoneo al campionamento della suddetta frazione respirabile per adulti sani.

Le operazioni preliminari al campionamento, da effettuare in sequenza sono le seguenti:

- misure di velocità dei fumi nei diversi punti del reticolo di campionamento;
- fissazione del volume di fumi necessario e sufficiente per le determinazioni analitiche del nichel;
- calcolo del diametro dell'ugello di campionamento da inserire in testa alla sonda;
- calcolo della portata fissa di campionamento;
- calcolo dei diversi tempi di aspirazione per ogni punto del reticolo di campionamento.

La determinazione analitica del nichel respirabile ed insolubile è effettuata previo trattamento del filtro utilizzato per il campionamento.

Il filtro su cui è stato campionato il particolato della frazione di interesse viene sottoposto ad eluizione, mediante trattamento con una soluzione di ammonio acetato/acido citrico a pH 4.4 in bagno a ultrasuoni per 60 minuti, ottenendo in tal modo la separazione della frazione di Ni respirabile solubile. Successivamente, sul residuo dell'eluizione si effettua una digestione totale con una miscela di acido nitrico/acido perclorico/acido fluoridrico per la determinazione del Ni respirabile insolubile. La misura strumentale del Ni respirabile insolubile viene infine eseguita mediante spettrometria al plasma (ICP-MS).

### 3.2.3 *Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)*

Il campionamento e l'analisi per la determinazione degli IPA vengono effettuati in conformità alla norma internazionale ISO 11338:2003 (parti 1 e 2).

Il campionamento dell'effluente gassoso in emissione viene effettuato mediante prelievi isocinetici.

Il treno di campionamento utilizzato è composto dalle seguenti parti:

- ugello in titanio;
- sonda in titanio termostata a 120 °C, munita di portafiltro in vetro (anch'esso termostato a 120 °C) per filtri in fibra di quarzo;
- sistema di condizionamento del gas in uscita dal filtro, in vetro borosilicato, per raffreddare il gas a circa 4 °C e separare per condensazione l'umidità;
- recipiente per la raccolta della condensa;
- una fiala di vetro contenente circa 30 g di resina Amberlite XAD-2 per trattenere eventuali incondensabili;
- trappola a gel di silice per essiccare completamente il gas campionato, trattenendo l'umidità non separata per condensazione;
- pompa di prelievo, in grado di aspirare una portata di aeriforme di circa 15-20 l/min, e contatore volumetrico.

Tale assetto strumentale consente di campionare simultaneamente le diverse fasi di interesse:

- polveri;
- vapor d'acqua;
- fase incondensabile.

Inoltre, al termine del campionamento l'intero treno di prelievo è lavato con acetone; il solvente viene recuperato ed anch'esso destinato alle analisi.

I campioni sono successivamente trattati e analizzati in accordo a quanto previsto dal metodo. In sintesi, il trattamento eseguito è il seguente: le varie parti del treno di prelievo (filtro, condensa, lavaggi e resine XAD-2) vengono sottoposte ad estrazione con diclorometano e concentrate in un piccolo volume; gli estratti sono poi riuniti in un unico campione e analizzati in GC/MS-SIM.

### 3.2.4 *Ammoniaca*

La determinazione della concentrazione di ammoniaca viene eseguita in accordo al metodo UNICHIM 632:1984. La linea di prelievo è formata dalle seguenti parti principali:

- ugello di prelievo del gas, seguito da sonda di aspirazione in titanio riscaldata e termostata a 120 °C;
- filtro piano in fibra di quarzo alloggiato in un portafiltro in vetro anch'esso termostato ad una temperatura di 120 °C;
- una coppia di gorgogliatori riempiti della soluzione di assorbimento indicata nel metodo sopra indicato (soluzione di acido solforico 1:100); i gorgogliatori sono alloggiati in un bagno freddo, in modo da permettere anche il raffreddamento del gas e la separazione della condensa in esso presente;
- sistema di essiccazione del gas tramite gel di silice, per trattenere l'umidità non separata per condensazione;
- pompa di aspirazione e contatore volumetrico.

Poiché le emissioni gassose campionate non sono sature di vapore, e i composti da ricercare non sono presenti nella fase particolata, il campionamento viene eseguito a flusso costante, con portata del gas sufficientemente bassa da permettere un efficace contatto fra gas e soluzione di assorbimento all'interno dei gorgogliatori.

Al termine del campionamento, della durata di circa 1 ora, le parti di linea non riscaldate, comprese fra il portafiltro e il primo gorgogliatore di ognuna delle due serie, vengono risciacquate; il lavaggio viene raccolto nel primo gorgogliatore di ciascuna serie.

Vengono infine sottoposte ad analisi chimica (cromatografia ionica), le soluzioni di assorbimento contenute in ciascuno dei gorgogliatori e un campione della soluzioni di assorbimento (bianco).

### **3.2.5 Alogenuri (HCl, HF, HBr)**

La determinazione della concentrazione di alogenuri è effettuata in accordo all'Allegato 2 del D.M. del 25/08/2000.

Il treno e le modalità di campionamento sono le stesse previste nel caso dell'ammoniaca, descritte dettagliatamente nel relativo paragrafo. L'unica differenza è la soluzione di campionamento, che per gli alogenuri è costituita da NaOH 0.1 N.

Anche per gli alogenuri, vengono sottoposte ad analisi chimica, con le modalità indicate nei rispettivi metodi, le soluzioni di assorbimento contenute in ciascuno dei gorgogliatori e un campione di soluzione di assorbimento (bianco). Le determinazioni degli ioni  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$  e  $\text{Br}^-$  presenti nelle soluzioni di assorbimento vengono effettuate mediante cromatografia ionica con rivelazione conduttimetrica.

### **3.2.6 Sostanze Organiche Volatili (SOV)**

La determinazione è effettuata mediante analizzatore automatico (rilevatore a ionizzazione di fiamma – FID), conformemente ai metodi descritti nell'Allegato 5 del D.M. del 25/08/2000 e nella norma tecnica UNI EN 12619:2002.

## 4 RISULTATI

Nei prospetti seguenti si riportano le concentrazioni riferite ai fumi secchi, 0°C, 101.3 kPa e riportate al 6% di O<sub>2</sub>.

Laddove siano calcolate sommatorie delle concentrazioni di più composti, i valori di concentrazione inferiori ai limiti di rilevabilità, concorrono alla sommatoria in misura della metà del limite di rilevabilità, in conformità a quanto indicato nel rapporto ISTISAN 04/15 e nelle tabelle che seguono ove tale caso si presenti sono già riportati come metà del limite di rilevabilità.

Per i metalli, il nichel respirabile insolubile e gli IPA, il confronto con i limiti è evidenziato nella tabella sommatorie.

In Appendice A sono riportati, oltre ai valori di concentrazione, anche i flussi di massa e le soglie di rilevanza per tutti i composti.

### 4.1 METALLI E NICHEL RESPIRABILE ED INSOLUBILE

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>
<i>Data Prova</i>	8/09/09	8/09/09
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
As	0.00031	0.000552
Be	0.0000402	0.0000431
Cd	0.0000402	0.0000431
Co	0.000223	0.00013
Cr	0.0208	0.0238
Cu	0.0074	0.00267
Hg	0.00032	0.000454
Mn	0.00957	0.0126
Ni	0.00424	0.00161
Pb	0.00112	0.00188
Pd	0.000683	0.00147
Pt	0.0000402	0.0000431
Rh	0.0000402	0.0000431
Sb	0.0000402	0.0000431
Se	0.0015	0.00323
Sn	0.0000514	0.000108
Te	0.0000402	0.0000431
Tl	0.0000402	0.0000431
V	0.00131	0.00137
Ni in forma di polvere	0.000214	0.000308

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>
<i>Data Prova</i>	1/09/09	2/09/09
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
Ni respirabile insolubile	0.00057	0.000289



#### 4.2 IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>
	1/09/09	2/09/09
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
Benzo(a)Pirene	0.00000249	0.00000234
Dibenzo(a,h)Antracene	0.00000249	0.00000234
Benzo(a)Antracene	0.00000249	0.00000234
Benzo(b+J)Fluorantene	0.00000448	0.0000042
Benzo(k)Fluorantene	0.00000249	0.00000234
Dibenzo(a,h)Acridina	0.00000249	0.00000234
Dibenzo(a,J)Acridina	0.00000498	0.00000467
Dibenzo(a,l)pirene	0.00000622	0.00000584
Dibenzo(a,e)pirene	0.00000622	0.00000584
Dibenzo(a,i)pirene	0.00000622	0.00000584
Dibenzo(a,h)pirene	0.00000622	0.00000584
5-Nitroacenaftene	0.00000249	0.00000234
2-Nitronaftalene	0.00000498	0.00000467
Indeno[1,2,3-cd]pirene	0.00000249	0.00000234
<b>Somma IPA D.Lgs 152/06</b>	<b>0.0000567</b>	<b>0.0000533</b>

#### 4.3 ALOGENURI (HF, HCL, HBR)

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Limite</b>
	1/09/09	2/09/09	
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
HF	0.745	0.733	5
HCl	10.4	11.3	100
HBr	0.0989	0.0631	5

#### 4.4 AMMONIACA

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Limite</b>
	1/09/09	2/09/09	
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
NH <sub>3</sub>	0.081	0.0239	100

#### 4.5 SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI (SOV)

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Limite</b>
	2/09/09	2/09/09	
<b>Composto</b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% di O<sub>2</sub></b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% di O<sub>2</sub></b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% di O<sub>2</sub></b>
SOV Totali	0.951	0.652	300

## 4.6 SOMMATORIE

### 4.6.1 Sommatorie composti All. II D.Lgs 152/2006, Parte II, Sez. 6

Composto	Limite	Prova 1	Prova 2
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
Be	0.05	0.0000402	0.0000431
Cd + Hg + Tl	0.1	0.0004	0.00054
As + Cr (VI) + Co + Ni (frazione respirabile ed insolubile)	0.5	0.0219	0.0248
Se + Te + Ni (sotto forma di polvere)	1	0.00175	0.00358
Sb + Cr (III) + Mn + Pd + Pb + Pt + Cu + Rh + Sn + V	5	0.0411	0.044

Note alla tabella:

- Il valore del Cromo è riferito al totale, pertanto rappresenta una stima per eccesso sia della frazione esavalente che di quella trivalente

**4.6.2 Sommatorie composti Al. II D.Lgs 152/2006, Parte II, Sez. 7, §2 e §3**

Composto	Tabella - Classe	Limite	Prova 1	Prova 2
		mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
Be	A1 - I	0.1	0.0000402	0.0000431
Cd (vedi nota)	A1 - I	0.1	0.0000402	0.0000431
Somma IPA	A1 - I	0.1	0.0000567	0.0000533
As	A1 - II	1	0.00031	0.000552
Cr VI (vedi nota)	A1 - II	1	0.0208	0.0238
Co	A1 - II	1	0.000223	0.00013
Ni respirabile insolubile	A1 - II	1	0.00057	0.000289
Hg	B - I	0.2	0.00032	0.000454
Tl	B - I	0.2	0.0000402	0.0000431
Se	B - II	2	0.0015	0.00323
Te	B - II	2	0.0000402	0.0000431
Ni in forma di polvere	B - II	2	0.000214	0.000308
Sb	B - III	10	0.0000402	0.0000431
Cr III (vedi nota)	B - III	10	0.0208	0.0238
Mn	B - III	10	0.00957	0.0126
Pd	B - III	10	0.000683	0.00147
Pb	B - III	10	0.00112	0.00188
Pt	B - III	10	0.0000402	0.0000431
Cu	B - III	10	0.0074	0.00267
Rh	B - III	10	0.0000402	0.0000431
Sn	B - III	10	0.0000514	0.000108
V	B - III	10	0.00131	0.00137

Somma composti Tab. A1 - I	0.1	0.000137	0.00014
Somma composti Tab. A1 - II	1	0.0219	0.0248
Somma composti Tab. A1 - I+II	1	0.022	0.0249
Somma composti Tab. B - I	0.2	0.00036	0.000497
Somma composti Tab. B - II	2	0.00175	0.00358
Somma composti Tab. B - III	10	0.0411	0.044
Somma composti Tab. B - I+II	2	0.00211	0.00408
Somma composti Tab. B - I+II+III	10	0.0432	0.0481

Note alla tabella

- Limiti per singoli composti e classi, fatto salvo quanto indicato nella precedente tabella
- Il valore limite del Cd in classe A1-I si applica a decorrere dalla data indicata nelle autorizzazioni rilasciate ai sensi dell'articolo 281, comma 1 del D.Lgs 152/2006. Cautelativamente viene conteggiato già in questa classe
- Il valore del Cromo è riferito al totale, pertanto rappresenta una stima per eccesso sia della frazione esavalente che di quella trivalente

## 5 CONCLUSIONI

I risultati delle prove eseguite confermano il pieno rispetto dei valori limite di emissione in atmosfera per la caldaia 8 della Centrale di Porto Marghera.

**APPENDICE A – TABELLE ex DLgs 152/06 parte V all. VI**

Nel seguito vengono riportate le informazioni secondo quanto previsto nello schema di cui all'Appendice I dell'allegato VI alla parte V del DLgs. 152/06.

**Origine/Punto di prelievo**

Centrale ENEL Porto Marghera  
Camino Caldaia n° 8

**Portata Fumi utilizzata per calcolo flussi di massa**

175000 Nm<sup>3</sup>/h  
riferita a: potenza massima nominale: 35 MWe<sup>(2)</sup>  
fumi secchi normalizzati a 0°C, 101.3 kPa, 6% O<sub>2</sub>

**Date prelievi**

PROVA N°	COMPOSTO	DATA
1	Metalli	8/09/09
1	Nichel Respirabile Insolubile	1/09/09
1	Alogenuri (HCl, HF, HBr)	1/09/09
1	Ammoniaca	1/09/09
1	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	1/09/09
1	Composti organici volatili (SOV)	2/09/09
2	Metalli	8/09/09
2	Nichel Respirabile Insolubile	2/09/09
2	Alogenuri (HCl, HF, HBr)	2/09/09
2	Ammoniaca	2/09/09
2	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	2/09/09
2	Composti organici volatili (SOV)	2/09/09

<sup>2</sup> La portata fumi utilizzata per il calcolo dei flussi di massa è quella corrispondente alla potenza massima nominale. Questo porta, cautelativamente, ad una stima per eccesso dei flussi di massa stessi.

## SCHEDA A.1

Composto	Tabella - Classe	CONCENTRAZIONI			FLUSSI DI MASSA		
		Limite	Prova 1	Prova 2	Soglia di rilevanza	Prova 1	Prova 2
		mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h	g/h	g/h
Be	A1 - I	0.1	0.0000402	0.0000431	0.5	0.00704	0.00754
Cd	A1 - I	0.1	0.0000402	0.0000431	0.5	0.00704	0.00754
2-Nitronaftalene	A1 - I	0.1	0.00000498	0.00000467	0.5	0.000872	0.000817
5-Nitroacenaftene	A1 - I	0.1	0.00000249	0.00000234	0.5	0.000436	0.00041
Benzo(a)Antracene	A1 - I	0.1	0.00000249	0.00000234	0.5	0.000436	0.00041
Benzo(a)Pirene	A1 - I	0.1	0.00000249	0.00000234	0.5	0.000436	0.00041
Benzo(b+J)Fluorantene	A1 - I	0.1	0.00000448	0.0000042	0.5	0.000784	0.000735
Benzo(k)Fluorantene	A1 - I	0.1	0.00000249	0.00000234	0.5	0.000436	0.00041
Dibenzo(a,h)Acridina	A1 - I	0.1	0.00000249	0.00000234	0.5	0.000436	0.00041
Dibenzo(a,J)Acridina	A1 - I	0.1	0.00000498	0.00000467	0.5	0.000872	0.000817
Dibenzo(a,h)Antracene	A1 - I	0.1	0.00000249	0.00000234	0.5	0.000436	0.00041
Indeno[1,2,3-cd]pirene	A1 - I	0.1	0.00000249	0.00000234	0.5	0.000436	0.00041
Dibenzo(a,e)pirene	A1 - I	0.1	0.00000622	0.00000584	0.5	0.00109	0.00102
Dibenzo(a,h)pirene	A1 - I	0.1	0.00000622	0.00000584	0.5	0.00109	0.00102
Dibenzo(a,i)pirene	A1 - I	0.1	0.00000622	0.00000584	0.5	0.00109	0.00102
Dibenzo(a,l)pirene	A1 - I	0.1	0.00000622	0.00000584	0.5	0.00109	0.00102
As	A1 - II	1	0.00031	0.000552	5	0.0543	0.0966
Cr VI (vedi nota)	A1 - II	1	0.0208	0.0238	5	3.64	4.17
Co	A1 - II	1	0.000223	0.00013	5	0.039	0.0228
Ni respirabile insolubile	A1 - II	1	0.00057	0.000289	5	0.0998	0.0506
Hg	B - I	0.2	0.00032	0.000454	1	0.056	0.0795
Tl	B - I	0.2	0.0000402	0.0000431	1	0.00704	0.00754
Se	B - II	2	0.0015	0.00323	5	0.263	0.565
Te	B - II	2	0.0000402	0.0000431	5	0.00704	0.00754
Ni in forma di polvere	B - II	2	0.000214	0.000308	5	0.0375	0.0539
Sb	B - III	10	0.0000402	0.0000431	25	0.00704	0.00754
Cr III (vedi nota)	B - III	10	0.0208	0.0238	25	3.64	4.17
Mn	B - III	10	0.00957	0.0126	25	1.67	2.21
Pd	B - III	10	0.000683	0.00147	25	0.12	0.257
Pb	B - III	10	0.00112	0.00188	25	0.196	0.329
Pt	B - III	10	0.0000402	0.0000431	25	0.00704	0.00754
Cu	B - III	10	0.0074	0.00267	25	1.3	0.467
Rh	B - III	10	0.0000402	0.0000431	25	0.00704	0.00754
Sn	B - III	10	0.0000514	0.000108	25	0.009	0.0189
V	B - III	10	0.00131	0.00137	25	0.229	0.24

Note alla tabella

- Relativamente ai composti ed ai limiti si rimanda alle note in calce alle tabelle del precedente § 4.6

## SCHEDA A.2

Classe Composto - Tabelle	CONCENTRAZIONI			FLUSSI DI MASSA		
	Limite	Prova 1	Prova 2	Soglia di rilevanza	Prova 1	Prova 2
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h	g/h	g/h
Somma composti Tab. A1 - I	0.1	0.000137	0.000139	0.5	0.024	0.5
Somma composti Tab. A1 - II	1	0.0219	0.0248	5	3.83	5
Somma composti Tab. A1 - I+II	1	0.022	0.0249	5	3.85	4.36
Somma composti Tab. B - I	0.2	0.00036	0.000497	1	0.063	0.087
Somma composti Tab. B - II	2	0.00175	0.00358	5	0.306	0.627
Somma composti Tab. B - III	10	0.0411	0.044	25	7.19	7.7
Somma composti Tab. B - I+II	2	0.00211	0.00408	5	0.369	0.714
Somma composti Tab. B - I+II+III	10	0.0432	0.0481	25	7.56	8.42

Note alla tabella

- Relativamente ai composti ed ai limiti si rimanda alle note in calce alle tabelle del precedente § 4.6

## SCHEDA A.3

Composto	CONCENTRAZIONI			FLUSSI DI MASSA		
	Limite	Prova 1	Prova 2	Soglia di rilevanza	Prova 1	Prova 2
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h	g/h	g/h
NH3	100	0.081	0.0239	n.p.	14.2	4.18
HCl	100	10.4	11.3	n.p.	1820	1978
HF	5	0.745	0.733	n.p.	130.4	128.3
HBr	5	0.0989	0.0631	n.p.	17.3	11.0
SOV	300	0.951	0.652	n.p.	166.4	114.1



## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA E SCOPI .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>PIANO SPERIMENTALE .....</b>	<b>7</b>
3.1	Prove eseguite.....	7
3.2	Modalità di campionamento e analisi.....	7
3.2.1	Metalli .....	7
3.2.2	Nichel respirabile ed insolubile .....	8
3.2.3	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	9
3.2.4	Ammoniaca .....	9
3.2.5	Alogenuri (HCl, HF, HBr).....	10
3.2.6	Sostanze Organiche Volatili (SOV) .....	10
<b>4</b>	<b>RISULTATI.....</b>	<b>11</b>
4.1	Metalli e Nichel respirabile ed insolubile.....	11
4.2	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	12
4.3	Alogenuri (HF, HCl, HBr) .....	12
4.4	Ammoniaca .....	12
4.5	Sostanze Organiche Volatili (SOV) .....	12
4.6	Sommatorie .....	13
4.6.1	Sommatorie composti All. II D.Lgs 152/2006, Parte II, Sez. 6.....	13
4.6.2	Sommatorie composti Al. II D.Lgs 152/2006,Parte II, Sez. 7, §2 e §3 .....	14
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>14</b>
	<b>APPENDICE A – TABELLE ex DLgs 152/06 parte V all. VI .....</b>	<b>15</b>
	Origine/Punto di prelievo .....	15
	Portata Fumi utilizzata per calcolo flussi di massa .....	15
	Date prelievi .....	15
	Scheda A.1 .....	16
	Scheda A.2 .....	17
	Scheda A.3 .....	17



## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	17/05/2010	A9037032	Prima emissione

## 1 PREMESSA E SCOPI

ENEL ha incaricato CESI dell'esecuzione delle attività di caratterizzazione delle emissioni aerodisperse della Caldaia 9 della centrale termoelettrica di Porto Marghera.

Le attività su impianto sono iniziate il 03/09/2009. Durante il periodo di misura l'Unità termoelettrica è stata condotta secondo il normale programma di esercizio che è stato definito in accordo a quanto richiesto dal GSE. La caldaia era alimentata con carbone.

Nel seguito viene descritto il piano sperimentale e vengono presentati i risultati delle prove eseguite.

## 2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

I riferimenti normativi che permettono di definire per le emissioni in esame i valori limite applicabili, i metodi di misura e di verifica del rispetto degli stessi limiti, sono i seguenti:

- Decreto Legislativo 03.04.2006 n° 152 "Norme in materia ambientale".
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 25.08.2000 "Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n.203".
- Rapporti ISTISAN 04/15 "Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici".

Nel seguito si riportano i valori limite per le sostanze per le quali non è prevista la misurazione in continuo, secondo quanto indicato negli art. 271, 273 e nella parte I dell'Allegato II del D.Lgs 152/06, o dalla specifica autorizzazione di impianto.

In particolare si applicano le indicazioni riportate nelle Sezioni 6 e 7, parte II dell'Allegato II del D.Lgs. 152/2006 e riepilogate nelle tabelle di seguito riportate.

I valori di cui alla sezione 7 sopra citata sono da considerare indicativi, in mancanza di prescrizioni specifiche, per gli impianti posteriori al 1988.

Tutti i valori limite indicati si intendono riferiti alle condizioni normali (0°C, 101.3 kPa), ai fumi secchi ed a un tenore di ossigeno pari al 6% per combustibili solidi e 3% per i combustibili liquidi e gassosi.

Valori limite di emissione per alcuni metalli e loro composti  
per impianti di potenza termica > 100MW <sup>(1)</sup>  
(Sez. 6 della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE (mg/Nm <sup>3</sup> )
Be	0.05
Cd + Hg + Tl	0.10
As + Cr(VI) + Co + Ni (frazione respirabile e insolubile)	0.50
Se + Te + Ni (sotto forma di polvere)	1.00
Sb + Cr(III) + Mn + Pd + Pb + Pt + Cu + Rh + Sn + V	5.00

Valori limite di emissione per altri inquinanti  
(Sez. 7, §1, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE (mg/Nm <sup>3</sup> )
Sostanze organiche volatili, espresse come carbonio totale	300
Cloro	5
Idrogeno solforato	5
Bromo e suoi composti espressi come acido bromidrico	5
Fluoro e suoi composti espressi come acido fluoridrico	5
Ammoniaca e composti a base di cloro espressi come HCl	100

<sup>1</sup> I valori limite di emissione indicati non si applicano agli impianti che utilizzano esclusivamente combustibili gassosi oppure biomasse

Valori limite di emissione per sostanze cancerogene e/o tossiche per la riproduzione e/o mutagene  
(Tabella A1 della Parte II, §1.1, dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006,  
riferimento indicato da Sez. 7, §2, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE <sup>(*)</sup> espresso come concentrazione (mg/Nm <sup>3</sup> )	SOGLIA DI RILEVANZA espressa come flusso di massa (g/h)
CLASSE I	0.1	0.5
CLASSE II	1	5
CLASSE III	5	25

CLASSE I+II	1	5
CLASSE I+II+III	5	25

<sup>(\*)</sup> il limite indicato vale per la singola sostanza e per la somma delle sostanze appartenenti alla classe

#### Elenco composti

CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III
Asbesto	Arsenico e suoi composti	Acrilonitrile
Benzo(a)pirene	Cromo (VI) e suoi composti	Benzene
Berillio e i suoi composti	Cobalto e suoi composti	1,3-Butadiene
Dibenzo(a,h)antracene	3,3-Diclorobenzidina	1-Cloro-2,3-Epossipropano (epicloridina)
2-Naftilammina e sali	Dimetilsolfato	1,2-Dibromoetano
Benzo(a)antracene	Etilenimmina	1,2-Epossipropano
Benzo(b)fluorantene	Nichel e suoi composti <sup>(**)</sup>	1,2-Dicloroetano
Benzo(j)fluorantene	4-Aminobifenile e sali	Vinile cloruro
Benzo(k)fluorantene	Benzidina e suoi sali	1,3 Dicloro-2-Propanolo
Dibenzo(a,j)acridina	4,4'-Metilen bis (2 Cloroanilina) e sali	Clorometil (Metil) Etere
Dibenzo(a,h)acridina	Dietilsolfato	N,N-Dimetilidrazina
Dibenzo(a,e)pirene	3,3'-Dimetilbenzidina e sali	Idrazina
Dibenzo(a,h)pirene	Esametilfosfotriamide	Ossido di etilene
Dibenzo(a,i)pirene	2 Metilaziridina	Etilentiourea
Dibenzo(a,l)pirene	Metil ONN Azossimetile Acetato	2-Nitropropano
Cadmio e suoi composti <sup>(***)</sup>	Sulfallate	Bis-Clorometiletere
Dimetilnitrosamina	Dimetilcarbamoicloruro	3-Propanolide
Indeno (1,2,3-cd) pirene <sup>(***)</sup>	3,3'-Dimetossibenzidina e sali	1,3 Propansultone
5-Nitroacenaftene		Stirene Ossido
2-Nitronaftalene		
1-Metil-3Nitro-1-Nitrosoguanidina		

<sup>(\*\*)</sup> riferito alle emissioni in atmosfera nella forma respirabile ed insolubile

<sup>(\*\*\*)</sup> il valore limite per questo composto si applica a decorrere dalla data indicata nelle autorizzazioni rilasciate ai sensi dell'articolo 281, comma 1 del D.Lgs 152/2006

Valori limite di emissione per sostanze di tossicità e cumulabilità particolarmente elevate  
(Tabella A2 della Parte II, §1.2, dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006,  
riferimento indicato da Sez. 7, §2, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE <sup>(*)</sup> espresso come concentrazione (mg/Nm <sup>3</sup> )	SOGLIA DI RILEVANZA espressa come flusso di massa (g/h)
CLASSE I	0.01	0.02
CLASSE II	0.5	0.5
CLASSE I+II	0.5	0.5

<sup>(\*)</sup> il limite indicato vale per la singola sostanza e per la somma delle sostanze appartenenti alla classe

Elenco composti

CLASSE I	CLASSE II
Policlorodibenzodiossine	Policlorobifenili
Policlorodibenzofurani	Policlorotrifenili
	Policloronaftaleni

Valori limite di emissione per sostanze inorganiche che si presentano prevalentemente sotto forma di polvere

(Tabella B della Parte II § 2 dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006,  
riferimento indicato da Sez. 7, §3, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE <sup>(*)</sup> espresso come concentrazione (mg/Nm <sup>3</sup> )	SOGLIA DI RILEVANZA espressa come flusso di massa (g/h)
CLASSE I	0.2	1
CLASSE II	2	5
CLASSE III	10	25
CLASSE I+II	2	5
CLASSE I+II+III	10	25

<sup>(\*)</sup> il limite indicato vale per la singola sostanza e per la somma delle sostanze appartenenti alla classe

Elenco composti

CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III
Cadmio e suoi composti <sup>(**)</sup>	Selenio e suoi composti	Antimonio e suoi composti
Mercurio e suoi composti	Tellurio e suoi composti	Cianuri
Tallio e suoi composti	Nichel e i suoi composti, espressi come Ni in forma di polvere	Cromo (III) e suoi composti
		Manganese e suoi composti
		Palladio e suoi composti
		Piombo e suoi composti
		Platino e suoi composti
		Quarzo in polvere, se sotto forma di Silice cristallina
		Rame e suoi composti
		Rodio e suoi composti
		Stagno e suoi composti
		Vanadio e suoi composti

<sup>(\*\*)</sup> fatto salvo quanto previsto dalla tabella A1 All. I D.Lgs 152/2006, parte II §1.1

### 3 PIANO SPERIMENTALE

#### 3.1 PROVE ESEGUITE

Le sostanze elencate nelle precedenti tabelle, in relazione sia ai limiti imposti che ai bassi livelli che si riscontrano nelle emissioni da impianti termoelettrici, vengono genericamente indicate come “microinquinanti” organici o inorganici.

La scelta dei microinquinanti da determinare al fine della caratterizzazione delle emissioni, è effettuata in accordo al criterio di quantificare le sostanze, tra quelle indicate nelle tabelle del precedente paragrafo, di cui si può supporre la presenza nelle emissioni della centrale in concentrazioni di qualche interesse in rapporto ai limiti di legge ed ai combustibili utilizzati.

Nel caso specifico il piano di caratterizzazione dei microinquinanti organici ed inorganici ha previsto l'effettuazione delle seguenti misure:

- Metalli: As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Pd, Pt, Rh, Sb, Se, Sn, Te, Tl, V.
- Nichel nella forma respirabile ed insolubile.
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).
- Alogenuri (HCl, HF, HBr).
- Ammoniaca.
- SOV (sostanze organiche volatili).

Per ciascun composto o classe di composti sono state eseguite due prove (due campionamenti e analisi).

Il prelievo e l'analisi dei fumi al fine della determinazione delle concentrazioni degli inquinanti convenzionali: biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), monossido di carbonio (CO), particolato, oltre che dell'ossigeno (O<sub>2</sub>) necessario alla loro normalizzazione, sono invece effettuati in continuo dal Sistema di Misura delle Emissioni (SME) in dotazione alla Centrale, realizzato e tarato in conformità a quanto previsto ai punti 3 e 4 dell'Allegato VI alla Parte Quinta del DLgs 3 aprile 2006 n°152.

#### 3.2 MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO E ANALISI

##### 3.2.1 Metalli

Il campionamento dell'effluente gassoso per la determinazione dei metalli in tracce è effettuato mediante prelievi isocinetici in accordo alla norma VDI 3868-I:1994 integrata, per quanto riguarda il mercurio, con la norma UNI EN 13211:2003. Lo schema adottato è altresì conforme alla norma UNI EN 14385:2004.

Il treno di campionamento è formato dalle seguenti parti:

- ugello in titanio;
- tubo di Pitot e termocoppia, per la misura di velocità e temperatura del gas nel condotto, in prossimità del punto di prelievo;
- sonda in titanio termostata a 120 °C, munita di portafiltro in vetro (anch'esso termostato a 120 °C), nel quale è alloggiato un filtro piano in fibra di quarzo;
- suddivisione della linea di prelievo in tre parti:
  - ✓ prima linea secondaria: dedicata all'assorbimento del mercurio, prevede tre gorgogliatori in vetro ad alta efficienza (percorsi in sequenza dal gas campionato) contenenti la soluzione di assorbimento specifica per questa sostanza, un separatore di umidità (colonna di gel di silice) e una pompa di aspirazione a flusso costante seguita dal contatore volumetrico;
  - ✓ seconda linea secondaria: dedicata all'assorbimento di tutti gli altri metalli oggetto di misura, prevede tre gorgogliatori in vetro ad alta efficienza (percorsi in sequenza dal gas campionato) contenenti la soluzione di assorbimento specifica, un separatore di umidità (colonna di gel di silice) e una pompa di aspirazione a flusso costante seguita dal contatore volumetrico;

- ✓ linea principale: consta unicamente di un doppio sistema di separazione dell'umidità (per condensazione e successivo passaggio in una colonna di gel di silice) e di una pompa di prelievo a flusso variabile seguita dal contatore volumetrico. L'unica funzione di questa linea è infatti di assicurare che il campionamento avvenga costantemente in condizioni di isocinetismo.

Lo schema del sistema di campionamento garantisce l'integrità del campione per le seguenti ragioni:

- grazie al mantenimento delle condizioni di isocinetismo mediante la linea principale, la portata attraverso il sistema degli assorbitori può essere mantenuta sufficientemente bassa, tale da garantire un tempo di permanenza del gas a contatto con le soluzioni assorbenti sufficiente alla completa solubilizzazione dei metalli presenti in fase gassosa;
- la sonda è inerte perché, essendo completamente realizzata in titanio, non provoca alcuna contaminazione dell'effluente campionato;
- all'uscita del sistema filtrante termostato a 120 °C, l'umidità contenuta nei fumi (ancora allo stato gassoso) viene ripartita uniformemente nelle 3 derivazioni;
- al termine del prelievo tutto il treno di campionamento è lavato, e la soluzione di lavaggio è anch'essa raccolta e sottoposta ad analisi.

L'analisi dei metalli viene effettuata sul particolato raccolto, sulle soluzioni di assorbimento e di lavaggio, mediante l'utilizzo della spettrometria di massa con sorgente al plasma (ICP-MS) e della spettrometria di assorbimento atomico (AAS).

L'analisi dei metalli sulle polveri raccolte (filtro e parte solida contenuta nei lavaggi linea) viene effettuata in analogia a quanto sopra descritto, previa dissoluzione del campione.

### 3.2.2 *Nichel respirabile ed insolubile*

Non esistendo norme di riferimento specifiche, è stato adottato il "Metodo per la determinazione della concentrazione del Nichel presente in forma respirabile ed insolubile nelle emissioni aerodisperse – ENEL PIN/SPL UML Piacenza".

Il metodo citato prevede un campionamento con una sonda costituita da un separatore inerziale (ciclone) che separa la frazione avente un diametro aerodinamico equivalente  $(D_{ae})_{50}$  superiore a 4.25  $\mu\text{m}$ . A tale primo frazionamento segue un filtro a porosità di 0.3  $\mu\text{m}$  in fibra di quarzo che trattiene la frazione di interesse (tra 4.25 e 0.3  $\mu\text{m}$ ). L'intero sistema di campionamento, fino al filtro, è realizzato in titanio.

Il criterio con cui è stato selezionato il sistema utilizzato trae fondamento dalla norma UNI ISO 7708:1998 ("Qualità dell'aria – Definizioni delle frazioni granulometriche per il campionamento relativo agli effetti sanitari"); tale norma definisce la frazione in massa del particolato inalato che penetra attraverso le vie aeree non ciliate; inoltre la norma definisce convenzionalmente la curva di separazione ideale di un apparecchio idoneo al campionamento della suddetta frazione respirabile per adulti sani.

Le operazioni preliminari al campionamento, da effettuare in sequenza sono le seguenti:

- misure di velocità dei fumi nei diversi punti del reticolo di campionamento;
- fissazione del volume di fumi necessario e sufficiente per le determinazioni analitiche del nichel;
- calcolo del diametro dell'ugello di campionamento da inserire in testa alla sonda;
- calcolo della portata fissa di campionamento;
- calcolo dei diversi tempi di aspirazione per ogni punto del reticolo di campionamento.

La determinazione analitica del nichel respirabile ed insolubile è effettuata previo trattamento del filtro utilizzato per il campionamento.

Il filtro su cui è stato campionato il particolato della frazione di interesse viene sottoposto ad eluizione, mediante trattamento con una soluzione di ammonio acetato/acido citrico a pH 4.4 in bagno a ultrasuoni per 60 minuti, ottenendo in tal modo la separazione della frazione di Ni respirabile solubile. Successivamente, sul residuo dell'eluizione si effettua una digestione totale con una miscela di acido nitrico/acido perclorico/acido fluoridrico per la determinazione del Ni respirabile insolubile. La misura strumentale del Ni respirabile insolubile viene infine eseguita mediante spettrometria al plasma (ICP-MS).

### 3.2.3 *Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)*

Il campionamento e l'analisi per la determinazione degli IPA vengono effettuati in conformità alla norma internazionale ISO 11338:2003 (parti 1 e 2).

Il campionamento dell'effluente gassoso in emissione viene effettuato mediante prelievi isocinetici.

Il treno di campionamento utilizzato è composto dalle seguenti parti:

- ugello in titanio;
- sonda in titanio termostata a 120 °C, munita di portafiltro in vetro (anch'esso termostato a 120 °C) per filtri in fibra di quarzo;
- sistema di condizionamento del gas in uscita dal filtro, in vetro borosilicato, per raffreddare il gas a circa 4 °C e separare per condensazione l'umidità;
- recipiente per la raccolta della condensa;
- una fiala di vetro contenente circa 30 g di resina Amberlite XAD-2 per trattenere eventuali incondensabili;
- trappola a gel di silice per essiccare completamente il gas campionato, trattenendo l'umidità non separata per condensazione;
- pompa di prelievo, in grado di aspirare una portata di aeriforme di circa 15-20 l/min, e contatore volumetrico.

Tale assetto strumentale consente di campionare simultaneamente le diverse fasi di interesse:

- polveri;
- vapor d'acqua;
- fase incondensabile.

Inoltre, al termine del campionamento l'intero treno di prelievo è lavato con acetone; il solvente viene recuperato ed anch'esso destinato alle analisi.

I campioni sono successivamente trattati e analizzati in accordo a quanto previsto dal metodo. In sintesi, il trattamento eseguito è il seguente: le varie parti del treno di prelievo (filtro, condensa, lavaggi e resine XAD-2) vengono sottoposte ad estrazione con diclorometano e concentrate in un piccolo volume; gli estratti sono poi riuniti in un unico campione e analizzati in GC/MS-SIM.

### 3.2.4 *Ammoniaca*

La determinazione della concentrazione di ammoniaca viene eseguita in accordo al metodo UNICHIM 632:1984. La linea di prelievo è formata dalle seguenti parti principali:

- ugello di prelievo del gas, seguito da sonda di aspirazione in titanio riscaldata e termostata a 120 °C;
- filtro piano in fibra di quarzo alloggiato in un portafiltro in vetro anch'esso termostato ad una temperatura di 120 °C;
- una coppia di gorgogliatori riempiti della soluzione di assorbimento indicata nel metodo sopra indicato (soluzione di acido solforico 1:100); i gorgogliatori sono alloggiati in un bagno freddo, in modo da permettere anche il raffreddamento del gas e la separazione della condensa in esso presente;
- sistema di essiccazione del gas tramite gel di silice, per trattenere l'umidità non separata per condensazione;
- pompa di aspirazione e contatore volumetrico.

Poiché le emissioni gassose campionate non sono sature di vapore, e i composti da ricercare non sono presenti nella fase particolata, il campionamento viene eseguito a flusso costante, con portata del gas sufficientemente bassa da permettere un efficace contatto fra gas e soluzione di assorbimento all'interno dei gorgogliatori.

Al termine del campionamento, della durata di circa 1 ora, le parti di linea non riscaldate, comprese fra il portafiltro e il primo gorgogliatore di ognuna delle due serie, vengono risciacquate; il lavaggio viene raccolto nel primo gorgogliatore di ciascuna serie.

Vengono infine sottoposte ad analisi chimica (cromatografia ionica), le soluzioni di assorbimento contenute in ciascuno dei gorgogliatori e un campione della soluzioni di assorbimento (bianco).

### **3.2.5 Alogenuri (HCl, HF, HBr)**

La determinazione della concentrazione di alogenuri è effettuata in accordo all'Allegato 2 del D.M. del 25/08/2000.

Il treno e le modalità di campionamento sono le stesse previste nel caso dell'ammoniaca, descritte dettagliatamente nel relativo paragrafo. L'unica differenza è la soluzione di campionamento, che per gli alogenuri è costituita da NaOH 0.1 N.

Anche per gli alogenuri, vengono sottoposte ad analisi chimica, con le modalità indicate nei rispettivi metodi, le soluzioni di assorbimento contenute in ciascuno dei gorgogliatori e un campione di soluzione di assorbimento (bianco). Le determinazioni degli ioni  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$  e  $\text{Br}^-$  presenti nelle soluzioni di assorbimento vengono effettuate mediante cromatografia ionica con rivelazione conduttimetrica.

### **3.2.6 Sostanze Organiche Volatili (SOV)**

La determinazione è effettuata mediante analizzatore automatico (rilevatore a ionizzazione di fiamma – FID), conformemente ai metodi descritti nell'Allegato 5 del D.M. del 25/08/2000 e nella norma tecnica UNI EN 12619:2002.



## 4 RISULTATI

Nei prospetti seguenti si riportano le concentrazioni riferite ai fumi secchi, 0°C, 101.3 kPa e riportate al 6% di O<sub>2</sub>.

Laddove siano calcolate sommatorie delle concentrazioni di più composti, i valori di concentrazione inferiori ai limiti di rilevabilità, concorrono alla sommatoria in misura della metà del limite di rilevabilità, in conformità a quanto indicato nel rapporto ISTISAN 04/15 e nelle tabelle che seguono ove tale caso si presenti sono già riportati come metà del limite di rilevabilità.

Per i metalli, il nichel respirabile insolubile e gli IPA, il confronto con i limiti è evidenziato nella tabella sommatorie.

In Appendice A sono riportati, oltre ai valori di concentrazione, anche i flussi di massa e le soglie di rilevanza per tutti i composti.

### 4.1 METALLI E NICHEL RESPIRABILE ED INSOLUBILE

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>
<i>Data Prova</i>	3/09/09	3/09/09
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
As	0.00144	0.000709
Be	0.0000559	0.0000424
Cd	0.0000418	0.0000374
Co	0.000377	0.000296
Cr	0.05	0.0316
Cu	0.00395	0.00632
Hg	0.00037	0.000372
Mn	0.0193	0.0397
Ni	0.00939	0.00566
Pb	0.00526	0.00528
Pd	0.000859	0.000461
Pt	0.0000377	0.0000374
Rh	0.0000377	0.0000374
Sb	0.000109	0.0000374
Se	0.0106	0.0036
Sn	0.000357	0.00014
Te	0.0000454	0.0000374
Tl	0.0000585	0.0000374
V	0.00444	0.00211
Ni in forma di polvere	0.000589	0.000158

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>
<i>Data Prova</i>	9/09/09	10/09/09
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
Ni respirabile insolubile	0.00031	0.000277

#### 4.2 IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>
<i>Data Prova</i>	9/09/09	10/09/09
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
Benzo(a)Pirene	0.00000283	0.0000025
Dibenzo(a,h)Antracene	0.00000283	0.0000025
Benzo(a)Antracene	0.00000283	0.0000025
Benzo(b+J)Fluorantene	0.0000051	0.0000045
Benzo(k)Fluorantene	0.00000283	0.0000025
Dibenzo(a,h)Acridina	0.00000283	0.0000025
Dibenzo(a,J)Acridina	0.00000566	0.000005
Dibenzo(a,l)pirene	0.00000708	0.00000625
Dibenzo(a,e)pirene	0.00000708	0.00000625
Dibenzo(a,i)pirene	0.00000708	0.00000625
Dibenzo(a,h)pirene	0.00000708	0.00000625
5-Nitroacenaftene	0.00000283	0.0000025
2-Nitronaftalene	0.00000566	0.000005
Indeno[1,2,3-cd]pirene	0.00000283	0.0000025
<b>Somma IPA D.Lgs. 152/06</b>	0.0000646	0.000057

#### 4.3 ALOGENURI (HF, HCL, HBR)

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Limite</b>
<i>Data Prova</i>	3/09/09	9/09/09	
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
HF	0.412	0.417	5
HCl	11.3	19	100
HBr	0.108	0.0722	5

#### 4.4 AMMONIACA

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Limite</b>
<i>Data Prova</i>	9/09/09	
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
NH <sub>3</sub>	0.0213	100

#### 4.5 SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI (SOV)

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Limite</b>
<i>Data Prova</i>	3/09/09	3/09/09	
<b>Composto</b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% di O<sub>2</sub></b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% di O<sub>2</sub></b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% di O<sub>2</sub></b>
SOV Totali	0.382	0.537	300

## 4.6 SOMMATORIE

### 4.6.1 Sommatorie composti All. II D.Lgs 152/2006, Parte II, Sez. 6

Composto	Limite	Prova 1	Prova 2
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
Be	0.05	0.0000559	0.0000424
Cd + Hg + Tl	0.1	0.000471	0.000446
As + Cr (VI) + Co + Ni (frazione respirabile ed insolubile)	0.5	0.0521	0.0329
Se + Te + Ni (sotto forma di polvere)	1	0.0112	0.0038
Sb + Cr (III) + Mn + Pd + Pb + Pt + Cu + Rh + Sn + V	5	0.0844	0.0857

Note alla tabella:

- Il valore del Cromo è riferito al totale, pertanto rappresenta una stima per eccesso sia della frazione esavalente che di quella trivalente

4.6.2 *Sommatorie composti Al. II D.Lgs 152/2006, Parte II, Sez. 7, §2 e §3*

Composto	Tabella - Classe	Limite	Prova 1	Prova 2
		mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
Be	A1 - I	0.1	0.0000559	0.0000424
Cd (vedi nota)	A1 - I	0.1	0.0000418	0.0000374
Somma IPA	A1 - I	0.1	0.0000646	0.000057
As	A1 - II	1	0.00144	0.000709
Cr VI (vedi nota)	A1 - II	1	0.05	0.0316
Co	A1 - II	1	0.000377	0.000296
Ni respirabile insolubile	A1 - II	1	0.00031	0.000277
Hg	B - I	0.2	0.00037	0.000372
Tl	B - I	0.2	0.0000585	0.0000374
Se	B - II	2	0.0106	0.0036
Te	B - II	2	0.0000454	0.0000374
Ni in forma di polvere	B - II	2	0.000589	0.000158
Sb	B - III	10	0.000109	0.0000374
Cr III (vedi nota)	B - III	10	0.05	0.0316
Mn	B - III	10	0.0193	0.0397
Pd	B - III	10	0.000859	0.000461
Pb	B - III	10	0.00526	0.00528
Pt	B - III	10	0.0000377	0.0000374
Cu	B - III	10	0.00395	0.00632
Rh	B - III	10	0.0000377	0.0000374
Sn	B - III	10	0.000357	0.00014
V	B - III	10	0.00444	0.00211

Somma composti Tab. A1 - I	0.1	0.000162	0.000137
Somma composti Tab. A1 - II	1	0.0521	0.0329
Somma composti Tab. A1 - I+II	1	0.0523	0.033
Somma composti Tab. B - I	0.2	0.000429	0.000409
Somma composti Tab. B - II	2	0.0112	0.0038
Somma composti Tab. B - III	10	0.0844	0.0857
Somma composti Tab. B - I+II	2	0.0116	0.00421
Somma composti Tab. B - I+II+III	10	0.096	0.0899

Note alla tabella

- Limiti per singoli composti e classi, fatto salvo quanto indicato nella precedente tabella
- Il valore limite del Cd in classe A1-I si applica a decorrere dalla data indicata nelle autorizzazioni rilasciate ai sensi dell'articolo 281, comma 1 del D.Lgs 152/2006. Cautelativamente viene conteggiato già in questa classe
- Il valore del Cromo è riferito al totale, pertanto rappresenta una stima per eccesso sia della frazione esavalente che di quella trivalente

**5 CONCLUSIONI**

I risultati delle prove eseguite confermano il pieno rispetto dei valori limite di emissione in atmosfera per la Caldaia 9 della Centrale di Porto Marghera.

**APPENDICE A – TABELLE ex DLgs 152/06 parte V all. VI**

Nel seguito vengono riportate le informazioni secondo quanto previsto nello schema di cui all'Appendice I dell'allegato VI alla parte V del DLgs. 152/06.

**Origine/Punto di prelievo**

Centrale ENEL Porto Marghera  
Camino Caldaia n° 9

**Portata Fumi utilizzata per calcolo flussi di massa**

175000 Nm<sup>3</sup>/h  
riferita a: potenza massima nominale: 35 MWe<sup>(2)</sup>  
fumi secchi normalizzati a 0°C, 101.3 kPa, 6% O<sub>2</sub>

**Date prelievi**

PROVA N°	COMPOSTO	DATA
1	Metalli	3/09/09
1	Nichel Respirabile Insolubile	9/09/09
1	Alogenuri (HCl, HF, HBr)	3/09/09
1	Ammoniaca	9/09/09
1	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	9/09/09
1	Composti organici volatili (SOV)	3/09/09
2	Metalli	3/09/09
2	Nichel Respirabile Insolubile	10/09/09
2	Alogenuri (HCl, HF, HBr)	9/09/09
2	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	10/09/09
2	Composti organici volatili (SOV)	3/09/09

<sup>2</sup> La portata fumi utilizzata per il calcolo dei flussi di massa è quella corrispondente alla potenza massima nominale. Questo porta, cautelativamente, ad una stima per eccesso dei flussi di massa stessi.

## SCHEMA A.1

Composto	Tabella - Classe	CONCENTRAZIONI			FLUSSI DI MASSA		
		Limite	Prova 1	Prova 2	Soglia di rilevanza	Prova 1	Prova 2
		mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h	g/h	g/h
Be	A1 - I	0.1	0.0000559	0.0000424	0.5	0.00978	0.00742
Cd	A1 - I	0.1	0.0000418	0.0000374	0.5	0.00732	0.00655
2-Nitronaftalene	A1 - I	0.1	0.00000566	0.000005	0.5	0.000991	0.000875
5-Nitroacenaftene	A1 - I	0.1	0.00000283	0.0000025	0.5	0.000495	0.000438
Benzo(a)Antracene	A1 - I	0.1	0.00000283	0.0000025	0.5	0.000495	0.000438
Benzo(a)Pirene	A1 - I	0.1	0.00000283	0.0000025	0.5	0.000495	0.000438
Benzo(b+J)Fluorantene	A1 - I	0.1	0.0000051	0.0000045	0.5	0.000893	0.000788
Benzo(k)Fluorantene	A1 - I	0.1	0.00000283	0.0000025	0.5	0.000495	0.000438
Dibenzo(a,h)Acridina	A1 - I	0.1	0.00000283	0.0000025	0.5	0.000495	0.000438
Dibenzo(a,J)Acridina	A1 - I	0.1	0.00000566	0.000005	0.5	0.000991	0.000875
Dibenzo(a,h)Antracene	A1 - I	0.1	0.00000283	0.0000025	0.5	0.000495	0.000438
Indeno[1,2,3-cd]pirene	A1 - I	0.1	0.00000283	0.0000025	0.5	0.000495	0.000438
Dibenzo(a,e)pirene	A1 - I	0.1	0.00000708	0.00000625	0.5	0.00124	0.00109
Dibenzo(a,h)pirene	A1 - I	0.1	0.00000708	0.00000625	0.5	0.00124	0.00109
Dibenzo(a,i)pirene	A1 - I	0.1	0.00000708	0.00000625	0.5	0.00124	0.00109
Dibenzo(a,l)pirene	A1 - I	0.1	0.00000708	0.00000625	0.5	0.00124	0.00109
As	A1 - II	1	0.00144	0.000709	5	0.252	0.124
Cr VI (vedi nota)	A1 - II	1	0.05	0.0316	5	8.75	5.53
Co	A1 - II	1	0.000377	0.000296	5	0.066	0.0518
Ni respirabile insolubile	A1 - II	1	0.00031	0.000277	5	0.0543	0.0485
Hg	B - I	0.2	0.00037	0.000372	1	0.0648	0.0651
Tl	B - I	0.2	0.0000585	0.0000374	1	0.0102	0.00655
Se	B - II	2	0.0106	0.0036	5	1.86	0.63
Te	B - II	2	0.0000454	0.0000374	5	0.00795	0.00655
Ni in forma di polvere	B - II	2	0.000589	0.000158	5	0.103	0.0277
Sb	B - III	10	0.000109	0.0000374	25	0.0191	0.00655
Cr III (vedi nota)	B - III	10	0.05	0.0316	25	8.75	5.53
Mn	B - III	10	0.0193	0.0397	25	3.38	6.95
Pd	B - III	10	0.000859	0.000461	25	0.15	0.0807
Pb	B - III	10	0.00526	0.00528	25	0.921	0.924
Pt	B - III	10	0.0000377	0.0000374	25	0.0066	0.00655
Cu	B - III	10	0.00395	0.00632	25	0.691	1.11
Rh	B - III	10	0.0000377	0.0000374	25	0.0066	0.00655
Sn	B - III	10	0.000357	0.00014	25	0.0625	0.0245
V	B - III	10	0.00444	0.00211	25	0.777	0.369

Note alla tabella

- Relativamente ai composti ed ai limiti si rimanda alle note in calce alle tabelle del precedente § 4.6

## SCHEDA A.2

Classe Composto - Tabelle	CONCENTRAZIONI			FLUSSI DI MASSA		
	Limite	Prova 1	Prova 2	Soglia di rilevanza	Prova 1	Prova 2
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h	g/h	g/h
Somma composti Tab. A1 - I	0.1	0.000162	0.000137	0.5	0.0284	0.024
Somma composti Tab. A1 - II	1	0.0521	0.0329	5	9.12	5.76
Somma composti Tab. A1 - I+II	1	0.0523	0.033	5	9.15	5.78
Somma composti Tab. B - I	0.2	0.000429	0.000409	1	0.0751	0.0716
Somma composti Tab. B - II	2	0.0112	0.0038	5	1.96	0.665
Somma composti Tab. B - III	10	0.0844	0.0857	25	14.8	15
Somma composti Tab. B - I+II	2	0.0116	0.00421	5	2.03	0.737
Somma composti Tab. B - I+II+III	10	0.096	0.0899	25	16.8	15.7

*Note alla tabella*

- *Relativamente ai composti ed ai limiti si rimanda alle note in calce alle tabelle del precedente § 4.6*

## SCHEDA A.3

Composto	CONCENTRAZIONI			FLUSSI DI MASSA		
	Limite	Prova 1	Prova 2	Soglia di rilevanza	Prova 1	Prova 2
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h	g/h	g/h
NH3	100	0.0213	n.d.	n.p.	3.73	n.d.
HCl	100	11.3	19	n.p.	1978	3325
HF	5	0.412	0.417	n.p.	72.1	73.0
HBr	5	0.108	0.0722	n.p.	18.9	12.6
SOV	300	0.382	0.537	n.p.	66.8	94.0





## *Indice*

<b>1</b>	<b>PREMESSA E SCOPI .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>PIANO SPERIMENTALE .....</b>	<b>7</b>
3.1	Prove eseguite.....	7
3.2	Modalità di campionamento e analisi.....	7
3.2.1	Metalli .....	7
3.2.2	Nichel respirabile ed insolubile .....	8
3.2.3	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	9
3.2.4	Ammoniaca .....	9
3.2.5	Alogenuri (HCl, HF, HBr).....	10
3.2.6	Sostanze Organiche Volatili (SOV) .....	10
<b>4</b>	<b>RISULTATI.....</b>	<b>11</b>
4.1	Metalli e Nichel respirabile ed insolubile.....	11
4.2	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	12
4.3	Alogenuri (HF, HCl, HBr) .....	12
4.4	Ammoniaca .....	12
4.5	Sostanze Organiche Volatili (SOV) .....	12
4.6	Sommatorie .....	13
4.6.1	Sommatorie composti All. II D.Lgs 152/2006, Parte II, Sez. 6.....	13
4.6.2	Sommatorie composti Al. II D.Lgs 152/2006,Parte II, Sez. 7, §2 e §3 .....	14
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>14</b>
<b>APPENDICE A – TABELLE ex DLgs 152/06 parte V all. VI .....</b>		<b>15</b>
	Origine/Punto di prelievo .....	15
	Portata Fumi utilizzata per calcolo flussi di massa .....	15
	Date prelievi .....	15
	Scheda A.1 .....	16
	Scheda A.2 .....	17
	Scheda A.3 .....	17

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	12/05/2010	B0000080	Prima emissione

## 1 PREMESSA E SCOPI

ENEL ha incaricato CESI dell'esecuzione delle attività di caratterizzazione delle emissioni aerodisperse della caldaia 10 della centrale termoelettrica di Porto Marghera.

Le attività su impianto sono iniziate il 20/10/2009. Durante il periodo di misura l'Unità termoelettrica è stata condotta secondo il normale programma di esercizio che è stato definito in accordo a quanto richiesto dal GSE. La caldaia era alimentata con carbone.

Nel seguito viene descritto il piano sperimentale e vengono presentati i risultati delle prove eseguite.

## 2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

I riferimenti normativi che permettono di definire per le emissioni in esame i valori limite applicabili, i metodi di misura e di verifica del rispetto degli stessi limiti, sono i seguenti:

- Decreto Legislativo 03.04.2006 n° 152 "Norme in materia ambientale".
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 25.08.2000 "Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n.203".
- Rapporti ISTISAN 04/15 "Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici".

Nel seguito si riportano i valori limite per le sostanze per le quali non è prevista la misurazione in continuo, secondo quanto indicato negli art. 271, 273 e nella parte I dell'Allegato II del D.Lgs 152/06, o dalla specifica autorizzazione di impianto.

In particolare si applicano le indicazioni riportate nelle Sezioni 6 e 7, parte II dell'Allegato II del D.Lgs. 152/2006 e riepilogate nelle tabelle di seguito riportate.

I valori di cui alla sezione 7 sopra citata sono da considerare indicativi, in mancanza di prescrizioni specifiche, per gli impianti posteriori al 1988.

Tutti i valori limite indicati si intendono riferiti alle condizioni normali (0°C, 101.3 kPa), ai fumi secchi ed a un tenore di ossigeno pari al 6% per combustibili solidi e 3% per i combustibili liquidi e gassosi.

Valori limite di emissione per alcuni metalli e loro composti  
per impianti di potenza termica > 100MW <sup>(1)</sup>  
(Sez. 6 della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE (mg/Nm <sup>3</sup> )
Be	0.05
Cd + Hg + Tl	0.10
As + Cr(VI) + Co + Ni (frazione respirabile e insolubile)	0.50
Se + Te + Ni (sotto forma di polvere)	1.00
Sb + Cr(III) + Mn + Pd + Pb + Pt + Cu + Rh + Sn + V	5.00

Valori limite di emissione per altri inquinanti  
(Sez. 7, §1, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE (mg/Nm <sup>3</sup> )
Sostanze organiche volatili, espresse come carbonio totale	300
Cloro	5
Idrogeno solforato	5
Bromo e suoi composti espressi come acido bromidrico	5
Fluoro e suoi composti espressi come acido fluoridrico	5
Ammoniaca e composti a base di cloro espressi come HCl	100

<sup>1</sup> I valori limite di emissione indicati non si applicano agli impianti che utilizzano esclusivamente combustibili gassosi oppure biomasse

Valori limite di emissione per sostanze cancerogene e/o tossiche per la riproduzione e/o mutagene  
(Tabella A1 della Parte II, §1.1, dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006,  
riferimento indicato da Sez. 7, §2, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE <sup>(*)</sup> espresso come concentrazione (mg/Nm <sup>3</sup> )	SOGLIA DI RILEVANZA espressa come flusso di massa (g/h)
CLASSE I	0.1	0.5
CLASSE II	1	5
CLASSE III	5	25

CLASSE I+II	1	5
CLASSE I+II+III	5	25

<sup>(\*)</sup> il limite indicato vale per la singola sostanza e per la somma delle sostanze appartenenti alla classe

Elenco composti

CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III
Asbesto	Arsenico e suoi composti	Acrilonitrile
Benzo(a)pirene	Cromo (VI) e suoi composti	Benzene
Berillio e i suoi composti	Cobalto e suoi composti	1,3-Butadiene
Dibenzo(a,h)antracene	3,3-Diclorobenzidina	1-Cloro-2,3-Epossipropano (epicloridina)
2-Naftilammina e sali	Dimetilsolfato	1,2-Dibromoetano
Benzo(a)antracene	Etilenimmina	1,2-Epossipropano
Benzo(b)fluorantene	Nichel e suoi composti <sup>(**)</sup>	1,2-Dicloroetano
Benzo(j)fluorantene	4-Aminobifenile e sali	Vinile cloruro
Benzo(k)fluorantene	Benzidina e suoi sali	1,3 Dicloro-2-Propanolo
Dibenzo(a,j)acridina	4,4'-Metilen bis (2 Cloroanilina) e sali	Clorometil (Metil) Etere
Dibenzo(a,h)acridina	Dietilsolfato	N,N-Dimetilidrazina
Dibenzo(a,e)pirene	3,3'-Dimetilbenzidina e sali	Idrazina
Dibenzo(a,h)pirene	Esametilfosfotriamide	Ossido di etilene
Dibenzo(a,i)pirene	2 Metilaziridina	Etilentiourea
Dibenzo(a,l)pirene	Metil ONN Azossimetile Acetato	2-Nitropropano
Cadmio e suoi composti <sup>(***)</sup>	Sulfallate	Bis-Clorometiltere
Dimetilnitrosamina	Dimetilcarbamoicloruro	3-Propanolide
Indeno (1,2,3-cd) pirene <sup>(***)</sup>	3,3'-Dimetossibenzidina e sali	1,3 Propansultone
5-Nitroacenaftene		Stirene Ossido
2-Nitronaftalene		
1-Metil-3Nitro-1-Nitrosoguanidina		

<sup>(\*\*)</sup> riferito alle emissioni in atmosfera nella forma respirabile ed insolubile

<sup>(\*\*\*)</sup> il valore limite per questo composto si applica a decorrere dalla data indicata nelle autorizzazioni rilasciate ai sensi dell'articolo 281, comma 1 del D.Lgs 152/2006

Valori limite di emissione per sostanze di tossicità e cumulabilità particolarmente elevate  
(Tabella A2 della Parte II, §1.2, dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006,  
riferimento indicato da Sez. 7, §2, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE <sup>(*)</sup> espresso come concentrazione (mg/Nm <sup>3</sup> )	SOGLIA DI RILEVANZA espressa come flusso di massa (g/h)
CLASSE I	0.01	0.02
CLASSE II	0.5	0.5
CLASSE I+II	0.5	0.5

<sup>(\*)</sup> il limite indicato vale per la singola sostanza e per la somma delle sostanze appartenenti alla classe

#### Elenco composti

CLASSE I	CLASSE II
Policlorodibenzodiossine	Policlorobifenili
Policlorodibenzofurani	Policlorotrifenili
	Policloronaftaleni

Valori limite di emissione per sostanze inorganiche che si presentano prevalentemente sotto forma di polvere

(Tabella B della Parte II § 2 dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006,  
riferimento indicato da Sez. 7, §3, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE <sup>(*)</sup> espresso come concentrazione (mg/Nm <sup>3</sup> )	SOGLIA DI RILEVANZA espressa come flusso di massa (g/h)
CLASSE I	0.2	1
CLASSE II	2	5
CLASSE III	10	25
CLASSE I+II	2	5
CLASSE I+II+III	10	25

<sup>(\*)</sup> il limite indicato vale per la singola sostanza e per la somma delle sostanze appartenenti alla classe

#### Elenco composti

CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III
Cadmio e suoi composti <sup>(**)</sup>	Selenio e suoi composti	Antimonio e suoi composti
Mercurio e suoi composti	Tellurio e suoi composti	Cianuri
Tallio e suoi composti	Nichel e i suoi composti, espressi come Ni in forma di polvere	Cromo (III) e suoi composti
		Manganese e suoi composti
		Palladio e suoi composti
		Piombo e suoi composti
		Platino e suoi composti
		Quarzo in polvere, se sotto forma di Silice cristallina
		Rame e suoi composti
		Rodio e suoi composti
		Stagno e suoi composti
		Vanadio e suoi composti

<sup>(\*\*)</sup> fatto salvo quanto previsto dalla tabella A1 All. I D.Lgs 152/2006, parte II §1.1

### 3 PIANO SPERIMENTALE

#### 3.1 PROVE ESEGUITE

Le sostanze elencate nelle precedenti tabelle, in relazione sia ai limiti imposti che ai bassi livelli che si riscontrano nelle emissioni da impianti termoelettrici, vengono genericamente indicate come “microinquinanti” organici o inorganici.

La scelta dei microinquinanti da determinare al fine della caratterizzazione delle emissioni, è effettuata in accordo al criterio di quantificare le sostanze, tra quelle indicate nelle tabelle del precedente paragrafo, di cui si può supporre la presenza nelle emissioni della centrale in concentrazioni di qualche interesse in rapporto ai limiti di legge ed ai combustibili utilizzati.

Nel caso specifico il piano di caratterizzazione dei microinquinanti organici ed inorganici ha previsto l'effettuazione delle seguenti misure:

- Metalli: As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Pd, Pt, Rh, Sb, Se, Sn, Te, Tl, V.
- Nichel nella forma respirabile ed insolubile.
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).
- Alogenuri (HCl, HF, HBr).
- Ammoniaca.
- SOV (sostanze organiche volatili).

Per ciascun composto o classe di composti sono state eseguite due prove (due campionamenti e analisi).

Il prelievo e l'analisi dei fumi al fine della determinazione delle concentrazioni degli inquinanti convenzionali: biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), monossido di carbonio (CO), particolato, oltre che dell'ossigeno (O<sub>2</sub>) necessario alla loro normalizzazione, sono invece effettuati in continuo dal Sistema di Misura delle Emissioni (SME) in dotazione alla Centrale, realizzato e tarato in conformità a quanto previsto ai punti 3 e 4 dell'Allegato VI alla Parte Quinta del DLgs 3 aprile 2006 n°152.

#### 3.2 MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO E ANALISI

##### 3.2.1 Metalli

Il campionamento dell'effluente gassoso per la determinazione dei metalli in tracce è effettuato mediante prelievi isocinetici in accordo alla norma VDI 3868-I:1994 integrata, per quanto riguarda il mercurio, con la norma UNI EN 13211:2003. Lo schema adottato è altresì conforme alla norma UNI EN 14385:2004.

Il treno di campionamento è formato dalle seguenti parti:

- ugello in titanio;
- tubo di Pitot e termocoppia, per la misura di velocità e temperatura del gas nel condotto, in prossimità del punto di prelievo;
- sonda in titanio termostata a 120 °C, munita di portafiltro in vetro (anch'esso termostato a 120 °C), nel quale è alloggiato un filtro piano in fibra di quarzo;
- suddivisione della linea di prelievo in tre parti:
  - ✓ prima linea secondaria: dedicata all'assorbimento del mercurio, prevede tre gorgogliatori in vetro ad alta efficienza (percorsi in sequenza dal gas campionato) contenenti la soluzione di assorbimento specifica per questa sostanza, un separatore di umidità (colonna di gel di silice) e una pompa di aspirazione a flusso costante seguita dal contatore volumetrico;
  - ✓ seconda linea secondaria: dedicata all'assorbimento di tutti gli altri metalli oggetto di misura, prevede tre gorgogliatori in vetro ad alta efficienza (percorsi in sequenza dal gas campionato) contenenti la soluzione di assorbimento specifica, un separatore di umidità (colonna di gel di silice) e una pompa di aspirazione a flusso costante seguita dal contatore volumetrico;

- ✓ linea principale: consta unicamente di un doppio sistema di separazione dell'umidità (per condensazione e successivo passaggio in una colonna di gel di silice) e di una pompa di prelievo a flusso variabile seguita dal contatore volumetrico. L'unica funzione di questa linea è infatti di assicurare che il campionamento avvenga costantemente in condizioni di isocinetismo.

Lo schema del sistema di campionamento garantisce l'integrità del campione per le seguenti ragioni:

- grazie al mantenimento delle condizioni di isocinetismo mediante la linea principale, la portata attraverso il sistema degli assorbitori può essere mantenuta sufficientemente bassa, tale da garantire un tempo di permanenza del gas a contatto con le soluzioni assorbenti sufficiente alla completa solubilizzazione dei metalli presenti in fase gassosa;
- la sonda è inerte perché, essendo completamente realizzata in titanio, non provoca alcuna contaminazione dell'effluente campionato;
- all'uscita del sistema filtrante termostato a 120 °C, l'umidità contenuta nei fumi (ancora allo stato gassoso) viene ripartita uniformemente nelle 3 derivazioni;
- al termine del prelievo tutto il treno di campionamento è lavato, e la soluzione di lavaggio è anch'essa raccolta e sottoposta ad analisi.

L'analisi dei metalli viene effettuata sul particolato raccolto, sulle soluzioni di assorbimento e di lavaggio, mediante l'utilizzo della spettrometria di massa con sorgente al plasma (ICP-MS) e della spettrometria di assorbimento atomico (AAS).

L'analisi dei metalli sulle polveri raccolte (filtro e parte solida contenuta nei lavaggi linea) viene effettuata in analogia a quanto sopra descritto, previa dissoluzione del campione.

### 3.2.2 *Nichel respirabile ed insolubile*

Non esistendo norme di riferimento specifiche, è stato adottato il "Metodo per la determinazione della concentrazione del Nichel presente in forma respirabile ed insolubile nelle emissioni aerodisperse – ENEL PIN/SPL UML Piacenza".

Il metodo citato prevede un campionamento con una sonda costituita da un separatore inerziale (ciclone) che separa la frazione avente un diametro aerodinamico equivalente  $(D_{ae})_{50}$  superiore a 4.25  $\mu\text{m}$ . A tale primo frazionamento segue un filtro a porosità di 0.3  $\mu\text{m}$  in fibra di quarzo che trattiene la frazione di interesse (tra 4.25 e 0.3  $\mu\text{m}$ ). L'intero sistema di campionamento, fino al filtro, è realizzato in titanio.

Il criterio con cui è stato selezionato il sistema utilizzato trae fondamento dalla norma UNI ISO 7708:1998 ("Qualità dell'aria – Definizioni delle frazioni granulometriche per il campionamento relativo agli effetti sanitari"); tale norma definisce la frazione in massa del particolato inalato che penetra attraverso le vie aeree non ciliate; inoltre la norma definisce convenzionalmente la curva di separazione ideale di un apparecchio idoneo al campionamento della suddetta frazione respirabile per adulti sani.

Le operazioni preliminari al campionamento, da effettuare in sequenza sono le seguenti:

- misure di velocità dei fumi nei diversi punti del reticolo di campionamento;
- fissazione del volume di fumi necessario e sufficiente per le determinazioni analitiche del nichel;
- calcolo del diametro dell'ugello di campionamento da inserire in testa alla sonda;
- calcolo della portata fissa di campionamento;
- calcolo dei diversi tempi di aspirazione per ogni punto del reticolo di campionamento.

La determinazione analitica del nichel respirabile ed insolubile è effettuata previo trattamento del filtro utilizzato per il campionamento.

Il filtro su cui è stato campionato il particolato della frazione di interesse viene sottoposto ad eluizione, mediante trattamento con una soluzione di ammonio acetato/acido citrico a pH 4.4 in bagno a ultrasuoni per 60 minuti, ottenendo in tal modo la separazione della frazione di Ni respirabile solubile. Successivamente, sul residuo dell'eluizione si effettua una digestione totale con una miscela di acido nitrico/acido perclorico/acido fluoridrico per la determinazione del Ni respirabile insolubile. La misura strumentale del Ni respirabile insolubile viene infine eseguita mediante spettrometria al plasma (ICP-MS).

### 3.2.3 *Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)*

Il campionamento e l'analisi per la determinazione degli IPA vengono effettuati in conformità alla norma internazionale ISO 11338:2003 (parti 1 e 2).

Il campionamento dell'effluente gassoso in emissione viene effettuato mediante prelievi isocinetici.

Il treno di campionamento utilizzato è composto dalle seguenti parti:

- ugello in titanio;
- sonda in titanio termostata a 120 °C, munita di portafiltro in vetro (anch'esso termostato a 120 °C) per filtri in fibra di quarzo;
- sistema di condizionamento del gas in uscita dal filtro, in vetro borosilicato, per raffreddare il gas a circa 4 °C e separare per condensazione l'umidità;
- recipiente per la raccolta della condensa;
- una fiala di vetro contenente circa 30 g di resina Amberlite XAD-2 per trattenere eventuali incondensabili;
- trappola a gel di silice per essiccare completamente il gas campionato, trattenendo l'umidità non separata per condensazione;
- pompa di prelievo, in grado di aspirare una portata di aeriforme di circa 15-20 l/min, e contatore volumetrico.

Tale assetto strumentale consente di campionare simultaneamente le diverse fasi di interesse:

- polveri;
- vapor d'acqua;
- fase incondensabile.

Inoltre, al termine del campionamento l'intero treno di prelievo è lavato con acetone; il solvente viene recuperato ed anch'esso destinato alle analisi.

I campioni sono successivamente trattati e analizzati in accordo a quanto previsto dal metodo. In sintesi, il trattamento eseguito è il seguente: le varie parti del treno di prelievo (filtro, condensa, lavaggi e resine XAD-2) vengono sottoposte ad estrazione con diclorometano e concentrate in un piccolo volume; gli estratti sono poi riuniti in un unico campione e analizzati in GC/MS-SIM.

### 3.2.4 *Ammoniaca*

La determinazione della concentrazione di ammoniaca viene eseguita in accordo al metodo UNICHIM 632:1984. La linea di prelievo è formata dalle seguenti parti principali:

- ugello di prelievo del gas, seguito da sonda di aspirazione in titanio riscaldata e termostata a 120 °C;
- filtro piano in fibra di quarzo alloggiato in un portafiltro in vetro anch'esso termostato ad una temperatura di 120 °C;
- una coppia di gorgogliatori riempiti della soluzione di assorbimento indicata nel metodo sopra indicato (soluzione di acido solforico 1:100); i gorgogliatori sono alloggiati in un bagno freddo, in modo da permettere anche il raffreddamento del gas e la separazione della condensa in esso presente;
- sistema di essiccazione del gas tramite gel di silice, per trattenere l'umidità non separata per condensazione;
- pompa di aspirazione e contatore volumetrico.

Poiché le emissioni gassose campionate non sono sature di vapore, e i composti da ricercare non sono presenti nella fase particolata, il campionamento viene eseguito a flusso costante, con portata del gas sufficientemente bassa da permettere un efficace contatto fra gas e soluzione di assorbimento all'interno dei gorgogliatori.

Al termine del campionamento, della durata di circa 1 ora, le parti di linea non riscaldate, comprese fra il portafiltro e il primo gorgogliatore di ognuna delle due serie, vengono risciacquate; il lavaggio viene raccolto nel primo gorgogliatore di ciascuna serie.

Vengono infine sottoposte ad analisi chimica (cromatografia ionica), le soluzioni di assorbimento contenute in ciascuno dei gorgogliatori e un campione della soluzioni di assorbimento (bianco).



### **3.2.5 Alogenuri (HCl, HF, HBr)**

La determinazione della concentrazione di alogenuri è effettuata in accordo all'Allegato 2 del D.M. del 25/08/2000.

Il treno e le modalità di campionamento sono le stesse previste nel caso dell'ammoniaca, descritte dettagliatamente nel relativo paragrafo. L'unica differenza è la soluzione di campionamento, che per gli alogenuri è costituita da NaOH 0.1 N.

Anche per gli alogenuri, vengono sottoposte ad analisi chimica, con le modalità indicate nei rispettivi metodi, le soluzioni di assorbimento contenute in ciascuno dei gorgogliatori e un campione di soluzione di assorbimento (bianco). Le determinazioni degli ioni  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$  e  $\text{Br}^-$  presenti nelle soluzioni di assorbimento vengono effettuate mediante cromatografia ionica con rivelazione conduttimetrica.

### **3.2.6 Sostanze Organiche Volatili (SOV)**

La determinazione è effettuata mediante analizzatore automatico (rilevatore a ionizzazione di fiamma – FID), conformemente ai metodi descritti nell'Allegato 5 del D.M. del 25/08/2000 e nella norma tecnica UNI EN 12619:2002.

## 4 RISULTATI

Nei prospetti seguenti si riportano le concentrazioni riferite ai fumi secchi, 0°C, 101.3 kPa e riportate al 6% di O<sub>2</sub>.

Laddove siano calcolate sommatorie delle concentrazioni di più composti, i valori di concentrazione inferiori ai limiti di rilevabilità, concorrono alla sommatoria in misura della metà del limite di rilevabilità, in conformità a quanto indicato nel rapporto ISTISAN 04/15 e nelle tabelle che seguono ove tale caso si presenti sono già riportati come metà del limite di rilevabilità.

Per i metalli, il nichel respirabile insolubile e gli IPA, il confronto con i limiti è evidenziato nella tabella sommatorie.

In Appendice A sono riportati, oltre ai valori di concentrazione, anche i flussi di massa e le soglie di rilevanza per tutti i composti.

### 4.1 METALLI E NICHEL RESPIRABILE ED INSOLUBILE

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>
	20/10/09	21/10/09
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
As	0.00121	0.00134
Be	0.000055	0.0000757
Cd	0.0000437	0.0000431
Co	0.00109	0.00123
Cr	0.0221	0.0131
Cu	0.00891	0.0117
Hg	0.000362	0.000437
Mn	0.066	0.0186
Ni	0.00257	0.00288
Pb	0.00278	0.00326
Pd	0.000842	0.000732
Pt	0.0000437	0.0000431
Rh	0.0000437	0.0000431
Sb	0.000061	0.0000484
Se	0.00123	0.00126
Sn	0.000119	0.000109
Te	0.0000467	0.0000431
Tl	0.0000437	0.0000431
V	0.00227	0.00268
Ni in forma di polvere	0.000839	0.000966

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>
	20/10/09	21/10/09
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
Ni respirabile insolubile	0.00169	0.00207

#### 4.2 IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>
	20/10/09	21/10/09
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
Benzo(a)Pirene	0.00000252	0.00000252
Dibenzo(a,h)Antracene	0.00000252	0.00000252
Benzo(a)Antracene	0.00000252	0.00000252
Benzo(b+J)Fluorantene	0.00000453	0.00000453
Benzo(k)Fluorantene	0.00000252	0.00000252
Dibenzo(a,h)Acridina	0.00000252	0.00000252
Dibenzo(a,J)Acridina	0.00000503	0.00000504
Dibenzo(a,l)pirene	0.00000629	0.0000063
Dibenzo(a,e)pirene	0.00000629	0.0000063
Dibenzo(a,i)pirene	0.00000629	0.0000063
Dibenzo(a,h)pirene	0.00000629	0.0000063
5-Nitroacenaftene	0.00000252	0.00000252
2-Nitronaftalene	0.00000503	0.00000504
Indeno[1,2,3-cd]pirene	0.00000252	0.00000252
<b>Somma IPA D.Lgs. 152/06</b>	0.0000574	0.0000574

#### 4.3 ALOGENURI (HF, HCL, HBR)

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Limite</b>
	20/10/09	21/10/09	
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
HF	0.478	0.275	5
HCl	4.52	8.34	100
HBr	0.107	0.103	5

#### 4.4 AMMONIACA

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Limite</b>
	20/10/09	21/10/09	
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
NH <sub>3</sub>	0.0209	0.015	100

#### 4.5 SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI (SOV)

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Limite</b>
	21/10/09	21/10/09	
<b>Composto</b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% di O<sub>2</sub></b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% di O<sub>2</sub></b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% di O<sub>2</sub></b>
SOV Totali	4.47	2.93	300

## 4.6 SOMMATORIE

### 4.6.1 Sommatorie composti All. II D.Lgs 152/2006, Parte II, Sez. 6

Composto	Limite	Prova 1	Prova 2
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
Be	0.05	0.000055	0.0000757
Cd + Hg + Tl	0.1	0.00045	0.000523
As + Cr (VI) + Co + Ni (frazione respirabile ed insolubile)	0.5	0.0261	0.0177
Se + Te + Ni (sotto forma di polvere)	1	0.00212	0.00227
Sb + Cr (III) + Mn + Pd + Pb + Pt + Cu + Rh + Sn + V	5	0.103	0.0503

Note alla tabella:

- Il valore del Cromo è riferito al totale, pertanto rappresenta una stima per eccesso sia della frazione esavalente che di quella trivalente

4.6.2 *Sommatorie composti Al. II D.Lgs 152/2006, Parte II, Sez. 7, §2 e §3*

Composto	Tabella - Classe	Limite	Prova 1	Prova 2
		mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
Be	A1 - I	0.1	0.000055	0.0000757
Cd (vedi nota)	A1 - I	0.1	0.0000437	0.0000431
Somma IPA	A1 - I	0.1	0.0000574	0.0000574
As	A1 - II	1	0.00121	0.00134
Cr VI (vedi nota)	A1 - II	1	0.0221	0.0131
Co	A1 - II	1	0.00109	0.00123
Ni respirabile insolubile	A1 - II	1	0.00169	0.00207
Hg	B - I	0.2	0.000362	0.000437
Tl	B - I	0.2	0.0000437	0.0000431
Se	B - II	2	0.00123	0.00126
Te	B - II	2	0.0000467	0.0000431
Ni in forma di polvere	B - II	2	0.000839	0.000966
Sb	B - III	10	0.000061	0.0000484
Cr III (vedi nota)	B - III	10	0.0221	0.0131
Mn	B - III	10	0.066	0.0186
Pd	B - III	10	0.000842	0.000732
Pb	B - III	10	0.00278	0.00326
Pt	B - III	10	0.0000437	0.0000431
Cu	B - III	10	0.00891	0.0117
Rh	B - III	10	0.0000437	0.0000431
Sn	B - III	10	0.000119	0.000109
V	B - III	10	0.00227	0.00268

Somma composti Tab. A1 - I	0.1	0.000156	0.000176
Somma composti Tab. A1 - II	1	0.0261	0.0177
Somma composti Tab. A1 - I+II	1	0.0263	0.0179
Somma composti Tab. B - I	0.2	0.000406	0.00048
Somma composti Tab. B - II	2	0.00212	0.00227
Somma composti Tab. B - III	10	0.103	0.0503
Somma composti Tab. B - I+II	2	0.00253	0.00275
Somma composti Tab. B - I+II+III	10	0.106	0.0531

Note alla tabella

- Limiti per singoli composti e classi, fatto salvo quanto indicato nella precedente tabella
- Il valore limite del Cd in classe A1-I si applica a decorrere dalla data indicata nelle autorizzazioni rilasciate ai sensi dell'articolo 281, comma 1 del D.Lgs 152/2006. Cautelativamente viene conteggiato già in questa classe
- Il valore del Cromo è riferito al totale, pertanto rappresenta una stima per eccesso sia della frazione esavalente che di quella trivalente

**5 CONCLUSIONI**

I risultati delle prove eseguite confermano il pieno rispetto dei valori limite di emissione in atmosfera per la Caldaia 10 della Centrale di Porto Marghera.

**APPENDICE A – TABELLE ex DLgs 152/06 parte V all. VI**

Nel seguito vengono riportate le informazioni secondo quanto previsto nello schema di cui all'Appendice I dell'allegato VI alla parte V del DLgs. 152/06.

**Origine/Punto di prelievo**

Centrale ENEL Porto Marghera  
Camino Caldaia n° 10

**Portata Fumi utilizzata per calcolo flussi di massa**

175.000 Nm<sup>3</sup>/h  
riferita a: potenza massima nominale: 35 MWe<sup>(2)</sup>  
fumi secchi normalizzati a 0°C, 101.3 kPa, 6% O<sub>2</sub>

**Date prelievi**

PROVA N°	COMPOSTO	DATA
1	Metalli	20/10/09
1	Nichel Respirabile Insolubile	20/10/09
1	Alogenuri (HCl, HF, HBr)	20/10/09
1	Ammoniaca	20/10/09
1	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	20/10/09
1	Composti organici volatili (SOV)	21/10/09
2	Metalli	21/10/09
2	Nichel Respirabile Insolubile	21/10/09
2	Alogenuri (HCl, HF, HBr)	21/10/09
2	Ammoniaca	21/10/09
2	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	21/10/09
2	Composti organici volatili (SOV)	21/10/09

<sup>2</sup> La portata fumi utilizzata per il calcolo dei flussi di massa è quella corrispondente alla potenza massima nominale. Questo porta, cautelativamente, ad una stima per eccesso dei flussi di massa stessi.

## SCHEDA A.1

Composto	Tabella - Classe	CONCENTRAZIONI			FLUSSI DI MASSA		
		Limite	Prova 1	Prova 2	Soglia di rilevanza	Prova 1	Prova 2
		mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h	g/h	g/h
Be	A1 - I	0.1	0.000055	0.0000757	0.5	0.00963	0.0132
Cd	A1 - I	0.1	0.0000437	0.0000431	0.5	0.00765	0.00754
2-Nitronaftalene	A1 - I	0.1	0.00000503	0.00000504	0.5	0.00088	0.000882
5-Nitroacenaftene	A1 - I	0.1	0.00000252	0.00000252	0.5	0.000441	0.000441
Benzo(a)Antracene	A1 - I	0.1	0.00000252	0.00000252	0.5	0.000441	0.000441
Benzo(a)Pirene	A1 - I	0.1	0.00000252	0.00000252	0.5	0.000441	0.000441
Benzo(b+J)Fluorantene	A1 - I	0.1	0.00000453	0.00000453	0.5	0.000793	0.000793
Benzo(k)Fluorantene	A1 - I	0.1	0.00000252	0.00000252	0.5	0.000441	0.000441
Dibenzo(a,h)Acridina	A1 - I	0.1	0.00000252	0.00000252	0.5	0.000441	0.000441
Dibenzo(a,J)Acridina	A1 - I	0.1	0.00000503	0.00000504	0.5	0.00088	0.000882
Dibenzo(a,h)Antracene	A1 - I	0.1	0.00000252	0.00000252	0.5	0.000441	0.000441
Indeno[1,2,3-cd]pirene	A1 - I	0.1	0.00000252	0.00000252	0.5	0.000441	0.000441
Dibenzo(a,e)pirene	A1 - I	0.1	0.00000629	0.0000063	0.5	0.0011	0.0011
Dibenzo(a,h)pirene	A1 - I	0.1	0.00000629	0.0000063	0.5	0.0011	0.0011
Dibenzo(a,i)pirene	A1 - I	0.1	0.00000629	0.0000063	0.5	0.0011	0.0011
Dibenzo(a,l)pirene	A1 - I	0.1	0.00000629	0.0000063	0.5	0.0011	0.0011
As	A1 - II	1	0.00121	0.00134	5	0.212	0.235
Cr VI (vedi nota)	A1 - II	1	0.0221	0.0131	5	3.87	2.29
Co	A1 - II	1	0.00109	0.00123	5	0.191	0.215
Ni respirabile insolubile	A1 - II	1	0.00169	0.00207	5	0.296	0.362
Hg	B - I	0.2	0.000362	0.000437	1	0.0634	0.0765
Tl	B - I	0.2	0.0000437	0.0000431	1	0.00765	0.00754
Se	B - II	2	0.00123	0.00126	5	0.215	0.221
Te	B - II	2	0.0000467	0.0000431	5	0.00817	0.00754
Ni in forma di polvere	B - II	2	0.000839	0.000966	5	0.147	0.169
Sb	B - III	10	0.000061	0.0000484	25	0.0107	0.00847
Cr III (vedi nota)	B - III	10	0.0221	0.0131	25	3.87	2.29
Mn	B - III	10	0.066	0.0186	25	11.6	3.26
Pd	B - III	10	0.000842	0.000732	25	0.147	0.128
Pb	B - III	10	0.00278	0.00326	25	0.487	0.571
Pt	B - III	10	0.0000437	0.0000431	25	0.00765	0.00754
Cu	B - III	10	0.00891	0.0117	25	1.56	2.05
Rh	B - III	10	0.0000437	0.0000431	25	0.00765	0.00754
Sn	B - III	10	0.000119	0.000109	25	0.0208	0.0191
V	B - III	10	0.00227	0.00268	25	0.397	0.469

Note alla tabella

- Relativamente ai composti ed ai limiti si rimanda alle note in calce alle tabelle del precedente § 4.6

## SCHEDA A.2

Classe Composto - Tabelle	CONCENTRAZIONI			FLUSSI DI MASSA		
	Limite	Prova 1	Prova 2	Soglia di rilevanza	Prova 1	Prova 2
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h	g/h	g/h
Somma composti Tab. A1 - I	0.1	0.000156	0.000176	0.5	0.0273	0.0308
Somma composti Tab. A1 - II	1	0.0261	0.0177	5	4.57	3.1
Somma composti Tab. A1 - I+II	1	0.0263	0.0179	5	4.6	3.13
Somma composti Tab. B - I	0.2	0.000406	0.00048	1	0.0711	0.084
Somma composti Tab. B - II	2	0.00212	0.00227	5	0.371	0.397
Somma composti Tab. B - III	10	0.103	0.0503	25	18	8.8
Somma composti Tab. B - I+II	2	0.00253	0.00275	5	0.443	0.481
Somma composti Tab. B - I+II+III	10	0.106	0.0531	25	18.6	9.29

*Note alla tabella*

- *Relativamente ai composti ed ai limiti si rimanda alle note in calce alle tabelle del precedente § 4.6*

## SCHEDA A.3

Composto	CONCENTRAZIONI			FLUSSI DI MASSA		
	Limite	Prova 1	Prova 2	Soglia di rilevanza	Prova 1	Prova 2
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h	g/h	g/h
NH3	100	0.0209	0.015	n.p.	3.66	2.62
HCl	100	4.52	8.34	n.p.	791	1459
HF	5	0.478	0.275	n.p.	83.6	48.1
HBr	5	0.107	0.103	n.p.	18.7	18.0
SOV	300	4.470	2.93	n.p.	782.2	512.8





## *Indice*

<b>1</b>	<b>PREMESSA E SCOPI .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>PIANO SPERIMENTALE .....</b>	<b>7</b>
3.1	Prove eseguite.....	7
3.2	Modalità di campionamento e analisi.....	7
3.2.1	Metalli .....	7
3.2.2	Nichel respirabile ed insolubile .....	8
3.2.3	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	9
3.2.4	Ammoniaca .....	9
3.2.5	Alogenuri (HCl, HF, HBr).....	10
3.2.6	Sostanze Organiche Volatili (SOV) .....	10
<b>4</b>	<b>RISULTATI.....</b>	<b>11</b>
4.1	Metalli e Nichel respirabile ed insolubile.....	11
4.2	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	12
4.3	Alogenuri (HF, HCl, HBr) .....	12
4.4	Ammoniaca .....	12
4.5	Sostanze Organiche Volatili (SOV) .....	12
4.6	Sommatorie .....	13
4.6.1	Sommatorie composti All. II D.Lgs 152/2006, Parte II, Sez. 6.....	13
4.6.2	Sommatorie composti Al. II D.Lgs 152/2006,Parte II, Sez. 7, §2 e §3 .....	14
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>14</b>
	<b>APPENDICE A – TABELLE ex DLgs 152/06 parte V all. VI .....</b>	<b>15</b>
	Origine/Punto di prelievo .....	15
	Portata Fumi utilizzata per calcolo flussi di massa .....	15
	Date prelievi .....	15
	Scheda A.1 .....	16
	Scheda A.2 .....	17
	Scheda A.3 .....	17

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	12/05/2010	B0000081	Prima emissione

## 1 PREMESSA E SCOPI

ENEL ha incaricato CESI dell'esecuzione delle attività di caratterizzazione delle emissioni aerodisperse della caldaia 11 della centrale termoelettrica di Porto Marghera.

Le attività su impianto sono iniziate il 27/10/2009. Durante il periodo di misura l'Unità termoelettrica è stata condotta secondo il normale programma di esercizio che è stato definito in accordo a quanto richiesto dal GSE. La caldaia era alimentata con carbone.

Nel seguito viene descritto il piano sperimentale e vengono presentati i risultati delle prove eseguite.

## 2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

I riferimenti normativi che permettono di definire per le emissioni in esame i valori limite applicabili, i metodi di misura e di verifica del rispetto degli stessi limiti, sono i seguenti:

- Decreto Legislativo 03.04.2006 n° 152 "Norme in materia ambientale".
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 25.08.2000 "Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n.203".
- Rapporti ISTISAN 04/15 "Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici".

Nel seguito si riportano i valori limite per le sostanze per le quali non è prevista la misurazione in continuo, secondo quanto indicato negli art. 271, 273 e nella parte I dell'Allegato II del D.Lgs 152/06, o dalla specifica autorizzazione di impianto.

In particolare si applicano le indicazioni riportate nelle Sezioni 6 e 7, parte II dell'Allegato II del D.Lgs. 152/2006 e riepilogate nelle tabelle di seguito riportate.

I valori di cui alla sezione 7 sopra citata sono da considerare indicativi, in mancanza di prescrizioni specifiche, per gli impianti posteriori al 1988.

Tutti i valori limite indicati si intendono riferiti alle condizioni normali (0°C, 101.3 kPa), ai fumi secchi ed a un tenore di ossigeno pari al 6% per combustibili solidi e 3% per i combustibili liquidi e gassosi.

Valori limite di emissione per alcuni metalli e loro composti  
per impianti di potenza termica > 100MW <sup>(1)</sup>  
(Sez. 6 della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE (mg/Nm <sup>3</sup> )
Be	0.05
Cd + Hg + Tl	0.10
As + Cr(VI) + Co + Ni (frazione respirabile e insolubile)	0.50
Se + Te + Ni (sotto forma di polvere)	1.00
Sb + Cr(III) + Mn + Pd + Pb + Pt + Cu + Rh + Sn + V	5.00

Valori limite di emissione per altri inquinanti  
(Sez. 7, §1, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE (mg/Nm <sup>3</sup> )
Sostanze organiche volatili, espresse come carbonio totale	300
Cloro	5
Idrogeno solforato	5
Bromo e suoi composti espressi come acido bromidrico	5
Fluoro e suoi composti espressi come acido fluoridrico	5
Ammoniaca e composti a base di cloro espressi come HCl	100

<sup>1</sup> I valori limite di emissione indicati non si applicano agli impianti che utilizzano esclusivamente combustibili gassosi oppure biomasse

Valori limite di emissione per sostanze cancerogene e/o tossiche per la riproduzione e/o mutagene  
(Tabella A1 della Parte II, §1.1, dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006,  
riferimento indicato da Sez. 7, §2, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE <sup>(*)</sup> espresso come concentrazione (mg/Nm <sup>3</sup> )	SOGLIA DI RILEVANZA espressa come flusso di massa (g/h)
CLASSE I	0.1	0.5
CLASSE II	1	5
CLASSE III	5	25

CLASSE I+II	1	5
CLASSE I+II+III	5	25

<sup>(\*)</sup> il limite indicato vale per la singola sostanza e per la somma delle sostanze appartenenti alla classe

#### Elenco composti

CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III
Asbesto	Arsenico e suoi composti	Acrilonitrile
Benzo(a)pirene	Cromo (VI) e suoi composti	Benzene
Berillio e i suoi composti	Cobalto e suoi composti	1,3-Butadiene
Dibenzo(a,h)antracene	3,3-Diclorobenzidina	1-Cloro-2,3-Epossipropano (epicloridina)
2-Naftilammina e sali	Dimetilsolfato	1,2-Dibromoetano
Benzo(a)antracene	Etilenimmina	1,2-Epossipropano
Benzo(b)fluorantene	Nichel e suoi composti <sup>(**)</sup>	1,2-Dicloroetano
Benzo(j)fluorantene	4-Aminobifenile e sali	Vinile cloruro
Benzo(k)fluorantene	Benzidina e suoi sali	1,3 Dicloro-2-Propanolo
Dibenzo(a,j)acridina	4,4'-Metilen bis (2 Cloroanilina) e sali	Clorometil (Metil) Etere
Dibenzo(a,h)acridina	Dietilsolfato	N,N-Dimetilidrazina
Dibenzo(a,e)pirene	3,3'-Dimetilbenzidina e sali	Idrazina
Dibenzo(a,h)pirene	Esametilfosfotriamide	Ossido di etilene
Dibenzo(a,i)pirene	2 Metilaziridina	Etilentiourea
Dibenzo(a,l)pirene	Metil ONN Azossimetile Acetato	2-Nitropropano
Cadmio e suoi composti <sup>(***)</sup>	Sulfallate	Bis-Clorometiletere
Dimetilnitrosamina	Dimetilcarbamoicloruro	3-Propanolide
Indeno (1,2,3-cd) pirene <sup>(***)</sup>	3,3'-Dimetossibenzidina e sali	1,3 Propansultone
5-Nitroacenaftene		Stirene Ossido
2-Nitronaftalene		
1-Metil-3Nitro-1-Nitrosoguanidina		

<sup>(\*\*)</sup> riferito alle emissioni in atmosfera nella forma respirabile ed insolubile

<sup>(\*\*\*)</sup> il valore limite per questo composto si applica a decorrere dalla data indicata nelle autorizzazioni rilasciate ai sensi dell'articolo 281, comma 1 del D.Lgs 152/2006

Valori limite di emissione per sostanze di tossicità e cumulabilità particolarmente elevate  
(Tabella A2 della Parte II, §1.2, dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006,  
riferimento indicato da Sez. 7, §2, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE <sup>(*)</sup> espresso come concentrazione (mg/Nm <sup>3</sup> )	SOGLIA DI RILEVANZA espressa come flusso di massa (g/h)
CLASSE I	0.01	0.02
CLASSE II	0.5	0.5
CLASSE I+II	0.5	0.5

<sup>(\*)</sup> il limite indicato vale per la singola sostanza e per la somma delle sostanze appartenenti alla classe

#### Elenco composti

CLASSE I	CLASSE II
Policlorodibenzodiossine	Policlorobifenili
Policlorodibenzofurani	Policlorotrifenili
	Policloronaftaleni

Valori limite di emissione per sostanze inorganiche che si presentano prevalentemente sotto forma di polvere

(Tabella B della Parte II § 2 dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006,  
riferimento indicato da Sez. 7, §3, della Parte II dell'Allegato II alla Parte V del D.Lgs. 152/2006)

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE <sup>(*)</sup> espresso come concentrazione (mg/Nm <sup>3</sup> )	SOGLIA DI RILEVANZA espressa come flusso di massa (g/h)
CLASSE I	0.2	1
CLASSE II	2	5
CLASSE III	10	25
CLASSE I+II	2	5
CLASSE I+II+III	10	25

<sup>(\*)</sup> il limite indicato vale per la singola sostanza e per la somma delle sostanze appartenenti alla classe

#### Elenco composti

CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III
Cadmio e suoi composti <sup>(**)</sup>	Selenio e suoi composti	Antimonio e suoi composti
Mercurio e suoi composti	Tellurio e suoi composti	Cianuri
Tallio e suoi composti	Nichel e i suoi composti, espressi come Ni in forma di polvere	Cromo (III) e suoi composti
		Manganese e suoi composti
		Palladio e suoi composti
		Piombo e suoi composti
		Platino e suoi composti
		Quarzo in polvere, se sotto forma di Silice cristallina
		Rame e suoi composti
		Rodio e suoi composti
		Stagno e suoi composti
		Vanadio e suoi composti

<sup>(\*\*)</sup> fatto salvo quanto previsto dalla tabella A1 All. I D.Lgs 152/2006, parte II §1.1

### 3 PIANO SPERIMENTALE

#### 3.1 PROVE ESEGUITE

Le sostanze elencate nelle precedenti tabelle, in relazione sia ai limiti imposti che ai bassi livelli che si riscontrano nelle emissioni da impianti termoelettrici, vengono genericamente indicate come “microinquinanti” organici o inorganici.

La scelta dei microinquinanti da determinare al fine della caratterizzazione delle emissioni, è effettuata in accordo al criterio di quantificare le sostanze, tra quelle indicate nelle tabelle del precedente paragrafo, di cui si può supporre la presenza nelle emissioni della centrale in concentrazioni di qualche interesse in rapporto ai limiti di legge ed ai combustibili utilizzati.

Nel caso specifico il piano di caratterizzazione dei microinquinanti organici ed inorganici ha previsto l'effettuazione delle seguenti misure:

- Metalli: As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Pd, Pt, Rh, Sb, Se, Sn, Te, Tl, V.
- Nichel nella forma respirabile ed insolubile.
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).
- Alogenuri (HCl, HF, HBr).
- Ammoniaca.
- SOV (sostanze organiche volatili).

Per ciascun composto o classe di composti sono state eseguite due prove (due campionamenti e analisi).

Il prelievo e l'analisi dei fumi al fine della determinazione delle concentrazioni degli inquinanti convenzionali: biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), monossido di carbonio (CO), particolato, oltre che dell'ossigeno (O<sub>2</sub>) necessario alla loro normalizzazione, sono invece effettuati in continuo dal Sistema di Misura delle Emissioni (SME) in dotazione alla Centrale, realizzato e tarato in conformità a quanto previsto ai punti 3 e 4 dell'Allegato VI alla Parte Quinta del DLgs 3 aprile 2006 n°152.

#### 3.2 MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO E ANALISI

##### 3.2.1 Metalli

Il campionamento dell'effluente gassoso per la determinazione dei metalli in tracce è effettuato mediante prelievi isocinetici in accordo alla norma VDI 3868-I:1994 integrata, per quanto riguarda il mercurio, con la norma UNI EN 13211:2003. Lo schema adottato è altresì conforme alla norma UNI EN 14385:2004.

Il treno di campionamento è formato dalle seguenti parti:

- ugello in titanio;
- tubo di Pitot e termocoppia, per la misura di velocità e temperatura del gas nel condotto, in prossimità del punto di prelievo;
- sonda in titanio termostata a 120 °C, munita di portafiltro in vetro (anch'esso termostato a 120 °C), nel quale è alloggiato un filtro piano in fibra di quarzo;
- suddivisione della linea di prelievo in tre parti:
  - ✓ prima linea secondaria: dedicata all'assorbimento del mercurio, prevede tre gorgogliatori in vetro ad alta efficienza (percorsi in sequenza dal gas campionato) contenenti la soluzione di assorbimento specifica per questa sostanza, un separatore di umidità (colonna di gel di silice) e una pompa di aspirazione a flusso costante seguita dal contatore volumetrico;
  - ✓ seconda linea secondaria: dedicata all'assorbimento di tutti gli altri metalli oggetto di misura, prevede tre gorgogliatori in vetro ad alta efficienza (percorsi in sequenza dal gas campionato) contenenti la soluzione di assorbimento specifica, un separatore di umidità (colonna di gel di silice) e una pompa di aspirazione a flusso costante seguita dal contatore volumetrico;

- ✓ linea principale: consta unicamente di un doppio sistema di separazione dell'umidità (per condensazione e successivo passaggio in una colonna di gel di silice) e di una pompa di prelievo a flusso variabile seguita dal contatore volumetrico. L'unica funzione di questa linea è infatti di assicurare che il campionamento avvenga costantemente in condizioni di isocinetismo.

Lo schema del sistema di campionamento garantisce l'integrità del campione per le seguenti ragioni:

- grazie al mantenimento delle condizioni di isocinetismo mediante la linea principale, la portata attraverso il sistema degli assorbitori può essere mantenuta sufficientemente bassa, tale da garantire un tempo di permanenza del gas a contatto con le soluzioni assorbenti sufficiente alla completa solubilizzazione dei metalli presenti in fase gassosa;
- la sonda è inerte perché, essendo completamente realizzata in titanio, non provoca alcuna contaminazione dell'effluente campionato;
- all'uscita del sistema filtrante termostato a 120 °C, l'umidità contenuta nei fumi (ancora allo stato gassoso) viene ripartita uniformemente nelle 3 derivazioni;
- al termine del prelievo tutto il treno di campionamento è lavato, e la soluzione di lavaggio è anch'essa raccolta e sottoposta ad analisi.

L'analisi dei metalli viene effettuata sul particolato raccolto, sulle soluzioni di assorbimento e di lavaggio, mediante l'utilizzo della spettrometria di massa con sorgente al plasma (ICP-MS) e della spettrometria di assorbimento atomico (AAS).

L'analisi dei metalli sulle polveri raccolte (filtro e parte solida contenuta nei lavaggi linea) viene effettuata in analogia a quanto sopra descritto, previa dissoluzione del campione.

### 3.2.2 *Nichel respirabile ed insolubile*

Non esistendo norme di riferimento specifiche, è stato adottato il "Metodo per la determinazione della concentrazione del Nichel presente in forma respirabile ed insolubile nelle emissioni aerodisperse – ENEL PIN/SPL UML Piacenza".

Il metodo citato prevede un campionamento con una sonda costituita da un separatore inerziale (ciclone) che separa la frazione avente un diametro aerodinamico equivalente  $(D_{ae})_{50}$  superiore a 4.25  $\mu\text{m}$ . A tale primo frazionamento segue un filtro a porosità di 0.3  $\mu\text{m}$  in fibra di quarzo che trattiene la frazione di interesse (tra 4.25 e 0.3  $\mu\text{m}$ ). L'intero sistema di campionamento, fino al filtro, è realizzato in titanio.

Il criterio con cui è stato selezionato il sistema utilizzato trae fondamento dalla norma UNI ISO 7708:1998 ("Qualità dell'aria – Definizioni delle frazioni granulometriche per il campionamento relativo agli effetti sanitari"); tale norma definisce la frazione in massa del particolato inalato che penetra attraverso le vie aeree non ciliate; inoltre la norma definisce convenzionalmente la curva di separazione ideale di un apparecchio idoneo al campionamento della suddetta frazione respirabile per adulti sani.

Le operazioni preliminari al campionamento, da effettuare in sequenza sono le seguenti:

- misure di velocità dei fumi nei diversi punti del reticolo di campionamento;
- fissazione del volume di fumi necessario e sufficiente per le determinazioni analitiche del nichel;
- calcolo del diametro dell'ugello di campionamento da inserire in testa alla sonda;
- calcolo della portata fissa di campionamento;
- calcolo dei diversi tempi di aspirazione per ogni punto del reticolo di campionamento.

La determinazione analitica del nichel respirabile ed insolubile è effettuata previo trattamento del filtro utilizzato per il campionamento.

Il filtro su cui è stato campionato il particolato della frazione di interesse viene sottoposto ad eluizione, mediante trattamento con una soluzione di ammonio acetato/acido citrico a pH 4.4 in bagno a ultrasuoni per 60 minuti, ottenendo in tal modo la separazione della frazione di Ni respirabile solubile. Successivamente, sul residuo dell'eluizione si effettua una digestione totale con una miscela di acido nitrico/acido perclorico/acido fluoridrico per la determinazione del Ni respirabile insolubile. La misura strumentale del Ni respirabile insolubile viene infine eseguita mediante spettrometria al plasma (ICP-MS).



### 3.2.3 *Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)*

Il campionamento e l'analisi per la determinazione degli IPA vengono effettuati in conformità alla norma internazionale ISO 11338:2003 (parti 1 e 2).

Il campionamento dell'effluente gassoso in emissione viene effettuato mediante prelievi isocinetici.

Il treno di campionamento utilizzato è composto dalle seguenti parti:

- ugello in titanio;
- sonda in titanio termostata a 120 °C, munita di portafiltro in vetro (anch'esso termostato a 120 °C) per filtri in fibra di quarzo;
- sistema di condizionamento del gas in uscita dal filtro, in vetro borosilicato, per raffreddare il gas a circa 4 °C e separare per condensazione l'umidità;
- recipiente per la raccolta della condensa;
- una fiala di vetro contenente circa 30 g di resina Amberlite XAD-2 per trattenere eventuali incondensabili;
- trappola a gel di silice per essiccare completamente il gas campionato, trattenendo l'umidità non separata per condensazione;
- pompa di prelievo, in grado di aspirare una portata di aeriforme di circa 15-20 l/min, e contatore volumetrico.

Tale assetto strumentale consente di campionare simultaneamente le diverse fasi di interesse:

- polveri;
- vapor d'acqua;
- fase incondensabile.

Inoltre, al termine del campionamento l'intero treno di prelievo è lavato con acetone; il solvente viene recuperato ed anch'esso destinato alle analisi.

I campioni sono successivamente trattati e analizzati in accordo a quanto previsto dal metodo. In sintesi, il trattamento eseguito è il seguente: le varie parti del treno di prelievo (filtro, condensa, lavaggi e resine XAD-2) vengono sottoposte ad estrazione con diclorometano e concentrate in un piccolo volume; gli estratti sono poi riuniti in un unico campione e analizzati in GC/MS-SIM.

### 3.2.4 *Ammoniaca*

La determinazione della concentrazione di ammoniaca viene eseguita in accordo al metodo UNICHIM 632:1984. La linea di prelievo è formata dalle seguenti parti principali:

- ugello di prelievo del gas, seguito da sonda di aspirazione in titanio riscaldata e termostata a 120 °C;
- filtro piano in fibra di quarzo alloggiato in un portafiltro in vetro anch'esso termostato ad una temperatura di 120 °C;
- una coppia di gorgogliatori riempiti della soluzione di assorbimento indicata nel metodo sopra indicato (soluzione di acido solforico 1:100); i gorgogliatori sono alloggiati in un bagno freddo, in modo da permettere anche il raffreddamento del gas e la separazione della condensa in esso presente;
- sistema di essiccazione del gas tramite gel di silice, per trattenere l'umidità non separata per condensazione;
- pompa di aspirazione e contatore volumetrico.

Poiché le emissioni gassose campionate non sono sature di vapore, e i composti da ricercare non sono presenti nella fase particolata, il campionamento viene eseguito a flusso costante, con portata del gas sufficientemente bassa da permettere un efficace contatto fra gas e soluzione di assorbimento all'interno dei gorgogliatori.

Al termine del campionamento, della durata di circa 1 ora, le parti di linea non riscaldate, comprese fra il portafiltro e il primo gorgogliatore di ognuna delle due serie, vengono risciacquate; il lavaggio viene raccolto nel primo gorgogliatore di ciascuna serie.

Vengono infine sottoposte ad analisi chimica (cromatografia ionica), le soluzioni di assorbimento contenute in ciascuno dei gorgogliatori e un campione della soluzioni di assorbimento (bianco).

### **3.2.5 Alogenuri (HCl, HF, HBr)**

La determinazione della concentrazione di alogenuri è effettuata in accordo all'Allegato 2 del D.M. del 25/08/2000.

Il treno e le modalità di campionamento sono le stesse previste nel caso dell'ammoniaca, descritte dettagliatamente nel relativo paragrafo. L'unica differenza è la soluzione di campionamento, che per gli alogenuri è costituita da NaOH 0.1 N.

Anche per gli alogenuri, vengono sottoposte ad analisi chimica, con le modalità indicate nei rispettivi metodi, le soluzioni di assorbimento contenute in ciascuno dei gorgogliatori e un campione di soluzione di assorbimento (bianco). Le determinazioni degli ioni  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$  e  $\text{Br}^-$  presenti nelle soluzioni di assorbimento vengono effettuate mediante cromatografia ionica con rivelazione conduttimetrica.

### **3.2.6 Sostanze Organiche Volatili (SOV)**

La determinazione è effettuata mediante analizzatore automatico (rilevatore a ionizzazione di fiamma – FID), conformemente ai metodi descritti nell'Allegato 5 del D.M. del 25/08/2000 e nella norma tecnica UNI EN 12619:2002.

## 4 RISULTATI

Nei prospetti seguenti si riportano le concentrazioni riferite ai fumi secchi, 0°C, 101.3 kPa e riportate al 6% di O<sub>2</sub>.

Laddove siano calcolate sommatorie delle concentrazioni di più composti, i valori di concentrazione inferiori ai limiti di rilevabilità, concorrono alla sommatoria in misura della metà del limite di rilevabilità, in conformità a quanto indicato nel rapporto ISTISAN 04/15 e nelle tabelle che seguono ove tale caso si presenti sono già riportati come metà del limite di rilevabilità.

Per i metalli, il nichel respirabile insolubile e gli IPA, il confronto con i limiti è evidenziato nella tabella sommatorie.

In Appendice A sono riportati, oltre ai valori di concentrazione, anche i flussi di massa e le soglie di rilevanza per tutti i composti.

### 4.1 METALLI E NICHEL RESPIRABILE ED INSOLUBILE

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>
	27/10/09	28/10/09
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
As	0.00103	0.000707
Be	0.0000834	0.0000773
Cd	0.0000551	0.000054
Co	0.000773	0.000667
Cr	0.0171	0.00909
Cu	0.00558	0.00489
Hg	0.000506	0.000511
Mn	0.0291	0.0923
Ni	0.00312	0.00174
Pb	0.00665	0.00566
Pd	0.00286	0.00078
Pt	0.0000551	0.0000515
Rh	0.0000551	0.0000515
Sb	0.0000551	0.0000515
Se	0.00192	0.0012
Sn	0.00029	0.000139
Te	0.0000551	0.0000515
Tl	0.0000551	0.0000515
V	0.00286	0.00213
Ni in forma di polvere	0.00105	0.00114

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>
	27/10/09	28/10/09
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
Ni respirabile insolubile	0.00224	0.00321

#### 4.2 IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>
	27/10/09	28/10/09
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
Benzo(a)Pirene	0.00000247	0.00000262
Dibenzo(a,h)Antracene	0.00000247	0.00000262
Benzo(a)Antracene	0.00000863	0.00000262
Benzo(b+J)Fluorantene	0.00000445	0.00000471
Benzo(k)Fluorantene	0.00000247	0.00000262
Dibenzo(a,h)Acridina	0.00000247	0.00000262
Dibenzo(a,J)Acridina	0.00000495	0.00000523
Dibenzo(a,l)pirene	0.00000619	0.00000654
Dibenzo(a,e)pirene	0.00000619	0.00000654
Dibenzo(a,i)pirene	0.00000619	0.00000654
Dibenzo(a,h)pirene	0.00000619	0.00000654
5-Nitroacenaftene	0.00000247	0.00000262
2-Nitronaftalene	0.00000495	0.00000523
Indeno[1,2,3-cd]pirene	0.00000247	0.00000262
<b>Somma IPA D.Lgs. 152/06</b>	0.0000626	0.0000597

#### 4.3 ALOGENURI (HF, HCL, HBR)

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Limite</b>
	27/10/09	28/10/09	
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
HF	0.472	0.566	5
HCl	7.77	9.07	100
HBr	0.0804	0.08	5

#### 4.4 AMMONIACA

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Limite</b>
	27/10/09	28/10/09	
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
NH <sub>3</sub>	0.0284	0.0303	100

#### 4.5 SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI (SOV)

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Limite</b>
	27/10/09	28/10/09	
<b>Composto</b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% di O<sub>2</sub></b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% di O<sub>2</sub></b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% di O<sub>2</sub></b>
SOV Totali	3.47	3.68	300

## 4.6 SOMMATORIE

### 4.6.1 Sommatorie composti All. II D.Lgs 152/2006, Parte II, Sez. 6

Composto	Limite	Prova 1	Prova 2
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
Be	0.05	0.0000834	0.0000773
Cd + Hg + Tl	0.1	0.000616	0.000617
As + Cr (VI) + Co + Ni (frazione respirabile ed insolubile)	0.5	0.0211	0.0137
Se + Te + Ni (sotto forma di polvere)	1	0.00303	0.00239
Sb + Cr (III) + Mn + Pd + Pb + Pt + Cu + Rh + Sn + V	5	0.0646	0.115

Note alla tabella:

- Il valore del Cromo è riferito al totale, pertanto rappresenta una stima per eccesso sia della frazione esavalente che di quella trivalente

4.6.2 *Sommatorie composti Al. II D.Lgs 152/2006, Parte II, Sez. 7, §2 e §3*

Composto	Tabella - Classe	Limite	Prova 1	Prova 2
		mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
Be	A1 - I	0.1	0.0000834	0.0000773
Cd (vedi nota)	A1 - I	0.1	0.0000551	0.000054
Somma IPA	A1 - I	0.1	0.0000626	0.0000597
As	A1 - II	1	0.00103	0.000707
Cr VI (vedi nota)	A1 - II	1	0.0171	0.00909
Co	A1 - II	1	0.000773	0.000667
Ni respirabile insolubile	A1 - II	1	0.00224	0.00321
Hg	B - I	0.2	0.000506	0.000511
Tl	B - I	0.2	0.0000551	0.0000515
Se	B - II	2	0.00192	0.0012
Te	B - II	2	0.0000551	0.0000515
Ni in forma di polvere	B - II	2	0.00105	0.00114
Sb	B - III	10	0.0000551	0.0000515
Cr III (vedi nota)	B - III	10	0.0171	0.00909
Mn	B - III	10	0.0291	0.0923
Pd	B - III	10	0.00286	0.00078
Pb	B - III	10	0.00665	0.00566
Pt	B - III	10	0.0000551	0.0000515
Cu	B - III	10	0.00558	0.00489
Rh	B - III	10	0.0000551	0.0000515
Sn	B - III	10	0.00029	0.000139
V	B - III	10	0.00286	0.00213

Somma composti Tab. A1 - I	0.1	0.000201	0.000191
Somma composti Tab. A1 - II	1	0.0211	0.0137
Somma composti Tab. A1 - I+II	1	0.0213	0.0139
Somma composti Tab. B - I	0.2	0.000561	0.000563
Somma composti Tab. B - II	2	0.00303	0.00239
Somma composti Tab. B - III	10	0.0646	0.115
Somma composti Tab. B - I+II	2	0.00359	0.00295
Somma composti Tab. B - I+II+III	10	0.0682	0.118

Note alla tabella

- Limiti per singoli composti e classi, fatto salvo quanto indicato nella precedente tabella
- Il valore limite del Cd in classe A1-I si applica a decorrere dalla data indicata nelle autorizzazioni rilasciate ai sensi dell'articolo 281, comma 1 del D.Lgs 152/2006. Cautelativamente viene conteggiato già in questa classe
- Il valore del Cromo è riferito al totale, pertanto rappresenta una stima per eccesso sia della frazione esavalente che di quella trivalente

**5 CONCLUSIONI**

I risultati delle prove eseguite confermano il pieno rispetto dei valori limite di emissione in atmosfera per la Caldaia 11 della Centrale di Porto Marghera.

**APPENDICE A – TABELLE ex DLgs 152/06 parte V all. VI**

Nel seguito vengono riportate le informazioni secondo quanto previsto nello schema di cui all'Appendice I dell'allegato VI alla parte V del DLgs. 152/06.

**Origine/Punto di prelievo**

Centrale ENEL Porto Marghera  
Camino Unità Termoelettrica n° 11

**Portata Fumi utilizzata per calcolo flussi di massa**

175000 Nm<sup>3</sup>/h  
riferita a: potenza massima nominale: 35 MWe <sup>(2)</sup>  
fumi secchi normalizzati a 0°C, 101.3 kPa, 6% O<sub>2</sub>

**Date prelievi**

PROVA N°	COMPOSTO	DATA
1	Metalli	27/10/09
1	Nichel Respirabile Insolubile	27/10/09
1	Alogenuri (HCl, HF, HBr)	27/10/09
1	Ammoniaca	27/10/09
1	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	27/10/09
1	Composti organici volatili (SOV)	27/10/09
2	Metalli	28/10/09
2	Nichel Respirabile Insolubile	28/10/09
2	Alogenuri (HCl, HF, HBr)	28/10/09
2	Ammoniaca	28/10/09
2	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	28/10/09
2	Composti organici volatili (SOV)	28/10/09

<sup>2</sup> La portata fumi utilizzata per il calcolo dei flussi di massa è quella corrispondente alla potenza massima nominale. Questo porta, cautelativamente, ad una stima per eccesso dei flussi di massa stessi.

## SCHEDA A.1

Composto	Tabella - Classe	CONCENTRAZIONI			FLUSSI DI MASSA		
		Limite	Prova 1	Prova 2	Soglia di rilevanza	Prova 1	Prova 2
		mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h	g/h	g/h
Be	A1 - I	0.1	0.0000834	0.0000773	0.5	0.0146	0.0135
Cd	A1 - I	0.1	0.0000551	0.000054	0.5	0.00964	0.00945
2-Nitronaftalene	A1 - I	0.1	0.00000495	0.00000523	0.5	0.000866	0.000915
5-Nitroacenaftene	A1 - I	0.1	0.00000247	0.00000262	0.5	0.000432	0.000459
Benzo(a)Antracene	A1 - I	0.1	0.00000863	0.00000262	0.5	0.00151	0.000459
Benzo(a)Pirene	A1 - I	0.1	0.00000247	0.00000262	0.5	0.000432	0.000459
Benzo(b+J)Fluorantene	A1 - I	0.1	0.00000445	0.00000471	0.5	0.000779	0.000824
Benzo(k)Fluorantene	A1 - I	0.1	0.00000247	0.00000262	0.5	0.000432	0.000459
Dibenzo(a,h)Acridina	A1 - I	0.1	0.00000247	0.00000262	0.5	0.000432	0.000459
Dibenzo(a,J)Acridina	A1 - I	0.1	0.00000495	0.00000523	0.5	0.000866	0.000915
Dibenzo(a,h)Antracene	A1 - I	0.1	0.00000247	0.00000262	0.5	0.000432	0.000459
Indeno[1,2,3-cd]pirene	A1 - I	0.1	0.00000247	0.00000262	0.5	0.000432	0.000459
Dibenzo(a,e)pirene	A1 - I	0.1	0.00000619	0.00000654	0.5	0.00108	0.00114
Dibenzo(a,h)pirene	A1 - I	0.1	0.00000619	0.00000654	0.5	0.00108	0.00114
Dibenzo(a,i)pirene	A1 - I	0.1	0.00000619	0.00000654	0.5	0.00108	0.00114
Dibenzo(a,l)pirene	A1 - I	0.1	0.00000619	0.00000654	0.5	0.00108	0.00114
As	A1 - II	1	0.00103	0.000707	5	0.18	0.124
Cr VI (vedi nota)	A1 - II	1	0.0171	0.00909	5	2.99	1.59
Co	A1 - II	1	0.000773	0.000667	5	0.135	0.117
Ni respirabile insolubile	A1 - II	1	0.00224	0.00321	5	0.392	0.562
Hg	B - I	0.2	0.000506	0.000511	1	0.0886	0.0894
Tl	B - I	0.2	0.0000551	0.0000515	1	0.00964	0.00901
Se	B - II	2	0.00192	0.0012	5	0.336	0.21
Te	B - II	2	0.0000551	0.0000515	5	0.00964	0.00901
Ni in forma di polvere	B - II	2	0.00105	0.00114	5	0.184	0.2
Sb	B - III	10	0.0000551	0.0000515	25	0.00964	0.00901
Cr III (vedi nota)	B - III	10	0.0171	0.00909	25	2.99	1.59
Mn	B - III	10	0.0291	0.0923	25	5.09	16.2
Pd	B - III	10	0.00286	0.00078	25	0.501	0.137
Pb	B - III	10	0.00665	0.00566	25	1.16	0.991
Pt	B - III	10	0.0000551	0.0000515	25	0.00964	0.00901
Cu	B - III	10	0.00558	0.00489	25	0.977	0.856
Rh	B - III	10	0.0000551	0.0000515	25	0.00964	0.00901
Sn	B - III	10	0.00029	0.000139	25	0.0508	0.0243
V	B - III	10	0.00286	0.00213	25	0.501	0.373

Note alla tabella

- Relativamente ai composti ed ai limiti si rimanda alle note in calce alle tabelle del precedente § 4.6



## SCHEDA A.2

Classe Composto - Tabelle	CONCENTRAZIONI			FLUSSI DI MASSA		
	Limite	Prova 1	Prova 2	Soglia di rilevanza	Prova 1	Prova 2
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h	g/h	g/h
Somma composti Tab. A1 - I	0.1	0.000201	0.000191	0.5	0.0352	0.0334
Somma composti Tab. A1 - II	1	0.0211	0.0137	5	3.69	2.4
Somma composti Tab. A1 - I+II	1	0.0213	0.0139	5	3.73	2.43
Somma composti Tab. B - I	0.2	0.000561	0.000563	1	0.0982	0.0985
Somma composti Tab. B - II	2	0.00303	0.00239	5	0.53	0.418
Somma composti Tab. B - III	10	0.0646	0.115	25	11.3	20.1
Somma composti Tab. B - I+II	2	0.00359	0.00295	5	0.628	0.516
Somma composti Tab. B - I+II+III	10	0.0682	0.118	25	11.9	20.7

*Note alla tabella*

- *Relativamente ai composti ed ai limiti si rimanda alle note in calce alle tabelle del precedente § 4.6*

## SCHEDA A.3

Composto	CONCENTRAZIONI			FLUSSI DI MASSA		
	Limite	Prova 1	Prova 2	Soglia di rilevanza	Prova 1	Prova 2
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	g/h	g/h	g/h
NH3	100	0.0284	0.0303	n.p.	4.97	5.30
HCl	100	7.77	9.07	n.p.	1360	1588
HF	5	0.472	0.566	n.p.	82.6	99.1
HBr	5	0.0804	0.08	n.p.	14.1	14
SOV	300	3.47	3.68	n.p.	607.3	644



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

*Divisione Generazione ed  
Energy Management  
Area di Business Termoelettrica  
PCA/U.B. Fusina*

Allegato PM\_D7\_SQA acqua

## **CENTRALE TERMoeLETTRICA DI PORTO MARGHERA**

**Identificazione e quantificazione effetti e confronto  
con SQA per gli inquinanti in acqua**

## **MISURA DELLA PERTUBAZIONE TERMICA**

Sino al 30/07/99, con la pubblicazione del Decreto Ministeriale del 30/07/1999 "Limiti agli scarichi industriali e civili che recapitano nella laguna di Venezia e nei corpi idrici del suo bacino scolante, ai sensi del punto 5 del decreto interministeriale 23 aprile 1998 recante requisiti di qualità delle acque e caratteristiche degli impianti di depurazione per la tutela della Laguna di Venezia" il limite della temperatura allo scarico era stabilito dal D.P.R. 962/1973 "Tutela della città di Venezia e del suo territorio dagli inquinanti delle acque", emanato in applicazione all'art. 9 della Legge 171/1973, che prevedeva precisi limiti di accettabilità per gli scarichi in funzione del loro recapito (Laguna, corsi d'acqua sfocianti nella Laguna, tratti di mare interessante la Laguna, fognature pubbliche), demandando alla Regione Veneto la definizione dei metodi analitici e l'individuazione del Bacino scolante.

In particolare la tabella allegata al DPR 962/73 prevedeva il rispetto del valore limiti per la temperatura allo scarico in Laguna pari a 30 °C.

Il successivo DM 30 luglio 1999 abroga la tabella dei limiti degli inquinanti allo scarico, ivi compresa la temperatura, allegata al DPR 962/73 e fissa nuovi valori limite agli scarichi riportati nella tabella A – sezioni 1, 2, 3 e 4 – allegata allo stesso DM, dove però non è previsto alcun limite alla temperatura.

E' comunque importante ricordare che l'Enel, in attuazione del DM 19 gennaio 1999, presentò nel 2001 il progetto per la realizzazione delle torri di raffreddamento presso la centrale di Porto Marghera, concluso entro il 2003, per rispettare i vecchi valori di temperatura previsti dal DPR 962/73.

## **CONFRONTO CON LE SQA IN MERITO ALLE NUOVE PROPOSTE IMPIANTISTICHE**

In conformità al DM 23 aprile 1998 Enel presentò nel 2001 un piano di adeguamento agli scarichi della centrale di Porto Marghera.

Il progetto di adeguamento è stato approvato dalla Giunta Regionale del Veneto con varie Delibere (DGRV n. 3749 del 21.12.2001 iniziale) e prevedeva, in particolare, la raccolta di tutte le acque meteoriche con successivo stoccaggio in due serbatoi da 7.000 mc, adibiti in precedenza allo stoccaggio dell'OCD, successivo trattamento e recupero in centrale ad uso acqua industriale.

Le successive autorizzazioni del Magistrato alle Acque di Venezia, rilasciate nel 2004 e nel 2008, descrivono dettagliatamente il sistema di raccolta delle acque inquinate e i relativi impianti di trattamento. Solo le acque reflue depurate nell'impianto ITAR, costituito da una sezione di disoleazione, associata ad un trattamento chimico – fisico con neutralizzazione primaria e secondaria, sono successivamente inviate alla fognatura consortile, tramite lo scarico SS1.

Gli unici scarichi in Laguna di Venezia riguardano:

- l'acqua di raffreddamento dei condensatori, che viene restituita in laguna senza alterazione delle caratteristiche chimiche, subendo il solo incremento termico e un trattamento "antifouling" necessario al mantenimento della pulizia del condensatore;
- gli spurghi delle torri di raffreddamento, nel periodo estivo.

## **STATO DI QUALITA' DELLE ACQUE DI LAGUNA**

Lo stato di qualità delle acque della Laguna di Venezia è costantemente monitorata dal Magistrato alle Acque di Venezia, che provvedeva periodicamente a trasmettere alle Aziende locali gli esiti dei controlli.

A partire dal 2006 i dati ambientali della Laguna di Venezia sono riportati sul sito dell'APAT:

- [http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/Annuario\\_dei\\_Dati\\_Ambientali/](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/Annuario_dei_Dati_Ambientali/)
- e in particolare riguardo ai dati disponibili sino ad oggi:
- [http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/Annuario\\_dei\\_dati\\_ambientali/Documento/annuario\\_08.html](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/Annuario_dei_dati_ambientali/Documento/annuario_08.html).

Come riportato nell'Annuario dei dati ambientali/2008 lo stato chimico delle acque della Laguna di Venezia viene monitorato dalla Rete di Monitoraggio SAMA del Magistrato alle Acque di Venezia e confrontato con gli obiettivi di qualità stabiliti dalla normativa speciale per Venezia (Decreto Interministeriale 23 aprile 1998).

Questi obiettivi non sono limiti di legge, ma livelli di concentrazione degli inquinanti nelle acque lagunari a cui tendere per assicurare la tutela della salute umana e l'integrità dell'ecosistema lagunare e devono rappresentare un ausilio per la definizione delle politiche ambientali volte alla tutela e al risanamento ambientale della laguna.

La definizione di tali criteri deve tenere conto di molteplici aspetti. In primo luogo, è necessario garantire l'assenza di accumulo, più o meno indefinito, di inquinanti nell'ambiente lagunare, in particolare nei sedimenti e negli organismi che popolano la laguna, consentendo l'autopurificazione dell'ambiente stesso. È pertanto di fondamentale importanza controllare anche quelle sostanze organiche bioaccumulabili, tra cui le diossine e gli altri inquinanti organici persistenti (POP12), che tendono a persistere per molto tempo nell'ambiente acquatico. In secondo luogo, un ovvio riferimento per la definizione degli obiettivi di qualità è la condizione ambientale di aree analoghe caratterizzate da influssi antropici irrilevanti. In pratica, l'intervallo entro cui può andare a situarsi un obiettivo di qualità per l'ambiente lagunare deve essere compreso tra un limite inferiore costituito dalla situazione di fondo o di background, in questo caso lo stato del mare Adriatico non inquinato, e un limite superiore definito sulla base di valutazioni di tossicità ed ecotossicità ed, eventualmente, di destinazione d'uso dei diversi ambiti lagunari.

Sulla base di queste considerazioni, il DM 23/04/98 ha introdotto due valori obiettivo per la laguna di Venezia: il valore "guida", confrontabile con la situazione di fondo, o "background" ed il valore "imperativo" più elevato del precedente e comunque non superiore ai valori che esprimono un rischio per la salute umana o la vita acquatica. Il Decreto ha stabilito un valore obiettivo univoco, sia esso imperativo o guida, per l'intera laguna, prescindendo quindi da considerazioni relative alla destinazione d'uso dei diversi ambiti lagunari.

Non c'è dubbio che, grazie agli interventi di disinquinamento degli scarichi industriali nell'area di Porto Marghera, delle acque reflue nell'intero bacino scolante e nel centro storico della città di Venezia, la qualità delle acque lagunari negli ultimi decenni è nettamente migliorata. Tuttavia, cresce la preoccupazione per la presenza ubiquitaria di sostanze chimiche prodotte dall'uomo, i POP e le sostanze in grado di interferire con il sistema endocrino, tra cui diossine e policlorobifenili che, sebbene presenti nelle acque a livelli di tracce, sono in grado di accumularsi nei tessuti degli animali prima e dell'uomo poi con una serie di gravi effetti sulla salute e sull'ambiente.

Per questo motivo, il Decreto 23 aprile 1998 ha fissato per i POP dei valori imperativi molto bassi (0,013 pg/L I-TE per le diossine e 40 pg/L per i policlorobifenili) e non ha fissato dei valori guida, in quanto questo valore dovrebbe risultare così basso da non essere rilevabile con le più sensibili tecniche analitiche di uso comune. L'affinamento delle tecniche di monitoraggio ambientale ha consentito di rilevare le sostanze pericolose ai livelli previsti dagli obiettivi di qualità per la laguna e di conoscere lo stato dell'inquinamento delle acque

dovuto ai POP e agli altri inquinanti, condizione indispensabile per programmare e orientare gli interventi di salvaguardia ambientale.

.....omissis .....

Il proseguimento sistematico del monitoraggio delle acque lagunari da parte del Magistrato alle Acque consentirà di valutare nel tempo l'efficacia delle misure di risanamento ambientale attuate nella laguna di Venezia che, per la sua complessità e particolarità, ha sempre rappresentato un "banco di prova" che ha ispirato e testato l'emanazione di norme e l'attuazione di interventi che sono stati successivamente adottati anche nel restante territorio nazionale."

Gli indicatori dello stato chimico delle acque, regolarmente monitorate dal Magistrato alle Acque, sono riportati nell'estratto "[Idrosfera-annuario 2008 \(pag.770 – 780\)](#)" allegato.

## ECOLOGICAL QUALITY RATIO

### DESCRIZIONE

L'indice EQR (*Ecological Quality Ratio*) si propone di rappresentare lo stato chimico delle acque della laguna di Venezia basato sul confronto tra gli obiettivi di qualità ( $C_{QS}$ ) stabiliti dalla normativa speciale per Venezia (Decreto Interministeriale 23 aprile 1998) e i valori medi annuali delle concentrazioni ( $C_M$ ), misurati nelle 18 stazioni di campionamento della rete di monitoraggio SAMA (Sezione Antinquinamento del Magistrato alle Acque) (Figura 8.36) e in alcune delle 10 stazioni della rete di monitoraggio automatico SAMANET all'interno del bacino lagunare. L'EQR è un indice adimensionale dato dal rapporto  $C_{QS}/C_M$ , che misura lo scostamento dei parametri monitorati dagli obiettivi di qualità fissati per la laguna. Con riferimento allo schema suggerito dalla Direttiva 2000/60/CE, sono state definite 4 classi di qualità (buono, sufficiente, scadente, cattivo) in funzione di altrettanti intervalli dell'indicatore EQR, arbitrariamente definiti, come riportato nella tabella L.

**Tabella L: Classi di qualità dell'EQR**

<i>Ecological Quality Ratio</i> EQR = $C_{QS}/C_M$	Stato chimico	Disturbo e colore di rappresentazione
> 1; 0,8 - 1	Buono	Piccolo
0,5 - 0,8	Sufficiente	Moderato
0,2 - 0,5	Scadente	Grande
0 - 0,2	Cattivo	Grave

Fonte: Magistrato alle Acque - Sezione Antinquinamento

### UNITÀ di MISURA

Classi di qualità

### FONTE dei DATI

Ministero delle infrastrutture - Magistrato alle Acque (SAMA)

### PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

### QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	2	1

L'EQR è un indicatore sintetico in grado di offrire un'informazione ben circostanziata sullo stato chimico delle acque lagunari. L'affidabilità delle procedure di rilevazione e validazione dei dati, condotte secondo le raccomandazioni suggerite dai principali organi di settore, conferiscono una buona accuratezza supportata da serie temporali continue, raccolte presso stazioni distribuite in tutta l'estensione del bacino lagunare. La comparabilità nel tempo resta comunque condizionata all'evoluzione della normativa di riferimento, sia nazionale sia quella speciale per Venezia, ove gli obiettivi di qualità ambientale potrebbero essere soggetti a revisione in conseguenza dei processi di intercalibrazione in corso per l'implementazione della Direttiva 2000/60/CE. La comparabilità dell'EQR con altre realtà lagunari è ovviamente condizionata dalla specificità della laguna di

Venezia ove i valori di riferimento differiscono, per gran parte delle sostanze prese in considerazione, da quelli previsti dalla normativa nazionale. Tuttavia ciò non limita la possibilità di riapplicare la stessa metodologia di calcolo con i valori di riferimento nazionali ed effettuare pertanto una comparazione in ottima aderenza con gli altri sistemi ecologici.



## **SCOPO e LIMITI**

---

In assenza di indicatori biologici consolidati per le acque di transizione, lo stato ecologico della laguna di Venezia può essere attualmente descritto soltanto sulla base dello stato chimico delle acque, confrontando i parametri monitorati con i valori più restrittivi selezionati tra gli obiettivi di qualità del Decreto Interministeriale 23/04/98 (Decreto Ronchi-Costa) e gli *standard* di qualità di cui alla tabella 1/A dell'allegato 1 alla parte III del D.Lgs. 152/06. Non risultano codificati valori di riferimento di EQR per l'individuazione delle classi di qualità né dalla normativa nazionale, né da quella speciale per la tutela della laguna di Venezia.

## **OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA**

---

La classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici secondo i principi della Direttiva 2000/60/CE prevede la definizione di uno stato di riferimento corrispondente a valori dei parametri di qualità (prioritariamente biologici) che rappresentano lo stato del corpo idrico in assenza di pressioni significative (stato elevato). Lo stato effettivo di qualità è rappresentato dallo scostamento dei parametri di qualità misurati dal valore di riferimento, da individuare secondo una scala da definirsi per ogni tipologia di corpo idrico (fiumi, laghi, acque di transizione, acque marine, ecc.), al termine di un complesso processo di intercalibrazione tuttora in corso in tutti gli Stati membri dell'UE. Secondo quanto riportato nei documenti di implementazione della Direttiva 2000/60/CE, il confronto dello stato chimico delle acque con i relativi *standard* di qualità (QS) è essenziale per la classificazione dei corpi idrici per quanto riguarda l'attribuzione dello stato ecologico elevato, buono o sufficiente. Lo stato chimico ha invece un ruolo indiretto per le classificazioni relative allo stato scadente e cattivo determinati, prioritariamente, dallo scostamento degli elementi biologici dalle condizioni di riferimento. Gli obiettivi di qualità stabiliti dal DI 23/4/98 non sono limiti di legge, ma livelli di concentrazione degli inquinanti cui tendere per assicurare la tutela della salute umana e l'integrità dell'ecosistema lagunare e devono rappresentare un ausilio per la definizione delle politiche ambientali volte alla tutela e al risanamento ambientale della laguna. Il decreto, inoltre, ha introdotto due valori obiettivo per la laguna di Venezia: il valore guida, confrontabile con la situazione di fondo, o background, e il valore imperativo, più elevato del precedente e comunque non superiore ai valori che esprimono un rischio per la salute umana o la vita acquatica. Per quanto riguarda i tempi previsti per il raggiungimento degli obiettivi di qualità, il DI 23/4/98 non definisce limiti temporali, né per i valori imperativi né per i valori guida; tuttavia, essendo i valori imperativi fissati in base a criteri di tossicità ed ecotossicità, si potrebbe ipotizzare che il termine per il loro raggiungimento possa coincidere con quello fissato per il 2008 dal D.Lgs. 152/2006 per la tutela della salute umana.

## **STATO e TREND**

---

In base all'assunto precauzionale che il giudizio complessivo sullo stato chimico di un ecosistema viene determinato dal peggiore tra tutti i giudizi relativi ai parametri chimici considerati, dal confronto tra le Tabelle 8.33 e 8.34 si osserva che lo stato chimico complessivo di tutte le aree lagunari è condizionato dai PCB. Infatti, nonostante i microinquinanti organici persistenti (POP) abbiano fatto registrare quasi ovunque un miglioramento, i policlorobifenili continuano a rappresentare il fattore limitante per il raggiungimento di uno stato complessivo sufficiente. A causa dei PCB, contaminanti ubiquitari, solo il 17% dello specchio acqueo lagunare, individuabile nelle

zone della laguna nord, lontane da fonti dirette di inquinamento, raggiunge un giudizio chimico sufficiente. Il giudizio cattivo, assegnato alla zona industriale e alle aree attorno al centro storico di Venezia, si estende anche alle aree della laguna centrale, raggiungendo il 30% dello specchio lagunare, mostrando tuttavia un miglioramento rispetto al 2005, quando tale giudizio condizionava il 50% dello specchio lagunare. Se, come per le edizioni precedenti dell'Annuario, si analizza anche il sottoinsieme di dati che non comprende i microinquinanti organici, si può osservare (Tabella 8.35) che il 27% dello specchio acqueo lagunare raggiunge lo stato buono e il 49% lo stato sufficiente, con un lieve miglioramento rispetto al 2005. Sempre limitandosi all'insieme di dati senza POP, è interessante fare alcune osservazioni a proposito di azoto e zinco. Dal confronto dei dati delle Tabelle 8.33 e 8.34, si può osservare come una riduzione della concentrazione dell'azoto totale disciolto (TDN) nella zona del Canale Dese (GN) da 1.000 µg/l a 700 µg/l (pari al 30%) permetterebbe di raggiungere un valore di EQR di 0,5 e uno stato chimico sufficiente per l'intera area di gronda della laguna nord (GN), che rappresenta circa il 6% dell'intero specchio lagunare. In altre parole, un'azione di disinquinamento mirata alla riduzione dell'azoto nelle immissioni dei fiumi Dese-Zero e Silone potrebbe migliorare sostanzialmente il giudizio sullo stato chimico complessivo di questa parte di laguna. Con analogo ragionamento, una riduzione dello zinco potrebbe consentire alle aree di gronda della laguna centrale (GC) che occupano una superficie pari a circa il 12% dell'intero specchio acqueo lagunare, di passare da uno stato chimico scadente a uno stato sufficiente e alle aree di laguna aperta della zona nord (LN), pari al 17% della superficie lagunare, di passare da uno stato sufficiente a uno stato buono. Nel primo caso sarebbe necessaria una diminuzione dello zinco presente nell'area di gronda centro (GC) dell'ordine del 20%, nel secondo caso del 25%. Tale considerazione è rafforzata dal fatto che anche i monitoraggi effettuati da ARPAV nei fiumi del bacino scolante (ARPAV – Rapporto sullo stato ambientale dei corpi idrici Anni 2003-2004) rivelano che lo zinco è il metallo presente con le più alte concentrazioni in rapporto agli OQ (assieme al berillio, che però non è considerato nel monitoraggio SAMA). Va osservato che le concentrazioni medie di zinco nei fiumi del bacino scolante sono circa dieci volte maggiori (un ordine di grandezza) al rispettivo OQ stabilito dal DI 23/4/98. Riassumendo, si può affermare che agendo in maniera mirata sui carichi inquinanti di azoto e zinco delle aree di gronda della laguna centro-settentrionale, riducendo sia gli apporti fluviali sia le immissioni dirette da scarichi all'interno della conterminazione lagunare, sarebbe possibile migliorare sostanzialmente lo stato chimico complessivo della laguna. Le aree allo stato buono passerebbero dal 27% al 44%, mentre il giudizio scadente sarebbe limitato alle zone intorno all'area industriale di Porto Marghera e al centro urbano di Venezia, una superficie equivalente a solo il 3% dello specchio d'acqua lagunare. Va comunque precisato che tali considerazioni non tengono conto dei POP e in particolare i PCB, per i quali si sta comunque assistendo a un netto miglioramento della qualità delle acque lagunari nel corso degli ultimi anni.

## COMMENTI a TABELLE e FIGURE

Per quanto riguarda l'ossigeno disciolto, nel 2006 si confermano le buone condizioni generali riscontrate negli anni precedenti, con condizioni di ossigenazione ben superiori ai livelli che caratterizzano l'ipossia (1,5 - 3 mg/l) e l'anossia (0 - 1 mg/l) (Tabella 8.31). Per quanto riguarda gli altri parametri, dai risultati di Tabella 8.32 e anche alla luce delle variazioni rispetto agli anni precedenti, emerge quanto segue. Azoto totale disciolto (TDN): le variazioni sono abbastanza contenute. La variazione più consistente è quella di Burano che passa da 784 µg/l a 543 µg/l (-31%) e quindi da uno stato scadente a uno stato sufficiente. Le altre variazioni hanno comportato il passaggio da sufficiente a buono per le stazioni Chioggia (in miglioramento costante da quattro anni), Laguna Nord e Laguna Sud, mentre passa da buono a sufficiente la stazione Gronda Nord. È interessante notare come la stazione di Gronda Nord (GN), situata nei pressi dell'immissione in laguna del Canale Dese, appare in una condizione scadente (se non si considerano i microinquinanti organici) solo a causa del TDN, a conferma del fatto che l'apporto di tale canale è particolarmente ricco in azoto. La presenza di elevate concentrazioni di azoto totale alla stazione GN è un fenomeno



riscontrato nel corso di tutti gli anni monitorati fino ad ora (Figura 8.37). TDP: il giudizio generale rimane invariato, si nota un certo peggioramento delle stazioni di laguna aperta centrale e meridionale (LC e LS) ma sempre partendo da concentrazioni ben al di sotto del valore dell'obiettivo di qualità. Nel caso del fosforo, le stazioni di gronda non evidenziano un apporto fluviale di entità pari a quello registrato nel caso dell'azoto, mentre si nota l'importante contributo della città di Venezia (Figura 8.38). Mercurio: la soglia di rilevabilità del metodo adottato, superiore alla concentrazione corrispondente all'OQ per la laguna di Venezia, impedisce di poter esprimere un giudizio sullo stato chimico per questo parametro. È comunque da sottolineare il fatto che in nessuna delle stazioni indagate, nemmeno nelle stazioni più interne della zona industriale, sono stati rilevati valori al di sopra della soglia di rilevabilità (0,02 µg/l). Cadmio: si nota un miglioramento soprattutto per quanto riguarda la zona industriale. Tutte le stazioni rispettano l'OQ, con l'unica eccezione di Murano e Campalto (GC). Piombo: concentrazioni quasi sempre al di sotto della soglia di rilevabilità del metodo (0,1 µg/l), fatta eccezione per la zona industriale e il centro storico di Venezia. Antimonio: primo anno di monitoraggio, tutte le stazioni raggiungono ampiamente l'obiettivo di qualità. Cromo: netto miglioramento. Tutte le concentrazioni sono per altro già ben al di sotto dei valori corrispondenti agli OQ. Rame: è l'unico vero peggioramento riscontrato. La media lagunare passa da 1,8 µg/l a 2,3 µg/l. La zona industriale e Venezia passano da uno stato sufficiente a uno stato scadente. Solo le stazioni LN e LC possono essere considerate in uno stato buono. Nichel: netto miglioramento, soprattutto la stazione GC passa da 2,7 a 1,1 µg/l. La media della laguna scende da 1,3 a 0,9, testimoniando il raggiungimento degli obiettivi di qualità praticamente in tutto lo specchio lagunare. Zinco: lo zinco è il metallo più critico. Lo stato chimico può essere definito buono solo in due aree, Gronda Nord e Laguna Centrale, i valori più alti si ritrovano in Zona Industriale, nel centro storico di Venezia e in Gronda Centro. Da osservare che, così come per l'azoto nel caso del Canale Dese, lo zinco è responsabile del giudizio sullo stato chimico complessivo (con l'esclusione dei microinquinanti organici) di due aree molto vaste; in particolare, esso determina gli stati scadente per la zona GC e sufficiente per la zona LN. Arsenico: si nota un lieve peggioramento, soprattutto per la zona industriale che presenta un aumento di concentrazione da 1,5 a 2,3 µg/l (+54%) e il cui stato passa da buono a sufficiente. La media sull'intera laguna sale da 0,8 a 1,0 µg/l, valori comunque inferiori a OQ (1,6 µg/l). Vanadio: il quadro è invariato rispetto all'anno precedente, tutte le stazioni raggiungono lo stato buono. Manganese: peggiorano solo le condizioni della Zona Industriale, tutto il resto migliora; la media lagunare delle concentrazioni registra una diminuzione pari a circa il 30% (da 7,5 a 5,1 µg/l). Le aree di gronda della laguna centrale e meridionale (GC e GS) passano entrambe allo stato buono (rispettivamente da scadente e sufficiente dell'anno precedente). Ferro: lo stato chimico relativo al ferro può essere definito buono, in quanto gli obiettivi di qualità sono raggiunti in tutte le stazioni con valori leggermente superiori solo nelle aree più confinate della zona industriale. Solventi organici aromatici: l'area di Burano, con una concentrazione media di 2,6 µg/l, è l'unica che presenta uno stato chimico inferiore a "buono". Si registrano concentrazioni medie al di sopra della soglia di rilevabilità solo nei centri di Venezia, Chioggia, Murano e Burano, a conferma che questa sostanza, presente nelle vernici utilizzate per ravvivare le carene dei motoscafi, è fortemente condizionata dal traffico acqueo nei centri urbani della laguna. Solventi organici alogenati: confermano l'andamento del 2005 con tutte le concentrazioni mediamente al di sotto della soglia di rilevabilità e, quindi, anche al di sotto dei valori dell'OQ. PCDD/F: situazione molto migliore rispetto al 2005. Chioggia, Murano, Burano, le aree di gronda e i litorali presentano concentrazioni di un ordine di grandezza inferiore rispetto all'anno precedente. Le aree che tradizionalmente presentano i valori più alti (Zona Industriale e Venezia) sono invariate e rimangono le uniche con un giudizio cattivo sullo stato chimico. PCB: nettissimi miglioramenti anche per questo parametro che, anche a causa della sua ubiquità, è il più critico nella determinazione dello stato chimico generale dell'intera laguna di Venezia. La laguna centrale è l'unica che ha un modesto incremento da 172 pg/l a 216 pg/l, che determina però il passaggio da uno stato chimico scadente a uno stato chimico cattivo; d'altra parte tale fenomeno si spiega con il fatto che, a differenza degli anni

precedenti, il valore medio dell'area di laguna centro non è stato determinato solo dai campioni raccolti nella stazione M1 ma anche dai 3 campioni raccolti in prossimità delle sonde fisse, ovvero Ve1, Ve3 e Ve6 (riferimenti in Figura 8.36). In particolare la stazione Ve1, situata nel bassofondo che fronteggia Fusina, presenta i valori più alti. Il miglioramento riscontrato in tutte le altre aree della laguna corrisponde a una diminuzione media delle concentrazioni pari a circa il 70%. La laguna nord raggiunge il giudizio sufficiente rispetto allo stato chimico. IPA: la media delle concentrazioni su scala lagunare si abbassa leggermente ed è pari a 29 ng/l, valore inferiore a quello dell'obiettivo di qualità (60 ng/l). Le stazioni ZIND e GC passano allo stato buono, mentre Burano passa da buono a sufficiente. Anche in questo caso l'area della laguna centrale presenta una concentrazione media superiore a quella del 2005 a causa dell'inclusione dei campionamenti effettuati in prossimità delle 3 stazioni dotate di sonde fisse, in particolare Sacca Sessola. HCB: tutte le concentrazioni medie calcolate sono al di sotto dell'obiettivo di qualità (0,8 ng/l) così come nel corso di tutti i precedenti anni di monitoraggio.

**Tabella 8.31: Concentrazione media dell'ossigeno disciolto**

ZONA	SIGLA	Ossigeno disciolto		
		2004	2005	2006
		<b>mg/l</b>		
Zona Industriale	ZIND	6,08	7,03	6,03
Venezia	VE	7,00	6,09	6,07
Chioggia	CH	7,01	6,05	7,00
Murano	MU	8,00	7,02	7,06
Burano	BU	8,00	7,07	7,06
Gronda Nord	GN	8,01	7,07	7,07
Gronda Centro	GC	9,01	8,08	8,02
Gronda Sud	GS	7,06	6,08	7,03
Laguna Nord	LN	7,08	7,04	7,01
Laguna Centro	LC	7,08	6,09	7,04
Laguna Sud	LS	8,01	7,01	7,04
Litorali	LIT	7,08	7,03	7,02
<b>MEDIA LAGUNA</b>		<b>7,08</b>	<b>7,03</b>	<b>6,07</b>

Fonte: Ministero delle infrastrutture - Magistrato alle Acque (SAMA)

**Tabella 8.32: Valori medi di concentrazione dei diversi contaminanti**

Zona	Contaminanti																			
	2006																marzo 2006 – aprile 2007			
	TDN	TDP	Hg	Cd	Pb	Sb	Cr	Cu	Ni	Zn	As	V	Mn	Fe	Arom.	Alog.	PCDD/F	PCB	IPA	HCB
	µg/l																pg/l I-TE	pg/l	ng/l	ng/l
<b>OQ</b>	<b>350</b>	<b>25</b>	<b>0,003</b>	<b>0,03</b>	<b>0,15</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>	<b>1,06</b>	<b>2,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>0,013</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>0,08</b>
ZIND	1.212	55	<0,02	<0,02	0,01	0,02	0,02	3,01	1,03	5,07	2,03	1,00	14	10	<0,4	<0,4	0,2	242	37	0,153
VE	661	37	<0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	3,00	0,09	4,07	1,00	0,09	5	5	2,01	<0,4	0,074	384	29	0,017
CH	410	14	<0,02	<0,02	<0,1	0,02	0,01	2,07	0,09	2,08	0,08	0,09	5	<5	2,02	<0,4	0,003	168	13	0,048
MU	494	16	<0,02	0,04	<0,1	0,02	<0,1	2,00	0,07	2,00	0,09	0,08	4	3	0,09	<0,4	0,005	92	9	0,01
BU	543	14	<0,02	<0,02	<0,1	0,02	0,01	2,00	0,08	2,08	0,07	0,08	4	4	2,06	<0,4	0,0002	97	101	
GN	1.005	22	<0,02	<0,02	<0,1	0,02	0,02	1,09	0,08	1,03	0,09	0,08	5	3	<0,4	<0,4	0,004	113	7	0,002
GC	628	19	<0,02	0,04	<0,1	0,02	<0,1	2,08	1,01	3,06	1,03	0,09	6	4	<0,4	<0,4	0,014	98	37	0,061
GS	452	13	<0,02	<0,02	<0,1	0,02	0,01	2,00	1,00	2,03	0,09	0,09	8	5	<0,4	<0,4	0,001	86	36	
LN	391	12	<0,02	<0,02	<0,1	0,02	0,02	1,07	0,07	2,05	0,07	0,07	3	<5	<0,4	<0,4	0,003	63	4	0,003
LC	357	14	<0,02	<0,02	<0,1	0,01	0,01	1,07	0,05	1,08	0,07	0,08	3	<5	<0,4	<0,4	0,022	216	54	0,018
LS	383	12	<0,02	<0,02	<0,1	0,02	0,02	2,04	0,08	1,09	0,07	0,08	2	4	<0,4	<0,4	0,022	83	12	0,009
LIT	335	12	<0,02	<0,02	<0,1	0,02	0,01	2,05	0,08	2,08	0,08	0,09	4	<5	<0,4	<0,4	0,006	182	2	0,018

Fonte: Ministero delle infrastrutture - Magistrato alle Acque (SAMA)

**Tabella 8.33: Classificazione EQR nei diversi ambiti lagunari**

Zona	Contaminanti																			
	2006																marzo 2006 – aprile 2007			
	TDN	TDP	Hg	Cd	Pb	Sb	Cr	Cu	Ni	Zn	As	V	Mn	Fe	Arom.	Alog.	PCDD/F	PCB	IPA	HCB
ZIND	0,29	0,45	nc	>1	1,50	3,00	3,05	0,48	1,02	0,26	0,07	2,00	0,06	0,82	>1	>1	0,05	0,17	1,06	4
VE	0,53	0,68	nc	1,50	0,75	3,00	3,05	0,50	1,07	0,32	1,06	2,02	1,06	1,67	0,95	>1	0,18	0,10	2,01	47
CH	0,85	1,79	nc	>1	>1	3,00	7,00	0,56	1,07	0,54	2,00	2,02	1,06	>1	0,91	>1	4,08	0,24	4,08	17
MU	0,71	1,56	nc	0,75	>1	3,00	>1	0,75	2,01	0,75	1,08	2,05	2,00	2,42	2,22	>1	2,63	0,44	6,04	80
BU	0,64	1,79	nc	>1	>1	3,00	7,00	0,75	1,09	0,54	2,03	2,05	2,00	1,9	0,77	>1	83,87	0,41	0,06	nc
GN	0,35	1,14	nc	>1	>1	3,00	3,05	0,79	1,09	1,15	1,08	2,05	1,06	2,35	>1	>1	3,25	0,35	8,05	400
GC	0,56	1,32	nc	0,75	>1	3,00	>1	0,54	1,04	0,42	1,02	2,02	1,03	2,00	>1	>1	0,91	0,41	1,06	13
GS	0,77	1,92	nc	>1	>1	3,00	7,00	0,75	1,05	0,65	1,08	2,02	1,00	1,57	>1	>1	13,00	0,47	1,07	nc
LN	0,9	2,08	nc	>1	>1	3,00	3,05	0,88	2,01	0,6	2,03	2,09	2,07	>1	>1	>1	4,03	0,64	15,01	320
LC	0,98	1,79	nc	>1	>1	6,00	7,00	0,88	3,00	0,83	2,03	2,05	2,07	>1	>1	>1	0,59	0,18	1,01	44
LS	0,91	2,08	nc	>1	>1	3,00	3,05	0,63	1,09	0,79	2,03	2,05	4,00	2,11	>1	>1	0,59	0,48	4,08	94
LIT	1,04	2,08	nc	>1	>1	3,00	7,00	0,6	1,09	0,54	2,00	2,02	2,00	>1	>1	>1	2,27	0,22	36,0	44

Fonte: Ministero delle infrastrutture - Magistrato alle Acque (SAMA)

**Tabella 8.34: Giudizio sullo stato chimico delle diverse zone della Laguna di Venezia**

Zona	Sigla	Tutte le sostanze				Tutte meno PCDD/F e PCB			
		2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
Zona industriale	ZIND	C	C	C	C	C	C	SC	SC
Venezia	VE	C	C	C	C	C	C	SC	SC
Chioggia	CH	SC	C	C	SC	SC	SC	SUFF	SUFF
Murano	MU	C	C	C	SC	SC	SC	SUFF	SUFF
Burano	BU	SC	SC	C	SC	SC	SC	SC	SUFF
Gronda Nord	GN	SC	C	C	SC	SC	SC	SC	SC
Gronda Centro	GC	SC	C	C	SC	SC	SC	SC	SC
Gronda Sud	GS	SC	C	SC	SC	SC	SC	SUFF	SUFF
Laguna Nord	LN	SC	SUFF	C	SUFF	SUFF	SUFF	SUFF	SUFF
Laguna Centro	LC	SUFF	SUFF	SC	C	SUFF	SUFF	B	B
Laguna Sud	LS	SUFF	SC	C	SC	SUFF	SUFF	SUFF	SUFF
Litorali	LIT	SC	C	C	SC	SC	SC	SUFF	SUFF

Fonte: Ministero delle infrastrutture - Magistrato alle Acque (SAMA)

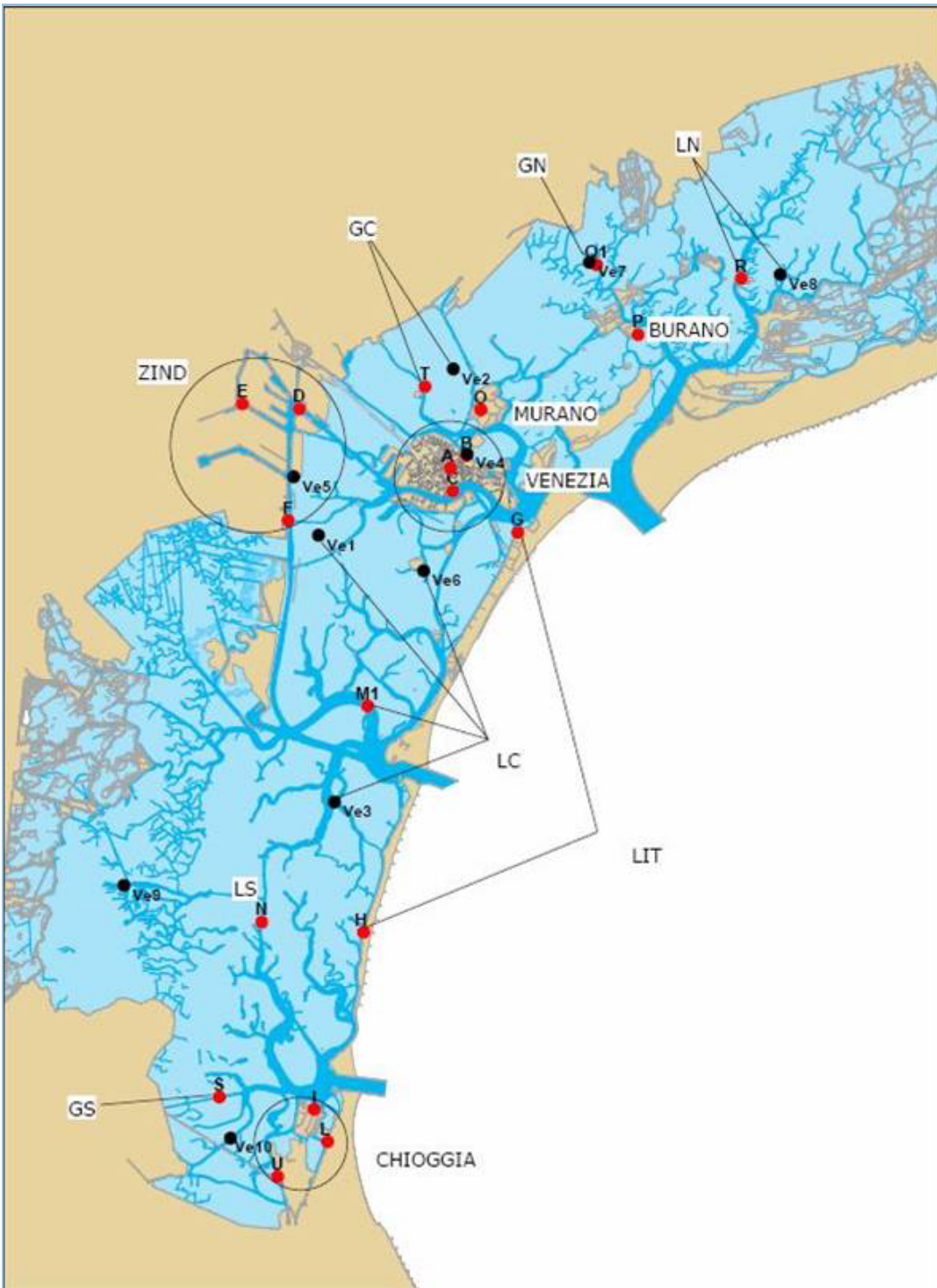
**Legenda:**

B - Buono; SUFF - Sufficiente; SC - Scadente; C - Cattivo

**Tabella 8.35: Giudizio complessivo sullo stato chimico della Laguna di Venezia**

Stato della Laguna	Tutte le sostanze				Tutte meno PCDD/F PCB			
	% di area lagunare				% di area lagunare			
	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
BUONO	0	0	0	0	0	0	27	27
SUFFICIENTE	42	44	0	17	59	59	48	49
SCADENTE	52	16	40	50	35	35	22	21
CATTIVO	4	37	57	30	3	3	0	0
NON attribuito	3	3	3	3	3	3	3	3

Fonte: Ministero delle infrastrutture - Magistrato alle Acque (SAMA)

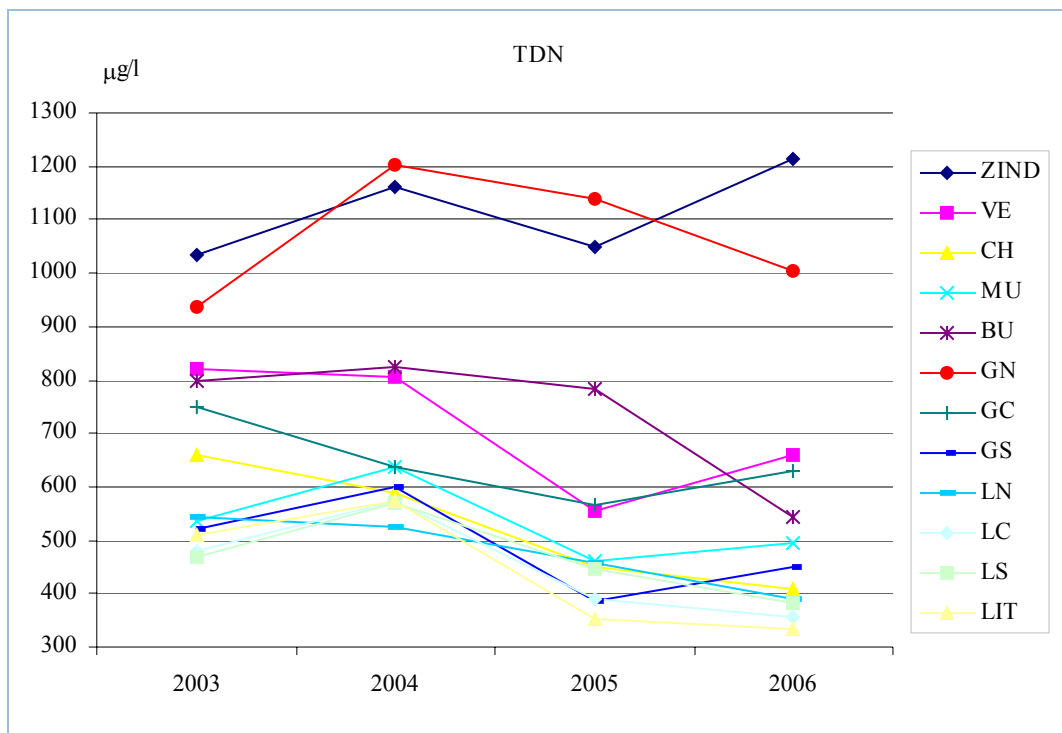


Fonte: Ministero delle infrastrutture - Magistrato alle Acque (SAMA)

**Figura 8.36: Rete di monitoraggio SAMA**

**Legenda:**

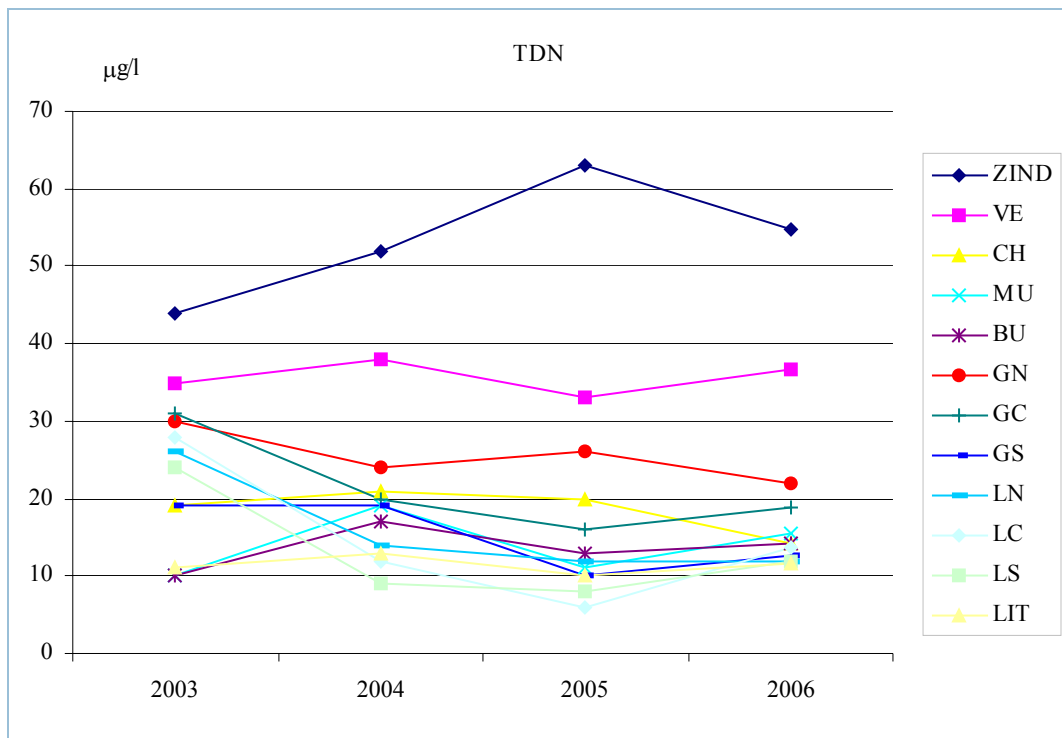
Stazione	Località	Tipologia	Sigla stazione aggregata
A	Venezia - Rialto	CENTRI URBANI	VE
B	Venezia - Fondamenta Nuove		
C	Venezia - Salute		
I	Chioggia - Canale Lombardo		CH
L	Chioggia - Laguna del Lusenzo		
O	Murano - Canale degli Angeli		MU
P	Burano - Canale esterno lato est		BU
D	Porto Marghera - Canale ind. Nord	ZONA INDUSTRIALE	ZIND
E	Porto Marghera - Canale ind. Ovest		
F	Porto Marghera - Fusina		
Q1	Gronda Nord - Canale Dese	ZONE DI GRONDA	GN
T	Gronda Centro - Canale di Campalto		GC
S	Gronda Sud - Canale Novissimo		GS
R	Nord - Le Saline	LAGUNA APERTA	LN
M1	Centro - Canale Fisolo		LC
N	Sud - Fondi dei Settemorti		LS
G	Lido - Santa Maria Elisabetta	LITORALI	LIT
H	Pellestrina		



Fonte: Ministero delle infrastrutture - Magistrato alle Acque (SAMA)

**Figura 8.37: Concentrazione di azoto totale disciolto nei diversi ambiti lagunari**





Fonte: Ministero delle infrastrutture - Magistrato alle Acque (SAMA)

**Figura 8.38: Concentrazione di fosforo totale disciolto nei diversi ambiti lagunari**