

**Cliente** ENEL Produzione S.p.A.

**Oggetto** Centrale di Gualdo Cattaneo Gr. 1 – Caratterizzazione emissioni in flussi gassosi convogliati – Anno 2016

**Ordine** Accordo Quadro n. 8400101944  
Attingimento n. 4000424493

**Note** Rev. 0 (AG16EMS005 – Lettera di trasmissione B6019998)

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

**N. pagine** 16 **N. pagine fuori testo** 3

**Data** 31/08/2016

**Elaborato** EMS - Ferrara Irene  
B6017931 2041855 AUT

**Verificato** EMS - Sala Maurizio  
B6017931 3741 VER

**Approvato** EMS - Ferrara Irene (Project Manager)  
B6017931 2041855 APP

## *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>DESCRIZIONE DEL SITO DI MISURA</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>MODALITÀ OPERATIVE</b>	<b>5</b>
4.1	Prove eseguite	5
4.2	Modalità di campionamento e analisi	5
4.2.1	Metalli (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, V)	5
4.2.2	Metalli (Pd, Pt, Rh, Sn, Te)	6
4.2.3	Metalli (Be, Se)	6
4.2.4	Nichel respirabile ed insolubile	7
4.2.5	Sostanze Organiche Volatili (SOV)	7
4.2.6	Acido cloridrico (HCl) e acido bromidrico (HBr)	7
4.2.7	Acido fluoridrico (HF)	8
4.2.8	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	9
4.2.9	Policlorodibenzodiossine (PCDD) e Policlorodibenzofurani (PCDF)	9
4.2.10	Policlorobifenili (PCB) dioxin-like	10
4.2.11	Policlorobifenili (PCB) totali	10
4.2.12	Particolato fine (PM <sub>10</sub> - PM <sub>2.5</sub> )	10
<b>5</b>	<b>RISULTATI</b>	<b>11</b>
5.1	Metalli (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Pd, Pt, Rh, Sb, Sn, Te, Tl, V)	12
5.2	Metalli (Be, Se)	12
5.3	Nichel Respirabile ed insolubile	12
5.4	Sostanze Organiche Volatili (SOV)	13
5.5	Acido cloridrico (HCl)	13
5.6	Acido cloridrico (HBr)	13
5.7	Acido fluoridrico (HF)	13
5.8	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	13
5.9	Policlorodibenzodiossine (PCDD) e Policlorodibenzofurani (PCDF)	14
5.10	Policlorobifenili (PCB) dioxin-like	15
5.11	Policlorobifenili (PCB) totali	15
5.12	Particolato fine (PM <sub>10</sub> - PM <sub>2.5</sub> )	15
5.13	Sommatorie per confronto con i limiti	16
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>ACCREDITAMENTO DEL SISTEMA DI QUALITÀ</b>	<b>16</b>

### ALLEGATI AL RAPPORTO

- Certificato di accreditamento ISO 9001

B6013347

2 pagg.

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	31/08/2016	B6017931	Prima emissione

## 1 PREMESSA E SCOPI

Nel presente Rapporto sono riportati i risultati della determinazione delle concentrazioni di microinquinanti nelle emissioni gassose del gruppo termoelettrico 1 della centrale di Bastardo, attività commissionata a CESI da ENEL Produzione S.p.A..

Durante l'esecuzione delle prove il gruppo termoelettrico, alimentato a carbone, è stato esercito con programmazione di dettaglio soggetta alle esigenze di esercizio definite dal Gestore della rete.

Le prescrizioni riportate nel Piano di Monitoraggio e Controllo dell'impianto richiedono controlli di microinquinanti nelle emissioni con cadenza semestrale, ma a causa del ridotto funzionamento dell'impianto vengono effettuati controlli annuali secondo quanto indicato nella nota ISPRA 0013053 del 28/03/2012.

I risultati riportati nel presente Rapporto si riferiscono all'anno 2016; le prove sono state effettuate nel mese di luglio 2016.

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:

- Autorizzazione Integrata Ambientale DVA-DEC-2011-0000452 del 05/08/2011 per l'esercizio della centrale termoelettrica della società Enel Produzione S.p.A. sita nel comune di Gualdo Cattaneo (PG), località Bastardo;
- Comunicazione ISPRA n. 0018712 del 01/06/2011 "Definizione di modalità per l'attuazione dei Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC). Seconda Emanazione";
- D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 – Norme in materia ambientale e s.m.i..

Nella tabella seguente vengono riportati i valori limite per le sostanze per le quali il Piano di Monitoraggio e Controllo allegato al Decreto AIA richiede la misura discontinua con frequenza annuale.

***Elenco dei parametri per cui è richiesta la verifica annuale e relativi limiti***

<b>INQUINANTE</b>	<b>LIMITE DI EMISSIONE [mg/Nm<sup>3</sup> @6% O<sub>2</sub>]</b>
Metalli: Be	0.05
Metalli: Hg + Cd + Tl	0.1
Metalli: As + Cr <sub>VI</sub> + Co + Ni (frazione respirabile e insolubile)	0.5
Metalli: Se + Te + Ni (sotto forma di polvere)	1
Metalli: Sb + Cr <sub>III</sub> + Mn + Pd + Pb + Pt + Cu + Rh + Sn + V	5
Sostanze organiche volatili, espresse come carbonio totale	300
HCl	100
HBr	5
HF	5
Somma IPA D.Lgs. 152/2006 e Composti Classe I della Tab A1 - Allegato 1 Parte V D.Lgs. 152/2006	0.1
PCDD/F	0.01
PCB Totali	0.5
PM <sub>10</sub> – PM <sub>2.5</sub>	Misura conoscitiva

### **3 DESCRIZIONE DEL SITO DI MISURA**

<b>DATI GENERALI DELL'IMPIANTO</b>	
<b>Ragione sociale:</b>	Enel Produzione S.p.A.
<b>Impianto:</b>	Impianto termoelettrico di Bastardo
<b>Indirizzo:</b>	Loc. Ponte di Ferro, SP 415 Gualdo Cattaneo (PG)
<b>PROCESSO PRODUTTIVO</b>	
<b>Combustibile:</b>	Carbone
<b>Tipologia di prodotti:</b>	Energia elettrica
<b>DATI DEL PUNTO DI EMISSIONE</b>	
<b>Punto di emissione oggetto della verifica:</b>	Ciminiera (Camino gruppo 1)
<b>Forma della sezione del condotto:</b>	Circolare
<b>Dimensioni interne del condotto:</b>	2500 mm
<b>Portata fumi nominale del punto di emissione:</b>	~ 250'000 Nm <sup>3</sup> /h al 6% O <sub>2</sub>
<b>Minimo Tecnico:</b>	38 MW
<b>Massimo Carico</b>	75 MW
<b>PUNTO DI CAMPIONAMENTO</b>	
<b>Identificazione:</b>	Ciminiera (Camino gruppo 1)
<b>Quota punto di campionamento:</b>	30 metri
<b>Forma del condotto:</b>	Circolare
<b>Dimensione del condotto:</b>	2500 mm

## 4 MODALITÀ OPERATIVE

### 4.1 Prove eseguite

Il piano di caratterizzazione dei microinquinanti ha previsto l'effettuazione delle seguenti misure:

- Metalli: As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni (totale e frazione polvere), Pb, Pd, Pt, Rh, Sb, Se, Sn, Te, Tl, V;
- Nichel nella sua forma respirabile ed insolubile;
- Sostanze organiche volatili (SOV);
- Acido cloridrico (HCl);
- Acido bromidrico (HBr);
- Acido fluoridrico (HF);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Policlorodibenzodiossine e Policlorodibenzofurani (PCDD/PCDF);
- Policlorobifenili (PCB);
- PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>.

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

### 4.2 Modalità di campionamento e analisi

#### 4.2.1 Metalli (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, V)

Il campionamento dell'effluente gassoso per la determinazione dei metalli in tracce (As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, V) è effettuato mediante prelievi isocinetici in accordo alla norma UNI EN 14385:2004; il campionamento per la determinazione delle concentrazioni di Hg è invece effettuato in accordo alla norma UNI EN 13211:2003.

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 due 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.

#### **4.2.2 Metalli (Pd, Pt, Rh, Sn, Te)**

In assenza di norme tecniche specifiche (per tali composti i documenti normativi applicabili – cfr. §2**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**-a) – non forniscono alcuna informazione), Pd, Pt, Rh, Sn, Te sono stati determinati contestualmente alla determinazione dei metalli di cui al §4.2.1, estendendo l'applicabilità della norma UNI EN 14385:2004.

#### **4.2.3 Metalli (Be, Se)**

La determinazione delle concentrazioni di Be, Se viene effettuata mediante il metodo EPA 29 2000, semplificato della parte relativa alla determinazione del mercurio (quest'ultimo viene determinato mediante il metodo descritto nel precedente paragrafo). Il principio e le modalità di campionamento sono simili a quelli previsti per gli altri metalli (§ 4.2.1): un campione di effluente gassoso viene estratto dal camino in modalità isocinetica; le emissioni di metalli presenti nell'effluente in fase particolata vengono raccolte sulla sonda di campionamento (da cui vengono successivamente estratte mediante lavaggio della stessa con opportuna soluzione) e sul filtro riscaldato, mentre le emissioni presenti in fase gassosa vengono raccolte in una soluzione acida di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mediante gorgogliamento del gas.

I campioni raccolti vengono successivamente sottoposti a digestione ed analizzati mediante spettrometria di assorbimento atomico (AAS) o spettrometria di massa con sorgente al plasma (ICP-MS).

#### 4.2.4 *Nichel respirabile ed insolubile*

Non esistendo norme di riferimento specifiche, in accordo a quanto richiesto dal Piano di Monitoraggio e Controllo 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  $(Dae)_{50}$  superiore a  $4.25 \mu m$ . A tale primo frazionamento segue un filtro a porosità di  $0.3 \mu m$  in fibra di quarzo che trattiene la frazione di interesse (tra  $4.25$  e  $0.3 \mu m$ ). 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).

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

La determinazione è effettuata mediante analizzatore automatico in grado di determinare, mediante separazione su colonna gascromatografica e rivelatore a ionizzazione di fiamma, le concentrazioni dei seguenti composti:

- ✓ Metano ( $CH_4$ );
- ✓ Composti organici volatili totali (COV);
- ✓ Composti organici volatili non metanici (COVNM), mediante differenza fra le concentrazioni di COV e  $CH_4$ .

La determinazione delle concentrazioni dei composti organici volatili totali mediante analizzatore a ionizzazione di fiamma è conforme alla norma tecnica UNI EN 12619:2013.

#### 4.2.6 *Acido cloridrico (HCl) e acido bromidrico (HBr)*

La determinazione delle concentrazioni di HCl e HBr è effettuata in accordo alla norma UNI EN 1911:2010, estendendo l'applicabilità del metodo all'acido bromidrico.

La linea di prelievo è formata dalle seguenti parti principali:



- ugello di prelievo del gas, seguito da sonda di aspirazione in titanio riscaldata e termostatata a 120 °C;
- filtro piano in fibra di quarzo alloggiato in un portafiltro anch'esso termostatato ad una temperatura di 120 °C;
- una coppia di gorgogliatori ad alta efficienza riempiti di soluzione di assorbimento; 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, le parti di linea non riscaldate, comprese fra il portafiltro e il primo gorgogliatore, vengono risciacquate; il lavaggio viene raccolto nel primo gorgogliatore insieme alla soluzione di assorbimento in esso presente.

Vengono infine sottoposte ad analisi chimica le soluzioni di assorbimento contenute in ciascuno dei gorgogliatori e un campione di soluzione di assorbimento (bianco). La determinazione degli ioni  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Br}^-$  presenti nelle soluzioni di assorbimento viene effettuata mediante cromatografia ionica con rivelazione conduttimetrica.

#### 4.2.7 Acido fluoridrico (HF)

La determinazione della concentrazione di HF è effettuata in accordo alla norma ISO 15713:2006.

La linea di prelievo è formata dalle seguenti parti principali:

- ugello di prelievo del gas, seguito da sonda di aspirazione riscaldata e termostatata a 120 °C;
- filtro piano alloggiato in un portafiltro anch'esso termostatato ad una temperatura di 120 °C;
- una coppia di gorgogliatori ad alta efficienza riempiti della soluzione di assorbimento indicata nel metodo (NaOH 0.1 N); 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, le parti di linea non riscaldate, comprese fra il portafiltro e il primo gorgogliatore, vengono risciacquate; il lavaggio viene raccolto nel primo gorgogliatore insieme alla soluzione di assorbimento in esso presente.

Vengono infine sottoposte ad analisi chimica le soluzioni di assorbimento contenute in ciascuno dei gorgogliatori e un campione di soluzione di assorbimento (bianco). La determinazione dei fluoruri viene effettuata mediante elettrodo ione-selettivo.



#### 4.2.8 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 termostatato 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.

#### 4.2.9 Policlorodibenzodiossine (PCDD) e Policlorodibenzofurani (PCDF)

Policlorodibenzodiossine (PCDD) e policlorodibenzofurani (PCDF) nelle emissioni sono prelevati ed analizzati in conformità a quanto previsto dalla Norma UNI EN 1948:2006 (parti I-II-III).

Il campionamento utilizzato per PCDD/PCDF è lo stesso adottato per la determinazione degli IPA: per la descrizione dettagliata si rimanda pertanto al relativo paragrafo. Si sottolinea che il treno di campionamento utilizzato è conforme alla variante filtro/condensatore descritta dalla norma tecnica di riferimento; inoltre, come previsto da quest'ultima, prima di iniziare il prelievo il filtro è stato marcato con la soluzione di marcatura descritta nella UNI EN 1948-1:2006.

Per l'analisi viene utilizzata la tecnica dell'HRGC/HRMS prevista dalla Norma UNI EN 1948:2006 (parti II e III).

Le concentrazioni dei singoli congeneri, prima di essere sommate a dare la concentrazione totale di PCDD/PCDF, vengono espresse in termini di tossicità equivalente mediante moltiplicazione per i fattori di tossicità equivalente I-TEF (International Toxicity Equivalency Factors) indicati nella norma UNI EN 1948-1:2006.

#### **4.2.10 Policlorobifenili (PCB) dioxin-like**

I Policlorobifenili (PCB) nelle emissioni sono prelevati in conformità a quanto previsto dalle Norme UNI EN 1948-1:2006 e UNI EN 1948-4:2014.

Il campionamento utilizzato per i PCB è lo stesso adottato per la determinazione di IPA e PCDD/F: per la descrizione dettagliata si rimanda pertanto ai relativi paragrafi.

L'analisi dei campioni viene effettuata con il metodo UNI EN 1948-4:2014.

Analogamente a quanto previsto per PCDD/PCDF, le concentrazioni dei singoli congeneri, prima di essere sommate a dare la concentrazione totale di PCB, vengono rese omogenee mediante moltiplicazione per i fattori di tossicità equivalente. Sono stati utilizzati i fattori di tossicità equivalente previsti dall'OMS (WHO-TEFs – 2006) riportati nell'Allegato A della norma UNI EN 1948-4:2014.

#### **4.2.11 Policlorobifenili (PCB) totali**

I Policlorobifenili (PCB) totali sono stati determinati per estensione del metodo UNI EN 1948-4:2014; per la descrizione del metodo di campionamento ed analisi si rimanda pertanto al paragrafo 4.2.10.

Per i PCB totali non è previsto l'uso di fattori di tossicità equivalente.

#### **4.2.12 Particolato fine ( $PM_{10}$ - $PM_{2.5}$ )**

La determinazione di  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$  è effettuata in accordo al metodo ISO 23210:2009.

Il metodo adottato prevede l'utilizzo di un impattore a 2 stadi, il cui funzionamento si basa sul principio dell'impatto inerziale, mediante il quale, durante il campionamento, le particelle solide presenti nell'effluente campionato vengono suddivise in 3 gruppi: particelle con diametro equivalente maggiore di 10  $\mu m$ , particelle con diametro equivalente compreso fra 10  $\mu m$  e 2,5  $\mu m$  e, infine particelle con diametro equivalente inferiore a 2,5  $\mu m$ .

Il  $PM_{10}$  corrisponde alla somma delle frazioni raccolte sul filtro di backup e su quello del secondo stadio, il  $PM_{2.5}$  alle sole polveri raccolte sul filtro di backup.

La quantificazione del particolato raccolto con l'impattore avviene per via gravimetrica, mediante condizionamento e pesata (prima e dopo il campionamento) dei 3 filtri richiesti dall'impattore.

I componenti principali della linea di campionamento sono i seguenti:

- Impattore, collocato all'interno del condotto, alla cui estremità è montato un ugello di diametro scelto in modo da mantenere condizioni isocinetiche;
- Sistema di essiccazione del gas per raffreddamento e conseguente condensazione dell'umidità contenuta nel gas campionato;
- Essiccazione finale mediante passaggio del gas in una colonna di gel di silice;
- Campionatore a flusso costante (il prelievo del gas avviene a portata costante, la cui entità dipende dalle caratteristiche del flusso gassoso: composizione, pressione statica, temperatura).

## 5 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>.

Per i metalli, i valori sono calcolati come somma delle concentrazioni determinate singolarmente nei diversi substrati di campionamento (filtro, soluzioni di assorbimento, soluzioni di lavaggio), come previsto dalle norme tecniche. Nei casi in cui la concentrazione in una o più fasi risulti inferiore al corrispondente limite di rilevabilità, il rispettivo contributo alla concentrazione complessiva del composto viene considerato pari alla metà del limite di rilevabilità stesso, in conformità a quanto indicato nel rapporto ISTISAN 04/15.

Nei casi ora descritti, il valore è riportato nelle tabelle successive accanto al simbolo “\*”.

Per il calcolo delle sommatorie di metalli e IPA, 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; nelle tabelle che seguono, ove tale caso si presenti sono già riportati come metà del limite di rilevabilità e identificati dal simbolo \*.

Per PCDD/PCDF e PCB dioxin-like sono state determinate due sommatorie: nella sommatoria “upper bound” è stato considerato, per i composti con concentrazione inferiore al limite di rilevabilità, un valore pari al limite di rilevabilità stesso; nella sommatoria “lower bound” è stato considerato, per i composti con concentrazione inferiore al limite di rilevabilità, un valore pari a 0.

Per metalli, PCDD/PCDF, PCB, IPA e Composti Classe I della Tab A1 - Allegato 1 Parte V D.Lgs. 152/2006 il confronto con i limiti è evidenziato nella tabella sommatorie.

## 5.1 Metalli (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Pd, Pt, Rh, Sb, Sn, Te, Tl, V)

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Prova 3</b>
<i>Data Prova</i>	19/07/16	20/07/16	21/07/16
<i>Orario Prova</i>	11:52 – 13:52	09:20 – 11:20	11:49 – 14:11
<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>
As	0.00149	0.00231	0.00252
Cd	* 0.00019	* 0.00057	* 0.000188
Co	* 0.000649	* 0.00111	* 0.000657
Cr	0.00156	0.00451	0.0016
Cu	0.00457	0.00553	0.0029
Hg	* 0.0000479	* 0.00277	* 0.00258
Mn	0.0138	0.0469	0.0126
Ni	* 0.00199	* 0.0119	* 0.00292
Pb	0.0378	0.0332	0.0237
Pd	* 0.0000693	* 0.0000762	* 0.0000602
Pt	* 0.0000693	* 0.0000762	* 0.0000602
Rh	* 0.0000693	* 0.0000762	* 0.0000602
Sb	* 0.0000693	* 0.0000762	* 0.0206
Sn	* 0.000171	* 0.0000762	* 0.0000602
Te	* 0.000881	* 0.000361	* 0.00988
Tl	* 0.0000693	* 0.0000762	* 0.00024
V	* 0.00215	* 0.0114	* 0.00209
Ni in forma di polvere	0.00109	0.00115	0.00288

## 5.2 Metalli (Be, Se)

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Prova 3</b>
<i>Data Prova</i>	19/07/16	20/07/16	21/07/16
<i>Orario Prova</i>	14:20 – 15:20	07:56 – 08:56	10:39 – 11:39
<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>
Be	* 0.0000607	* 0.000101	* 0.0000759
Se	* 0.00246	* 0.0078	* 0.00266

## 5.3 Nichel Respirabile ed insolubile

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Prova 3</b>
<i>Data Prova</i>	19/07/16	20/07/16	21/07/16
<i>Orario Prova</i>	10:31 – 14:20	11:33 – 14:36	08:20 – 10:44
<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>
Ni respirabile insolubile	0.000752	0.000269	* 0.0000615

## 5.4 Sostanze Organiche Volatili (SOV)

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Prova 3</b>	<b>Limite</b>
<i>Data Prova</i>	19/07/16	20/07/16	21/07/16	
<i>Orario Prova (ora solare)</i>	08:00 – 11:00	09:00 – 12:00	12:00 – 15:00	
<b>Composto</b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>	<b>mg C/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
SOV Totali	0.147	0.585	0.595	300

## 5.5 Acido cloridrico (HCl)

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Prova 3</b>	<b>Limite</b>
<i>Data Prova</i>	19/07/16	20/07/16	21/07/16	
<i>Orario Prova</i>	09:13 – 10:13	14:04 – 15:09	08:05 – 09:05	
<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>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
HCl	8.19	14.7	25.6	100

## 5.6 Acido cloridrico (HBr)

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Prova 3</b>	<b>Limite</b>
<i>Data Prova</i>	19/07/16	20/07/16	21/07/16	
<i>Orario Prova</i>	09:13 – 10:13	14:04 – 15:09	08:05 – 09:05	
<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>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
HBr	0.603	0.648	1.1	5

## 5.7 Acido fluoridrico (HF)

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Prova 3</b>	<b>Limite</b>
<i>Data Prova</i>	19/07/16	20/07/16	21/07/16	
<i>Orario Prova</i>	09:13 – 10:13	14:04 – 15:09	08:05 – 09:05	
<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>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub></b>
HF	0.292	0.167	< 0.13	5

## 5.8 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Prova 3</b>
<i>Data Prova</i>	19/07/16	20/07/16	21/07/16
<i>Orario Prova</i>	08:55 – 16:31	07:53 – 15:30	08:00 – 15:28
<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>
Benzo(a)Pirene	* 9.75E-07	* 8.80E-07	* 1.17E-06
Benzo(b+J)Fluorantene	* 1.95E-06	* 1.76E-06	* 2.33E-06
Benzo(k)Fluorantene	* 9.75E-07	* 8.80E-07	* 1.17E-06
Fluorantene	* 9.75E-07	* 8.80E-07	* 1.17E-06
Benzo(g,h,i)perilene	* 9.75E-07	* 8.80E-07	* 1.17E-06
Indeno[1,2,3-cd]pirene	* 9.75E-07	* 8.80E-07	* 1.17E-06

## 5.9 Policlorodibenzodiossine (PCDD) e Policlorodibenzofurani (PCDF)

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Prova 3</b>	
<i>Data Prova</i>	19/07/16	20/07/16	21/07/16	
<i>Orario Prova</i>	08:55 – 16:31	07:53 – 15:30	08:00 – 15:28	
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub> I-TEQ</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub> I-TEQ</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 6% O<sub>2</sub> I-TEQ</b>	<b>I-TEF</b>
2,3,7,8-TCDD	1.95E-10	1.76E-10	2.33E-10	1
1,2,3,7,8-PCDD	9.76E-11	8.78E-11	1.16E-10	0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDD	< 1.95E-11	< 1.76E-11	< 2.33E-11	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	< 1.95E-11	< 1.76E-11	< 2.33E-11	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	< 1.95E-11	< 1.76E-11	< 2.33E-11	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	< 9.76E-13	< 8.78E-13	< 1.16E-12	0.01
OCDD	5.85E-12	1.93E-12	3.49E-12	0.001
2,3,7,8-TCDF	1.95E-11	1.76E-11	4.66E-11	0.1
1,2,3,7,8-PCDF	9.76E-12	8.78E-12	1.16E-11	0.05
2,3,4,7,8-PCDF	9.76E-11	8.78E-11	1.16E-10	0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	< 1.95E-11	< 1.76E-11	< 2.33E-11	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	< 1.95E-11	< 1.76E-11	4.66E-11	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	< 1.95E-11	< 1.76E-11	< 2.33E-11	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	< 1.95E-11	< 1.76E-11	< 2.33E-11	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1.95E-12	1.76E-12	2.33E-12	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	1.95E-12	1.76E-12	2.33E-12	0.01
OCDF	7.81E-13	< 1.76E-13	< 2.33E-13	0.001
<b>Somma PCDD+PCDF I-TEQ "Lower bound"</b>	<b>4.30E-10</b>	<b>3.83E-10</b>	<b>5.78E-10</b>	
<b>Somma PCDD+PCDF I-TEQ "Upper bound"</b>	<b>5.67E-10</b>	<b>5.08E-10</b>	<b>7.19E-10</b>	

## 5.10 Policlorobifenili (PCB) dioxin-like

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Prova 2</b>	
<i>Data Prova</i>	19/07/16	20/07/16	21/07/16	
<i>Orario Prova</i>	08:55 – 16:31	07:53 – 15:30	08:00 – 15:28	
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 3% O<sub>2</sub> WHO-TEQ</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 3% O<sub>2</sub> WHO-TEQ</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 3% O<sub>2</sub> WHO-TEQ</b>	<b>WHO-TEF</b>
3,3',4,4'-TeCB (PCB-77)	< 3.90E-14	< 3.51E-14	4.66E-13	0.0001
3,4,4',5-TeCB (PCB-81)	< 5.85E-14	< 5.27E-14	< 6.99E-14	0.0003
2,3,3',4,4'-PeCB (PCB-105)	1.76E-13	1.05E-13	9.09E-13	0.00003
2,3,4,4',5-PeCB (PCB-114)	< 5.85E-15	< 5.27E-15	< 6.99E-15	0.00003
2,3',4,4',5-PeCB (PCB-118)	9.37E-13	5.80E-13	2.73E-12	0.00003
2',3,4,4',5-PeCB (PCB-123)	< 5.85E-15	< 5.27E-15	3.84E-13	0.00003
3,3',4,4',5-PeCB (PCB-126)	< 1.95E-11	< 1.76E-11	< 2.33E-11	0.1
2,3,3',4,4',5-HxCB (PCB-156)	< 8.78E-14	1.05E-13	< 1.05E-13	0.00003
2,3,3',4,4',5-HxCB (PCB-157)	< 2.93E-14	< 2.63E-14	< 3.49E-14	0.00003
2,3',4,4',5,5'-HxCB (PCB-167)	< 2.93E-14	< 2.63E-14	1.40E-13	0.00003
3,3',4,4',5,5'-HxCB (PCB-169)	< 5.85E-12	< 5.27E-12	< 6.99E-12	0.03
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (PCB-189)	< 2.93E-14	< 2.63E-14	< 3.49E-14	0.00003
<b>Somma PCB WHO-TEQ "Lower bound"</b>	<b>1.11E-12</b>	<b>7.90E-13</b>	<b>4.62E-12</b>	
<b>Somma PCB WHO-TEQ "Upper bound"</b>	<b>2.68E-11</b>	<b>2.38E-11</b>	<b>3.52E-11</b>	

## 5.11 Policlorobifenili (PCB) totali

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Prova 3</b>
<i>Data Prova</i>	19/07/16	20/07/16	21/07/16
<i>Orario Prova</i>	08:55 – 16:31	07:53 – 15:30	08:00 – 15:28
<b>Composto</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 3% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 3% O<sub>2</sub></b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup> 3% O<sub>2</sub></b>
PCB totali	1.54E-07	2.43E-06	1.98E-06

## 5.12 Particolato fine (PM<sub>10</sub> - PM<sub>2.5</sub>)

<i>Identificativo Prova</i>	<b>Prova 1</b>	<b>Prova 2</b>	<b>Prova 3</b>
<i>Data Prova</i>	19/07/16	20/07/16	21/07/16
<i>Orario Prova</i>	14:45 – 16:27	08:10 – 11:21	10:55 – 14:18
<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>
PM <sub>2.5</sub>	5.2	5.3	5.9
PM <sub>10</sub>	6.1	6.9	7.0



### 5.13 Sommatorie per confronto con i limiti

Composto	Unità di misura	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Limite
Metalli: Be	mg/Nm <sup>3</sup> 6% O <sub>2</sub>	0.000061	0.000101	0.000076	0.05
Metalli: Hg + Cd + Tl	mg/Nm <sup>3</sup> 6% O <sub>2</sub>	0.000307	0.003416	0.003008	0.1
Metalli: As + Cr + Co + Ni (frazione respirabile e insolubile) (*)	mg/Nm <sup>3</sup> 6% O <sub>2</sub>	0.004451	0.008199	0.004839	0.5
Metalli: Se + Te + Ni (sotto forma di polvere) (**)	mg/Nm <sup>3</sup> 6% O <sub>2</sub>	0.004431	0.009311	0.015420	1
Metalli: Sb + Cr + Mn + Pd + Pb + Pt + Cu + Rh + Sn + V (*)	mg/Nm <sup>3</sup> 6% O <sub>2</sub>	0.060328	0.101921	0.063731	5
Somma IPA D.Lgs. 152/2006 e Composti Classe I della Tab A1 - Allegato 1 Parte V D.Lgs. 152/2006 (***)	mg/Nm <sup>3</sup> 6% O <sub>2</sub>	6.83E-06	6.16E-06	8.16E-06	0.1
Somma PCDD/PCDF "Upper bound"	mg/Nm <sup>3</sup> 6% O <sub>2</sub>	5.67E-10	5.08E-10	7.19E-10	0.1E-06
PCB totali	mg/Nm <sup>3</sup> 6% O <sub>2</sub>	1.54E-07	2.43E-06	1.98E-06	0.5

(\*) Nella sommatoria è stato considerato, cautelativamente, il valore del Cromo totale (determinato con il metodo UNI EN 14385:2004 – cfr. §4.2.1), che costituisce una stima per eccesso, rispettivamente, di Cr<sub>VI</sub> e Cr<sub>III</sub>, dei quali è richiesta la determinazione per il confronto con il limite di emissione.

(\*\*) Il Nichel in polvere è stato determinato con il metodo UNI EN 14385:2004 (cfr. §4.2.1), considerando solo le quantità di Nichel presenti su una parte dei campioni formanti il treno di campionamento (filtro e frazione filtrabile del lavaggio sonda).

(\*\*\*) Come "Composti Classe I della Tab A1 - Allegato 1 Parte V D.Lgs. 152/2006" sono stati determinati e considerati nella sommatoria unicamente i composti pertinenti per il tipo di emissione: Benzo(a)pirene, Berillio e i suoi composti espressi come Be, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(a)antracene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(j)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Dibenzo(a,h)acridina, Dibenzo(a,i)acridina, Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,h)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Cadmio e suoi composti espressi come Cd, Indeno[1,2,3-cd]pirene, 5-Nitroacenafte, 2-Nitronaftalene.

## 6 CONCLUSIONI

I risultati delle prove eseguite confermano il pieno rispetto dei valori limite di emissione in atmosfera per il Gruppo 1 della Centrale di Bastardo.

## 7 ACCREDITAMENTO DEL SISTEMA DI QUALITÀ

CESI S.p.A. è dotato di un sistema di gestione della qualità certificato secondo la norma ISO 9001:2008; copia del certificato di accreditamento è allegata al presente documento.

**ALLEGATI FUORI TESTO  
AL RAPPORTO**

- **Certificato di accreditamento ISO 9001** **B6013347** **2 pagg.**