



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

Divisione Generazione ed Energy Management
Area di Business Produzione Termoelettrica
Unità di Business Termoelettrica Porto Empedocle

VALUTAZIONE EXTRAMODULISTICA

Relazioni di prova n°: A7014988, A7014990,

A7030391 e A7030393, allegati alla

Definizione inquinanti significativi

“INTEGRAZIONE 1 bis” ALLA DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE
INTEGRATA AMBIENTALE – Pratica DSA-RIS-AIA 00 (2006.0047)
UB DI PORTO EMPEDOCLE

Cliente ENEL S.p.A.

Oggetto Centrale P.Empedocle Gr. 1 – Caratterizzazione emissioni aerodisperse primo semestre anno 2007
Rapporto di SINTESI

Ordine AQ 6000010956 – Attingimento Nr. 4000143987 del 29.03.2007

Note L52816Z

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 8 **N. pagine fuori testo** 0

Data 12.06.2007

Elaborato Cesarina Terni (CESI LAC), Stefano Filippini (CESI GIM)

Verificato Maurizio Sala(CESI GIM)

Approvato Antonio Fiore (CESI AMB)

Indice

1	PREMESSA E SCOPI	3
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	3
3	PIANO SPERIMENTALE	3
3.1	Prove eseguite.....	3
3.2	Modalità di campionamento e analisi.....	4
3.2.1	Metalli	4
3.2.2	Nichel respirabile ed insolubile	4
3.2.3	IPA	5
3.2.4	Ammoniaca, alogenuri e SOV.....	5
4	RISULTATI.....	6
4.1	Metalli e Nichel respirabile ed insolubile.....	6
4.2	IPA (idrocarburi policiclici aromatici)	7
4.3	Alogenuri (HF, HCl, HBr)	7
4.4	Ammoniaca	7
4.5	SOV (sostanze organiche volatili).....	7
4.6	Sommatorie	8
5	CONCLUSIONI	8

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	12.06.2007	A7014988	Prima emissione

1 PREMESSA E SCOPI

ENEL ha incaricato CESI per l'esecuzione delle attività di caratterizzazione delle emissioni aerodisperse al gruppo 1 della centrale termoelettrica di Porto Empedocle. Le attività su impianto sono iniziate il 13.03.2007. 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 GRTN. La caldaia era alimentata con olio combustibile.

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:

- D.P.R. 203 del 24.05.88;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 12.07.90 "Linee Guida per il contenimento delle Emissioni" e successive modifiche e integrazioni;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 21.12.95 "Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali";
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 25.09.92 "Disciplina delle emissioni di nichel";
- 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".
- Decreto Legislativo 03.04.2006 n° 152 "Norme in materia ambientale"
- Rapporti ISTISAN 04/15 "Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici".

3 PIANO SPERIMENTALE

3.1 Prove eseguite

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
- IPA (idrocarburi policiclici aromatici)
- 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 (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO), particolato,

oltre che dell'ossigeno (O₂) 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 nel DM 21.12.95 "Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali" e 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 in emissione per la determinazione dei metalli in tracce è stato effettuato mediante prelievi isocinetici in accordo alla norma VDI n° 3868 parti I e II (Determinazione dei metalli totali nelle emissioni convogliate) integrata, per quanto riguarda il mercurio, con la norma UNI EN 13211. Lo schema adottato è conforme anche alla norma UNI EN 14385 Il gas aspirato e depolverato è fatto gorgogliare attraverso soluzioni acide ed ossidanti che garantiscono il trattenimento dei metalli presenti anche nella fase gassosa.

Il sistema di campionamento è costituito da un ugello di prelievo disposto parallelamente alla direzione del flusso e, in serie ad esso, da un filtro piano in fibra di vetro termostato a 125 °C montato in coda alla sonda di campionamento. Ugelli e sonda sono in Titanio, mentre il portafiltro è in vetro. All'uscita dalla filtrazione, la linea di prelievo è suddivisa, tramite raccordi, in tre parti: due linee prevedono i sistemi di assorbimento (il primo per il solo mercurio, il secondo per gli altri metalli) e sono entrambe costituite da gorgogliatori in vetro ad alta efficienza, un separatore d'umidità (colonna di gel di silice) e, per ognuna delle due linee da una pompa di aspirazione seguita da un contatore volumetrico del gas campionato; sulla terza linea è posizionato il solo sistema di aspirazione preceduto da un separatore di umidità. La portata di aspirazione al filtro è quindi determinata dalla somma delle tre portate; con questo sistema è pertanto possibile mantenere la portata attraverso il sistema degli assorbitori relativamente bassa, così da ottenere un buon tempo di permanenza del gas a contatto con le soluzioni assorbenti sufficiente alla completa solubilizzazione dei composti inorganici, e permettere contemporaneamente il mantenimento di condizioni isocinetiche di prelievo.

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

- la sonda è inerte perché essendo completamente realizzata in titanio esclude contaminazione dell'effluente campionato;
- all'uscita del sistema filtrante termostato a 125 °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 le soluzioni di lavaggio sono raccolte e analizzate.

Durante il campionamento viene mantenuta sotto controllo la velocità e la temperatura dei fumi nel condotto, tramite un tubo di Darcy e termocoppia posti in prossimità del punto di prelievo.

L'analisi dei metalli è stata 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 con generazione di idruri (FI/HG/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 secondo il metodo UNICHIM 723 (contenuto nel Manuale UNICHIM N. 122, parte III).

3.2.2 Nichel respirabile ed insolubile

Metodo di riferimento: 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, non esistendo norme di riferimento specifiche, 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 mm. A tale primo frazionamento segue un filtro a porosità di 0.3 mm in fibra di quarzo (Whatman QMA) che trattiene la frazione di interesse (tra 4.25 e 0.3 mm). L'intero sistema fino al filtro è realizzato in titanio.

Il criterio con cui è stato selezionato il sistema utilizzato parte dalla norma ISO 7708-1995 "Air quality - Particle size fraction definitions for health-related sampling"; tale norma definisce la frazione di massa del particolato inalato che penetra attraverso le vie aeree non ciliate; la norma definisce altresì 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 per trattamento del filtro ottenuto dal campionamento. Per questo motivo il filtro su cui è stato campionato il particolato della frazione di interesse viene prima sottoposto ad eluizione, mediante trattamento con 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. Sul residuo dell'eluizione si effettua una digestione totale con miscela di acido nitrico/acido perclorico/acido fluoridrico per la determinazione del Ni respirabile insolubile. La misura strumentale del Ni respirabile insolubile viene eseguita mediante spettrometria al plasma (ICP-MS).

3.2.3 IPA

Il campionamento e l'analisi per la determinazione degli IPA sono stati effettuati in conformità all'Allegato 3 del DM del 25/08/2000.

Il campionamento dell'effluente gassoso in emissione viene effettuato mediante prelievi isocinetici. Il treno di campionamento è costituito da un ugello di prelievo disposto parallelamente alla direzione del flusso e, in serie ad esso, da un filtro piano in fibra di vetro montato all'altra estremità di una sonda di lunghezza adeguata all'esplorazione dell'intera sezione del condotto. La sonda è collegata ad un separatore d'umidità integrato da fiale adsorbenti, e da una pompa di aspirazione seguita da un contatore volumetrico del gas campionato.

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

- polveri : su filtro piano in fibra di quarzo alla temperatura termostata di 125 °C;
- vapor d'acqua: per condensazione a 5°C;
- fase incondensabile: su fiale di resina adsorbente XAD-2;
- al termine del campionamento l'intero treno di prelievo è lavato con acetone, il solvente viene recuperato ed anch'esso destinato alle analisi.

Per IPA e Nitro IPA non sono stati eseguiti campionamenti con tracciatura dei supporti.

I campioni sono successivamente trattati in accordo a quanto previsto dall'Allegato 3 del DM del 25/08/2000.

In sintesi, il trattamento eseguito è stato il seguente: le varie parti del treno di prelievo (filtro, condensa, lavaggi e resine XAD-2) sono state estratte con diclorometano e concentrate a piccolo volume; gli estratti sono stati riuniti in un unico campione e analizzati in GC/MS-SIM.

3.2.4 Ammoniaca, alogenuri e SOV

La determinazione di ammoniaca è stata effettuata in accordo alla norma UNICHIM: M.U.632.

La determinazione di alogenuri è stata effettuata in accordo all'Allegato 2 del DM del 25/08/2000.

La determinazione di SOV è stata effettuata in accordo all'Allegato 5 del DM del 25/08/2000.

4 RISULTATI

Nei prospetti seguenti si riportano le concentrazioni riferite ai fumi secchi, 0°C, 101.3 kPa e riportate al 3% di O₂.

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 e insolubile e gli IPA il confronto con i limiti è evidenziato nella tabella Sommatoria.

4.1 METALLI E NICHEL RESPIRABILE ED INSOLUBILE

<i>Identificativo Prova</i>	Prova 1	Prova 2
<i>Data Prova</i>	15-mar-07	15-mar-07
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
As	0.00176	0.00321
Be	0.0000829	0.0000893
Cd	0.000752	0.000678
Co	0.00242	0.0026
Cr	0.00781	0.00438
Cu	0.0027	0.00909
Hg	0.000365	0.000334
Mn	0.00926	0.0212
Ni	0.199	0.224
Pb	0.00169	0.00242
Pd	0.000451	0.000407
Pt	0.000602	0.000542
Rh	0.000527	0.000475
Sb	0.0147	0.0161
Se	0.0071	0.00296
Sn	0.0776	0.0699
Te	0.000462	0.000203
Tl	0.00194	0.0027
V	0.223	0.272

Ni in forma di polvere	0.191	0.216
------------------------	-------	-------

<i>Identificativo Prova</i>	Prova 1	Prova 2
<i>Data Prova</i>	21-mar-07	22-mar-07
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
Ni respirabile insolubile	0.0076	0.00645

4.2 IPA (IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI)

<i>Data Prova</i>	21-mar-07	21-mar-07
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
Benzo(a)Pirene	0.00000837	0.00000799
Dibenzo(a,h)Antracene	0.0000209	0.00002
Benzo(a)Antracene	0.00000418	0.000004
Benzo(b+J)Fluorantene	0.00000418	0.000004
Benzo(k)Fluorantene	0.00000418	0.000004
Dibenzo(a,h)Acridina	0.0000209	0.00002
Dibenzo(a,J)Acridina	0.0000209	0.00002
Dibenzo(a,l)pirene	0.0000209	0.00002
Dibenzo(a,e)pirene	0.0000209	0.00002
Dibenzo(a,i)pirene	0.0000209	0.00002
Dibenzo(a,h)pirene	0.0000209	0.00002
5-Nitroacenaftene	0.00000837	0.00000799
2-Nitronaftalene	0.00000837	0.00000799
Indeno[1,2,3-cd]pirene	0.00000418	0.000004
Somma IPA	0.000188	0.00018

4.3 ALOGENURI (HF, HCL, HBR)

<i>Identificativo Prova</i>	Prova 1	Prova 2	Limiti
<i>Data Prova</i>	15-mar-07	15-mar-07	
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
HF	0.0368	0.0324	5
HCl	1.94	1.64	100
HBr	0.0354	0.0312	5

4.4 AMMONIACA

<i>Identificativo Prova</i>	Prova 1	Prova 2	Limite
<i>Data Prova</i>	15-mar-07	15-mar-07	
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
NH ₃	0.146	0.0673	100

4.5 SOV (SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI)

<i>Data Prova</i>	21-mar-07	Limite
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
SOV espresse come C tot	2.63	300

4.6 SOMMATORIE

Composto	Tabella - Classe	Limite	Prova 1	Prova 2
		mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³
Be	A1 - I	0.1	0.0000829	0.0000893
Somma IPA	A1 - I	0.1	0.000188	0.00018
As	A1 - II	1	0.00176	0.00321
Cr VI (vedi nota)	A1 - II	1	0.00781	0.00438
Co	A1 - II	1	0.00242	0.0026
Ni respirabile insolubile	A1 - II	1	0.0076	0.00645
Cd	B - I	0.2	0.000752	0.000678
Hg	B - I	0.2	0.000365	0.000334
Tl	B - I	0.2	0.00194	0.0027
Se	B - II	2	0.0071	0.00296
Te	B - II	2	0.000462	0.000203
Ni in forma di polvere	B - II	2	0.191	0.216
Sb	B - III	10	0.0147	0.0161
Cr III (vedi nota)	B - III	10	0.00781	0.00438
Mn	B - III	10	0.00926	0.0212
Pd	B - III	10	0.000451	0.000407
Pb	B - III	10	0.00169	0.00242
Pt	B - III	10	0.000602	0.000542
Cu	B - III	10	0.0027	0.00909
Rh	B - III	10	0.000527	0.000475
Sn	B - III	10	0.0776	0.0699
V	B - III	10	0.223	0.272

Somma composti Tab. A1 - I	0.1	0.000271	0.000269
Somma composti Tab. A1 - II	1	0.0196	0.0166
Somma composti Tab. A1 - I+II	1	0.0199	0.0169
Somma composti Tab. B - I	0.2	0.00306	0.00371
Somma composti Tab. B - II	2	0.199	0.219
Somma composti Tab. B - III	10	0.338	0.397
Somma composti Tab. B - I+II	2	0.202	0.223
Somma composti Tab. B - I+II+III	10	0.54	0.62

Nota: 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 l' Unità Termoelettrica 1 della Centrale di Porto Empedocle.

Cliente ENEL S.p.A.

Oggetto Centrale P.Empedocle Gr. 2 – Caratterizzazione emissioni aerodisperse primo semestre anno 2007
Rapporto di SINTESI

Ordine AQ 6000010956 – Attingimento Nr. 4000143987 del 29.03.2007

Note L52816Z

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 8 **N. pagine fuori testo** 0

Data 12.06.2007

Elaborato Cesarina Terni (CESI LAC), Stefano Filippini (CESI GIM)

Verificato Maurizio Sala(CESI GIM)

Approvato Antonio Fiore (CESI AMB)

Indice

1	PREMESSA E SCOPI	3
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	3
3	PIANO SPERIMENTALE	3
3.1	Prove eseguite.....	3
3.2	Modalità di campionamento e analisi.....	4
3.2.1	Metalli	4
3.2.2	Nichel respirabile ed insolubile	4
3.2.3	IPA	5
3.2.4	Ammoniaca, alogenuri e SOV.....	5
4	RISULTATI.....	6
4.1	Metalli e Nichel respirabile ed insolubile.....	6
4.2	IPA (idrocarburi policiclici aromatici)	7
4.3	Alogenuri (HF, HCl, HBr)	7
4.4	Ammoniaca	7
4.5	SOV (sostanze organiche volatili).....	7
4.6	Sommatorie	8
5	CONCLUSIONI	8

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	12.06.2007	A7014990	Prima emissione

1 PREMESSA E SCOPI

ENEL ha incaricato CESI per l'esecuzione delle attività di caratterizzazione delle emissioni aerodisperse al gruppo 2 della centrale termoelettrica di Porto Empedocle. Le attività su impianto sono iniziate il 20.03.2007. 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 GRTN. La caldaia era alimentata con olio combustibile.

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:

- D.P.R. 203 del 24.05.88;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 12.07.90 "Linee Guida per il contenimento delle Emissioni" e successive modifiche e integrazioni;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 21.12.95 "Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali";
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 25.09.92 "Disciplina delle emissioni di nichel";
- 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".
- Decreto Legislativo 03.04.2006 n° 152 "Norme in materia ambientale"
- Rapporti ISTISAN 04/15 "Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici".

3 PIANO SPERIMENTALE

3.1 Prove eseguite

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
- IPA (idrocarburi policiclici aromatici)
- 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 (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO), particolato,

oltre che dell'ossigeno (O₂) 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 nel DM 21.12.95 "Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali" e 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 in emissione per la determinazione dei metalli in tracce è stato effettuato mediante prelievi isocinetici in accordo alla norma VDI n° 3868 parti I e II (Determinazione dei metalli totali nelle emissioni convogliate) integrata, per quanto riguarda il mercurio, con la norma UNI EN 13211. Lo schema adottato è conforme anche alla norma UNI EN 14385 Il gas aspirato e depolverato è fatto gorgogliare attraverso soluzioni acide ed ossidanti che garantiscono il trattenimento dei metalli presenti anche nella fase gassosa.

Il sistema di campionamento è costituito da un ugello di prelievo disposto parallelamente alla direzione del flusso e, in serie ad esso, da un filtro piano in fibra di vetro termostato a 125 °C montato in coda alla sonda di campionamento. Ugelli e sonda sono in Titanio, mentre il portafiltro è in vetro. All'uscita dalla filtrazione, la linea di prelievo è suddivisa, tramite raccordi, in tre parti: due linee prevedono i sistemi di assorbimento (il primo per il solo mercurio, il secondo per gli altri metalli) e sono entrambe costituite da gorgogliatori in vetro ad alta efficienza, un separatore d'umidità (colonna di gel di silice) e, per ognuna delle due linee da una pompa di aspirazione seguita da un contatore volumetrico del gas campionato; sulla terza linea è posizionato il solo sistema di aspirazione preceduto da un separatore di umidità. La portata di aspirazione al filtro è quindi determinata dalla somma delle tre portate; con questo sistema è pertanto possibile mantenere la portata attraverso il sistema degli assorbitori relativamente bassa, così da ottenere un buon tempo di permanenza del gas a contatto con le soluzioni assorbenti sufficiente alla completa solubilizzazione dei composti inorganici, e permettere contemporaneamente il mantenimento di condizioni isocinetiche di prelievo.

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

- la sonda è inerte perché essendo completamente realizzata in titanio esclude contaminazione dell'effluente campionato;
- all'uscita del sistema filtrante termostato a 125 °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 le soluzioni di lavaggio sono raccolte e analizzate.

Durante il campionamento viene mantenuta sotto controllo la velocità e la temperatura dei fumi nel condotto, tramite un tubo di Darcy e termocoppia posti in prossimità del punto di prelievo.

L'analisi dei metalli è stata 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 con generazione di idruri (FI/HG/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 secondo il metodo UNICHIM 723 (contenuto nel Manuale UNICHIM N. 122, parte III).

3.2.2 *Nichel respirabile ed insolubile*

Metodo di riferimento: 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, non esistendo norme di riferimento specifiche, 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 mm. A tale primo frazionamento segue un filtro a porosità di 0.3 mm in fibra di quarzo (Whatman QMA) che trattiene la frazione di interesse (tra 4.25 e 0.3 mm). L'intero sistema fino al filtro è realizzato in titanio.

Il criterio con cui è stato selezionato il sistema utilizzato parte dalla norma ISO 7708-1995 "Air quality - Particle size fraction definitions for health-related sampling"; tale norma definisce la frazione di massa del particolato inalato che penetra attraverso le vie aeree non ciliate; la norma definisce altresì 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 per trattamento del filtro ottenuto dal campionamento. Per questo motivo il filtro su cui è stato campionato il particolato della frazione di interesse viene prima sottoposto ad eluizione, mediante trattamento con 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. Sul residuo dell'eluizione si effettua una digestione totale con miscela di acido nitrico/acido perclorico/acido fluoridrico per la determinazione del Ni respirabile insolubile. La misura strumentale del Ni respirabile insolubile viene eseguita mediante spettrometria al plasma (ICP-MS).

3.2.3 IPA

Il campionamento e l'analisi per la determinazione degli IPA sono stati effettuati in conformità all'Allegato 3 del DM del 25/08/2000.

Il campionamento dell'effluente gassoso in emissione viene effettuato mediante prelievi isocinetici. Il treno di campionamento è costituito da un ugello di prelievo disposto parallelamente alla direzione del flusso e, in serie ad esso, da un filtro piano in fibra di vetro montato all'altra estremità di una sonda di lunghezza adeguata all'esplorazione dell'intera sezione del condotto. La sonda è collegata ad un separatore d'umidità integrato da fiale adsorbenti, e da una pompa di aspirazione seguita da un contatore volumetrico del gas campionato.

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

- polveri : su filtro piano in fibra di quarzo alla temperatura termostata di 125 °C;
- vapor d'acqua: per condensazione a 5°C;
- fase incondensabile: su fiale di resina adsorbente XAD-2;
- al termine del campionamento l'intero treno di prelievo è lavato con acetone, il solvente viene recuperato ed anch'esso destinato alle analisi.

Per IPA e Nitro IPA non sono stati eseguiti campionamenti con tracciatura dei supporti.

I campioni sono successivamente trattati in accordo a quanto previsto dall'Allegato 3 del DM del 25/08/2000.

In sintesi, il trattamento eseguito è stato il seguente: le varie parti del treno di prelievo (filtro, condensa, lavaggi e resine XAD-2) sono state estratte con diclorometano e concentrate a piccolo volume; gli estratti sono stati riuniti in un unico campione e analizzati in GC/MS-SIM.

3.2.4 Ammoniaca, alogenuri e SOV

La determinazione di ammoniaca è stata effettuata in accordo alla norma UNICHIM: M.U.632.

La determinazione di alogenuri è stata effettuata in accordo all'Allegato 2 del DM del 25/08/2000.

La determinazione di SOV è stata effettuata in accordo all'Allegato 5 del DM del 25/08/2000.

4 RISULTATI

Nei prospetti seguenti si riportano le concentrazioni riferite ai fumi secchi, 0°C, 101.3 kPa e riportate al 3% di O₂.

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 e insolubile e gli IPA il confronto con i limiti è evidenziato nella tabella Sommatoria.

4.1 METALLI E NICHEL RESPIRABILE ED INSOLUBILE

<i>Identificativo Prova</i>	Prova 1	Prova 2
<i>Data Prova</i>	27-mar-07	28-mar-07
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
As	0.00246	0.00182
Be	0.0000853	0.0000676
Cd	0.000853	0.000676
Co	0.00204	0.00194
Cr	0.00697	0.00692
Cu	0.00338	0.00373
Hg	0.000422	0.000328
Mn	0.0128	0.0255
Ni	0.21	0.192
Pb	0.00149	0.00136
Pd	0.000512	0.000405
Pt	0.000683	0.000541
Rh	0.000597	0.000473
Sb	0.00398	0.00162
Se	0.0053	0.00284
Sn	0.0137	0.0108
Te	0.000256	0.000203
Tl	0.00153	0.00143
V	0.293	0.341

Ni in forma di polvere	0.194	0.166
------------------------	-------	-------

<i>Identificativo Prova</i>	Prova 1	Prova 2
<i>Data Prova</i>	28-mar-07	28-mar-07
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
Ni respirabile insolubile	0.00749	0.00677

4.2 IPA (IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI)

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	Prova 1	Prova 2
	27-mar-07	28-mar-07
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
Benzo(a)Pirene	0.0000076	0.00000952
Dibenzo(a,h)Antracene	0.000019	0.0000238
Benzo(a)Antracene	0.0000038	0.00000476
Benzo(b+J)Fluorantene	0.0000038	0.00000476
Benzo(k)Fluorantene	0.0000038	0.00000476
Dibenzo(a,h)Acridina	0.000019	0.0000238
Dibenzo(a,J)Acridina	0.000019	0.0000238
Dibenzo(a,l)pirene	0.000019	0.0000238
Dibenzo(a,e)pirene	0.000019	0.0000238
Dibenzo(a,i)pirene	0.000019	0.0000238
Dibenzo(a,h)pirene	0.000019	0.0000238
5-Nitroacenaftene	0.0000076	0.00000952
2-Nitronaftalene	0.0000076	0.00000952
Indenof[1,2,3-cd]pirene	0.0000038	0.00000476
Somma IPA DM	0.000171	0.000214

4.3 ALOGENURI (HF, HCL, HBR)

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	Prova 1	Prova 2	Limiti
	27-mar-07	28-mar-07	
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
HF	0.0471	0.032	5
HCl	1.48	1.51	100
HBr	0.0452	0.0308	5

4.4 AMMONIACA

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	Prova 1	Prova 2	Limite
	27-mar-07	28-mar-07	
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
NH ₃	0.129	0.131	100

4.5 SOV (SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI)

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	Prova 1	Limite
	27-mar-07	
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
SOV espresse come C tot	2.28	300

4.6 SOMMATORIE

Composto	Tabella - Classe	Limite	Prova 1	Prova 2
		mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³
Be	A1 - I	0.1	0.0000853	0.0000676
Somma IPA	A1 - I	0.1	0.000171	0.000214
As	A1 - II	1	0.00246	0.00182
Cr VI (vedi nota)	A1 - II	1	0.00697	0.00692
Co	A1 - II	1	0.00204	0.00194
Ni respirabile insolubile	A1 - II	1	0.00749	0.00677
Cd	B - I	0.2	0.000853	0.000676
Hg	B - I	0.2	0.000422	0.000328
Tl	B - I	0.2	0.00153	0.00143
Se	B - II	2	0.0053	0.00284
Te	B - II	2	0.000256	0.000203
Ni in forma di polvere	B - II	2	0.194	0.166
Sb	B - III	10	0.00398	0.00162
Cr III (vedi nota)	B - III	10	0.00697	0.00692
Mn	B - III	10	0.0128	0.0255
Pd	B - III	10	0.000512	0.000405
Pb	B - III	10	0.00149	0.00136
Pt	B - III	10	0.000683	0.000541
Cu	B - III	10	0.00338	0.00373
Rh	B - III	10	0.000597	0.000473
Sn	B - III	10	0.0137	0.0108
V	B - III	10	0.293	0.341

Somma composti Tab. A1 - I	0.1	0.000256	0.000282
Somma composti Tab. A1 - II	1	0.019	0.0175
Somma composti Tab. A1 - I+II	1	0.0193	0.0178
Somma composti Tab. B - I	0.2	0.00281	0.00243
Somma composti Tab. B - II	2	0.2	0.169
Somma composti Tab. B - III	10	0.337	0.392
Somma composti Tab. B - I+II	2	0.203	0.171
Somma composti Tab. B - I+II+III	10	0.54	0.563

Nota: 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 l'unità termoelettrica 2 della centrale di Porto Empedocle.

Cliente ENEL S.p.A.

Oggetto Centrale P.Empedocle Gr. 1 – Caratterizzazione emissioni aerodisperse.
Secondo semestre anno 2007 - Rapporto di SINTESI

Ordine AQ 6000010956 – Attingimento Nr. 400016817
(AG07GIM014)

Note Rev 0

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

PUBBLICATO A7030391 (PAD - 999695)

N. pagine 8 **N. pagine fuori testo** 0

Data 15.11.2007

Elaborato GIM - Filippini Stefano, LAC - Terni Cesarina
A7030391 554984 AUT A7030391 3746 AUT

Verificato GIM - Sala Maurizio
A7030391 3741 VER

Approvato AMB - Il Responsabile - Fiore Antonio
A7030391 3743 APP

Mod. RISM v. 02

Indice

1	PREMESSA E SCOPI	3
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	3
3	PIANO SPERIMENTALE	3
3.1	Prove eseguite.....	3
3.2	Modalità di campionamento e analisi.....	4
3.2.1	Metalli	4
3.2.2	Nichel respirabile ed insolubile	4
3.2.3	IPA	5
3.2.4	Ammoniaca, alogenuri e SOV	5
4	RISULTATI.....	6
4.1	Metalli e Nichel respirabile ed insolubile.....	6
4.2	IPA (idrocarburi policiclici aromatici)	7
4.3	Alogenuri (HF, HCl, HBr)	7
4.4	Ammoniaca	7
4.5	SOV (sostanze organiche volatili).....	7
4.6	Sommatorie	8
5	CONCLUSIONI.....	8

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	15.11.2007	A7030391	Prima emissione

1 PREMESSA E SCOPI

ENEL ha incaricato CESI per l'esecuzione delle attività di caratterizzazione delle emissioni aerodisperse al gruppo 1 della centrale termoelettrica di Porto Empedocle. Le attività su impianto sono iniziate il 21.08.2007. 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 GRTN. La caldaia era alimentata con olio combustibile.

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:

- D.P.R. 203 del 24.05.88;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 12.07.90 "Linee Guida per il contenimento delle Emissioni" e successive modifiche e integrazioni;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 21.12.95 "Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali";
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 25.09.92 "Disciplina delle emissioni di nichel";
- 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".
- Decreto Legislativo 03.04.2006 n° 152 "Norme in materia ambientale"
- Rapporti ISTISAN 04/15 "Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici".

3 PIANO SPERIMENTALE

3.1 PROVE ESEGUITE

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
- IPA (idrocarburi policiclici aromatici)
- 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 (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO), particolato, oltre che dell'ossigeno (O₂) 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 nel DM 21.12.95 "Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali" e 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 in emissione per la determinazione dei metalli in tracce è stato effettuato mediante prelievi isocinetici in accordo alla norma VDI n° 3868 parti I e II (Determinazione dei metalli totali nelle emissioni convogliate) integrata, per quanto riguarda il mercurio, con la norma UNI EN 13211. Lo schema adottato è conforme anche alla norma UNI EN 14385 Il gas aspirato e depolverato è fatto gorgogliare attraverso soluzioni acide ed ossidanti che garantiscono il trattenimento dei metalli presenti anche nella fase gassosa.

Il sistema di campionamento è costituito da un ugello di prelievo disposto parallelamente alla direzione del flusso e, in serie ad esso, da un filtro piano in fibra di vetro termostato a 125 °C montato in coda alla sonda di campionamento. Ugelli e sonda sono in Titanio, mentre il portafiltra è in vetro. All'uscita dalla filtrazione, la linea di prelievo è suddivisa, tramite raccordi, in tre parti: due linee prevedono i sistemi di assorbimento (il primo per il solo mercurio, il secondo per gli altri metalli) e sono entrambe costituite da gorgogliatori in vetro ad alta efficienza, un separatore d'umidità (colonna di gel di silice) e, per ognuna delle due linee da una pompa di aspirazione seguita da un contatore volumetrico del gas campionato; sulla terza linea è posizionato il solo sistema di aspirazione preceduto da un separatore di umidità. La portata di aspirazione al filtro è quindi determinata dalla somma delle tre portate; con questo sistema è pertanto possibile mantenere la portata attraverso il sistema degli assorbitori relativamente bassa, così da ottenere un buon tempo di permanenza del gas a contatto con le soluzioni assorbenti sufficiente alla completa solubilizzazione dei composti inorganici, e permettere contemporaneamente il mantenimento di condizioni isocinetiche di prelievo.

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

- la sonda è inerte perché essendo completamente realizzata in titanio esclude contaminazione dell'effluente campionato;
- all'uscita del sistema filtrante termostato a 125 °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 le soluzioni di lavaggio sono raccolte e analizzate.

Durante il campionamento viene mantenuta sotto controllo la velocità e la temperatura dei fumi nel condotto, tramite un tubo di Darcy e termocoppia posti in prossimità del punto di prelievo.

L'analisi dei metalli è stata 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 con generazione di idruri (FI/HG/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 secondo il metodo UNICHIM 723 (contenuto nel Manuale UNICHIM N. 122, parte III).

3.2.2 Nichel respirabile ed insolubile

Metodo di riferimento: 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, non esistendo norme di riferimento specifiche, prevede un campionamento con una sonda costituita da un separatore inerziale (ciclone) che separa la frazione avente un diametro aerodinamico equivalente (Dae)₅₀ superiore a 4.25 mm. A tale primo frazionamento segue un filtro a

porosità di 0.3 mm in fibra di quarzo (Whatman QMA) che trattiene la frazione di interesse (tra 4.25 e 0.3 mm). L'intero sistema fino al filtro è realizzato in titanio.

Il criterio con cui è stato selezionato il sistema utilizzato parte dalla norma ISO 7708-1995 "Air quality - Particle size fraction definitions for health-related sampling"; tale norma definisce la frazione di massa del particolato inalato che penetra attraverso le vie aeree non ciliate; la norma definisce altresì 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 per trattamento del filtro ottenuto dal campionamento. Per questo motivo il filtro su cui è stato campionato il particolato della frazione di interesse viene prima sottoposto ad eluizione, mediante trattamento con 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. Sul residuo dell'eluizione si effettua una digestione totale con miscela di acido nitrico/acido perclorico/acido fluoridrico per la determinazione del Ni respirabile insolubile. La misura strumentale del Ni respirabile insolubile viene eseguita mediante spettrometria al plasma (ICP-MS).

3.2.3 IPA

Il campionamento e l'analisi per la determinazione degli IPA sono stati effettuati in conformità all'Allegato 3 del DM del 25/08/2000.

Il campionamento dell'effluente gassoso in emissione viene effettuato mediante prelievi isocinetici. Il treno di campionamento è costituito da un ugello di prelievo disposto parallelamente alla direzione del flusso e, in serie ad esso, da un filtro piano in fibra di vetro montato all'altra estremità di una sonda di lunghezza adeguata all'esplorazione dell'intera sezione del condotto. La sonda è collegata ad un separatore d'umidità integrato da fiale adsorbenti, e da una pompa di aspirazione seguita da un contatore volumetrico del gas campionato.

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

- polveri : su filtro piano in fibra di quarzo alla temperatura termostata di 125 °C;
- vapor d'acqua: per condensazione a 5°C;
- fase incondensabile: su fiale di resina adsorbente XAD-2;
- al termine del campionamento l'intero treno di prelievo è lavato con acetone, il solvente viene recuperato ed anch'esso destinato alle analisi.

Per IPA e Nitro IPA non sono stati eseguiti campionamenti con tracciatura dei supporti.

I campioni sono successivamente trattati in accordo a quanto previsto dall'Allegato 3 del DM del 25/08/2000.

In sintesi, il trattamento eseguito è stato il seguente: le varie parti del treno di prelievo (filtro, condensa, lavaggi e resine XAD-2) sono state estratte con diclorometano e concentrate a piccolo volume; gli estratti sono stati riuniti in un unico campione e analizzati in GC/MS-SIM.

3.2.4 Ammoniaca, alogenuri e SOV

La determinazione di ammoniaca è stata effettuata in accordo alla norma UNICHIM: M.U.632.

La determinazione di alogenuri è stata effettuata in accordo all'Allegato 2 del DM del 25/08/2000.

La determinazione di SOV è stata effettuata in accordo all'Allegato 5 del DM del 25/08/2000.

4 RISULTATI

Nei prospetti seguenti si riportano le concentrazioni riferite ai fumi secchi, 0°C, 101.3 kPa e riportate al 3% di O₂.

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 e insolubile e gli IPA il confronto con i limiti è evidenziato nella tabella Sommatoria.

4.1 METALLI E NICHEL RESPIRABILE ED INSOLUBILE

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	Prova 1	Prova 2
	28-ago-07	28-ago-07
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
As	0.00176	0.00146
Be	0.000119	0.0000802
Cd	0.0000881	0.000073
Co	0.000567	0.000498
Cr	0.00423	0.00421
Cu	0.00124	0.000943
Hg	0.000458	0.000385
Mn	0.00418	0.00602
Ni	0.0811	0.0694
Pb	0.00131	0.000938
Pd	0.000115	0.0000921
Pt	0.0000881	0.000073
Rh	0.0000881	0.000073
Sb	0.000493	0.000325
Se	0.00175	0.00161
Sn	0.000352	0.000292
Te	0.00017	0.000073
Tl	0.0000881	0.000073
V	0.21	0.165

Ni in forma di polvere	0.0772	0.0658
------------------------	--------	--------

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	Prova 1	Prova 2
	29-ago-07	29-ago-07
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
Ni respirabile insolubile	0.0039	0.00436

4.2 IPA (IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI)

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	Prova 1	Prova 2
	22-ago-07	22-ago-07
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
Benzo(a)Pirene	0.0000076	0.00000697
Dibenzo(a,h)Antracene	0.000019	0.0000174
Benzo(a)Antracene	0.0000038	0.0000195
Benzo(b+J)Fluorantene	0.0000038	0.0000411
Benzo(k)Fluorantene	0.0000038	0.00000349
Dibenzo(a,h)Acridina	0.000019	0.0000174
Dibenzo(a,J)Acridina	0.000019	0.0000174
Dibenzo(a,l)pirene	0.000019	0.0000174
Dibenzo(a,e)pirene	0.000019	0.0000174
Dibenzo(a,i)pirene	0.000019	0.0000174
Dibenzo(a,h)pirene	0.000019	0.0000174
5-Nitroacenaftene	0.0000076	0.00000697
2-Nitronaftalene	0.0000076	0.00000697
Indeno[1,2,3-cd]pirene	0.0000038	0.00000349
Somma IPA	0.000171	0.000211

4.3 ALOGENURI (HF, HCL, HBR)

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	Prova 1	Prova 2	Limiti
	28-ago-07	28-ago-07	
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
HF	0.0388	0.0441	5
HCl	1.84	2.84	100
HBr	0.0373	0.0424	5

4.4 AMMONIACA

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	Prova 1	Prova 2	Limite
	28-ago-07	28-ago-07	
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
NH ₃	0.155	0.091	100

4.5 SOV (SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI)

<i>Data Prova</i>	23-ago-07	Limite
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
SOV espresse come C tot	3.21	300

4.6 SOMMATORIE

Composto	Tabella - Classe	Limite	Prova 1	Prova 2
		mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³
Be	A1 - I	0.1	0.000119	0.0000802
Somma IPA	A1 - I	0.1	0.000171	0.000211
As	A1 - II	1	0.00176	0.00146
Cr VI (vedi nota)	A1 - II	1	0.00423	0.00421
Co	A1 - II	1	0.000567	0.000498
Ni respirabile insolubile	A1 - II	1	0.0039	0.00436
Cd	B - I	0.2	0.0000881	0.000073
Hg	B - I	0.2	0.000458	0.000385
Tl	B - I	0.2	0.0000881	0.000073
Se	B - II	2	0.00175	0.00161
Te	B - II	2	0.00017	0.000073
Ni in forma di polvere	B - II	2	0.0772	0.0658
Sb	B - III	10	0.000493	0.000325
Cr III (vedi nota)	B - III	10	0.00423	0.00421
Mn	B - III	10	0.00418	0.00602
Pd	B - III	10	0.000115	0.0000921
Pb	B - III	10	0.00131	0.000938
Pt	B - III	10	0.0000881	0.000073
Cu	B - III	10	0.00124	0.000943
Rh	B - III	10	0.0000881	0.000073
Sn	B - III	10	0.000352	0.000292
V	B - III	10	0.21	0.165
Somma composti Tab. A1 - I		0.1	0.00029	0.000291
Somma composti Tab. A1 - II		1	0.0105	0.0105
Somma composti Tab. A1 - I+II		1	0.0108	0.0108
Somma composti Tab. B - I		0.2	0.000634	0.000531
Somma composti Tab. B - II		2	0.0791	0.0675
Somma composti Tab. B - III		10	0.222	0.178
Somma composti Tab. B - I+II		2	0.0797	0.068
Somma composti Tab. B - I+II+III		10	0.302	0.246

Nota: 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 l' Unità Termoelettrica 1 della Centrale di Porto Empedocle.

Cliente ENEL S.p.A.

Oggetto Centrale P.Empedocle Gr. 2 – Caratterizzazione emissioni aerodisperse secondo semestre anno 2007 - Rapporto di SINTESI

Ordine AQ 6000010956 – Attingimento Nr. 400016817
(AG07GIM014)

Note Rev 0

PUBBLICATO A7030393 (PAD - 999697)

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 8 **N. pagine fuori testo** 0

Data 15.11.2007

Elaborato GIM - Filippini Stefano, LAC - Terni Cesarina
A7030393 554984 AUT A7030393 3746 AUT

Verificato GIM - Sala Maurizio
A7030393 3741 VER

Approvato AMB - Il Responsabile - Fiore Antonio
A7030393 3743 APP

Mod. RISM v. 02

Indice

1	PREMESSA E SCOPI	3
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	3
3	PIANO SPERIMENTALE	3
3.1	Prove eseguite.....	3
3.2	Modalità di campionamento e analisi.....	4
3.2.1	Metalli	4
3.2.2	Nichel respirabile ed insolubile	4
3.2.3	IPA	5
3.2.4	Ammoniaca, alogenuri e SOV.....	5
4	RISULTATI.....	6
4.1	Metalli e Nichel respirabile ed insolubile.....	6
4.2	IPA (idrocarburi policiclici aromatici)	7
4.3	Alogenuri (HF, HCl, HBr)	7
4.4	Ammoniaca	7
4.5	SOV (sostanze organiche volatili).....	7
4.6	Sommatorie	8
5	CONCLUSIONI	8

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	15.11.2007	A7030393	Prima emissione

1 PREMESSA E SCOPI

ENEL ha incaricato CESI per l'esecuzione delle attività di caratterizzazione delle emissioni aerodisperse al gruppo 1 della centrale termoelettrica di Porto Empedocle. Le attività su impianto sono iniziate il 30.08.2007. 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 GRTN. La caldaia era alimentata con olio combustibile.

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:

- D.P.R. 203 del 24.05.88;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 12.07.90 "Linee Guida per il contenimento delle Emissioni" e successive modifiche e integrazioni;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 21.12.95 "Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali";
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 25.09.92 "Disciplina delle emissioni di nichel";
- 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".
- Decreto Legislativo 03.04.2006 n° 152 "Norme in materia ambientale"
- Rapporti ISTISAN 04/15 "Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici".

3 PIANO SPERIMENTALE

3.1 PROVE ESEGUITE

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
- IPA (idrocarburi policiclici aromatici)
- 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 (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO), particolato, oltre che dell'ossigeno (O₂) 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 nel DM 21.12.95 "Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali" e 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 in emissione per la determinazione dei metalli in tracce è stato effettuato mediante prelievi isocinetici in accordo alla norma VDI n° 3868 parti I e II (Determinazione dei metalli totali nelle emissioni convogliate) integrata, per quanto riguarda il mercurio, con la norma UNI EN 13211. Lo schema adottato è conforme anche alla norma UNI EN 14385 Il gas aspirato e depolverato è fatto gorgogliare attraverso soluzioni acide ed ossidanti che garantiscono il trattenimento dei metalli presenti anche nella fase gassosa.

Il sistema di campionamento è costituito da un ugello di prelievo disposto parallelamente alla direzione del flusso e, in serie ad esso, da un filtro piano in fibra di vetro termostato a 125 °C montato in coda alla sonda di campionamento. Ugelli e sonda sono in Titanio, mentre il portafiltra è in vetro. All'uscita dalla filtrazione, la linea di prelievo è suddivisa, tramite raccordi, in tre parti: due linee prevedono i sistemi di assorbimento (il primo per il solo mercurio, il secondo per gli altri metalli) e sono entrambe costituite da gorgogliatori in vetro ad alta efficienza, un separatore d'umidità (colonna di gel di silice) e, per ognuna delle due linee da una pompa di aspirazione seguita da un contatore volumetrico del gas campionato; sulla terza linea è posizionato il solo sistema di aspirazione preceduto da un separatore di umidità. La portata di aspirazione al filtro è quindi determinata dalla somma delle tre portate; con questo sistema è pertanto possibile mantenere la portata attraverso il sistema degli assorbitori relativamente bassa, così da ottenere un buon tempo di permanenza del gas a contatto con le soluzioni assorbenti sufficiente alla completa solubilizzazione dei composti inorganici, e permettere contemporaneamente il mantenimento di condizioni isocinetiche di prelievo.

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

- la sonda è inerte perché essendo completamente realizzata in titanio esclude contaminazione dell'effluente campionato;
- all'uscita del sistema filtrante termostato a 125 °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 le soluzioni di lavaggio sono raccolte e analizzate.

Durante il campionamento viene mantenuta sotto controllo la velocità e la temperatura dei fumi nel condotto, tramite un tubo di Darcy e termocoppia posti in prossimità del punto di prelievo.

L'analisi dei metalli è stata 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 con generazione di idruri (FI/HG/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 secondo il metodo UNICHIM 723 (contenuto nel Manuale UNICHIM N. 122, parte III).

3.2.2 Nichel respirabile ed insolubile

Metodo di riferimento: 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, non esistendo norme di riferimento specifiche, prevede un campionamento con una sonda costituita da un separatore inerziale (ciclone) che separa la frazione avente un diametro aerodinamico equivalente (Dae)₅₀ superiore a 4.25 mm. A tale primo frazionamento segue un filtro a

porosità di 0.3 mm in fibra di quarzo (Whatman QMA) che trattiene la frazione di interesse (tra 4.25 e 0.3 mm). L'intero sistema fino al filtro è realizzato in titanio.

Il criterio con cui è stato selezionato il sistema utilizzato parte dalla norma ISO 7708-1995 "Air quality - Particle size fraction definitions for health-related sampling"; tale norma definisce la frazione di massa del particolato inalato che penetra attraverso le vie aeree non ciliate; la norma definisce altresì 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 per trattamento del filtro ottenuto dal campionamento. Per questo motivo il filtro su cui è stato campionato il particolato della frazione di interesse viene prima sottoposto ad eluizione, mediante trattamento con 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. Sul residuo dell'eluizione si effettua una digestione totale con miscela di acido nitrico/acido perclorico/acido fluoridrico per la determinazione del Ni respirabile insolubile. La misura strumentale del Ni respirabile insolubile viene eseguita mediante spettrometria al plasma (ICP-MS).

3.2.3 IPA

Il campionamento e l'analisi per la determinazione degli IPA sono stati effettuati in conformità all'Allegato 3 del DM del 25/08/2000.

Il campionamento dell'effluente gassoso in emissione viene effettuato mediante prelievi isocinetici. Il treno di campionamento è costituito da un ugello di prelievo disposto parallelamente alla direzione del flusso e, in serie ad esso, da un filtro piano in fibra di vetro montato all'altra estremità di una sonda di lunghezza adeguata all'esplorazione dell'intera sezione del condotto. La sonda è collegata ad un separatore d'umidità integrato da fiale adsorbenti, e da una pompa di aspirazione seguita da un contatore volumetrico del gas campionato.

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

- polveri : su filtro piano in fibra di quarzo alla temperatura termostata di 125 °C;
- vapor d'acqua: per condensazione a 5°C;
- fase incondensabile: su fiale di resina adsorbente XAD-2;
- al termine del campionamento l'intero treno di prelievo è lavato con acetone, il solvente viene recuperato ed anch'esso destinato alle analisi.

Per IPA e Nitro IPA non sono stati eseguiti campionamenti con tracciatura dei supporti.

I campioni sono successivamente trattati in accordo a quanto previsto dall'Allegato 3 del DM del 25/08/2000.

In sintesi, il trattamento eseguito è stato il seguente: le varie parti del treno di prelievo (filtro, condensa, lavaggi e resine XAD-2) sono state estratte con diclorometano e concentrate a piccolo volume; gli estratti sono stati riuniti in un unico campione e analizzati in GC/MS-SIM.

3.2.4 Ammoniaca, alogenuri e SOV

La determinazione di ammoniaca è stata effettuata in accordo alla norma UNICHIM: M.U.632.

La determinazione di alogenuri è stata effettuata in accordo all'Allegato 2 del DM del 25/08/2000.

La determinazione di SOV è stata effettuata in accordo all'Allegato 5 del DM del 25/08/2000.

4 RISULTATI

Nei prospetti seguenti si riportano le concentrazioni riferite ai fumi secchi, 0°C, 101.3 kPa e riportate al 3% di O₂.

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 e insolubile e gli IPA il confronto con i limiti è evidenziato nella tabella Sommatoria.

4.1 METALLI E NICHEL RESPIRABILE ED INSOLUBILE

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	Prova 1	Prova 2
	30-ago-07	30-ago-07
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
As	0.00149	0.0015
Be	0.0000745	0.0000748
Cd	0.0000745	0.0000814
Co	0.000527	0.000547
Cr	0.00835	0.00387
Cu	0.00171	0.00153
Hg	0.000377	0.000391
Mn	0.018	0.0267
Ni	0.0835	0.0723
Pb	0.00529	0.00121
Pd	0.0000745	0.0000748
Pt	0.0000745	0.0000748
Rh	0.0000745	0.0000748
Sb	0.000364	0.000267
Se	0.000745	0.000748
Sn	0.000298	0.000299
Te	0.0000745	0.0000797
Tl	0.0000745	0.0000748
V	0.185	0.16
Ni in forma di polvere	0.0799	0.0704

<i>Identificativo Prova</i> <i>Data Prova</i>	Prova 1	Prova 2
	4-set-07	4-set-07
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
Ni respirabile insolubile	0.00379	0.00211

4.2 IPA (IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI)

<i>Identificativo Prova</i>	Prova 1	Prova 2
<i>Data Prova</i>	4-set-07	4-set-07
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
Benzo(a)Pirene	0.00000841	0.00000707
Dibenzo(a,h)Antracene	0.000021	0.0000177
Benzo(a)Antracene	0.0000042	0.00000353
Benzo(b+J)Fluorantene	0.0000042	0.00000353
Benzo(k)Fluorantene	0.0000042	0.00000353
Dibenzo(a,h)Acridina	0.000021	0.0000177
Dibenzo(a,J)Acridina	0.000021	0.0000177
Dibenzo(a,l)pirene	0.000021	0.0000177
Dibenzo(a,e)pirene	0.000021	0.0000177
Dibenzo(a,i)pirene	0.000021	0.0000177
Dibenzo(a,h)pirene	0.000021	0.0000177
5-Nitroacenaftene	0.00000841	0.00000707
2-Nitronaftalene	0.00000841	0.00000707
Indeno[1,2,3-cd]pirene	0.0000042	0.00000353
Somma IPA	0.000189	0.000159

4.3 ALOGENURI (HF, HCL, HBR)

<i>Identificativo Prova</i>	Prova 1	Prova 2	Limiti
<i>Data Prova</i>	30-ago-07	30-ago-07	
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
HF	0.0385	0.042	5
HCl	7.13	2.89	100
HBr	0.037	0.0403	5

4.4 AMMONIACA

<i>Identificativo Prova</i>	Prova 1	Prova 2	Limite
<i>Data Prova</i>	30-ago-07	30-ago-07	
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
NH ₃	0.306	0.0844	100

4.5 SOV (SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI)

<i>Data Prova</i>	04-set-07	Limite
Composto	mg/Nm³ 3% O₂	mg/Nm³ 3% O₂
SOV espresse come C tot	3.38	300

4.6 SOMMATORIE

Composto	Tabella - Classe	Limite	Prova 1	Prova 2
		mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³
Be	A1 - I	0.1	0.0000745	0.0000748
Somma IPA	A1 - I	0.1	0.000189	0.000159
As	A1 - II	1	0.00149	0.0015
Cr VI (vedi nota)	A1 - II	1	0.00835	0.00387
Co	A1 - II	1	0.000527	0.000547
Ni respirabile insolubile	A1 - II	1	0.00379	0.00211
Cd	B - I	0.2	0.0000745	0.0000814
Hg	B - I	0.2	0.000377	0.000391
Tl	B - I	0.2	0.0000745	0.0000748
Se	B - II	2	0.000745	0.000748
Te	B - II	2	0.0000745	0.0000797
Ni in forma di polvere	B - II	2	0.0799	0.0704
Sb	B - III	10	0.000364	0.000267
Cr III (vedi nota)	B - III	10	0.00835	0.00387
Mn	B - III	10	0.018	0.0267
Pd	B - III	10	0.0000745	0.0000748
Pb	B - III	10	0.00529	0.00121
Pt	B - III	10	0.0000745	0.0000748
Cu	B - III	10	0.00171	0.00153
Rh	B - III	10	0.0000745	0.0000748
Sn	B - III	10	0.000298	0.000299
V	B - III	10	0.185	0.16

Somma composti Tab. A1 - I	0.1	0.000264	0.000234
Somma composti Tab. A1 - II	1	0.0142	0.00803
Somma composti Tab. A1 - I+II	1	0.0145	0.00826
Somma composti Tab. B - I	0.2	0.000526	0.000547
Somma composti Tab. B - II	2	0.0807	0.0712
Somma composti Tab. B - III	10	0.219	0.194
Somma composti Tab. B - I+II	2	0.0812	0.0717
Somma composti Tab. B - I+II+III	10	0.3	0.266

Nota: 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 l' Unità Termoelettrica 2 della Centrale di Porto Empedocle.