

Cliente ENEL Produzione S.p.A.
Indirizzo del cliente Viale Regina Margherita 125
00198 Roma (RM) ITALIA
Ordine Ordine Quadro n. 8400101944; Attingimento n. 4000424493
(AG16EMS005 – Lettera di trasmissione B6019998)
Campioni/Oggetti in prova C.le termoelettrica Bastardo – Gruppo 1 – Emissioni convogliate

Prove eseguite Vedi capitolo 2

Documenti normativi Vedi capitolo 2

Data prove dal **12/07/2016** al **15/07/2016**

I risultati di prova nel presente documento si riferiscono ai soli campioni/oggetti sottoposti a prova.
La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 16 **N. pagine fuori testo** 8

Data di emissione 12/08/2016

Elaborato EMS - Ferrara Irene
B6017322 2041855 AUT

Verificato EMS - Sala Maurizio
B6017322 3741 VER

Approvato EMS - Ferrara Irene (Project Manager)
B6017322 2041855 APP

Indice

1	INFORMAZIONI SPECIFICHE	3
2	ELENCO DELLE PROVE ESEGUITE.....	3
3	INTRODUZIONE	4
4	MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE PROVE.....	4
4.1	Determinazione delle concentrazioni di CO, NO _x , O ₂	4
4.2	Determinazione delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO ₂)	5
4.3	Umidità fumi	5
4.4	Determinazione delle concentrazioni di polveri	6
5	INFORMAZIONI SULLA STRUMENTAZIONE.....	6
6	RISULTATI.....	7
6.1	Determinazione delle concentrazioni di CO, NO _x , O ₂	7
6.1.1	Valori di controllo dello stato di taratura degli analizzatori	7
6.1.2	Risultati delle misure	7
6.2	Determinazione delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO ₂)	10
6.3	Determinazione dell'umidità dei fumi.....	12
6.4	Determinazione delle concentrazioni di polveri	12

ALLEGATI AL RAPPORTO DI PROVA

Certificati di taratura delle bombole:

B5010762	3 pagine
B6009455	2 pagine
B6009477	2 pagine

Il presente rapporto tecnico è stato redatto con la collaborazione dell'Ing. Marco Casarola.

1 INFORMAZIONI SPECIFICHE

Data ricevimento dei campioni/oggetti in prova	Vedere date campionamento al §6
Luogo di esecuzione delle prove	ENEL S.p.A – Centrale termoelettrica di Bastardo
Laboratorio di prova	P702 - Laboratorio Mobile Controllo Emissioni
Personale di prova CESI	Cottarelli Giacomo, Ferrara Irene, Mori Pier Giorgio, Sidoli Giancarlo
Presenti alle prove	-
Documenti di riferimento	Procedure di prova ISMES: A8037727, B0006301. Norme tecniche: vedi §2
Informazioni sul campionamento	
Data di campionamento	Vedere date campionamento al §6
Eseguito da	Cottarelli Giacomo, Ferrara Irene, Mori Pier Giorgio, Sidoli Giancarlo
I campioni/oggetti provati devono essere conservati?	NO

La documentazione di dettaglio della prova, non presente in questo Rapporto di Prova, è salvata in rete sul server "Emi3" al seguente indirizzo:

\\cesi.lan\\fileserv\EE\Progetti\EMI3\Lavori\2016\AG16EMS005 BASTARDO 1 QAL2+MICRO

2 ELENCO DELLE PROVE ESEGUITE

Nella tabella successiva sono elencate le prove eseguite, in conformità a quanto riportato nell'elenco prove in accreditamento allegato al certificato ACCREDIA. La descrizione dei metodi, fra quelli accreditati, che sono stati applicati nella campagna oggetto del presente Rapporto di Prova è riportata nel §4.

Materiale/ Prodotto/ Matrice	Misurando/ Proprietà misurata/ Denominazione della prova	Metodo di prova ed anno di emissione	Cat.	Codice Interno	Sede
Emissioni convogliate	Concentrazione di ossidi di azoto in flussi gassosi convogliati	UNI 10878:2000, UNI EN 14792:2006	II	LTE13	B
Emissioni convogliate	Concentrazione di Ossido di Carbonio in flussi gassosi convogliati	UNI EN 15058:2006	II	LTE14	B
Emissioni convogliate	Concentrazione di ossigeno in flussi gassosi convogliati	UNI EN 14789:2006, ISO 12039:2001	II	LTE09 ISM	B
Emissioni convogliate	Concentrazione di Biossido di Zolfo in flussi gassosi convogliati: metodo manuale	UNI EN 14791:2006 (escluso par. 9.3)	0	LTE19	B
Emissioni convogliate	Concentrazione di polveri in flussi gassosi convogliati	UNI EN 13284-1:2003	0	LTE11	B
Emissioni convogliate	Vapore acqueo (umidità) in flussi gassosi convogliati	UNI EN 14790:2006	II	LTE11B	B

3 INTRODUZIONE

Nei giorni compresi fra il 12/07/2016 e il 15/07/2016 sono state eseguite, nelle emissioni convogliate del gruppo termoelettrico 1 della centrale di Bastardo, misure delle concentrazioni di CO, NO_x, SO₂, polveri, O₂ e dei valori di umidità, temperatura, pressione dei fumi.

Le misure sono state eseguite allo scopo di applicare la procedura QAL2 (ai sensi della norma UNI EN 14181:2015) sugli analizzatori di CO, NO_x, SO₂ e polveri installati nel Sistema di Misura Emissioni del gruppo 1.

Nel presente Rapporto di Prova sono riportati unicamente i risultati delle misure effettuate da CESI.

4 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE PROVE

I punti di prelievo utilizzati per le misure oggetto del presente Rapporto di Prova sono collocati sul condotto che trasporta i fumi emessi dal Gruppo 1 al camino 1; sono presenti più bocchelli, alcuni dei quali del diametro idoneo all'inserimento delle sonde di campionamento isocinetiche e/o riscaldate generalmente utilizzate.

In prossimità dei punti di campionamento è disponibile l'alimentazione elettrica a 230 Volt, necessaria per il funzionamento della strumentazione di prova.

Durante l'esecuzione delle misure in oggetto, i gruppi sono stati eserciti secondo i carichi richiesti dal gestore della rete. Il carico di esercizio durante le prove è stato misurato e registrato dal gestore dell'impianto.

4.1 Determinazione delle concentrazioni di CO, NO_x, O₂

La determinazione delle concentrazioni di ossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), e di ossigeno (O₂) nei fumi emessi dal Gruppo 1 è stata eseguita mediante analizzatori automatici funzionanti con i seguenti metodi di misura:

- metodo NDIR (infrarosso non dispersivo), per il composto CO;
- metodo paramagnetico per il composto O₂;
- chemiluminescenza, per gli NO_x.

Gli strumenti utilizzati hanno caratteristiche conformi a quelle richieste dalla norme tecniche di riferimento adottate, di seguito elencate:

- UNI EN 15058:2006, per la determinazione delle concentrazioni di ossido di carbonio (CO);
- UNI EN 14792:2006, per la determinazione delle concentrazioni di ossidi di azoto (NO_x);
- UNI EN 14789:2006, per la determinazione della percentuale in volume di ossigeno (O₂).

Maggiori informazioni sulle caratteristiche prestazionali degli analizzatori utilizzati si trovano nei rispettivi manuali di uso, nei rapporti di taratura e nelle certificazioni.

La linea di campionamento e misurazione dei parametri qui considerati è formata dalle seguenti parti:

1. Sonda di prelievo riscaldata, comprendente il dispositivo di filtrazione, anch'esso riscaldato, per trattenere il particolato presente nel gas campionato;
2. Linea di trasferimento riscaldata in politetrafluoroetilene, termostata circa 120 °C;
3. Dispositivo di deumidificazione del gas campionato;
4. Pompa e suddivisione del flusso da inviare ai diversi analizzatori;
5. Analizzatori dei diversi parametri (l'analizzatore di NO è preceduto dal convertitore NO₂ → NO);
6. Sistema di conversione in digitale dei segnali analogici (mA) dell'analizzatore;
7. Sistema di registrazione dati.

Gli analizzatori di gas utilizzati misurano la concentrazione dei rispettivi parametri in condizioni di temperatura, pressione e umidità standard (0 °C, 1 atm, gas secco), pertanto non è stato necessario

procedere alla determinazione di queste grandezze durante l'esecuzione delle misure di CO, NO_x, O₂.

4.2 Determinazione delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO₂)

Le concentrazioni di biossido di zolfo sono state determinate con il metodo manuale descritto nella norma UNI EN 14791:2006.

La linea di prelievo è formata dalle seguenti parti principali:

- ugello di prelievo del gas, seguito da sonda di aspirazione in titanio riscaldata e termostata a 120 °C;
- portafiltro in vetro e filtro piano in fibra di quarzo (filtrazione "out-stack"), anch'essi termostatati ad una temperatura di 120 °C;
- una coppia di gorgogliatori riempiti della soluzione di assorbimento indicata nel metodo; i gorgogliatori sono alloggiati in un bagno freddo, in modo da permettere il raffreddamento del gas e la separazione della condensa in esso presente;
- sistema di essiccazione del gas tramite gel di silice;
- pompa di aspirazione.

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.

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

La determinazione degli ioni SO₄²⁻ presenti nelle soluzioni di assorbimento viene effettuata mediante cromatografia ionica (si tratta di uno dei due metodi descritti nella norma UNI EN 14791:2006).

L'eventuale SO₃ presente nelle emissioni gassose campionate si trasforma in ioni SO₄²⁻ durante il passaggio nella soluzione di assorbimento: pertanto questo metodo fornisce una misura degli SO_x (SO₂ + SO₃) espressi come mg SO₂/Nm³.

4.3 Umidità fumi

L'umidità dei fumi è stata quantificata con il metodo per condensazione-adsorbimento descritto nella norma UNI EN 14790:2006.

Le misure sono state eseguite prelevando il gas nella sezione di campionamento sulla quale è installata la sonda di prelievo del Sistema di Misura Emissioni d'impianto.

La linea di prelievo è formata dalle seguenti parti principali:

- ugello di prelievo del gas, seguito da sonda di aspirazione riscaldata e termostata a 120 °C;
- portafiltro in vetro e filtro piano in fibra di quarzo (filtrazione "out-stack"), anch'essi termostatati ad una temperatura di 120 °C;
- una coppia di gorgogliatori riempiti in parte di acqua deionizzata, come richiesto dal metodo; i gorgogliatori sono alloggiati in un bagno freddo, in modo da permettere il raffreddamento del gas e la separazione della condensa in esso presente;
- sistema di essiccazione del gas tramite gel di silice;
- pompa di aspirazione.

Poiché le emissioni gassose campionate non sono sature, il campionamento viene eseguito a flusso costante.

L'umidità dei fumi viene determinata per via gravimetrica, mediante pesata dei gorgogliatori, del contenitore di gel di silice, e delle eventuali parti di linea fredda poste a monte dei gorgogliatori, prima e al termine del campionamento.

4.4 Determinazione delle concentrazioni di polveri

Le concentrazioni di polveri nei fumi sono state determinate utilizzando il metodo manuale-gravimetrico descritto nella norma UNI EN 13284-1:2003, prelevando gas da un reticolo di individuato secondo le indicazioni della medesima norma.

Il metodo utilizzato prevede l'effettuazione di un campionamento isocinetico, durante il quale le polveri presenti nel gas prelevato vengono separate su un filtro (condizionato e pesato prima della prova in accordo alle indicazioni della norma di riferimento) collocato all'interno di un portafiltro posto all'interno del condotto (filtrazione "in stack"). Al termine del campionamento, il filtro viene nuovamente condizionato, secondo le indicazioni della norma di riferimento, quindi pesato. La differenza fra le pesate iniziale e finale fornisce la quantità di polveri separata.

Per l'esecuzione delle prove sono stati utilizzati dei filtri in fibra di quarzo tipo "QMA", del diametro di 47 mm.

5 INFORMAZIONI SULLA STRUMENTAZIONE

Modello	Costruttore	Gas misurato	Principio di misura	Fondo scala	N° matricola
Oxymat 6	Siemens	O ₂	Paramagnetico	25%vol.	057486
CLD 822Mh	Ecophysics	NO – NO _x	Chemiluminescenza	200 ppm	057485
Ultramat 6	Siemens	CO	NDIR	100 mg/Nm ³	057491

Strumento	Costruttore	Modello	N° Matricola
Campionatore isocinetico	TCR Tecora	Isostack G4	057285
Campionatore isocinetico	TCR Tecora	Isostack G4	057288
Bilancia tecnica	Ohaus	ARRW60	030278
Bilancia analitica	Mettler	MT5	025885

Tipo di gas	Concentrazione	Certificato	Prot. CESI Certificato
O ₂	20.95% (aria)	-	-
CO	154.6 ppm	Praxair 357503001	B6009477
NO	848.7 ppm	Carbagas 10948	B5010762
SO ₂	303 ppm	Praxair 357515001	B6009455

6 RISULTATI

Nel presente capitolo sono riportati i risultati delle misure eseguite.

I valori di incertezza riportati accanto ai risultati delle misure nelle tabelle dei successivi paragrafi sono espressi in termini di incertezza estesa ad un livello di confidenza del 95% (viene utilizzato un fattore di copertura k pari a 2).

6.1 Determinazione delle concentrazioni di CO, NO_x, O₂

6.1.1 Valori di controllo dello stato di taratura degli analizzatori

Data e ora	Gas analizzato	Zero letto	Zero atteso	Span letto	Span atteso
12/07/2016 10.00	O ₂	0.02 %vol.	0 %vol.	20.93 %vol.	20.95 %vol.
	NO	0.2 ppm	0 ppm	848.5 ppm	848.7 ppm
	CO	0.03 ppm	0 ppm	155.0 mg/m ³	154.6 mg/m ³
13/07/2016 09.00	O ₂	0.01 %vol.	0 %vol.	20.89 %vol.	20.95 %vol.
	NO	0.3 ppm	0 ppm	848.1 ppm	848.7 ppm
	CO	0.02 ppm	0 ppm	154.9 mg/m ³	154.6 mg/m ³
14/07/2016 10.00	O ₂	0.02 %vol.	0 %vol.	20.93 %vol.	20.95 %vol.
	NO	0.1 ppm	0 ppm	849.0 ppm	848.7 ppm
	CO	0.01 ppm	0 ppm	155.2 mg/m ³	154.6 mg/m ³
15/07/2016 09.00	O ₂	0.03 %vol.	0 %vol.	20.89 %vol.	20.95 %vol.
	NO	0.2 ppm	0 ppm	848.2 ppm	848.7 ppm
	CO	0.03 ppm	0 ppm	154.3 mg/m ³	154.6 mg/m ³

6.1.2 Risultati delle misure

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle misure di CO, NO_x, O₂ associate ai relativi valori di incertezza estesa U .

Per il calcolo dell'incertezza sono stati considerati i seguenti contributi:

- Incertezza derivante dall'errore di linearità della risposta strumentale;
- Incertezza derivante dalle derive strumentali (zero e span) durante il periodo di misura;
- Incertezza derivante dalla deviazione standard di ripetibilità;
- Incertezza derivante dall'incertezza analitica del gas utilizzato per la calibrazione dello strumento;
- Incertezza derivante dalla presenza nel gas analizzato di sostanze interferenti sulla misura del composto di interesse;
- Incertezza derivante da variazioni di temperatura ambiente e tensione elettrica durante il periodo di misura;
- Incertezza derivante dalla risoluzione del sistema di acquisizione dati.

Prova	Data	Ora		CO [mg/Nm ³]		O ₂ [%vol.]	
		dalle	Alle	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2, p=95%)	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2, p=95%)
1	12/07/16	10:00	11:00	6.4	± 3.6	8.11	± 0.29
2	12/07/16	11:00	12:00	8.6	± 3.6	7.94	± 0.29
3	12/07/16	12:00	13:00	9.7	± 3.6	8.01	± 0.29
4	12/07/16	13:00	14:00	9.0	± 3.6	8.01	± 0.29
5	12/07/16	14:00	15:00	8.7	± 3.6	7.94	± 0.29
6	12/07/16	15:00	16:00	7.8	± 3.6	7.88	± 0.29
7	12/07/16	16:00	17:00	6.8	± 3.6	7.93	± 0.29
8	12/07/16	17:00	18:00	6.0	± 3.6	7.70	± 0.29
9	12/07/16	18:00	19:00	5.7	± 3.6	7.79	± 0.29
10	12/07/16	19:00	20:00	5.9	± 3.6	7.75	± 0.29
11	12/07/16	20:00	21:00	6.9	± 3.6	7.92	± 0.29
12	12/07/16	21:00	22:00	4.2	± 3.6	8.20	± 0.29
13	12/07/16	22:00	23:00	5.3	± 3.6	8.19	± 0.29
14	12/07/16	23:00	00:00	1.6	± 3.6	10.29	± 0.29
15	13/07/16	00:00	01:00	1.1	± 3.6	10.52	± 0.29
16	13/07/16	01:00	02:00	1.3	± 3.6	10.08	± 0.29
17	13/07/16	02:00	03:00	1.3	± 3.6	10.34	± 0.29
18	13/07/16	03:00	04:00	1.0	± 3.6	10.36	± 0.29
19	13/07/16	04:00	05:00	1.0	± 3.6	10.39	± 0.29
20	13/07/16	05:00	06:00	1.0	± 3.6	10.48	± 0.29
21	13/07/16	06:00	07:00	1.0	± 3.6	10.34	± 0.29
22	13/07/16	07:00	08:00	9.7	± 3.6	8.27	± 0.29
23	13/07/16	08:00	09:00	6.9	± 3.6	8.01	± 0.29
24	13/07/16	09:00	10:00	6.4	± 3.6	7.98	± 0.29
25	13/07/16	10:00	11:00	6.1	± 3.6	7.92	± 0.29
26	13/07/16	11:00	12:00	5.7	± 3.6	7.93	± 0.29
27	13/07/16	12:00	13:00	7.0	± 3.6	7.83	± 0.29
28	13/07/16	13:00	14:00	8.0	± 3.6	7.72	± 0.29
29	13/07/16	14:00	15:00	8.6	± 3.6	7.82	± 0.29
30	13/07/16	15:00	16:00	7.4	± 3.6	7.85	± 0.29
31	13/07/16	16:00	17:00	10.2	± 3.6	7.74	± 0.29
32	13/07/16	17:00	18:00	1.3	± 3.6	10.43	± 0.29
33	13/07/16	18:00	19:00	3.4	± 3.6	9.40	± 0.29
34	13/07/16	20:00	21:00	13.8	± 3.6	7.46	± 0.29
35	13/07/16	21:00	22:00	2.3	± 3.6	10.39	± 0.29
36	13/07/16	22:00	23:00	1.0	± 3.6	10.76	± 0.29
37	13/07/16	23:00	00:00	2.5	± 3.6	10.02	± 0.29
38	14/07/16	00:00	01:00	2.5	± 3.6	10.02	± 0.29
39	14/07/16	01:00	02:00	1.9	± 3.6	10.17	± 0.29
40	14/07/16	02:00	03:00	1.7	± 3.6	10.10	± 0.29
41	14/07/16	03:00	04:00	1.7	± 3.6	10.14	± 0.29
42	14/07/16	04:00	05:00	1.7	± 3.6	10.16	± 0.29
43	14/07/16	05:00	06:00	1.6	± 3.6	10.16	± 0.29
44	14/07/16	06:00	07:00	2.1	± 3.6	9.68	± 0.29
45	14/07/16	07:00	08:00	7.3	± 3.6	8.59	± 0.29
46	14/07/16	08:00	09:00	3.0	± 3.6	8.76	± 0.29
47	14/07/16	09:00	10:00	2.7	± 3.6	8.70	± 0.29

Prova	Data	Ora		CO [mg/Nm ³]		O ₂ [%vol.]	
		dalle	Alle	Valore	Incertezza estesa (<i>U</i>) (<i>k</i> =2, <i>p</i> = 95%)	Valore	Incertezza estesa (<i>U</i>) (<i>k</i> =2, <i>p</i> = 95%)
48	14/07/16	10:00	11:00	2.4	± 3.6	8.66	± 0.29
49	14/07/16	11:00	12:00	2.3	± 3.6	8.69	± 0.29
50	14/07/16	12:00	13:00	2.1	± 3.6	8.65	± 0.29
51	14/07/16	13:00	14:00	2.1	± 3.6	8.60	± 0.29
52	14/07/16	14:00	15:00	2.1	± 3.6	8.63	± 0.29
53	14/07/16	15:00	16:00	2.4	± 3.6	8.62	± 0.29
54	15/07/16	00:00	01:00	5.0	± 3.6	10.12	± 0.29
55	15/07/16	01:00	02:00	4.2	± 3.6	10.18	± 0.29
56	15/07/16	02:00	03:00	3.9	± 3.6	10.18	± 0.29
57	15/07/16	03:00	04:00	3.8	± 3.6	10.13	± 0.29
58	15/07/16	04:00	05:00	4.0	± 3.6	10.10	± 0.29
59	15/07/16	05:00	06:00	3.8	± 3.6	10.11	± 0.29
60	15/07/16	06:00	07:00	7.4	± 3.6	9.92	± 0.29

Prova	Data	Ora		NO _x [mg NO ₂ /Nm ³]		O ₂ [%vol.]	
		dalle	alle	Valore	Incertezza estesa (<i>U</i>) (<i>k</i> =2, <i>p</i> = 95%)	Valore	Incertezza estesa (<i>U</i>) (<i>k</i> =2, <i>p</i> = 95%)
1	12/07/16	17:00	18:00	221.8	± 6.0	7.70	± 0.29
2	12/07/16	18:00	19:00	223.9	± 6.0	7.79	± 0.29
3	12/07/16	19:00	20:00	221.0	± 6.0	7.75	± 0.29
4	12/07/16	20:00	21:00	215.3	± 6.0	7.92	± 0.29
5	12/07/16	21:00	22:00	219.6	± 6.0	8.20	± 0.29
6	13/07/16	14:00	15:00	212.2	± 6.0	7.82	± 0.29
7	13/07/16	15:00	16:00	213.8	± 6.0	7.85	± 0.29
8	13/07/16	19:00	20:00	208.9	± 6.0	7.46	± 0.29
9	15/07/16	00:00	01:00	216.9	± 6.0	10.12	± 0.29
10	15/07/16	01:00	02:00	218.9	± 6.0	10.18	± 0.29
11	15/07/16	02:00	03:00	218.5	± 6.0	10.18	± 0.29
12	15/07/16	03:00	04:00	218.5	± 6.0	10.13	± 0.29
13	15/07/16	04:00	05:00	217.3	± 6.0	10.10	± 0.29
14	15/07/16	05:00	06:00	216.7	± 6.0	10.11	± 0.29
15	15/07/16	06:00	07:00	219.4	± 6.0	9.92	± 0.29

I risultati analitici evidenziano il rispetto dei requisiti di controllo qualità richiesti dal metodo di riferimento.

6.2 Determinazione delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO₂)

Nella tabella seguente sono riportati i risultati ottenuti durante la campagna di misura. I risultati sono espressi in condizioni standard di temperatura, pressione, umidità (rispettivamente 0 °C, 1 atm, gas secco) ed in condizioni di O₂ effettive.

L'incertezza di misura delle concentrazioni di biossido di zolfo, riportata nella tabella sottostante a fianco a ciascun risultato, viene valutata mediante la predisposizione di un bilancio di incertezza, come richiesto nella norma UNI EN 14791:2006. Sono stati considerati i seguenti contributi di incertezza:

- Volume di gas campionato;
- Temperatura del contatore volumetrico;
- Pressione ambiente;
- Pesate dei gorgogliatori;
- Determinazione analitica delle concentrazioni di SO₄²⁻ nelle soluzioni di assorbimento.

Data	Ora		SO ₂ [mg/Nm ³]	
	dalle	alle	Valore	Incetenza estesa (U) (k=2, p=95%)
12/07/16	09:49	10:41	273.0	± 13.12
12/07/16	10:51	11:42	260.9	± 13.12
12/07/16	11:51	13:47	260.6	± 13.12
12/07/16	13:55	14:48	251.7	± 13.12
12/07/16	14:55	15:45	252.0	± 13.12
12/07/16	15:55	16:48	244.9	± 13.12
13/07/16	07:43	08:35	256.8	± 13.12
13/07/16	08:43	09:34	252.4	± 13.12
13/07/16	09:43	10:34	244.0	± 13.12
13/07/16	10:43	11:33	237.1	± 13.12
13/07/16	13:37	14:35	211.9	± 13.12
13/07/16	14:40	15:33	261.2	± 13.12
13/07/16	15:44	16:38	259.2	± 13.12
14/07/16	07:50	08:42	196.1	± 13.12
14/07/16	09:50	10:40	234.0	± 13.12

I volumi di gas campionati (espressi in condizioni normalizzate di temperatura e pressione, e di O₂ tal quali) in ciascuna delle prove sono riassunti nella tabella seguente:

Data	Ora		Volume campionato [NI]
	dalle	alle	
12/07/16	09:49	10:41	78
12/07/16	10:51	11:42	92
12/07/16	11:51	13:47	197
12/07/16	13:55	14:48	89
12/07/16	14:55	15:45	84
12/07/16	15:55	16:48	85
13/07/16	07:43	08:35	90
13/07/16	08:43	09:34	75
13/07/16	09:43	10:34	79
13/07/16	10:43	11:33	73
13/07/16	13:37	14:35	119

Data	Ora		Volume campionato [NI]
	dalle	alle	
13/07/16	14:40	15:33	116
13/07/16	15:44	16:38	98
14/07/16	07:50	08:42	88
14/07/16	09:50	10:40	80

I risultati analitici evidenziano il rispetto dei requisiti di controllo qualità richiesti dal metodo di riferimento. In particolare:

- L'efficienza di assorbimento, calcolata analizzando separatamente, per ogni prova, il contenuto del secondo gorgogliatore da quello del primo, è risultata superiore al 95%;
- I bianchi di campionamento sono risultati nettamente inferiori al 10% del valore limite di emissione.

Nella tabella seguente sono riportati i valori delle concentrazioni di O₂ misurate con strumentazione CESI contemporaneamente ai campionamenti per la determinazione del biossido di zolfo. Le misure sono state effettuate con il metodo automatico (analizzatore paramagnetico).

Data	Ora		O ₂ [%vol.]	
	dalle	alle	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2, p=95%)
12/07/16	09:49	10:41	8.23	± 0.29
12/07/16	10:51	11:42	7.93	± 0.29
12/07/16	11:51	13:47	8.02	± 0.29
12/07/16	13:55	14:48	7.93	± 0.29
12/07/16	14:55	15:45	7.87	± 0.29
12/07/16	15:55	16:48	7.90	± 0.29
13/07/16	07:43	08:35	8.02	± 0.29
13/07/16	08:43	09:34	7.99	± 0.29
13/07/16	09:43	10:34	7.93	± 0.29
13/07/16	10:43	11:33	7.90	± 0.29
13/07/16	13:37	14:35	7.80	± 0.29
13/07/16	14:40	15:33	7.83	± 0.29
13/07/16	15:44	16:38	7.74	± 0.29
14/07/16	07:50	08:42	8.78	± 0.29
14/07/16	09:50	10:40	8.65	± 0.29

6.3 Determinazione dell'umidità dei fumi

Nella tabella seguente sono riportati i risultati ottenuti durante la campagna di misura. L'incertezza della misura di umidità, riportata nella tabella sottostante a fianco a ciascun risultato, viene valutata con le indicazioni fornite nella norma UNI EN 14790:2006: l'incertezza di misura, in termini di incertezza estesa ad un livello di confidenza del 95% (fattore di copertura k pari a 2) è calcolata dalla seguente relazione, nella quale C esprime il valore di umidità in %vol.:

$$U_c(C) = 0.093 \cdot C + 1.27 \quad [\% \text{vol.}]$$

Data	Ora		H ₂ O [%vol.]	
	dalle	alle	Valore	Incertezza estesa (U) ($k=2$, $p=95\%$)
12/07/16	09:49	10:41	10.0	± 2.20
12/07/16	10:51	11:42	12.4	± 2.42
12/07/16	11:51	13:47	10.5	± 2.25
12/07/16	13:55	14:48	10.4	± 2.24
12/07/16	14:55	15:45	11.3	± 2.32
12/07/16	15:55	16:48	11.9	± 2.38
13/07/16	07:43	08:35	13.9	± 2.56
13/07/16	08:43	09:34	11.2	± 2.31
13/07/16	09:43	10:34	10.5	± 2.25
13/07/16	10:43	11:33	10.9	± 2.28
13/07/16	11:43	13:35	10.2	± 2.22
13/07/16	15:44	15:38	12.5	± 2.43
14/07/16	07:50	08:42	13.4	± 2.52
14/07/16	08:50	09:41	10.5	± 2.25
14/07/16	09:50	10:40	10.4	± 2.24

Il mantenimento dell'efficienza di separazione dell'umidità da parte del sistema di condensazione/adsorbimento è stato verificato visivamente, controllando lo stato di esaurimento (colore) della trappola a gel di silice utilizzata (non è mai stato raggiunto un esaurimento maggiore del 50%).

6.4 Determinazione delle concentrazioni di polveri

Nella tabella seguente vengono riportati i risultati delle misure delle concentrazioni di polveri. I risultati sono espressi in condizioni effettive di temperatura, pressione, ossigeno e umidità. I valori di incertezza estesa riportati sono desunti dalle informazioni riportate nel §12.2 della norma tecnica di riferimento: ai livelli di concentrazione riscontrati nell'emissione ed utilizzando la modalità di filtrazione "in-stack", l'incertezza estesa è pari a circa il 50% del valore misurato. Per i dati di dettaglio di ciascuna prova si rimanda all'Appendice A al presente Rapporto di Prova.

Data	Ora		Conc. Polveri [mg/m ³]	
	dalle	alle	Valore	Incertezza estesa (U) ($k=2$, $p=95\%$)
12/07/16	09:49	10:41	1.7	± 0.9
12/07/16	10:51	11:42	2.6	± 1.3
12/07/16	11:51	13:47	1.3	± 0.7
12/07/16	13:55	14:48	1.7	± 0.9

Data	Ora		Conc. Polveri [mg/m ³]	
	dalle	alle	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2, p= 95%)
12/07/16	14:55	15:45	1.2	± 0.6
13/07/16	07:43	08:35	1.4	± 0.7
13/07/16	08:43	09:34	1.2	± 0.6
13/07/16	09:43	10:34	1.3	± 0.7
13/07/16	10:43	11:33	2.2	± 1.1
13/07/16	11:43	13:35	1.4	± 0.7
13/07/16	13:37	14:35	1.3	± 0.7
14/07/16	07:50	08:42	1.6	± 0.8
14/07/16	08:50	09:41	1.7	± 0.9
14/07/16	09:50	10:40	1.5	± 0.8
14/07/16	10:50	11:39	2.8	± 1.4

Nella tabella seguente sono riportati i valori delle concentrazioni di O₂ misurate con strumentazione CESI contemporaneamente ai campionamenti per la determinazione delle concentrazioni di polveri. Le misure sono state effettuate con il metodo automatico (analizzatore paramagnetico).

Data	Ora		O ₂ [%vol.]	
	dalle	alle	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2, p= 95%)
12/07/16	09:49	10:41	8.23	± 0.29
12/07/16	10:51	11:42	7.93	± 0.29
12/07/16	11:51	13:47	8.02	± 0.29
12/07/16	13:55	14:48	7.93	± 0.29
12/07/16	14:55	15:45	7.87	± 0.29
13/07/16	07:43	08:35	8.02	± 0.29
13/07/16	08:43	09:34	7.99	± 0.29
13/07/16	09:43	10:34	7.93	± 0.29
13/07/16	10:43	11:33	7.90	± 0.29
13/07/16	11:43	13:35	7.81	± 0.29
13/07/16	13:37	14:35	7.80	± 0.29
14/07/16	07:50	08:42	8.78	± 0.29
14/07/16	08:50	09:41	8.72	± 0.29
14/07/16	09:50	10:40	8.65	± 0.29
14/07/16	10:50	11:39	8.68	± 0.29

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle misure dei seguenti parametri, associate ai valori di incertezza estesa ad un livello di confidenza del 95%:

- Temperatura fumi;
- Pressione atmosferica;
- Pressione statica all'interno del condotto.

Data	Ora		Risultati delle misure					
	dalle	alle	Temperatura [°C]		Pressione atmosferica [hPa]		Pressione statica condotto [hPa]	
			Valore	Incertezza estesa (U) ($k=2$; $p=95\%$)	Valore	Incertezza estesa (U) ($k=2$; $p=95\%$)	Valore	Incertezza estesa (U) ($k=2$; $p=95\%$)
12/07/16	09:49	10:41	145.0	± 1.7	981.6	± 5	981.2	± 5
12/07/16	10:51	11:42	148.7	± 1.7	981.6	± 5	981.3	± 5
12/07/16	11:51	13:47	149.9	± 1.7	981.6	± 5	980.8	± 5
12/07/16	13:55	14:48	150.3	± 1.7	981.6	± 5	980.5	± 5
12/07/16	14:55	15:45	149.5	± 1.7	981.6	± 5	980.1	± 5
13/07/16	07:43	08:35	137.0	± 1.7	976.4	± 5	978.2	± 5
13/07/16	08:43	09:34	142.3	± 1.7	976.4	± 5	978.3	± 5
13/07/16	09:43	10:34	144.6	± 1.7	976.4	± 5	978.9	± 5
13/07/16	10:43	11:33	146.0	± 1.7	976.4	± 5	978.6	± 5
13/07/16	11:43	13:35	147.4	± 1.7	976.4	± 5	978.3	± 5
13/07/16	13:37	14:35	148.4	± 1.7	976.4	± 5	977.5	± 5
14/07/16	07:50	08:42	141.3	± 1.7	974.3	± 5	975.7	± 5
14/07/16	08:50	09:41	144.7	± 1.7	974.3	± 5	976.4	± 5
14/07/16	09:50	10:40	146.6	± 1.7	974.3	± 5	977.2	± 5
14/07/16	10:50	11:39	147.8	± 1.7	974.3	± 5	977.6	± 5

APPENDICE A – DATI DI DETTAGLIO DELLE PROVE POLVERI

Cliente
Impianto
Unità

ENEL
Bastardo
1

Prova n°		1	2	3	4	5	6	7	8
Data prova		12/07/2016	12/07/2016	12/07/2016	12/07/2016	12/07/2016	13/07/2016	13/07/2016	13/07/2016
Ora Inizio Prova		09:49	10:51	11:51	13:55	14:55	07:43	08:43	09:43
Ora Fine Prova		10:41	11:42	13:47	14:48	15:45	08:35	09:34	10:34
Esecutore		Sidoli-Cagni-Sanfilippo	Sidoli-Cagni-Sanfilippo	Sidoli-Cagni-Sanfilippo	Sidoli-Cagni-Sanfilippo	Sidoli-Cagni-Sanfilippo	Sidoli-Cagni-Sanfilippo	Sidoli-Cagni-Sanfilippo	Sidoli-Cagni-Sanfilippo
Tipo di filtrazione		Interna	Interna	Interna	Interna	Interna	Interna	Interna	Interna
n° diametri		2	2	2	2	2	2	2	2
n° p.ti di misura per diametro		8	8	8	8	8	8	8	8
Diametro ugello	mm	5	5	5	5	5	5	5	5
K pitot		0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
Forma della sezione di misura		Circolare	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare
Sezione circolare: Diametro									
Sezione rettangolare: 1° lato	m	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Sezione di forma qualsiasi: Area									
Sezione circolare: —									
Sezione rettangolare: 2° lato	m								
Sezione di forma qualsiasi: —									
Composizione del gas		N2 + CO2 + H2O + O2	N2 + CO2 + H2O + O2	N2 + CO2 + H2O + O2	N2 + CO2 + H2O + O2	N2 + CO2 + H2O + O2	N2 + CO2 + H2O + O2	N2 + CO2 + H2O + O2	N2 + CO2 + H2O + O2
Massa Molecolare Media	g/mol	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
Velocità Media Flusso	m/s	26.8	26.7	29.3	26.6	26.6	27.4	28.1	28.0
Pressione Statica Condotto	hPa	981	981	981	981	980	978	978	979
Temperatura Media Condotto	°C	148.0	148.7	149.9	150.3	149.5	137.0	142.4	144.6
Identificativo Campionatore		57287	57287	57287	57287	57287	57287	57287	57287
Pressione Statica Contatore	hPa	867	874	844	865	865	853	868	859
Temperatura Media Contatore	°C	31.2	32.4	33.8	34.7	34.9	27.5	28.1	28.5
Lettura Iniziale Contatore	l	191691	192788	193879	196890	197975	200206	201352	202503
Lettura Finale Contatore	l	192788	193879	196870	197975	199079	201352	202503	203655
Errore di isocinetismo	%	-1.9	-1.7	0.0	-4.5	-1.8	-1.8	-1.7	-2.1
Identificativo Filtro	-	EMI1530	EMI1529	EMI1528	EMI1527	EMI1526	EMI1524	EMI1523	EMI1522
Identificativo bilancia analitica	-								
Peso iniziale Medio Supporto	g	0.1525	0.1523	0.1535	0.1550	0.1558	0.1520	0.1508	0.1530
Peso Finale Medio Supporto	g	0.1550	0.1563	0.1588	0.1575	0.1576	0.1542	0.1527	0.1550
Peso Iniziale Petri	g								
Peso Finale Petri	g								
Ossigeno medio	%	8.23	7.93	8.02	7.93	7.87	8.02	7.99	7.93
Ossigeno di riferimento	%	6	6	6	6	6	6	6	6
Umidità dei Fumi	%	9.99	12.43	10.54	10.42	11.27	13.85	11.22	10.50
Area Sezione di Misura	m²	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91
Volume Secco Aspirato Normale	Nm³	0.843	0.841	2.217	0.822	0.836	0.877	0.894	0.884
Volume Secco Aspirato t.q.	m³	1.341	1.342	3.547	1.317	1.337	1.364	1.409	1.399
Peso Polveri Netto	mg	2.5	4.0	5.3	2.5	1.8	2.2	1.9	2.0
Portata Oraria Polveri	kg/h	0.80	1.24	0.70	0.81	0.55	0.66	0.59	0.62
Concentrazione polveri riferita al tal quale	mg/m³	1.7	2.6	1.3	1.7	1.2	1.4	1.2	1.3
Concentrazione polveri riferita a 0°C, 101.3 kPa, fumi secchi	mg/Nm³	3.0	4.8	2.4	3.1	2.1	2.5	2.1	2.2
Concentrazione polveri riferita a 0°C, 101.3 kPa, fumi secchi e O₂ di riferimento	mg/Nm³ @6% O₂	3.5	5.5	2.8	3.5	2.4	2.8	2.5	2.5

RAPPORTO DI PROVA

USO RISERVATO

APPROVATO

B6017322

Cliente ENEL
Impianto Bastardo
Unità 1

Prova n°		9	10	11	12	13	14	15
Data prova		13/07/2016	13/07/2016	13/07/2016	14/07/2016	14/07/2016	14/07/2016	14/07/2016
Ora Inizio Prova		10:43	11:43	13:37	07:50	08:50	09:50	10:50
Ora Fine Prova		11:33	13:35	14:35	08:42	09:41	10:40	11:39
Esecutore		Sidoli-Cagni-Sanfilippo	Sidoli-Cagni-Sanfilippo	Sidoli-Cagni-Sanfilippo	Sidoli-Cagni-Sanfilippo	Sidoli-Cagni-Sanfilippo	Sidoli-Cagni-Sanfilippo	Sidoli-Cagni-Sanfilippo
Tipo di filtrazione		Interna	Interna	Interna	Interna	Interna	Interna	Interna
n° diametri		2	2	2	2	2	2	2
n° p.ti di misura per diametro		8	8	8	8	8	8	8
Diametro ugello	mm	5	5	5	5	5	5	5
K pitot		0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
Forma della sezione di misura		Circolare	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare
Sezione circolare: Diametro	m	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Sezione rettangolare: 1° lato								
Sezione di forma qualsiasi: Area								
Sezione circolare: —								
Sezione rettangolare: 2° lato	m							
Sezione di forma qualsiasi: —								
Composizione del gas		N2 + CO2 + H2O + O2	N2 + CO2 + H2O + O2	N2 + CO2 + H2O + O2	N2 + CO2 + H2O + O2	N2 + CO2 + H2O + O2	N2 + CO2 + H2O + O2	N2 + CO2 + H2O + O2
Massa Molecolare Media	g/mol	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
Velocità Media Flusso	m/s	28.4	29.9	28.9	30.1	29.7	30.2	29.9
Pressione Statica Condotto	hPa	979	978	978	976	976	977	978
Temperatura Media Condotto	°C	146.1	147.5	148.5	141.3	144.7	146.6	147.8
Identificativo Campionatore		57287	57287	57287	57287	57287	57287	57287
Pressione Statica Contatore	hPa	861	864	874	860	845	853	843
Temperatura Media Contatore	°C	29.2	30.9	32.2	21.9	22.9	24.5	25.5
Lettura Iniziale Contatore	l	203655	204823	207644	211177	212391	213607	214835
Lettura Finale Contatore	l	204823	207644	208824	212391	213607	214835	216071
Errore di isocinetismo	%	-1.7	0.0	-1.9	-1.9	-1.9	-2.1	-1.6
Identificativo Filtro	-	EMI1521	EMI1520	EMI1519	EMI1516	EMI1515	EMI1514	EMI1513
Identificativo bilancia analitica	-							
Peso iniziale Medio Supporto	g	0.1530	0.1471	0.1470	0.1492	0.1480	0.1503	0.1492
Peso Finale Medio Supporto	g	0.1564	0.1523	0.1495	0.1520	0.1509	0.1527	0.1537
Peso Iniziale Petri	g							
Peso Finale Petri	g							
Ossigeno medio	%	7.90	7.81	7.80	8.78	8.72	8.65	8.68
Ossigeno di riferimento	%	6	6	6	6	6	6	6
Umidità dei Fumi	%	10.94	10.22	22.02	13.35	10.53	10.39	6.65
Area Sezione di Misura	m²	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91
Volume Secco Aspirato Normale	Nm³	0.897	2.161	0.911	0.954	0.936	0.948	0.941
Volume Secco Aspirato t.q.	m³	1.425	3.446	1.457	1.503	1.486	1.511	1.503
Peso Polveri Netto	mg	3.5	5.2	2.5	2.8	2.9	2.5	4.5
Portata Oraria Polveri	kg/h	1.09	0.71	0.69	0.86	0.91	0.78	1.48
Concentrazione polveri riferita al tal quale	mg/m³	2.2	1.4	1.3	1.6	1.7	1.5	2.8
Concentrazione polveri riferita a 0°C, 101.3 kPa, fumi secchi	mg/Nm³	3.9	2.4	2.8	2.9	3.1	2.6	4.8
Concentrazione polveri riferita a 0°C, 101.3 kPa, fumi secchi e O₂ di riferimento	mg/Nm³ @6% O₂	4.4	2.7	3.1	3.6	3.7	3.1	5.8

----- Fine del Rapporto di Prova -----

ALLEGATI AL RAPPORTO DI PROVA

Certificati di taratura delle bombole:

- | | |
|------------|----------|
| – B5010762 | 3 pagine |
| – B6009455 | 2 pagine |
| – B6009477 | 2 pagine |