

Cliente ENEL Produzione S.p.A.

Indirizzo del cliente Viale Regina Margherita 125
00198 Roma (RM) ITALIA

Ordine Ordine quadro n. 8400011866
Attingimento n. 4000250267 (AG10GIM033 – Lettera n. B0033691)

Campioni/Oggetti in prova C.le termoelettrica Torrevaldaliga Nord – gruppo 4
Emissioni convogliate

Prove eseguite Vedi capitolo 2

Documenti normativi Vedi capitolo 2

Data prove dal **07/09/2010** al **23/09/2010**

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 17 **N. pagine fuori testo** 7

Data di emissione 06/12/2010

Elaborato ESS Stefano Filippini

Verificato ESS Maurizio Sala

Approvato ESS Stefano Filippini

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 NO _x , CO, O ₂	4
4.2	Determinazione delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO ₂).....	5
4.3	Determinazione delle concentrazioni di ammoniaca (NH ₃)	5
4.4	Determinazione dell'umidità dei fumi.....	6
4.5	Determinazione delle concentrazioni di polveri.....	6
4.6	Misure di velocità fumi	6
5	INFORMAZIONI SULLA STRUMENTAZIONE E SULLE MISCELE DI TARATURA	7
6	RISULTATI.....	7
6.1	Determinazione delle concentrazioni di NO _x , CO, O ₂	7
6.1.1	Valori di controllo dello stato di taratura degli analizzatori	7
6.1.2	Risultati delle misure.....	8
6.2	Determinazione delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO ₂).....	10
6.3	Determinazione delle concentrazioni di ammoniaca (NH ₃)	11
6.4	Determinazione dell'umidità dei fumi.....	13
6.5	Determinazione delle concentrazioni di polveri.....	13
	APPENDICE A – DATI DI DETTAGLIO DELLE PROVE POLVERI.....	16
	ALLEGATI AL RAPPORTO DI PROVA B0012851	
	Certificati di taratura delle bombole:	
-	A8026178	3 pagine
-	A8026171	3 pagine

1 INFORMAZIONI SPECIFICHE

Data ricevimento dei campioni/oggetti in prova	Vedere date campionamento al §6
Luogo di esecuzione delle prove	ENEL Produzione S.p.A – Centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord – Via Aurelia Nord, 32 – Civitavecchia (RM)
Laboratorio di prova	P702 - Laboratorio Mobile Controllo Emissioni
Personale di prova CESI	Cottarelli Giacomo, Filippini Stefano
Presenti alle prove	-
Documenti di riferimento	Procedure di prova ISMES: A8037727, A9009073, A9009074, A9009075, B0006301, A7014462. Norme tecniche: vedi §2
Informazioni sul campionamento	
Data di campionamento	Vedere date campionamento al §6
Eseguito da	Cottarelli Giacomo, Filippini Stefano
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\fileserver\EEI\progetti\emi3\lavori\2010\AG10GIM033 TVN QAL2

2 ELENCO DELLE PROVE ESEGUITE

Materiale/ Prodotto/ Matrice	Misurando/ Proprietà misurata/ Denominazione della prova	Metodo di prova ed anno di emissione	Cat.	Codice Interno	Sede
Emissioni convogliate	Concentrazione di ossigeno in flussi gassosi convogliati	UNI EN 14789:2006, ISO 12039:2001	II	LTE09 ISM	A
Emissioni convogliate	Concentrazione di polveri in flussi gassosi convogliati	UNI EN 13284-1:2003, ISO 9096:2003	0	LTE11	A
Emissioni convogliate	Velocità e portata di flussi gassosi convogliati	UNI 10169:2001	III	LTE11A	A
Emissioni convogliate	Vapore acqueo (umidità) in flussi gassosi convogliati	UNI 10169:2001, UNI EN 14790:2006	II	LTE11B	A
Emissioni convogliate	Concentrazione di ossidi di azoto in flussi gassosi convogliati	UNI 10878:2000, UNI EN 14792:2006	II	LTE13	A
Emissioni convogliate	Concentrazione di Ossido di Carbonio in flussi gassosi convogliati	UNI EN 15058:2006	II	LTE14	A
Emissioni convogliate	Concentrazione di Biossido di Zolfo in flussi gassosi convogliati: metodo manuale (solo campionamento)	UNI EN 14791:2006 (esclusi par. 8 e 9)	0	LTE19	A
Soluzioni assorbimento emissioni convogliate	Solfati	UNI EN 14791:2006 (solo par. 8.1, 9.1, 9.2)	0	LTE19	B

Materiale/ Prodotto/ Matrice	Misurando/ Proprietà misurata/ Denominazione della prova	Metodo di prova ed anno di emissione	Cat.	Codice Interno	Sede
Emissioni convogliate	Concentrazione di ammoniaca in flussi gassosi convogliati: metodo manuale (*)	Unichim 632:1984 + UNI EN ISO 14911:2001	0	-	A

(*) Prova non accreditata da ACCREDIA

3 INTRODUZIONE

Nel periodo compreso tra il 07/09/2010 ed il 09/09/2010 sono state misurate, nelle emissioni convogliate del gruppo termoelettrico 4 della centrale di Torrevaldaliga Nord, le concentrazioni di NO_x, CO, O₂, SO₂, NH₃, polveri e l'umidità dei fumi. Sono state inoltre eseguite misure di velocità e portata fumi.

Le misure sono state eseguite allo scopo di applicare la procedura QAL2 (ai sensi delle norme UNI EN 14181:2005 e UNI EN 13284-2:2005) sugli analizzatori di NO_x, CO, O₂, SO₂, NH₃, polveri e al misuratore di portata installati nel Sistema di Misura Emissioni del gruppo 4.

Nel presente Rapporto di Prova sono riportati unicamente i risultati delle misure di NO_x, CO, O₂, SO₂, NH₃, polveri, umidità effettuate da CESI; tutti i calcoli e le elaborazioni descritti nel precedente elenco si trovano nel Rapporto CESI B0031248.

4 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE PROVE

I punti di prelievo utilizzati per le misure oggetto del presente Rapporto di Prova sono collocati sul camino del gruppo termoelettrico 4, all'interno della ciminiera contenente anche le canne dei gruppi 2 e 3.

Il punto di campionamento, collocato alla quota di 71 metri rispetto al piano campagna, è raggiungibile mediante scale e montacarichi (con fermata al piano superiore); la sezione di misura ha un diametro di 5.75 metri.

Sono presenti più bocchelli del diametro di 5 pollici, idonei all'inserimento delle sonde di campionamento isocinetiche e/o riscaldate generalmente utilizzate.

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 NO_x, CO, O₂

La determinazione delle concentrazioni di ossidi di azoto (NO_x), ossido di carbonio (CO) e di ossigeno (O₂) nei fumi emessi dal gruppo termoelettrico 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 14792:2006, per la determinazione delle concentrazioni di ossidi di azoto (NO_x);
- UNI EN 15058:2006, per la determinazione delle concentrazioni di ossido di carbonio (CO);
- 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 riscaldata, 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 NO_x, CO, O₂.

4.2 Determinazione delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO₂)

La determinazione della concentrazione di biossido di zolfo è stata effettuata 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, della durata di 1 ora, 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 Determinazione delle concentrazioni di ammoniaca (NH₃)

– Prova non accreditata da ACCREDIA

Il campionamento per la determinazione della concentrazione di ammoniaca è stato eseguito in accordo al metodo UNICHIM 632:1984. La linea di prelievo è formata dalle seguenti parti principali:

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

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

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

L’analisi dei campioni raccolti non è stata eseguita con il metodo UNICHIM 632:1984, dato che le prestazioni di tale metodo, a causa dell’elevato limite di rilevabilità, non sono risultate idonee alle basse concentrazioni di NH₃ presenti nell’emissione soggetta a verifica. Si è quindi proceduto a sottoporre i campioni raccolti ad analisi mediante cromatografia ionica (secondo la norma UNI EN ISO 14911:2001), tecnica che permette il raggiungimento di limiti di rilevabilità più bassi.

4.4 Determinazione dell'umidità dei fumi

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

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;
- portafiltra 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 (di durata pari a 1 ora) viene eseguito ad un flusso costante di circa 5-6 l/min.

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.

4.5 Determinazione delle concentrazioni di polveri

La determinazione della concentrazione di polveri nei fumi è stata effettuata utilizzando il metodo manuale-gravimetrico descritto nella norma UNI EN 13284-1:2003, prelevando gas da un reticolo di 20 punti individuato secondo le indicazioni della medesima norma (regola “tangenziale”; per maggiori dettagli si veda il successivo paragrafo).

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 portafiltra posto all'interno del condotto (filtrazione “in stack”). Al termine del campionamento, della durata di circa 1 ora, 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.

4.6 Misure di velocità fumi

Contemporaneamente ai campionamenti per la determinazione delle concentrazioni di polveri nelle emissioni, sono state eseguite anche le misure di velocità fumi mediante il metodo descritto nella norma UNI 10169:2001 (determinazione manuale di velocità e temperatura fumi con tubo di Pitot e termocoppia). Il tubo di Pitot utilizzato è caratterizzato da un fattore di taratura, dichiarato dal costruttore, pari a 0.84.

Sono state eseguite misure di velocità e temperatura fumi in un reticolo di punti determinato secondo le indicazioni fornite nella norma UNI 10169:2001. L'obiettivo di questa misura è la determinazione della velocità media del gas nel condotto per eseguire la verifica del misuratore in continuo di portata fumi del Sistema di Misura Emissioni d'impianto.

Durante l'esecuzione delle misure, il gruppo è stato esercito al livello di carico richiesto dal gestore della rete, misurato e registrato in continuo dal gestore dell'impianto.

Per l'esecuzione delle prove, le sezioni di misura sono state suddivise in un reticolo ottenuto applicando la “regola tangenziale” descritta nella norma UNI 10169:2001: su ciascuno dei 4 assi di misurazione sono stati utilizzati 5 punti di misura posti a distanze dal bordo del condotto (al netto degli “spazi morti” dovuti alla struttura del bocchello, alla controflangia e alla coibentazione del condotto) indicate nella seguente tabella:

Punto	Coefficiente di posizionamento (da norma UNI 10169:2001)	Distanza dal bordo del condotto [cm]
1	0.026	15
2	0.082	47
3	0.146	84
4	0.226	130
5	0.342	197

La massa molare media del gas secco utilizzata per il calcolo delle velocità fumi è stata posta pari a 29.13 kg/kmol.

5 INFORMAZIONI SULLA STRUMENTAZIONE E SULLE MISCELE DI TARATURA

Modello	Costruttore	Gas misurato	Principio di misura	Fondo scala	N° matricola
Oxymat 6E	Siemens	O ₂	Paramagnetico	25% _{vol.}	08262 EMI-SB
Ultramat 6E	Siemens	CO	NDIR	500 mg/Nm ³	04028 EMI-SB
CLD 822 Mh	EcoPhysics	NO – NO _x	Chemiluminescenza	100 ppm	08563 EMI-SB

Strumento	Costruttore	Modello	N° Matricola
Campionatore isocinetico	TCR Tecora	Isostack Plus – modulo EF	023099
Campionatore isocinetico	TCR Tecora	Isostack Plus – Control Unit	023099
Campionatore isocinetico	TCR Tecora	Isostack Plus – modulo EF	022583
Campionatore isocinetico	TCR Tecora	Isostack Plus – Control Unit	022583
Campionatore	Zambelli	ZB1	055882
Campionatore	Zambelli	ZB1	055881
Campionatore	Zambelli	IsoDigit	030253
Termocoppia	TCR Tecora	AC99-097-0000SP	056267
Tube di Pitot	TCR Tecora	AC99-097-0000SP	056267
Bilancia tecnica	Ohaus	ARRW60	030278
Bilancia analitica	Mettler	MT5	025885

Tipo di gas	Concentrazione	Certificato	Prot. CESI Certificato
O ₂	20.95% (aria)	-	-
CO	148.1 ppm	Air Liquide 1375-08A	A8026178
NO	30.2 ppm NO 31.8 ppm NO _x	Air Liquide 1353/08A	A8026171

6 RISULTATI

Nel presente capitolo sono riportati i risultati delle misure eseguite.

Per tutte le tipologie di prova considerate, gli orari indicati sono riferiti all'ora legale, vigente nel periodo di esecuzione delle prove.

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 NO_x, CO, 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
07/09/10 – 15:00	O ₂	20.94 % _{vol.}	20.95 % _{vol.}	-0.02 % _{vol.}	0.00 % _{vol.}
07/09/10 – 15:00	NO	0.0 ppm	0 ppm	30.2 ppm	30.2 ppm
07/09/10 – 15:00	CO	0.4 mg/Nm ³	0 mg/Nm ³	184.7 mg/Nm ³	185.1 mg/Nm ³
09/09/10 – 17:30	O ₂	20.97 % _{vol.}	20.95 % _{vol.}	0.03 % _{vol.}	0.00 % _{vol.}
09/09/10 – 17:30	NO	-0.1 ppm	0 ppm	30.1 ppm	30.2 ppm
09/09/10 – 17:30	CO	0.1 mg/Nm ³	0 mg/Nm ³	185.2 mg/Nm ³	185.1 mg/Nm ³

6.1.2 Risultati delle misure

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle misure di NO_x, CO, 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 derivate 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.

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%)
07/09/10	16:00	17:00	34.8	± 5.8	7.0	± 0.3
07/09/10	17:00	18:00	51.4	± 5.8	6.8	± 0.3
07/09/10	18:00	19:00	43.3	± 5.8	6.8	± 0.3
07/09/10	19:00	20:00	34.6	± 5.8	6.7	± 0.3
07/09/10	20:00	21:00	37.9	± 5.8	6.7	± 0.3
07/09/10	21:00	22:00	29.1	± 5.8	6.8	± 0.3
07/09/10	22:00	23:00	18.6	± 5.8	8.4	± 0.3
07/09/10	23:00	00:00	23.9	± 5.8	8.9	± 0.3
08/09/10	00:00	01:00	10.5	± 5.8	8.2	± 0.3
08/09/10	01:00	02:00	36.9	± 5.8	8.4	± 0.3
08/09/10	02:00	03:00	26.7	± 5.8	8.2	± 0.3
08/09/10	03:00	04:00	41.0	± 5.8	8.2	± 0.3
08/09/10	04:00	05:00	35.0	± 5.8	8.1	± 0.3
08/09/10	05:00	06:00	33.4	± 5.8	8.3	± 0.3
08/09/10	06:00	07:00	69.5	± 5.8	7.3	± 0.3
08/09/10	07:00	08:00	70.4	± 5.8	6.6	± 0.3
08/09/10	08:00	09:00	75.2	± 5.8	6.5	± 0.3
08/09/10	09:00	10:00	33.2	± 5.8	6.6	± 0.3
08/09/10	10:00	11:00	37.2	± 5.8	6.6	± 0.3
08/09/10	11:00	12:00	11.5	± 5.8	6.7	± 0.3
08/09/10	12:00	13:00	14.7	± 5.8	6.7	± 0.3
08/09/10	13:00	14:00	7.0	± 5.8	6.6	± 0.3
08/09/10	14:00	15:00	10.8	± 5.8	6.7	± 0.3
08/09/10	15:00	16:00	52.8	± 5.8	6.9	± 0.3
08/09/10	16:00	17:00	54.5	± 5.8	6.8	± 0.3
08/09/10	17:00	18:00	69.5	± 5.8	6.8	± 0.3
08/09/10	18:00	19:00	49.9	± 5.8	6.7	± 0.3
08/09/10	19:00	20:00	35.3	± 5.8	6.5	± 0.3
08/09/10	20:00	21:00	42.2	± 5.8	6.6	± 0.3
08/09/10	21:00	22:00	50.7	± 5.8	6.5	± 0.3
08/09/10	22:00	23:00	49.9	± 5.8	6.5	± 0.3
09/09/10	00:00	01:00	47.9	± 5.8	7.8	± 0.3
09/09/10	01:00	02:00	38.3	± 5.8	8.1	± 0.3
09/09/10	02:00	03:00	63.1	± 5.8	8.6	± 0.3
09/09/10	03:00	04:00	51.1	± 5.8	8.5	± 0.3
09/09/10	04:00	05:00	22.3	± 5.8	8.3	± 0.3
09/09/10	05:00	06:00	40.6	± 5.8	8.2	± 0.3
09/09/10	06:00	07:00	57.9	± 5.8	8.2	± 0.3
09/09/10	07:00	08:00	62.4	± 5.8	7.1	± 0.3

Data	Ora		NO _x [mg NO ₂ /Nm ³]		O ₂ [% vol.]	
	dalle	alle	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2; p = 95%)	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2; p = 95%)
09/09/10	08:00	09:00	76.7	± 5.8	6.8	± 0.3
09/09/10	09:00	10:00	61.9	± 5.8	6.8	± 0.3
09/09/10	10:00	11:00	59.3	± 5.8	6.9	± 0.3
09/09/10	12:00	13:00	86.8	± 5.8	6.8	± 0.3
09/09/10	14:00	15:00	26.1	± 5.8	6.7	± 0.3
09/09/10	16:00	17:00	33.7	± 5.8	6.8	± 0.3

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%)
07/09/10	16:00	17:00	51.9	± 6.2	7.0	± 0.3
07/09/10	17:00	18:00	97.1	± 6.2	6.8	± 0.3
07/09/10	18:00	19:00	140.3	± 6.2	6.8	± 0.3
07/09/10	20:00	21:00	67.0	± 6.2	6.7	± 0.3
07/09/10	21:00	22:00	74.8	± 6.2	6.8	± 0.3
07/09/10	22:00	23:00	9.4	± 6.2	8.4	± 0.3
07/09/10	23:00	00:00	2.3	± 6.2	8.9	± 0.3
08/09/10	00:00	01:00	2.2	± 6.2	8.2	± 0.3
08/09/10	01:00	02:00	2.0	± 6.2	8.4	± 0.3
08/09/10	02:00	03:00	1.8	± 6.2	8.2	± 0.3
08/09/10	03:00	04:00	1.6	± 6.2	8.2	± 0.3
08/09/10	04:00	05:00	1.4	± 6.2	8.1	± 0.3
08/09/10	05:00	06:00	1.4	± 6.2	8.3	± 0.3
08/09/10	07:00	08:00	50.5	± 6.2	6.6	± 0.3
08/09/10	08:00	09:00	103.1	± 6.2	6.5	± 0.3
08/09/10	09:00	10:00	58.8	± 6.2	6.6	± 0.3
08/09/10	10:00	11:00	48.2	± 6.2	6.6	± 0.3
08/09/10	11:00	12:00	33.0	± 6.2	6.7	± 0.3
08/09/10	12:00	13:00	18.4	± 6.2	6.7	± 0.3
08/09/10	13:00	14:00	21.9	± 6.2	6.6	± 0.3
08/09/10	14:00	15:00	25.0	± 6.2	6.7	± 0.3
08/09/10	15:00	16:00	26.1	± 6.2	6.9	± 0.3
08/09/10	16:00	17:00	36.4	± 6.2	6.8	± 0.3
08/09/10	17:00	18:00	24.3	± 6.2	6.8	± 0.3
08/09/10	18:00	19:00	44.8	± 6.2	6.7	± 0.3
08/09/10	20:00	21:00	43.0	± 6.2	6.6	± 0.3
08/09/10	21:00	22:00	42.3	± 6.2	6.5	± 0.3
08/09/10	22:00	23:00	26.5	± 6.2	6.5	± 0.3
09/09/10	00:00	01:00	2.9	± 6.2	7.8	± 0.3
09/09/10	01:00	02:00	2.4	± 6.2	8.1	± 0.3
09/09/10	02:00	03:00	3.5	± 6.2	8.6	± 0.3
09/09/10	05:00	06:00	4.3	± 6.2	8.2	± 0.3
09/09/10	06:00	07:00	4.8	± 6.2	8.2	± 0.3
09/09/10	07:00	08:00	21.4	± 6.2	7.1	± 0.3
09/09/10	08:00	09:00	51.5	± 6.2	6.8	± 0.3
09/09/10	09:00	10:00	31.1	± 6.2	6.8	± 0.3
09/09/10	10:00	11:00	18.5	± 6.2	6.9	± 0.3
09/09/10	12:00	13:00	17.5	± 6.2	6.8	± 0.3
09/09/10	14:00	15:00	15.3	± 6.2	6.7	± 0.3
09/09/10	16:00	17:00	21.6	± 6.2	6.8	± 0.3

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 e pressione (rispettivamente 0 °C, 1 atm) e in condizioni effettive di O₂ (per l'esecuzione della prima parte della procedura QAL2, scopo delle misure oggetto del presente documento, è richiesto che i dati ottenuti con il metodo di riferimento siano riferiti a tali condizioni).

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	Incetezza estesa (U) (k=2; p = 95 %)
07/09/10	17:34	18:50	39.9	± 1.8
08/09/10	09:10	10:10	46.3	± 1.8
08/09/10	10:17	11:17	42.2	± 1.8
08/09/10	11:24	12:24	58.3	± 1.8
08/09/10	12:44	14:30	27.1	± 1.8
08/09/10	14:47	15:47	33.3	± 1.8
08/09/10	16:04	17:04	61.9	± 1.8
08/09/10	17:12	18:12	35.5	± 1.8
08/09/10	18:24	19:24	33.4	± 1.8
09/09/10	09:00	10:05	21.2	± 1.8
09/09/10	10:16	11:19	24.9	± 1.8
09/09/10	11:32	12:32	30.5	± 1.8
09/09/10	12:42	13:45	28.1	± 1.8
09/09/10	13:57	14:57	23.4	± 1.8
09/09/10	15:07	16:07	24.0	± 1.8

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	
07/09/10	17:34	18:50	150
08/09/10	09:10	10:10	168
08/09/10	10:17	11:17	142
08/09/10	11:24	12:24	136
08/09/10	12:44	14:30	136
08/09/10	14:47	15:47	234
08/09/10	16:04	17:04	139
08/09/10	17:12	18:12	141
08/09/10	18:24	19:24	138
09/09/10	09:00	10:05	131
09/09/10	10:16	11:19	152
09/09/10	11:32	12:32	148
09/09/10	12:42	13:45	144
09/09/10	13:57	14:57	148
09/09/10	15:07	16:07	144

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 descritto nel §4.1 (analizzatore paramagnetico).

Data	Ora		O ₂ [% vol.]	
	dalle	alle	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2; p = 95%)
07/09/10	17:34	18:50	6.8	± 0.3
08/09/10	09:10	10:10	6.6	± 0.3
08/09/10	10:17	11:17	6.6	± 0.3
08/09/10	11:24	12:24	6.7	± 0.3
08/09/10	12:44	14:30	6.6	± 0.3
08/09/10	14:47	15:47	6.8	± 0.3
08/09/10	16:04	17:04	6.8	± 0.3
08/09/10	17:12	18:12	6.8	± 0.3
08/09/10	18:24	19:24	6.6	± 0.3
09/09/10	09:00	10:05	6.8	± 0.3
09/09/10	10:16	11:19	6.8	± 0.3
09/09/10	11:32	12:32	6.8	± 0.3
09/09/10	12:42	13:45	6.7	± 0.3
09/09/10	13:57	14:57	6.7	± 0.3
09/09/10	15:07	16:07	6.8	± 0.3

6.3 Determinazione delle concentrazioni di ammoniaca (NH₃)

- Prova non accreditata da ACCREDIA

Nella tabella seguente sono riportati i risultati ottenuti durante la campagna di misura. I risultati sono espressi in condizioni standard di temperatura, pressione e ossigeno (rispettivamente 0 °C, 1 atm, 6% vol.).

L'incertezza di misura delle concentrazioni di ammoniaca, riportata nella tabella sottostante a fianco a ciascun risultato, viene valutata mediante la predisposizione di un bilancio di incertezza; 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 NH₄⁺ nelle soluzioni di assorbimento.

Data	Ora		NH ₃ [mg/Nm ³ @6% O ₂]	
	dalle	alle	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2; p = 95%)
07/09/2010	15:56	17:05	< 0.04	—
07/09/2010	17:34	18:50	< 0.04	—
08/09/2010	09:10	10:10	< 0.05	—
08/09/2010	10:17	11:17	< 0.05	—
08/09/2010	11:24	12:24	< 0.05	—
08/09/2010	12:44	14:30	< 0.03	—
08/09/2010	14:47	15:47	< 0.04	—
08/09/2010	16:04	17:04	< 0.05	—
08/09/2010	17:12	18:12	< 0.05	—
08/09/2010	18:24	19:24	< 0.04	—
09/09/2010	09:00	10:05	< 0.04	—
09/09/2010	10:16	11:19	< 0.04	—
09/09/2010	11:32	12:32	< 0.04	—
09/09/2010	12:42	13:45	< 0.04	—
09/09/2010	13:57	14:57	< 0.04	—
09/09/2010	15:07	16:07	< 0.05	—
09/09/2010	16:11	17:11	0.07	± 0.01

Nella tabella seguente sono riportati i valori delle concentrazioni di O₂ misurate con strumentazione CESI contemporaneamente ai campionamenti per la determinazione dell'ammoniaca. Le misure sono state effettuate con il metodo automatico descritto nel §4.1 (analizzatore paramagnetico).

Data	Ora		O ₂ [% vol.]	
	dalle	alle	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2; p = 95%)
07/09/2010	15:56	17:05	7.0	± 0.3
07/09/2010	17:34	18:50	6.8	± 0.3
08/09/2010	09:10	10:10	6.6	± 0.3
08/09/2010	10:17	11:17	6.6	± 0.3
08/09/2010	11:24	12:24	6.7	± 0.3
08/09/2010	12:44	14:30	6.6	± 0.3
08/09/2010	14:47	15:47	6.8	± 0.3
08/09/2010	16:04	17:04	6.8	± 0.3
08/09/2010	17:12	18:12	6.8	± 0.3
08/09/2010	18:24	19:24	6.6	± 0.3
09/09/2010	09:00	10:05	6.8	± 0.3
09/09/2010	10:16	11:19	6.8	± 0.3
09/09/2010	11:32	12:32	6.8	± 0.3
09/09/2010	12:42	13:45	6.7	± 0.3
09/09/2010	13:57	14:57	6.7	± 0.3
09/09/2010	15:07	16:07	6.8	± 0.3
09/09/2010	16:11	17:11	6.7	± 0.3

6.4 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.}:

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

Data	Ora		H ₂ O [% _{vol.}]	
	dalle	alle	Valore	Incertezza estesa (U) ($k=2$; $p = 95\%$)
07/09/10	15:56	17:26	11.93	± 2.38
07/09/10	17:38	19:03	12.30	± 2.41
08/09/10	09:28	10:48	12.54	± 2.44
08/09/10	11:06	12:30	12.36	± 2.42
08/09/10	14:34	15:34	12.83	± 2.46
08/09/10	15:46	16:47	12.77	± 2.46
08/09/10	16:55	17:55	12.84	± 2.46
08/09/10	18:03	19:03	12.38	± 2.42
09/09/10	09:04	10:04	10.95	± 2.29
09/09/10	10:11	11:13	10.51	± 2.25
09/09/10	11:26	12:30	10.80	± 2.27
09/09/10	12:40	13:44	10.78	± 2.27
09/09/10	13:52	14:57	10.74	± 2.27
09/09/10	15:08	16:10	10.52	± 2.25
09/09/10	16:20	17:20	10.87	± 2.28

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%).

6.5 Determinazione delle concentrazioni di polveri

Nella tabella seguente vengono riportati i risultati delle misure delle concentrazioni di polveri.

I risultati sono espressi in condizioni standard di temperatura, pressione, ossigeno e umidità (rispettivamente 0 °C, 1 atm, 6%_{vol.}, gas secco). 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/Nm ³ @6% O ₂]	
	dalle	alle	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2; p = 95%)
07/09/10	15:56	17:26	0.5	± 0.3
07/09/10	17:38	19:03	0.4	± 0.2
08/09/10	09:28	10:48	0.4	± 0.2
08/09/10	11:06	12:30	0.4	± 0.2
08/09/10	14:34	15:34	0.5	± 0.3
08/09/10	15:46	16:47	0.4	± 0.2
08/09/10	16:55	17:55	0.4	± 0.2
08/09/10	18:03	19:03	0.4	± 0.2
09/09/10	09:04	10:04	0.5	± 0.3
09/09/10	10:11	11:13	0.4	± 0.2
09/09/10	11:26	12:30	1.0	± 0.5
09/09/10	12:40	13:44	0.9	± 0.5
09/09/10	13:52	14:57	0.5	± 0.3
09/09/10	15:08	16:10	0.6	± 0.3
09/09/10	16:20	17:20	0.6	± 0.3

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 descritto nel §4.1 (analizzatore paramagnetico).

Data	Ora		O ₂ [% vol.]	
	dalle	alle	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2; p = 95%)
07/09/10	15:56	17:26	6.9	± 0.3
07/09/10	17:38	19:03	6.8	± 0.3
08/09/10	09:28	10:48	6.6	± 0.3
08/09/10	11:06	12:30	6.7	± 0.3
08/09/10	14:34	15:34	6.8	± 0.3
08/09/10	15:46	16:47	6.8	± 0.3
08/09/10	16:55	17:55	6.8	± 0.3
08/09/10	18:03	19:03	6.7	± 0.3
09/09/10	09:04	10:04	6.8	± 0.3
09/09/10	10:11	11:13	6.8	± 0.3
09/09/10	11:26	12:30	6.8	± 0.3
09/09/10	12:40	13:44	6.7	± 0.3
09/09/10	13:52	14:57	6.7	± 0.3
09/09/10	15:08	16:10	6.8	± 0.3
09/09/10	16:20	17:20	6.7	± 0.3

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

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

Data	Ora		Velocità [m/s]		Temperatura [° C]		Pressione atmosferica [hPa]		Pressione statica condotto [hPa]	
	dalle	alle	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2; p = 95%)	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2; p = 95%)	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2; p = 95%)	Valore	Incertezza estesa (U) (k=2; p = 95%)
07/09/10	15:56	17:26	38.0	± 2.2	108.1	± 1.7	1004	± 5	1003	± 5
07/09/10	17:38	19:03	37.5	± 2.2	107.4	± 1.7	1004	± 5	1003	± 5
08/09/10	09:28	10:48	37.6	± 2.2	107.5	± 1.7	1003	± 5	1003	± 5
08/09/10	11:06	12:30	37.7	± 2.2	107.7	± 1.7	1003	± 5	1003	± 5
08/09/10	14:34	15:34	37.9	± 2.2	108.1	± 1.7	1003	± 5	1003	± 5
08/09/10	15:46	16:47	39.5	± 2.3	107.8	± 1.7	1003	± 5	1003	± 5
08/09/10	16:55	17:55	40.8	± 2.4	107.4	± 1.7	1003	± 5	1003	± 5
08/09/10	18:03	19:03	40.8	± 2.4	106.7	± 1.7	1003	± 5	1003	± 5
09/09/10	09:04	10:04	39.4	± 2.3	104.6	± 1.7	1004	± 5	1003	± 5
09/09/10	10:11	11:13	39.3	± 2.3	105.1	± 1.7	1004	± 5	1003	± 5
09/09/10	11:26	12:30	36.5	± 2.1	105.3	± 1.7	1004	± 5	1003	± 5
09/09/10	12:40	13:44	38.8	± 2.2	105.6	± 1.7	1004	± 5	1003	± 5
09/09/10	13:52	14:57	38.2	± 2.2	105.6	± 1.7	1004	± 5	1003	± 5
09/09/10	15:08	16:10	38.0	± 2.2	105.6	± 1.7	1004	± 5	1003	± 5
09/09/10	16:20	17:20	38.0	± 2.2	105.8	± 1.7	1004	± 5	1003	± 5

APPENDICE A – DATI DI DETTAGLIO DELLE PROVE POLVERI

Cliente ENEL Produzione
Impianto TVN
Unità 4

Prova n°		1	2	3	4	5	6	7
Data prova		07/09/2010	07/09/2010	08/09/2010	08/09/2010	08/09/2010	08/09/2010	08/09/2010
Ora Inizio Prova		15:56	17:38	09:28	11:06	14:34	15:46	16:55
Ora Fine Prova		17:26	19:03	10:48	12:30	15:34	16:47	17:55
Esecutore		Sidoli - Bertolamei	Sidoli - Bertolamei	Sidoli - Bertolamei	Sidoli - Bertolamei	Sidoli - Bertolamei	Sidoli - Bertolamei	Sidoli - Bertolamei
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		10	10	10	10	5	5	5
Diametro ugello	mm	4	4	4	4	4	4	4
K pitot		0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
Forma della sezione di misura		Circolare	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare
Sezione circolare: Diametro	m							
Sezione rettangolare: 1° lato	(m ²)	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75
Sezione di forma qualsiasi: Area								
Sezione circolare: —	m							
Sezione rettangolare: 2° lato								
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	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13
Velocità Media Flusso	m/s	38.0	37.5	37.6	37.7	37.9	39.5	40.8
Pressione Statica Condotta	kPa	100.30	100.30	100.30	100.30	100.30	100.30	100.30
Temperatura Media Condotta	°C	108.1	107.4	107.5	107.7	108.1	107.8	107.4
Identificativo filtro		112	113	114	115	116	117	118
Pressione Statica Contatore	kPa	100.39	100.39	100.32	100.32	100.32	100.32	100.32
Temperatura Media Contatore	°C	39.8	39.6	38.0	39.7	39.2	39.6	38.7
Letture Iniziale Contatore	l	391077	392405	393759	395040	396394	397515	398685
Letture Finale Contatore	l	392405	393759	395029	396394	397515	398685	399892
Identificativo bilancia tecnica		030278	030278	030278	030278	030278	030278	030278
Identificativo bilancia analitica		025885	025885	025885	025885	025885	025885	025885
Peso iniziale Medio Supporto	g	0.1450	0.1451	0.1457	0.1451	0.1445	0.1453	0.1449
Peso Finale Medio Supporto	g	0.1455	0.1456	0.1461	0.1455	0.1449	0.1457	0.1453
Peso Iniziale Petri	g							
Peso Finale Petri	g							
Ossigeno medio	%	6.93	6.80	6.64	6.69	6.84	6.83	6.79
Ossigeno di riferimento	%	6	6	6	6	6	6	6
Area Sezione di Misura	m ²	25.97	25.97	25.97	25.97	25.97	25.97	25.97
Volume Secco Aspirato Normale	Nm ³	1.149	1.172	1.104	1.171	0.971	1.012	1.047
Volume Secco Aspirato t.g.	m ³	1.619	1.649	1.554	1.649	1.369	1.426	1.474
Peso Polveri Netto	mg	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4
Umidità dei Fumi	%	11.93	12.30	12.54	12.36	12.83	12.77	12.84
Portata Oraria Polveri	kg/h	1.00	0.85	0.91	0.84	0.93	0.91	1.00
Concentrazione polveri riferita al tale quale	mg/m ³	0.28	0.24	0.26	0.24	0.26	0.25	0.26
Concentrazione polveri riferita a 0 °C, 101.3 kPa, fumi secchi	mg/Nm ³	0.45	0.39	0.42	0.38	0.42	0.40	0.42
Concentrazione polveri riferita a 0 °C, 101.3 kPa, fumi secchi e O2 di riferimento	mg/Nm ³ @6% O2	0.48	0.41	0.44	0.40	0.45	0.42	0.45

Cliente ENEL Produzione
 Impianto TVN
 Unità 4

Prova n°		8	9	10	11	12	13	14	15
Data prova		08/09/2010	09/09/2010	09/09/2010	09/09/2010	09/09/2010	09/09/2010	09/09/2010	09/09/2010
Ora Inizio Prova		18:03	09:04	10:11	11:26	12:40	13:52	15:08	16:20
Ora Fine Prova		19:03	10:04	11:13	12:30	13:44	14:57	16:10	17:20
Esecutore		Sidoli - Bertolamei	Sidoli - Bertolamei	Sidoli - Bertolamei	Sidoli - Bertolamei	Sidoli - Bertolamei	Sidoli - Bertolamei	Sidoli - Bertolamei	Sidoli - Bertolamei
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		5	5	5	5	5	5	5	5
Diametro ugello	mm	4	4	4	4	4	4	4	4
K pitot		0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
Forma della sezione di misura		Circolare	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare
Sezione circolare: Diametro	m								
Sezione rettangolare: 1° lato	(m ²)	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75
Sezione di forma qualsiasi: Area									
Sezione circolare: —	m								
Sezione rettangolare: 2° lato									
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	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13
Velocità Media Flusso	m/s	40.8	39.4	39.3	36.5	38.8	38.2	38.0	38.0
Pressione Statica Condotto	kPa	100.30	100.30	100.30	100.30	100.30	100.30	100.30	100.30
Temperatura Media Condotto	°C	106.7	104.6	105.1	105.3	105.6	105.6	105.6	105.8
Identificativo filtro		119	120	01	02	03	04	05	06
Pressione Statica Contatore	kPa	100.30	100.36	100.36	100.36	100.36	100.36	100.36	100.36
Temperatura Media Contatore	°C	38.3	36.0	37.1	37.8	38.4	38.3	38.0	37.5
Lettura Iniziale Contatore	l	399892	401098	402251	403413	404489	405556	406763	407885
Lettura Finale Contatore	l	401098	402251	403413	404489	405556	406763	407885	409003
Identificativo bilancia tecnica		030278	030278	030278	030278	030278	030278	030278	030278
Identificativo bilancia analitica		025885	025885	025885	025885	025885	025885	025885	025885
Peso iniziale Medio Supporto	g	0.1443	0.1444	0.1425	0.1429	0.1425	0.1429	0.1426	0.1439
Peso Finale Medio Supporto	g	0.1447	0.1449	0.1429	0.1438	0.1433	0.1434	0.1432	0.1445
Peso Iniziale Petri	g								
Peso Finale Petri	g								
Ossigeno medio	%	6.68	6.84	6.84	6.79	6.72	6.72	6.76	6.71
Ossigeno di riferimento	%	6	6	6	6	6	6	6	6
Area Sezione di Misura	m ²	25.97	25.97	25.97	25.97	25.97	25.97	25.97	25.97
Volume Secco Aspirato Normale	Nm ³	1.047	1.009	1.013	0.936	0.927	1.049	0.976	0.974
Volume Secco Aspirato l.q.	m ³	1.471	1.410	1.417	1.310	1.298	1.469	1.367	1.365
Peso Polveri Netto	mg	0.4	0.5	0.4	0.9	0.8	0.5	0.6	0.6
Umidità dei Fumi	%	12.38	10.95	10.51	10.80	10.78	10.74	10.52	10.87
Portata Oraria Polveri	kg/h	0.85	1.09	0.93	2.09	1.99	1.09	1.40	1.39
Concentrazione polveri riferita al tale quale	mg/m ³	0.22	0.29	0.25	0.61	0.55	0.30	0.39	0.39
Concentrazione polveri riferita a 0°C, 101.3 kPa, fumi secchi	mg/Nm ³	0.36	0.46	0.39	0.96	0.86	0.48	0.61	0.62
Concentrazione polveri riferita a 0°C, 101.3 kPa, fumi secchi e O2 di riferimento	mg/Nm ³ @6% O2	0.37	0.49	0.42	1.01	0.91	0.50	0.65	0.65

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

ALLEGATI AL RAPPORTO DI PROVA B0012851

Certificati di taratura delle bombole:

- **A8026178** **3 pagine**
- **A8026171** **3 pagine**

Cliente	ENEL Produzione S.p.A.
Oggetto	Verifica del Sistema di Misura Emissioni installato alle emissioni del gruppo 4 della centrale di Torvaldaliga Nord, ai sensi della norma UNI EN 14181:2005
Ordine	Ordine Quadro 8400011866 Attingimento n.ro 4000250267
Note	AG10GIM033 – Lettera n. B0033691

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

N. pagine	42	N. pagine fuori testo	109
Data	06/12/2010		
Elaborato	ESS	Stefano Filippini	
Verificato	ESS	Maurizio Sala	
Approvato	ESS	Stefano Filippini	

Indice

1	OGGETTO E SCOPO	4
2	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	4
2.1	Limiti di emissione.....	5
3	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI MISURA EMISSIONI (AMS)	5
4	DESCRIZIONE DELLE VERIFICHE EFFETTUATE	5
4.1	Introduzione.....	5
4.2	Test preliminari alla QAL2	5
4.3	Prova di assicurazione qualità QAL2.....	6
5	RISULTATI.....	9
5.1	Test preliminari alla QAL2	9
5.1.1	Allineamento e pulizia.....	9
5.1.2	Sistema di campionamento.....	9
5.1.3	Documentazione e registrazioni	10
5.1.4	Modalità di gestione	10
5.1.5	Test di tenuta	10
5.1.6	Controllo dello zero e dello span.....	10
5.1.7	Tempo di risposta	10
5.1.8	Verifica di linearità.....	11
5.1.9	Verifica di interferenza.....	11
5.2	Prova di assicurazione qualità QAL2 – risultati con uscite strumenti in mA.....	11
5.2.1	Analizzatore multiparametrico MCS – Canale NO	12
5.2.2	Analizzatore multiparametrico MCS – Canale CO	15
5.2.3	Analizzatore multiparametrico MCS – Canale SO ₂	18
5.2.4	Analizzatore multiparametrico MCS – Canale NH ₃	20
5.2.5	Analizzatore Polveri	21
5.2.6	Misuratore portata fumi	23
5.3	Prova di assicurazione qualità QAL2 – risultati con uscite strumenti digitali	25
5.3.1	Analizzatore multiparametrico MCS – Canale NO	25
5.3.2	Analizzatore multiparametrico MCS – Canale CO	29
5.3.3	Analizzatore multiparametrico MCS – Canale SO ₂	32
5.3.4	Analizzatore multiparametrico MCS – Canale NH ₃	34
5.3.5	Analizzatore Polveri	34
5.3.6	Misuratore portata fumi	37
5.4	Confronto uscite digitali-analogiche analizzatore	38
5.5	Calcolo differenze parametri ausiliari	40
6	CONCLUSIONI	41
7	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	42

ALLEGATI AL RAPPORTO B0031248

–	Certificato TUV analizzatore Sick Maihak MCS 100E HW	34 pagg.
–	Certificato mCERTS analizzatore Sick Maihak MCS 100E HW	5 pagg.
–	Certificato mCERTS analizzatore Sick Maihak RM 210	5 pagg.
–	Certificato mCERTS Flowsic 100	6 pagg.
–	Rapporto ENEL ASP di verifica linearità analizzatore RM210	15 pagg.
–	Rapporto Sick Maihak di verifica di linearità MCS	38 pagg.
–	Elenco delle prove in accreditamento ACCREDIA – sede CESI Milano	3 pagg.
–	Elenco delle prove in accreditamento ACCREDIA – sede CESI Piacenza	2 pagg.

1 OGGETTO E SCOPO

ENEL Produzione S.p.A. ha richiesto a CESI l'effettuazione delle verifiche dei Sistemi di Misura Emissioni dei gruppi della centrale termoelettrica di Torvaldaliga Nord. Come previsto nell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) dell'impianto, le verifiche sono state eseguite secondo la procedura QAL2 descritta nella norma UNI EN 14181:2005.

Il presente documento contiene i risultati della prova QAL2 eseguita sugli analizzatori del Sistema di Misura Emissioni (AMS) del gruppo 4.

I risultati delle misure con metodo di misura di riferimento (SRM) sono riportati sia all'interno del presente documento sia all'interno del Rapporto di Prova CESI B0012851, emesso sotto marchio SINAL/ACCREDIA, come richiesto dalla norma UNI EN 14181:2005.

2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Nelle tabelle seguenti sono descritti i dati generali dell'impianto e del punto di emissione oggetto di verifica.

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO	
Ragione sociale:	Enel Produzione S.p.A. – UB Torrevaldaliga Nord
Impianto:	Centrale termoelettrica Torrevaldaliga Nord
Indirizzo:	Via Aurelia Nord, 32
Processo produttivo:	Combustione carbone
Tipologia di prodotti:	Energia elettrica

DATI DEL PUNTO DI EMISSIONE	
Specifiche tecniche indicative	
Punto di emissione oggetto della verifica:	Camino all'interno ciminiera, canna gruppo TVN4 (quota 71 metri rispetto al piano campagna)
Forma della sezione del condotto:	Circolare in posizione verticale.
Diametro interno del condotto:	5700 mm
Portata fumi in ciascun condotto:	~ 2'200'000 Nm ³ /h al 6% O ₂
Sistemi di abbattimento	
DeSOx – Calcare ad umido	
DeNOx – Abbattimento ad ammoniacca	
Bruciatori a basso NO _x	
OFA	
Filtri a manica	

ACCESSIBILITÀ AL PUNTO DI CAMPIONAMENTO	
Punto di emissione oggetto della verifica:	Scale ed ascensore, piattaforma di lavoro
Forma del condotto:	Circolare orizzontale

2.1 Limiti di emissione

I limiti di emissione applicabili al gruppo termoelettrico 4, indicati nel Parere Istruttorio dell'Autorizzazione Integrata Ambientale, sono riassunti nella tabella seguente.

Tali limiti si applicano durante le ore di normale funzionamento così come definite dall'Allegato II parte I paragrafo I p.to e) del D. Lgs. 152/2006.

Parametro	Limite [mg/Nm ³ @6% O ₂]	Base temporale
SO ₂	100	Media oraria
NO _x (come NO ₂)	100	
Polveri	15	
NH ₃	5	
CO	130	Media giornaliera

3 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI MISURA EMISSIONI (AMS)

Nel presente capitolo sono descritte le caratteristiche principali degli analizzatori del Sistema di Misura Emissioni del gruppo 4.

Modello	Costruttore	Parametro misurato	Principio di misura	Fondo scala	n° matricola
MCS 100 E HW	Sick Maihak	SO ₂	Analizzatore multiparametrico IR (campionamento estrattivo con tecnica a caldo)	150 mg/Nm ³	07061208
		NO		200 mg/Nm ³	
		CO		500 mg/Nm ³	
		NH ₃		25 mg/Nm ³	
		H ₂ O	20 % _{vol.}		
		O ₂	Sensore ad ossido di zirconio (ZrO ₂)	25 % _{vol.}	
RM 210	Sick Maihak	Polveri	Riflessione di luce	250 SI	07258009
Flowsic 100	Sick Maihak	Portata fumi	Ultrasuoni	60 m/s	07268596

Tutti gli analizzatori del Sistema di Misura Emissioni sono provvisti di certificazione TUV e/o mCERTS. I certificati sono allegati al presente Rapporto.

4 DESCRIZIONE DELLE VERIFICHE EFFETTUATE

4.1 Introduzione

Nel presente capitolo vengono descritti gli aspetti procedurali della QAL2; le norme di riferimento sono la UNI EN 14181:2005 e la UNI EN 13284-2:2005, che costituisce un'integrazione della prima nel caso dei Sistemi di Misura in continuo della concentrazione di polveri.

4.2 Test preliminari alla QAL2

La procedura QAL2 prevede l'esecuzione dei seguenti test preliminari, descritti nell'Appendice A della norma UNI EN 14181:2005:

- Verifica allineamento e pulizia (solo per gli analizzatori non estrattivi: nel caso specifico, misuratore polveri e portata fumi);
- Verifica del sistema di campionamento (solo per gli analizzatori estrattivi);
- Analisi della documentazione e delle registrazioni del Sistema di Misura delle Emissioni;
- Valutazione delle modalità di gestione;

- Prova di tenuta della linea di campionamento (solo per analizzatori estrattivi);
- Verifiche delle letture di zero e di span;
- Verifica del tempo di risposta.

Sono inoltre stati eseguiti i due seguenti test, pur non essendo obbligatori per la procedura QAL2 ma solo per la AST:

- Verifica di linearità della risposta strumentale;
- Verifica dell'interferenza dell'umidità sulle misure dell'analizzatore estrattivo Sick Maihak MCS 100 E HW.

I risultati dei test preliminari sono riportati nel §5.1.

4.3 Prova di assicurazione qualità QAL2

La prova di assicurazione qualità dei Sistemi di Misura Emissioni “QAL2” è una procedura avente i seguenti obiettivi:

- determinazione della retta di taratura degli analizzatori facenti parte del Sistema di Misura Emissioni (AMS);
- determinazione del range di validità di tale retta di taratura;
- calcolo della variabilità dei valori misurati dagli analizzatori AMS, per dimostrarne l'idoneità ai requisiti normativi applicabili.

La procedura è stata applicata per valutare le prestazioni degli analizzatori di gas dell'AMS per i quali sono imposti dei limiti di emissione nell'autorizzazione dell'impianto: NO_x, CO, SO₂, NH₃, polveri. L'utilizzo della procedura QAL2 è stato inoltre esteso anche alla verifica del misuratore di portata fumi.

La sequenza di operazioni richieste per l'esecuzione della “QAL2” è schematizzata di seguito.

1. Misurazioni in parallelo con un Sistema di Misura di Riferimento (SRM). Deve essere eseguito un certo numero di misure, in parallelo agli analizzatori dell'AMS, con un metodo indipendente, prelevando il gas in un punto il più vicino possibile a quello di prelievo del Sistema di Misura Emissioni. I metodi SRM da utilizzare per la verifica QAL2 sono quelli indicati nel Piano di Monitoraggio e Controllo dell'AIA: si tratta, ove disponibili, delle tecniche di misura indicate dal CEN come “Metodi di Riferimento”. Nel caso in esame, i metodi di riferimento sono i seguenti:
 - per gli ossidi di azoto (NO_x): UNI EN 14792:2006 (analizzatore automatico a chemiluminescenza);
 - per il monossido di carbonio (CO): UNI EN 15058:2006 (analizzatore automatico a tecnica NDIR – spettrometria a infrarossi non dispersiva);
 - per le polveri: UNI EN 13284-1:2003 (metodo manuale gravimetrico);
 - per il biossido di zolfo: UNI EN 14791:2006 (metodo con campionamento manuale e analisi mediante cromatografia ionica);
 - per l'ammoniaca: metodi Unichim 632:1984 (metodo con campionamento manuale e analisi colorimetrica con reattivo di Nessler) e Unichim 632:1984 + UNI EN ISO 14911:2001 (metodo con campionamento manuale e analisi mediante cromatografia ionica). Si sottolinea che nel Piano di Monitoraggio e Controllo non viene indicato alcun metodo di riferimento per NH₃;
 - per la portata fumi: UNI 10169:2001 (metodo manuale con tubo di Pitot).

La norma UNI EN 14181:2005 richiede che, per l'applicazione della procedura QAL2, siano eseguite almeno 15 misurazioni in parallelo valide, suddivise su almeno 3 giorni. La norma richiede che ciascuna delle 15 misurazioni in parallelo abbia un tempo di campionamento almeno pari a 30 minuti; come linea guida generale, viene suggerito di considerare un tempo pari alla base temporale più breve specificata nei limiti di emissione dell'autorizzazione d'impianto. Nel caso in esame, la base temporale più breve prevista per il confronto con i limiti di emissione è quella oraria: per le misure in parallelo ottenute con metodo automatico (NO_x, CO) e per quelle di SO₂ è stato pertanto considerato un tempo di campionamento di 60 minuti, mentre per le misure di polveri e di portata i tempi di misura sono variabili e generalmente superiori ad 1 ora, a causa della complessità della

prova che, richiedendo lo spostamento della sonda in diversi bocchelli di prelievo, rende complicato mantenere un tempo di campionamento costante per tutte le prove.

Oltre al parametro sottoposto a verifica, è necessario misurare, sia con strumentazione d'impianto sia con strumentazione di riferimento indipendente, tutti i parametri di volta in volta necessari per:

- esprimere i risultati ottenuti con il Sistema di Misura di Riferimento nelle stesse condizioni di quelli misurati dal Sistema di Misura Emissioni;
- convertire ogni coppia di misurazioni (AMS e Sistema di Riferimento) in condizioni normalizzate, cioè nelle condizioni nelle quali sono espressi i limiti normativi.

Nel caso specifico, a seconda del composto, è stato necessario misurare uno o più dei seguenti parametri ausiliari:

- contenuto di O₂ nei fumi, mediante analizzatore automatico paramagnetico, in accordo alla UNI EN 14789:2006;
- umidità dei fumi, mediante il metodo manuale gravimetrico descritto nella norma UNI EN 14790:2006;
- temperatura e pressione fumi, in accordo alle norme UNI EN 13284-1:2003 e UNI 10169:2001.

Per i parametri ausiliari sopra indicati non è stata applicata la procedura QAL2, dato che essa è rigorosamente applicabile soltanto per i misurandi per i quali è definito un limite di emissione. Della corretta determinazione di queste grandezze si tiene conto, indirettamente, nei test di variabilità previsti nelle QAL2 dei composti sui quali essi hanno influenza, dato che i dati normalizzati richiesti per la sua applicazione vengono ottenuti utilizzando per l'AMS i valori dei parametri ausiliari ottenuti con la strumentazione d'impianto, per l'SRM i valori ottenuti con la strumentazione di riferimento. Per garantire un ulteriore controllo sulla misura di tali parametri è comunque stato eseguito anche il calcolo delle differenze relative fra le misure ottenute con la strumentazione d'impianto e quelle fornite dal sistema di riferimento. I risultati sono riportati nel §5.5.

I dati misurati dalla strumentazione di impianto sono stati acquisiti secondo due modalità:

- con un Sistema Acquisizione dati indipendente da quello d'impianto, utilizzando le uscite analogiche 4-20 mA di cui sono provvisti gli analizzatori del Sistema Misura Emissioni d'impianto;
- con il Sistema di Acquisizione Dati d'impianto, che utilizza le uscite digitali degli strumenti.

Per ciascun parametro sono state pertanto determinate due rette di taratura: la prima correla le uscite in mA degli analizzatori d'impianto alle misure ottenute con il metodo di misura di riferimento; la seconda correla le uscite digitali degli strumenti d'impianto (già espresse in termini di concentrazione o, per la misura di portata, in m/s) alle misure ottenute con il metodo di riferimento.

Nel software del Sistema di Misura Emissioni verranno inserite le rette del secondo tipo, dato che esso funziona acquisendo le uscite digitali degli analizzatori: le uscite analogiche in mA vengono infatti utilizzate solo in caso di guasto delle uscite digitali. In questo caso si dovrebbe procedere ad una correzione fuori linea dei dati acquisiti, utilizzando le rette di taratura uscita analogica mA → valore in concentrazione. Tuttavia, dato che è emerso che le differenze fra le due tipologie di rette sono molto limitate (si veda quanto riportato nel §5.4), tale correzione è da ritenersi trascurabile.

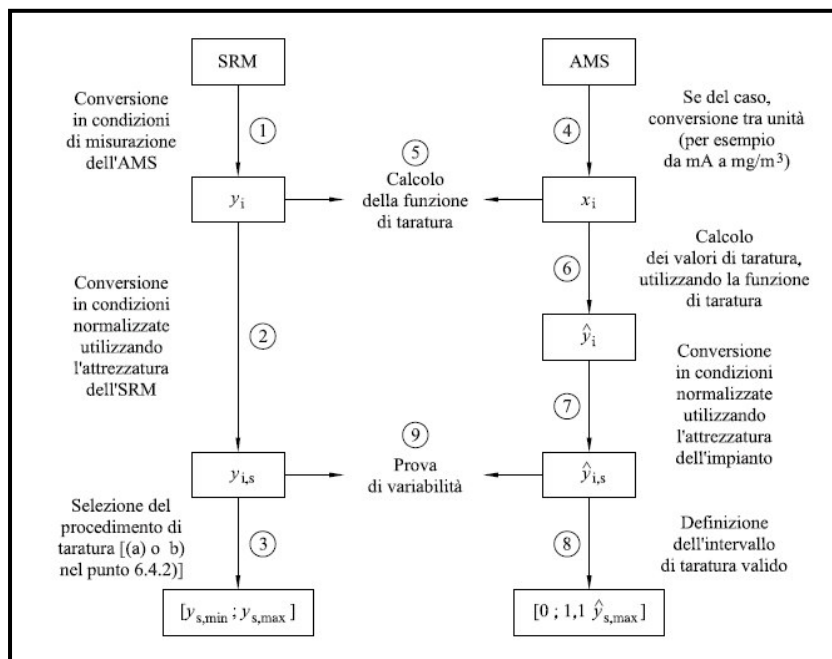
2. Valutazione dei dati. Come già anticipato, i risultati ottenuti con il Metodo di Misura di Riferimento devono essere riferiti alle medesime condizioni cui si riferiscono le misure degli analizzatori del Sistema di Misura Emissioni, prima di poter determinare la retta di taratura. Si è quindi proceduto ad operare tale conversione, per i misurandi ove ciò è reso necessario dal tipo di metodo di riferimento (polveri, SO₂, NH₃).

Nel caso dei parametri per i quali il metodo di misura di riferimento è costituito da un analizzatore automatico (NO_x, CO), fra le numerose coppie di dati medi orari (AMS, SRM) disponibili, ne sono state utilizzate solo alcune, scelte in base ai seguenti requisiti e rispettando i criteri minimi descritti nel punto precedente:

- Coprire, ove possibile, tutti gli orari di funzionamento dell'impianto; è inoltre necessario che le misure siano distribuite su almeno 3 giorni;
- Scartare tutte le medie orarie non complete, ovvero quelle fasce orarie in cui sono state effettuate le tarature periodiche sugli analizzatori dei Sistemi di Misura Emissioni o su quelli del Sistema di Misura di Riferimento;

- Considerare solo gli stati di normale funzionamento dell'impianto: sono pertanto state scartate le fasce orarie interessate dai transitori di avviamento e spegnimento dei gruppi;
 - Coprire l'intero range di valori normalmente misurato dagli analizzatori. Si sottolinea, in particolare, che il range di validità della retta di taratura è legato al massimo valore rilevato durante la QAL2, ed è quindi importante che vengano utilizzati per i calcoli anche valori elevati dei diversi parametri.
3. Definizione della funzione di taratura e del suo range di validità. La funzione di taratura degli analizzatori del Sistema di Misura Emissioni viene determinata mediante regressione lineare ai minimi quadrati. Nel caso in cui, nelle normali condizioni operative d'impianto, il parametro sottoposto a verifica si mantenga in un range di concentrazioni piuttosto limitato (la norma identifica come tale un'ampiezza del range di valori misurato con il sistema di misura di riferimento inferiore al 15% del valore limite di emissione), la norma suggerisce (procedimento "b") di forzare la retta di taratura per l'origine. L'intervallo di taratura valido è compreso fra zero e la massima concentrazione (ottenuta dopo l'applicazione della retta di taratura alla misura dell'AMS) misurata durante la procedura QAL2, più un'estensione del 10% oltre quest'ultimo valore.
4. Calcolo della variabilità. Utilizzando i risultati delle misure in parallelo viene calcolata la variabilità, cioè lo scarto tipo delle differenze delle misurazioni parallele tra il Sistema di Misura Emissioni (AMS) e il Sistema di Misura di Riferimento. La variabilità deve essere calcolata sui valori tarati degli analizzatori del Sistema di Misura Emissioni: quindi, per ogni misurazione parallela, il valore misurato dell'AMS deve essere calcolato utilizzando la funzione di taratura. Inoltre, tali valori devono essere riferiti alle condizioni normalizzate.
5. Prova di variabilità. Serve per valutare l'idoneità dell'analizzatore sottoposto a verifica: la verifica è superata se la variabilità è inferiore all'incertezza massima richiesta dalla normativa. È opportuno sottolineare che tale incertezza deve essere convertita, se necessario, in termini di scarto tipo assoluto prima di eseguire il test. I valori massimi di incertezza utilizzati per i test di variabilità di ciascun parametro, tratti dal D. Lgs. 152/2006, Allegato II alla Parte Quinta, Parte II, Sez. 8, espressi come percentuale del valore limite di emissione e con un livello di confidenza del 95%, sono i seguenti:
- per le polveri totali: 30%;
 - per il biossido di zolfo: 20%;
 - per il biossido di azoto: 20%;
 - per il monossido di carbonio e per l'ammoniaca non vengono specificati nel D. Lgs 152/2006 dei limiti di incertezza. Si ritiene ragionevole estendere anche a tali parametri i valori indicati per gli ossidi di azoto: 20%;
 - per la misura di velocità fumi viene assunto un valore limite pari al 20% del fondo scala strumentale (per la misura di velocità/portata fumi non è definibile alcun "limite di emissione").

Lo schema seguente riassume graficamente le fasi della procedura QAL2:



5 RISULTATI

5.1 Test preliminari alla QAL2

5.1.1 Allineamento e pulizia

Questo test è applicabile unicamente agli analizzatori non estrattivi (“in-situ”): nel caso in esame, quindi, riguarda i misuratori in continuo di polveri e di velocità fumi.

Data la complessità delle verifiche di questo tipo di strumentazione, il controllo delle stesse non è stato eseguito direttamente da CESI S.p.A.. Le verifiche di questa strumentazione vengono infatti eseguite dai tecnici della società incaricata della manutenzione del Sistema di Misura Emissioni (BILAB): nel manuale di gestione e manutenzione del Sistema di Misura Emissioni (rif. 7f)) sono indicate le operazioni di manutenzione previste su tali strumenti, e le frequenze di esecuzione delle stesse.

5.1.2 Sistema di campionamento

Questo test è applicabile, per definizione, unicamente agli analizzatori di tipo estrattivo.

Il sistema di campionamento a servizio dell’analizzatore multiparametrico estrattivo Sick Maihak MCS 100 E HW consta delle seguenti componenti principali:

- Sonda di prelievo con box riscaldato esterno contenente un filtro, per togliere le polveri presenti nel gas campionato;
- Linea riscaldata (180 °C), per il trasporto del gas dalla sonda all’analizzatore multiparametrico posto all’interno di una cabina termostata.

Poiché l’analizzatore estrattivo MCS 100 E HW, essendo di tipologia “a caldo”, prevede l’analisi del gas tal quale, non è presente nessun trattamento di deumidificazione e condizionamento prima dello stesso.

Prima di iniziare le misure previste dalla QAL2 è stata effettuata un’ispezione visiva dei sistemi di campionamento: tutte le componenti visibili sono risultate in buone condizioni.

A carico del gestore dell’impianto vengono eseguite delle operazioni periodiche di manutenzione del sistema di campionamento del gas, i cui dettagli e frequenze di verifica sono descritti nel manuale di gestione e manutenzione del Sistema di Misura Emissioni (rif. 7f)).

5.1.3 Documentazione e registrazioni

È stata verificata la disponibilità dei seguenti documenti:

- Manuali utente;
- Certificazioni TUV e/o mCERTS dei seguenti strumenti:
 - analizzatore multiparametrico Sick Maihak MCS 100E HW;
 - misuratore di polveri Sick Maihak RM 210;
 - misuratore di portata fumi Sick Maihak Flowsic 100.
- Registri di manutenzione;
- Manuale per la conduzione del Sistema di Monitoraggio e Controllo delle Emissioni.

5.1.4 Modalità di gestione

Dato che il camino di emissione si trova all'interno della ciminiera, la strumentazione non estrattiva risulta ben protetta dagli agenti esterni ed è facilmente raggiungibile.

Gli analizzatori di tipo estrattivo sono collocati in una cabina termostata posta all'interno della ciminiera, a quota 65 metri, a pochi metri di distanza dalla sonda di prelievo. La collocazione garantisce:

- Un facile ed agevole accesso agli analizzatori (il piano cui è collocata la cabina è raggiungibile mediante montacarichi o scale);
- Il completo riparo dagli agenti atmosferici;
- Il mantenimento di una temperatura di lavoro costante, tale da garantire un funzionamento stabile degli analizzatori, mediante impianto di condizionamento.

Le miscele certificate utilizzate per la taratura periodica dei diversi canali di misura dell'analizzatore sono disponibili in un apposito vano ricavato all'esterno della cabina.

La fornitura delle parti di ricambio e gli interventi di manutenzione in caso di guasto vengono garantiti dalla ditta incaricata della manutenzione della strumentazione.

5.1.5 Test di tenuta

La tenuta della linea di campionamento viene verificata con frequenza quadrimestrale dalla ditta incaricata della manutenzione del Sistema di Misura Emissioni (BILAB).

Prima di iniziare le prove QAL2 è stato controllato l'esito della precedente verifica.

5.1.6 Controllo dello zero e dello span

L'analizzatore MCS 100E HW esegue quotidianamente una verifica dello zero automatica utilizzando aria strumenti; nel caso in cui risulti impossibile l'aggiustamento a causa di una deriva eccessiva, l'analizzatore emette automaticamente una segnalazione di allarme. Lo span viene invece verificato manualmente dagli operatori di centrale utilizzando le miscele di gas certificate, con frequenza mensile.

Lo zero e lo span sono inoltre stati verificati, prima dell'esecuzione delle procedura QAL2, nel corso dei test di verifica di linearità della risposta (si veda il §5.1.8).

Lo strumento di misura delle polveri Sick Maihak RM 210 esegue una verifica ed aggiustamento automatico di zero e di span ogni 2 ore; nel caso in cui l'aggiustamento automatico risulti impossibile a causa della deriva eccessiva, viene emessa una segnalazione di allarme.

Anche per questo strumento, lo zero e lo span sono inoltre stati verificati, prima dell'esecuzione delle procedura QAL2, nel corso dei test di verifica di linearità della risposta (si veda il §5.1.8).

Il misuratore di portata fumi Sick Maihak Flowsic 100 esegue giornalmente un ciclo di controllo che prevede anche le verifiche di zero e di span.

5.1.7 Tempo di risposta

Per l'analizzatore estrattivo Sick Maihak MCS 100 E HW, la verifica del tempo di risposta è stata eseguita inviando all'analizzatore diverse miscele di gas in bombola e misurando il tempo impiegato per il raggiungimento del 90% della risposta finale (t_{90}).

Per l'opacimetro, il tempo di risposta è stato valutato misurando il tempo impiegato dallo strumento a raggiungere il 90% della risposta finale (t_{90}) a seguito dell'avvio della taratura automatica.

Il risultato della verifica è il seguente:

- Per l'analizzatore Sick Maihak MCS 100 E HW i tempi di risposta osservati sono risultati inferiori ai massimi valori ammessi nella certificazione QAL1 per questo tipo di strumenti (400 s per il parametro NH₃, 200 s per gli altri).
- Per l'opacimetro (Sick Maihak RM 210), nella certificazione QAL1 viene specificato che il tempo di risposta dello strumento è regolabile da 1 a 255 secondi, consigliando di impostare un valore pari a 60 secondi per rispettare i massimi valori ammessi nella certificazione per questo tipo di strumenti (200 s). Lo strumento installato alle emissioni è stato programmato per rispettare largamente tale requisito normativo.

5.1.8 Verifica di linearità

Tale test, non richiesto obbligatoriamente dalla procedura QAL2, è stato effettuato per l'analizzatore multiparametrico Sick Maihak MCS 100 E HW e per il misuratore di polveri Sick Maihak RM210; in entrambi i casi, le verifiche sono state eseguite secondo le modalità previste nell'Appendice B della norma UNI EN 14181:2005.

Le verifiche di linearità dell'analizzatore multiparametrico Sick Maihak MCS 100 E HW sono state eseguite, sotto la supervisione CESI, da un tecnico della ditta produttrice, utilizzando un diluatore in grado di generare anche diversi livelli di vapore acqueo (per la verifica della linearità del canale di misura H₂O).

Le verifiche di linearità del misuratore di polveri sono state eseguite da un tecnico ENEL ASP, utilizzando gli appositi filtri certificati simulatori di polverosità.

I test di linearità hanno avuto esito positivo per tutti i parametri verificati, essendo stati rilevati in tutti i casi errori di linearità inferiori al 5% di ciascun campo di misura.

I Rapporti riportanti gli esiti delle verifiche di linearità sono allegati al presente documento.

5.1.9 Verifica di interferenza

Poiché lo strumento estrattivo Sick Maihak MCS 100 E HW misura il gas umido, rendendo pertanto il parametro H₂O critico per la misura di tutti gli altri composti, è stato richiesto da ENEL di aggiungere ai test preliminari obbligatori anche l'effettuazione del test di verifica dell'interferenza del vapore acqueo sulla misura degli altri parametri.

Il test è stato eseguito da un tecnico della ditta fornitrice dello strumento, utilizzando un generatore di vapore acqueo, una bombola di azoto e bombole contenenti miscele in azoto dei diversi componenti misurati dallo strumento.

L'interferenza del vapore acqueo sulla misura dei diversi parametri misurati dall'analizzatore è stata verificata in corrispondenza della concentrazione di zero e di quelle di span, ed è risultata accettabile.

5.2 Prova di assicurazione qualità QAL2 – risultati con uscite strumenti in mA

Nel presente paragrafo sono riportati i risultati dell'applicazione della procedura di assicurazione qualità QAL2 sugli analizzatori di CO, NO_x, SO₂, NH₃, polveri e sul misuratore di portata fumi del Sistema di Misura Emissioni.

In questo paragrafo vengono riportati i risultati ottenuti considerando le uscite in mA della strumentazione d'impianto, acquisite con un Sistema di Acquisizione Dati indipendente da quello d'impianto (si veda quanto illustrato nel §4.3 al p.to 1).

Per tutti i parametri considerati (ad eccezione delle polveri, per le quali le elaborazioni presenti nel §5.3.5 derivano semplicemente dalla trasformazione in unità ingegneristiche dei valori acquisiti come mA) sono state eseguite le elaborazioni previste nella QAL2 anche considerando le uscite in digitale degli strumenti d'impianto: i risultati sono riportati nel successivo §5.3.

Per ciascuno degli analizzatori sono riportate le seguenti informazioni ed elaborazioni:

- Risultati delle misure in parallelo (AMS, SRM) del parametro considerato e dei parametri ausiliari necessari (a seconda del misurando verificato) per riportare i risultati SRM nelle condizioni in cui misura l'AMS e per normalizzare le concentrazioni prima di eseguire il test di variabilità;
- Grafico ed espressione della retta di taratura calcolata con il metodo dei minimi quadrati;

- Range di validità della retta di taratura (comprendente l'estensione al 10% oltre al valore massimo misurato nel corso della prova);
- Valori AMS calibrati, valori AMS calibrati in condizioni normalizzate, valori ottenuti con il Sistema di Misura di Riferimento riportati in condizioni normalizzate, dettagli e risultati del test di variabilità.

5.2.1 Analizzatore multiparametrico MCS – Canale NO

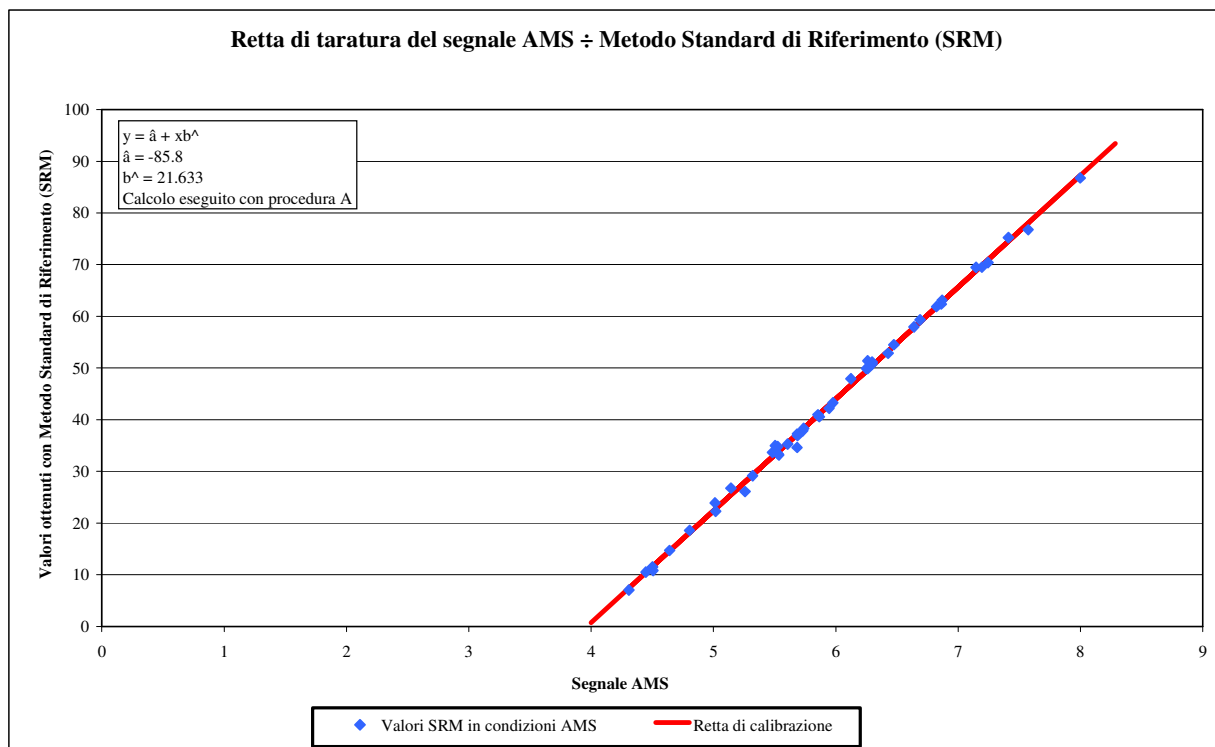
Per il canale di misura oggetto di questo paragrafo è stata determinata la retta di taratura che correla le misure del canale NO dell'analizzatore d'impianto alle misure di NO_x (NO + NO₂, espresse in mg NO₂/Nm³) ottenute con il Sistema di Misura di Riferimento. Essa permette quindi di ottenere il valore di NO_x tarato (da utilizzare per il confronto con i limiti di legge) senza far ricorso al canale di misura NO₂ dell'analizzatore MCS. Questa scelta permette infatti di ottenere una maggiore precisione di misura, dato che la determinazione di un'accurata retta di taratura per il parametro NO₂ è resa difficoltosa dal fatto che le concentrazioni di tale composto nell'emissione gassosa analizzata sono molto basse.

5.2.1.1 Risultati delle misure in parallelo – Canale NO

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				NO _x	O ₂	NO _x	O ₂
		Inizio	Fine	[mA]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]
1	07/09/10	16:00	17:00	5.5	6.9	34.8	7.0
2	07/09/10	17:00	18:00	6.3	6.8	51.4	6.8
3	07/09/10	18:00	19:00	6.0	6.7	43.3	6.8
4	07/09/10	19:00	20:00	5.7	6.7	34.6	6.7
5	07/09/10	20:00	21:00	5.7	6.8	37.9	6.7
6	07/09/10	21:00	22:00	5.3	6.9	29.1	6.8
7	07/09/10	22:00	23:00	4.8	8.6	18.6	8.4
8	07/09/10	23:00	00:00	5.0	9.0	23.9	8.9
9	08/09/10	00:00	01:00	4.4	8.3	10.5	8.2
10	08/09/10	01:00	02:00	5.7	8.5	36.9	8.4
11	08/09/10	02:00	03:00	5.1	8.2	26.7	8.2
12	08/09/10	03:00	04:00	5.9	8.2	41.0	8.2
13	08/09/10	04:00	05:00	5.5	8.2	35.0	8.1
14	08/09/10	05:00	06:00	5.5	8.3	33.4	8.3
15	08/09/10	06:00	07:00	7.2	7.4	69.5	7.3
16	08/09/10	07:00	08:00	7.2	6.7	70.4	6.6
17	08/09/10	08:00	09:00	7.4	6.5	75.2	6.5
18	08/09/10	09:00	10:00	5.5	6.6	33.2	6.6
19	08/09/10	10:00	11:00	5.7	6.7	37.2	6.6
20	08/09/10	11:00	12:00	4.5	6.7	11.5	6.7
21	08/09/10	12:00	13:00	4.6	6.8	14.7	6.7
22	08/09/10	13:00	14:00	4.3	6.7	7.0	6.6
23	08/09/10	14:00	15:00	4.5	6.7	10.8	6.7
24	08/09/10	15:00	16:00	6.4	6.8	52.8	6.9
25	08/09/10	16:00	17:00	6.5	6.7	54.5	6.8
26	08/09/10	17:00	18:00	7.1	6.7	69.5	6.8
27	08/09/10	18:00	19:00	6.3	6.7	49.9	6.7
28	08/09/10	19:00	20:00	5.6	6.6	35.3	6.5
29	08/09/10	20:00	21:00	5.9	6.7	42.2	6.6

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				NOx	O ₂	NOx	O ₂
		Inizio	Fine	[mA]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]
30	08/09/10	21:00	22:00	6.3	6.7	50.7	6.5
31	08/09/10	22:00	23:00	6.3	6.7	49.9	6.5
32	09/09/10	00:00	01:00	6.1	7.9	47.9	7.8
33	09/09/10	01:00	02:00	5.7	8.1	38.3	8.1
34	09/09/10	02:00	03:00	6.9	8.6	63.1	8.6
35	09/09/10	03:00	04:00	6.3	8.5	51.1	8.5
36	09/09/10	04:00	05:00	5.0	8.4	22.3	8.3
37	09/09/10	05:00	06:00	5.9	8.2	40.6	8.2
38	09/09/10	06:00	07:00	6.6	8.1	57.9	8.2
39	09/09/10	07:00	08:00	6.9	7.1	62.4	7.1
40	09/09/10	08:00	09:00	7.6	6.8	76.7	6.8
41	09/09/10	09:00	10:00	6.8	6.9	61.9	6.8
42	09/09/10	10:00	11:00	6.7	7.0	59.3	6.9
43	09/09/10	12:00	13:00	8.0	6.9	86.8	6.8
44	09/09/10	14:00	15:00	5.3	6.8	26.1	6.7
45	09/09/10	16:00	17:00	5.5	6.8	33.7	6.8

5.2.1.2 Determinazione della retta di taratura – Canale NO



Massimo valore misurato ($\hat{y}_{iS, \max}$)	92.7	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$
Intervalli di taratura validi per l'AMS in condizioni normalizzate (valori min e max: <i>è già compresa l'estensione del 10% rispetto al massimo valore misurato</i>)	0	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$
	102	

5.2.1.3 Dati per il test di variabilità – Canale NO

N. prova	Valori NOx - AMS tarato	Valori NOx - AMS tarato e normalizzato	Valori NOx - SRM normalizzato	Differenze fra valori normalizzati	Differenze quadratiche
	(\hat{y}_i)	($\hat{y}_{i,s}$)	($y_{i,s}$)	($D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$)	($D_i - D_{medio}$) ²
	$[mg/Nm^3]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$
1	33.7	36.0	37.3	1.3	2.0
2	49.7	52.3	54.2	1.8	3.6
3	43.5	45.7	45.8	0.0	0.0
4	37.2	39.0	36.4	-2.6	6.6
5	38.2	40.3	39.7	-0.6	0.3
6	29.3	31.2	30.7	-0.4	0.1
7	18.1	21.9	22.1	0.3	0.1
8	22.6	28.3	29.6	1.3	1.9
9	10.4	12.3	12.3	0.0	0.0
10	37.2	44.8	44.1	-0.7	0.4
11	25.5	29.9	31.2	1.4	2.1
12	40.8	48.0	47.9	0.0	0.0
13	33.3	39.0	40.8	1.8	3.5
14	33.8	39.8	39.3	-0.6	0.2
15	69.8	76.8	76.2	-0.6	0.2
16	70.9	74.3	73.4	-0.9	0.7
17	74.5	77.1	77.9	0.8	0.8
18	33.9	35.4	34.6	-0.7	0.4
19	37.2	39.0	38.9	-0.1	0.0
20	11.6	12.2	12.0	-0.1	0.0
21	14.6	15.4	15.4	0.0	0.0
22	7.4	7.8	7.3	-0.4	0.1
23	11.7	12.3	11.4	-0.9	0.7
24	53.2	56.3	56.2	-0.1	0.0
25	54.3	56.8	57.5	0.7	0.6
26	68.8	72.1	73.2	1.1	1.5
27	49.7	52.0	52.3	0.3	0.1
28	35.5	37.0	36.6	-0.4	0.1
29	42.8	44.8	43.9	-1.0	0.8
30	50.4	52.7	52.6	-0.1	0.0
31	49.4	51.7	51.7	0.0	0.0
32	46.6	53.4	54.4	1.0	1.2
33	38.3	44.6	44.5	-0.1	0.0
34	62.8	76.1	76.4	0.3	0.2
35	50.4	60.7	61.4	0.7	0.7

N. prova	Valori NOx - AMS tarato	Valori NOx - AMS tarato e normalizzato	Valori NOx - SRM normalizzato	Differenze fra valori normalizzati	Differenze quadratiche
	(\hat{y}_i) [mg/Nm ³]	$(\hat{y}_{i,s})$ [mg/Nm ³ 6% O ₂]	$(y_{i,s})$ [mg/Nm ³ 6% O ₂]	$(D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s})$ [mg/Nm ³ 6% O ₂]	$(D_i - D_{medio})^2$ [mg/Nm ³ 6% O ₂]
36	22.8	27.0	26.3	-0.7	0.4
37	41.1	48.1	47.5	-0.6	0.3
38	57.8	67.4	67.6	0.2	0.1
39	62.7	67.6	67.2	-0.4	0.1
40	78.0	82.7	81.1	-1.6	2.2
41	61.8	65.7	65.5	-0.2	0.0
42	58.9	63.0	63.0	-0.1	0.0
43	87.2	92.7	91.4	-1.3	1.5
44	28.0	29.6	27.4	-2.2	4.7
45	32.8	34.7	35.5	0.8	0.7

5.2.1.4 Risultati del test di variabilità – Canale NO

Deviazione standard (s_D)	0.9
Valore coefficiente (k_v)	0.9885
Incertezza max richiesta (σ_0)	10.2

L'AMS ha superato il test di variabilità.

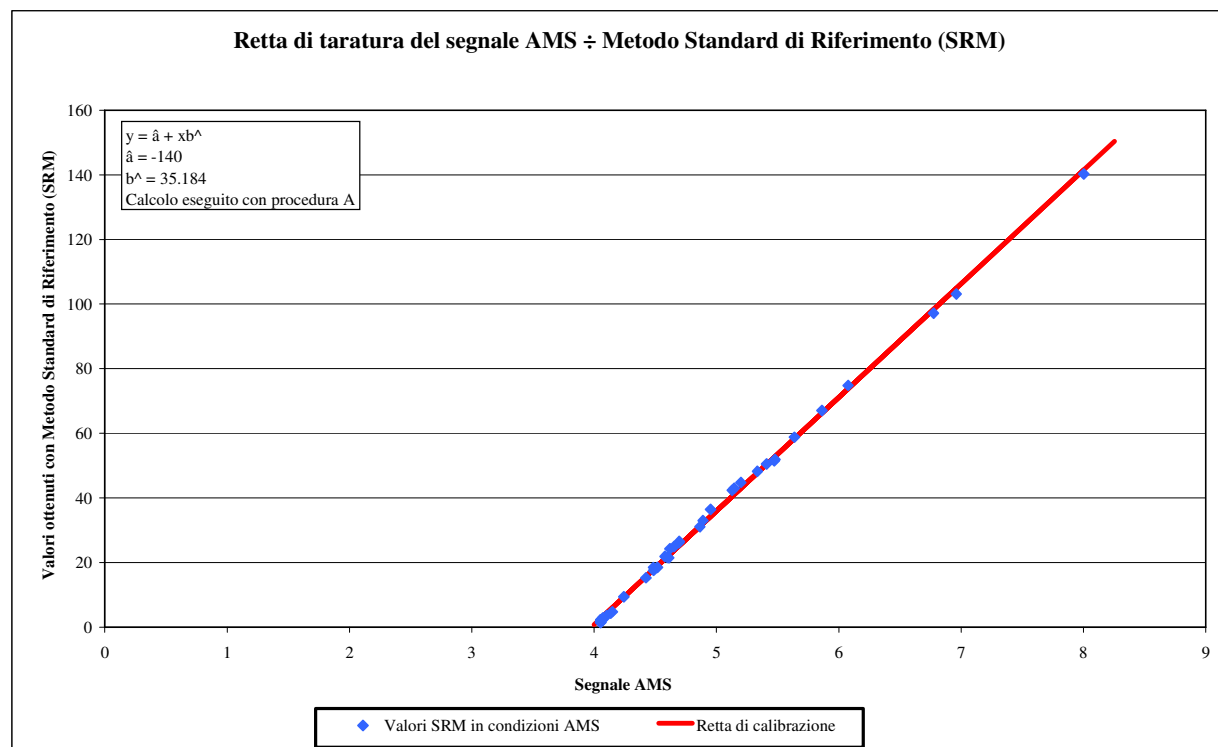
5.2.2 Analizzatore multiparametrico MCS – Canale CO

5.2.2.1 Risultati delle misure in parallelo – Canale CO

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				CO	O ₂	CO	O ₂
		Inizio	Fine	[mA]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]
1	07/09/10	16:00	17:00	5.5	6.9	51.9	7.0
2	07/09/10	17:00	18:00	6.8	6.8	97.1	6.8
3	07/09/10	18:00	19:00	8.0	6.7	140.3	6.8
4	07/09/10	20:00	21:00	5.9	6.8	67.0	6.7
5	07/09/10	21:00	22:00	6.1	6.9	74.8	6.8
6	07/09/10	22:00	23:00	4.2	8.6	9.4	8.4
7	07/09/10	23:00	00:00	4.1	9.0	2.3	8.9
8	08/09/10	00:00	01:00	4.1	8.3	2.2	8.2
9	08/09/10	01:00	02:00	4.1	8.5	2.0	8.4
10	08/09/10	02:00	03:00	4.1	8.2	1.8	8.2
11	08/09/10	03:00	04:00	4.1	8.2	1.6	8.2
12	08/09/10	04:00	05:00	4.1	8.2	1.4	8.1
13	08/09/10	05:00	06:00	4.1	8.3	1.4	8.3
14	08/09/10	07:00	08:00	5.4	6.7	50.5	6.6
15	08/09/10	08:00	09:00	7.0	6.5	103.1	6.5
16	08/09/10	09:00	10:00	5.6	6.6	58.8	6.6
17	08/09/10	10:00	11:00	5.3	6.7	48.2	6.6
18	08/09/10	11:00	12:00	4.9	6.7	33.0	6.7
19	08/09/10	12:00	13:00	4.5	6.8	18.4	6.7

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				CO	O ₂	CO	O ₂
		Inizio	Fine	[mA]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]
20	08/09/10	13:00	14:00	4.6	6.7	21.9	6.6
21	08/09/10	14:00	15:00	4.7	6.7	25.0	6.7
22	08/09/10	15:00	16:00	4.7	6.8	26.1	6.9
23	08/09/10	16:00	17:00	5.0	6.7	36.4	6.8
24	08/09/10	17:00	18:00	4.6	6.7	24.3	6.8
25	08/09/10	18:00	19:00	5.2	6.7	44.8	6.7
26	08/09/10	20:00	21:00	5.1	6.7	43.0	6.6
27	08/09/10	21:00	22:00	5.1	6.7	42.3	6.5
28	08/09/10	22:00	23:00	4.7	6.7	26.5	6.5
29	09/09/10	00:00	01:00	4.1	7.9	2.9	7.8
30	09/09/10	01:00	02:00	4.1	8.1	2.4	8.1
31	09/09/10	02:00	03:00	4.1	8.6	3.5	8.6
32	09/09/10	05:00	06:00	4.1	8.2	4.3	8.2
33	09/09/10	06:00	07:00	4.1	8.1	4.8	8.2
34	09/09/10	07:00	08:00	4.6	7.1	21.4	7.1
35	09/09/10	08:00	09:00	5.5	6.8	51.5	6.8
36	09/09/10	09:00	10:00	4.9	6.9	31.1	6.8
37	09/09/10	10:00	11:00	4.5	7.0	18.5	6.9
38	09/09/10	12:00	13:00	4.5	6.9	17.5	6.8
39	09/09/10	14:00	15:00	4.4	6.8	15.3	6.7
40	09/09/10	16:00	17:00	4.6	6.8	21.6	6.8

5.2.2.2 Determinazione della retta di taratura – Canale CO



Massimo valore misurato ($\hat{y}_{iS, \max}$)	148.9	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$
Intervalli di taratura validi per l'AMS in condizioni normalizzate (valori min e max: <i>è già compresa l'estensione del 10% rispetto al massimo valore misurato</i>)	0	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$
	163.8	

5.2.2.3 Dati per il test di variabilità – Canale CO

N. prova	Valori CO - AMS tarato	Valori CO - AMS tarato e normalizzato	Valori CO - SRM normalizzato	Differenze fra valori normalizzati	Differenze quadratiche
	(\hat{y}_i)	(\hat{y}_{iS})	(y_{iS})	($D_i = y_{iS} - \hat{y}_{iS}$)	($D_i - D_{medio}$) ²
	$[mg/Nm^3]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$
1	52.7	56.2	55.6	-0.6	0.3
2	98.4	103.7	102.4	-1.3	1.4
3	141.6	148.9	148.3	-0.6	0.3
4	66.3	70.0	70.3	0.3	0.2
5	73.8	78.6	78.9	0.3	0.2
6	9.3	11.2	11.2	0.0	0.0
7	2.6	3.3	2.8	-0.4	0.1
8	2.7	3.2	2.6	-0.6	0.2
9	2.6	3.2	2.4	-0.8	0.5
10	2.6	3.1	2.1	-0.9	0.7
11	2.6	3.0	1.9	-1.2	1.2
12	2.6	3.0	1.6	-1.4	1.8
13	2.7	3.1	1.7	-1.5	1.9
14	50.3	52.8	52.7	-0.1	0.0
15	104.9	108.5	106.8	-1.7	2.5
16	58.4	60.9	61.4	0.5	0.4
17	47.7	50.0	50.4	0.3	0.2
18	32.1	33.7	34.5	0.8	0.8
19	17.8	18.8	19.4	0.6	0.5
20	21.1	22.1	22.8	0.7	0.6
21	23.7	24.9	26.2	1.3	2.0
22	25.1	26.6	27.8	1.2	1.6
23	34.2	35.9	38.5	2.6	7.2
24	22.5	23.6	25.6	2.0	4.3
25	42.9	45.0	47.0	2.0	4.4
26	41.0	43.0	44.7	1.7	3.0
27	40.4	42.3	43.9	1.6	2.9
28	25.2	26.4	27.5	1.1	1.4
29	3.3	3.8	3.3	-0.5	0.2
30	3.1	3.6	2.8	-0.8	0.5
31	4.3	5.2	4.3	-1.0	0.8
32	5.5	6.4	5.0	-1.4	1.7
33	6.0	7.0	5.6	-1.4	1.7
34	22.2	24.0	23.1	-0.9	0.7
35	52.6	55.7	54.5	-1.3	1.4

N. prova	Valori CO - AMS tarato	Valori CO - AMS tarato e normalizzato	Valori CO - SRM normalizzato	Differenze fra valori normalizzati	Differenze quadratiche
	(\hat{y}_i) [mg/Nm ³]	$(\hat{y}_{i,s})$ [mg/Nm ³ 6% O ₂]	$(y_{i,s})$ [mg/Nm ³ 6% O ₂]	$(D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s})$ [mg/Nm ³ 6% O ₂]	$(D_i - D_{medio})^2$ [mg/Nm ³ 6% O ₂]
36	31.2	33.1	32.9	-0.2	0.0
37	18.9	20.2	19.7	-0.6	0.2
38	17.8	19.0	18.5	-0.5	0.2
39	15.6	16.5	16.0	-0.5	0.2
40	21.8	23.1	22.7	-0.4	0.1

5.2.2.4 Risultati del test di variabilità – Canale CO

Deviazione standard (s_D)	1.1
Valore coefficiente (k_v)	0.9885
Incertezza max richiesta (σ_0)	13.3

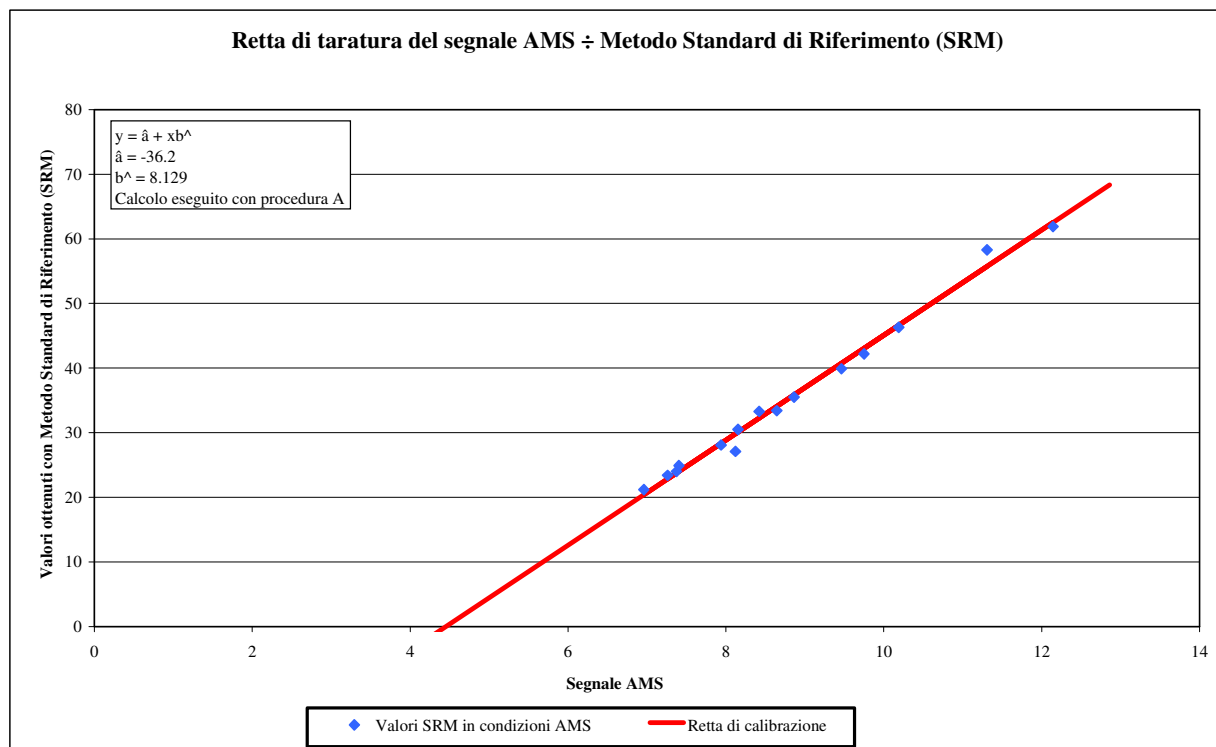
L'AMS ha superato il test di variabilità.

5.2.3 Analizzatore multiparametrico MCS – Canale SO₂

5.2.3.1 Risultati delle misure in parallelo – Canale SO₂

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				SO ₂	O ₂	SO ₂	O ₂
		Inizio	Fine	[mA]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]
1	07/09/10	17:34	18:50	9.5	6.7	39.9	6.8
2	08/09/10	09:10	10:10	10.2	6.6	46.3	6.6
3	08/09/10	10:17	11:17	9.7	6.7	42.2	6.6
4	08/09/10	11:24	12:24	11.3	6.8	58.3	6.7
5	08/09/10	12:44	14:30	8.1	6.7	27.1	6.6
6	08/09/10	14:47	15:47	8.4	6.8	33.3	6.8
7	08/09/10	16:04	17:04	12.1	6.7	61.9	6.8
8	08/09/10	17:12	18:12	8.9	6.7	35.5	6.8
9	08/09/10	18:24	19:24	8.6	6.7	33.4	6.6
10	09/09/10	09:00	10:05	7.0	6.9	21.2	6.8
11	09/09/10	10:16	11:19	7.4	7.0	24.9	6.8
12	09/09/10	11:32	12:32	8.2	6.9	30.5	6.8
13	09/09/10	12:42	13:45	7.9	6.9	28.1	6.7
14	09/09/10	13:57	14:57	7.3	6.8	23.4	6.7
15	09/09/10	15:07	16:07	7.4	6.8	24.0	6.8

5.2.3.2 Determinazione della retta di taratura – Canale SO₂



Massimo valore misurato ($\hat{y}_{iS, \max}$)	65.4	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$
Intervalli di taratura validi per l'AMS in condizioni normalizzate (valori min e max: <i>è già compresa l'estensione del 10% rispetto al massimo valore misurato</i>)	0	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$
	71.9	

5.2.3.3 Dati per il test di variabilità – Canale SO₂

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				SO ₂	O ₂	SO ₂	O ₂
		Inizio	Fine	[mA]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]
1	07/09/10	17:34	18:50	9.5	6.7	39.9	6.8
2	08/09/10	09:10	10:10	10.2	6.6	46.3	6.6
3	08/09/10	10:17	11:17	9.7	6.7	42.2	6.6
4	08/09/10	11:24	12:24	11.3	6.8	58.3	6.7
5	08/09/10	12:44	14:30	8.1	6.7	27.1	6.6
6	08/09/10	14:47	15:47	8.4	6.8	33.3	6.8
7	08/09/10	16:04	17:04	12.1	6.7	61.9	6.8
8	08/09/10	17:12	18:12	8.9	6.7	35.5	6.8
9	08/09/10	18:24	19:24	8.6	6.7	33.4	6.6
10	09/09/10	09:00	10:05	7.0	6.9	21.2	6.8
11	09/09/10	10:16	11:19	7.4	7.0	24.9	6.8
12	09/09/10	11:32	12:32	8.2	6.9	30.5	6.8

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				SO ₂	O ₂	SO ₂	O ₂
		Inizio	Fine	[mA]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]
13	09/09/10	12:42	13:45	7.9	6.9	28.1	6.7
14	09/09/10	13:57	14:57	7.3	6.8	23.4	6.7
15	09/09/10	15:07	16:07	7.4	6.8	24.0	6.8

5.2.3.4 Risultati del test di variabilità – Canale SO₂

Deviazione standard (s_D)	1.2
Valore coefficiente (k_v)	0.9761
Incertezza max richiesta (σ_0)	10.2

L'AMS ha superato il test di variabilità.

5.2.4 Analizzatore multiparametrico MCS – Canale NH₃

Le misure di NH₃ nelle emissioni gassose prodotte dal gruppo termoelettrico 4 della centrale di Torvaldaliga Nord hanno evidenziato che le concentrazioni di NH₃ sono molto contenute: pertanto, il metodo manuale Unichim 632:1984, per il quale CESI è accreditato SINAL/ACCREDIA, è risultato non idoneo, a causa del limite di rilevabilità relativamente elevato che lo caratterizza.

Dato che nel Piano di Monitoraggio e Controllo della centrale non è specificato alcun metodo di riferimento per NH₃, dopo aver eseguito il campionamento secondo le indicazioni del metodo Unichim 632:1984, si è provveduto ad analizzare i campioni raccolti anche con il metodo per cromatografia ionica, caratterizzato da limiti di rilevabilità significativamente più bassi; la norma tecnica seguita per l'analisi è la UNI EN ISO 14911:2001¹.

Ciononostante, le concentrazioni rilevate sono risultate inferiori al limite di rilevabilità anche di questo metodo, e non è quindi stato possibile procedere all'esecuzione dei calcoli previsti nella norma UNI EN 14181. Le tabelle con i risultati delle misure in parallelo sono riportate nel §5.3.4.

¹ Si fa notare che una combinazione di campionamento manuale e analisi con il metodo utilizzato è proposta da EPA in un "Conditional Test Method" (EPA ctm-027).

5.2.5 Analizzatore Polveri

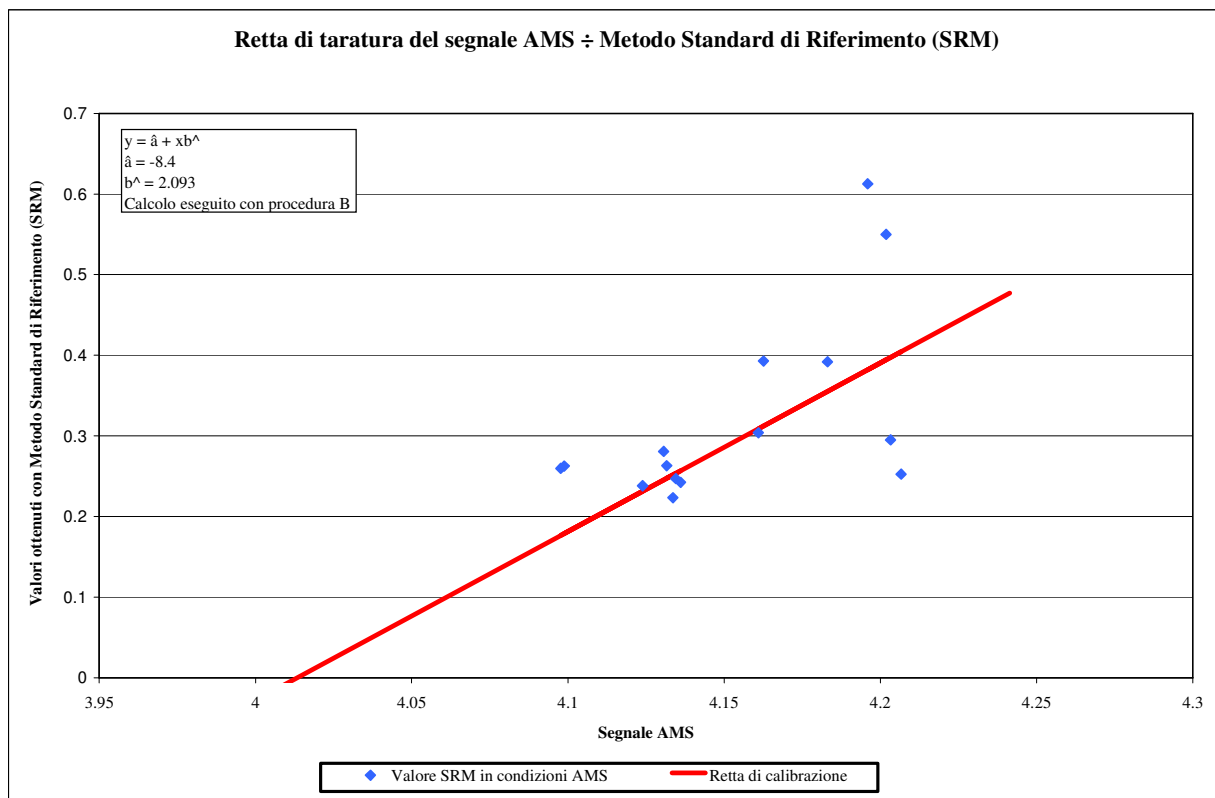
5.2.5.1 Risultati delle misure in parallelo – Analizzatore Polveri

N. prova	Data	Ora		AMS	SRM ^(*)
		Inizio	Fine	Polveri	Polveri
				[mA]	[mg/m ³]
1	07/09/10	15:56	17:26	4.1	0.3
2	07/09/10	17:38	19:03	4.1	0.2
3	08/09/10	09:28	10:48	4.1	0.3
4	08/09/10	11:06	12:30	4.1	0.2
5	08/09/10	14:34	15:34	4.1	0.3
6	08/09/10	15:46	16:47	4.1	0.2
7	08/09/10	16:55	17:55	4.1	0.3
8	08/09/10	18:03	19:03	4.1	0.2
9	09/09/10	09:04	10:04	4.2	0.3
10	09/09/10	10:11	11:13	4.2	0.3
11	09/09/10	11:26	12:30	4.2	0.6
12	09/09/10	12:40	13:44	4.2	0.5
13	09/09/10	13:52	14:57	4.2	0.3
14	09/09/10	15:08	16:10	4.2	0.4
15	09/09/10	16:20	17:20	4.2	0.4

(*) concentrazioni riferite alle condizioni di temperatura, pressione, umidità, ossigeno effettive

N. prova	AMS				Sistema di Misura di Riferimento (SRM)			
	Temperatura (t _i)	Pressione (p _i)	Umidità assoluta (h _i)	Contenuto O ₂ (O _i)	Temperatura (t _i)	Pressione (p _i)	Umidità assoluta (h _i)	Contenuto O ₂ (O _i)
	[°C]	[hPa]	[%vol]	[%vol, gas secco]	[°C]	[hPa]	[%vol]	[%vol, gas secco]
1	107.0	1013	13.32	6.9	108.1	1003	11.93	6.9
2	106.0	1013	13.34	6.7	107.4	1003	12.30	6.8
3	106.3	1013	13.29	6.7	107.5	1003	12.54	6.6
4	106.3	1012	13.04	6.8	107.7	1003	12.36	6.7
5	106.7	1013	13.47	6.8	108.1	1003	12.83	6.8
6	106.5	1013	13.54	6.7	107.8	1003	12.77	6.8
7	106.2	1013	13.29	6.7	107.4	1003	12.84	6.8
8	105.5	1013	12.74	6.7	106.7	1003	12.38	6.7
9	103.6	1012	11.28	6.9	104.6	1003	10.95	6.8
10	103.9	1012	11.14	7.0	105.1	1003	10.51	6.8
11	104.0	1012	11.20	6.9	105.3	1003	10.80	6.8
12	104.3	1012	11.29	6.9	105.6	1003	10.78	6.7
13	104.4	1012	11.18	6.9	105.6	1003	10.74	6.7
14	104.3	1012	11.04	6.8	105.6	1003	10.52	6.8
15	104.5	1012	11.27	6.8	105.8	1003	10.87	6.7

5.2.5.2 Determinazione della retta di taratura – Analizzatore Polveri



Massimo valore misurato ($\hat{y}_{S''}''_{max}$)	0.7	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$
Intervalli di taratura validi per l'AMS in condizioni normalizzate (valori min e max: è già compresa l'estensione del 10% rispetto al massimo valore misurato)	0	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$
	0.8	

5.2.5.3 Dati per il test di variabilità – Analizzatore Polveri

N. prova	Valori Polveri - AMS tarato (\hat{y}_i)	Valori Polveri - AMS tarato e normalizzato ($\hat{y}_{i,s}$)	Valori Polveri - SRM normalizzato ($y_{i,s}$)	Differenze fra valori normalizzati ($D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$)	Differenze quadratiche ($(D_i - D_{medio})^2$)
	$[mg/Nm^3]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$
1	0.2	0.4	0.5	0.1	0.0
2	0.3	0.4	0.4	0.0	0.0
3	0.2	0.3	0.4	0.1	0.0
4	0.2	0.4	0.4	0.0	0.0
5	0.2	0.3	0.5	0.1	0.0
6	0.3	0.4	0.4	0.0	0.0
7	0.2	0.4	0.4	0.0	0.0
8	0.3	0.4	0.4	0.0	0.0
9	0.4	0.7	0.5	-0.2	0.0
10	0.4	0.7	0.4	-0.3	0.1
11	0.4	0.6	1.0	0.4	0.1

N. prova	Valori Polveri - AMS tarato (\hat{y}_i)	Valori Polveri - AMS tarato e normalizzato ($\hat{y}_{i,s}$)	Valori Polveri - SRM normalizzato ($y_{i,s}$)	Differenze fra valori normalizzati ($D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$)	Differenze quadratiche ($D_i - D_{medio}$) ²
	[mg/Nm ³]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ % O ₂]	[mg/Nm ³ % O ₂]	[mg/Nm ³ % O ₂]
12	0.4	0.7	0.9	0.3	0.0
13	0.3	0.5	0.5	0.0	0.0
14	0.3	0.5	0.6	0.1	0.0
15	0.4	0.6	0.6	0.1	0.0

5.2.5.4 Risultati del test di variabilità – Analizzatore Polveri

Deviazione standard (s_D)	0.2
Valore coefficiente (k_v)	0.9761
Incertezza max richiesta (σ_0)	2.3

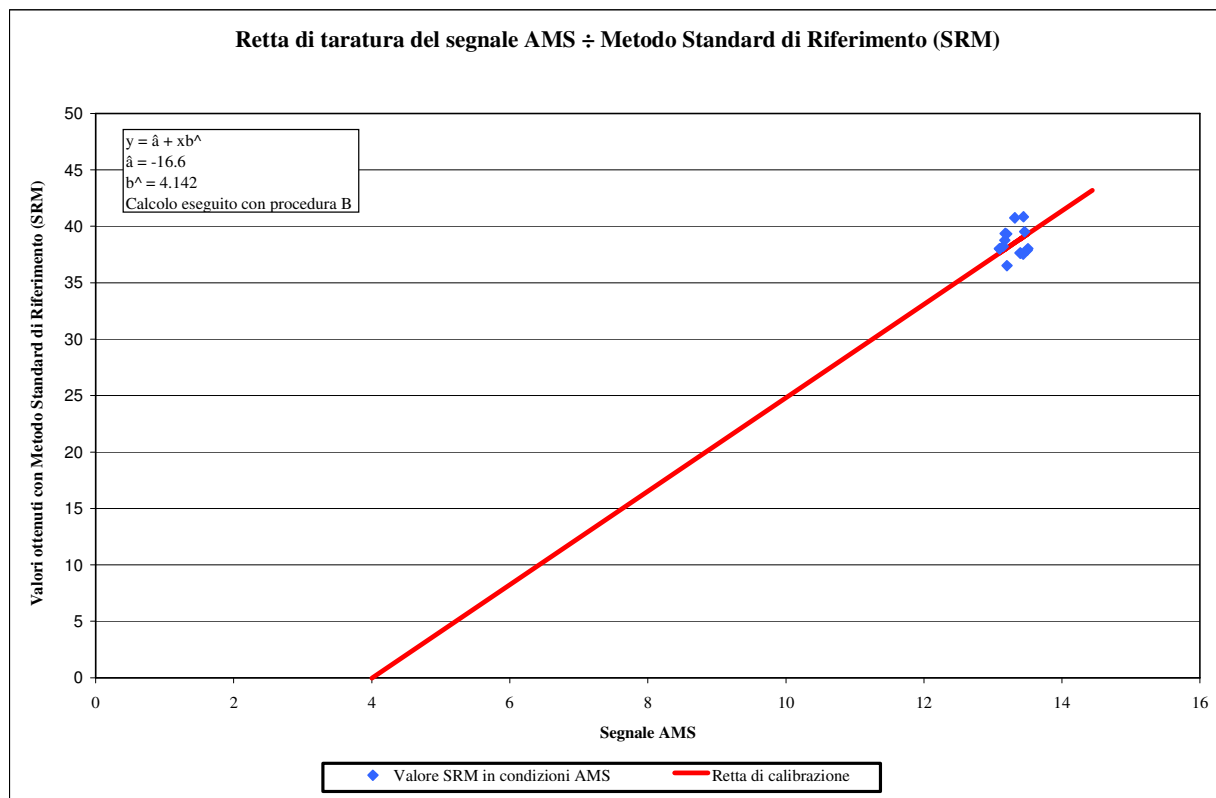
L'AMS ha superato il test di variabilità.

5.2.6 Misuratore portata fumi

5.2.6.1 Risultati delle misure in parallelo – Misuratore portata fumi

N. prova	Data	Ora		AMS	SRM
		Inizio	Fine	Velocità fumi	Velocità fumi
				[mA]	[m/s]
1	07/09/10	15:56	17:26	13.5	38.0
2	07/09/10	17:38	19:03	13.4	37.5
3	08/09/10	09:28	10:48	13.4	37.6
4	08/09/10	11:06	12:30	13.4	37.7
5	08/09/10	14:34	15:34	13.5	37.9
6	08/09/10	15:46	16:47	13.5	39.5
7	08/09/10	16:55	17:55	13.4	40.8
8	08/09/10	18:03	19:03	13.3	40.8
9	09/09/10	09:04	10:04	13.2	39.4
10	09/09/10	10:11	11:13	13.2	39.3
11	09/09/10	11:26	12:30	13.2	36.5
12	09/09/10	12:40	13:44	13.2	38.8
13	09/09/10	13:52	14:57	13.1	38.2
14	09/09/10	15:08	16:10	13.1	38.0
15	09/09/10	16:20	17:20	13.1	38.0

5.2.6.2 Determinazione della retta di taratura – Misuratore portata fumi



Massimo valore misurato ($\hat{y}_{iS, \max}$)	38.7	[m/s]
Intervalli di taratura validi per l'AMS in condizioni normalizzate (valori min e max: è già compresa l'estensione del 10% rispetto al massimo valore misurato)	0	[m/s]
	42.6	

5.2.6.3 Dati per il test di variabilità – Misuratore portata fumi

N. prova	Valori Velocità fumi - AMS tarato (\hat{y}_i)	Valori Velocità fumi - SRM ($y_{i,S}$)	Differenze fra valori normalizzati ($D_i = y_{i,S} - \hat{y}_{i,S}$)	Differenze quadratiche ($(D_i - D_{medio})^2$)
	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
1	39.3	38.0	-1.3	1.8
2	39.1	37.5	-1.5	2.5
3	38.9	37.6	-1.3	1.7
4	38.9	37.7	-1.2	1.6
5	39.3	37.9	-1.4	2.1
6	39.1	39.5	0.4	0.1
7	39.1	40.8	1.8	3.0
8	38.6	40.8	2.2	4.7
9	38.0	39.4	1.4	1.8
10	38.1	39.3	1.3	1.5

N. prova	Valori Velocità fumi - AMS tarato	Valori Velocità fumi - SRM	Differenze fra valori normalizzati	Differenze quadratiche
	(\hat{y}_i)	$(y_{i,s})$	$(D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s})$	$(D_i - D_{medio})^2$
	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
11	38.1	36.5	-1.6	2.6
12	38.0	38.8	0.8	0.6
13	37.9	38.2	0.4	0.1
14	37.7	38.0	0.4	0.1
15	37.6	38.0	0.4	0.1

5.2.6.4 Risultati del test di variabilità – Misuratore portata fumi

Deviazione standard (s_D)	1.3
Valore coefficiente (k_v)	0.9761
Incertezza max richiesta (σ_0)	6.1

L'AMS ha superato il test di variabilità.

5.3 Prova di assicurazione qualità QAL2 – risultati con uscite strumenti digitali

Nel presente paragrafo sono riportati i risultati dell'applicazione della procedura di assicurazione qualità QAL2 sugli analizzatori di CO, NO_x, SO₂, NH₃, polveri e sul misuratore di portata fumi del Sistema di Misura Emissioni.

In questo paragrafo vengono riportati i risultati ottenuti considerando le uscite digitali della strumentazione d'impianto, registrate dal Sistema di Acquisizione Dati d'impianto e fornite a CESI su file (si veda quanto illustrato nel §4.3 al p.to 1).

Per ciascuno degli analizzatori sono riportate le seguenti informazioni ed elaborazioni:

- Risultati delle misure in parallelo (AMS, SRM) del parametro considerato e dei parametri ausiliari necessari (a seconda del misurando verificato) per riportare i risultati SRM nelle condizioni in cui misura l'AMS e per normalizzare le concentrazioni prima di eseguire il test di variabilità;
- Grafico ed espressione della retta di taratura calcolata con il metodo dei minimi quadrati;
- Range di validità della retta di taratura (comprendente l'estensione al 10% oltre al valore massimo misurato nel corso della prova);
- Valori AMS calibrati, valori AMS calibrati in condizioni normalizzate, valori ottenuti con il Sistema di Misura di Riferimento riportati in condizioni normalizzate, dettagli e risultati del test di variabilità.

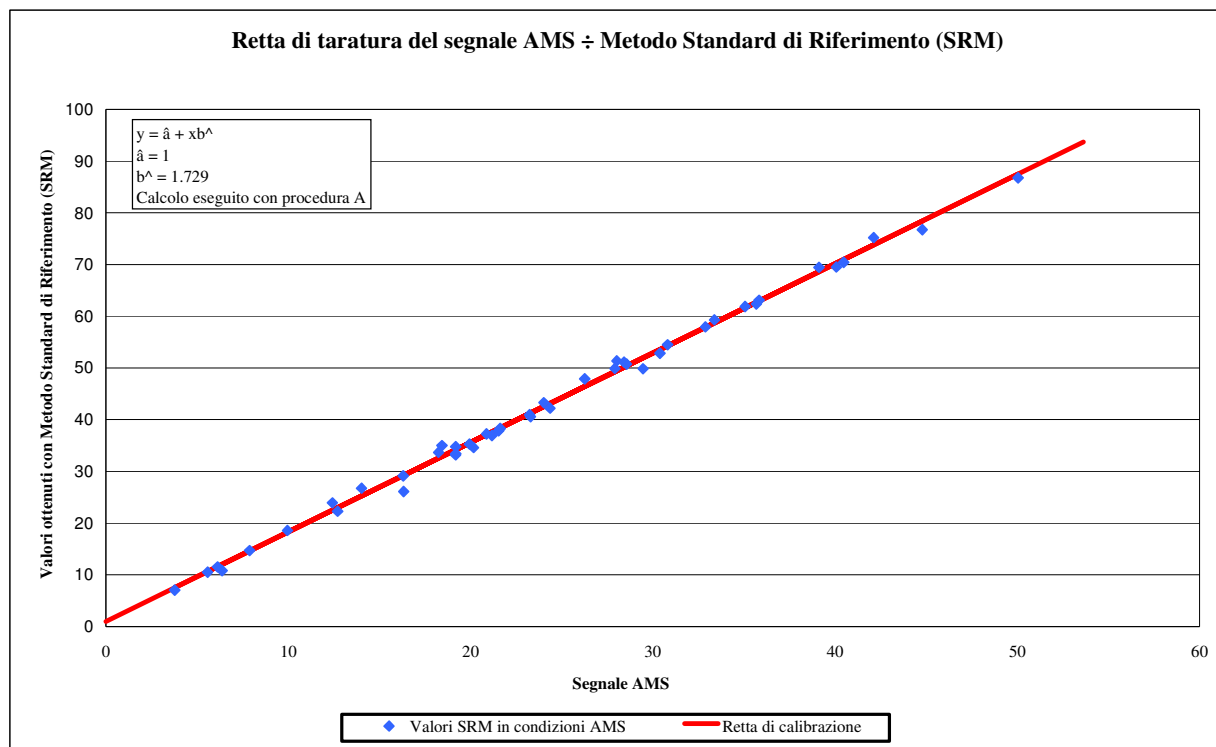
5.3.1 Analizzatore multiparametrico MCS – Canale NO

Per il canale di misura oggetto di questo paragrafo è stata determinata la retta di taratura che correla le misure del canale NO dell'analizzatore d'impianto (esprese in mg NO/Nm³) alle misure di NO_x (NO + NO₂, esprese come mg NO₂/Nm³) ottenute con il Sistema di Misura di Riferimento. Essa permette quindi di ottenere il valore di NO_x tarato (da utilizzare per il confronto con i limiti di legge) senza far ricorso al canale di misura NO₂ dell'analizzatore MCS. Questa scelta permette infatti di ottenere una maggiore precisione di misura, dato che la determinazione di un'accurata retta di taratura per il parametro NO₂ è resa difficoltosa dal fatto che le concentrazioni di tale composto nell'emissione gassosa analizzata sono molto basse.

5.3.1.1 Risultati delle misure in parallelo – Canale NO

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				NO _x	O ₂	NO _x	O ₂
		Inizio	Fine	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]
1	07/09/10	16:00	17:00	19.2	6.9	34.8	7.0
2	07/09/10	17:00	18:00	28.0	6.8	51.4	6.8
3	07/09/10	18:00	19:00	24.0	6.7	43.3	6.8
4	07/09/10	19:00	20:00	20.2	6.7	34.6	6.7
5	07/09/10	20:00	21:00	21.5	6.8	37.9	6.7
6	07/09/10	21:00	22:00	16.3	6.9	29.1	6.8
7	07/09/10	22:00	23:00	10.0	8.6	18.6	8.4
8	07/09/10	23:00	00:00	12.4	9.0	23.9	8.9
9	08/09/10	00:00	01:00	5.6	8.3	10.5	8.2
10	08/09/10	01:00	02:00	21.2	8.5	36.9	8.4
11	08/09/10	02:00	03:00	14.0	8.2	26.7	8.2
12	08/09/10	03:00	04:00	23.2	8.2	41.0	8.2
13	08/09/10	04:00	05:00	18.4	8.2	35.0	8.1
14	08/09/10	05:00	06:00	19.2	8.3	33.4	8.3
15	08/09/10	06:00	07:00	40.1	7.4	69.5	7.3
16	08/09/10	07:00	08:00	40.5	6.7	70.4	6.6
17	08/09/10	08:00	09:00	42.1	6.5	75.2	6.5
18	08/09/10	09:00	10:00	19.2	6.6	33.2	6.6
19	08/09/10	10:00	11:00	20.9	6.7	37.2	6.6
20	08/09/10	11:00	12:00	6.1	6.7	11.5	6.7
21	08/09/10	12:00	13:00	7.9	6.8	14.7	6.7
22	08/09/10	13:00	14:00	3.8	6.7	7.0	6.6
23	08/09/10	14:00	15:00	6.4	6.7	10.8	6.7
24	08/09/10	15:00	16:00	30.4	6.8	52.8	6.9
25	08/09/10	16:00	17:00	30.8	6.7	54.5	6.8
26	08/09/10	17:00	18:00	39.1	6.7	69.5	6.8
27	08/09/10	18:00	19:00	29.5	6.7	49.9	6.7
28	08/09/10	19:00	20:00	19.9	6.6	35.3	6.5
29	08/09/10	20:00	21:00	24.4	6.7	42.2	6.6
30	08/09/10	21:00	22:00	28.6	6.7	50.7	6.5
31	08/09/10	22:00	23:00	27.9	6.7	49.9	6.5
32	09/09/10	00:00	01:00	26.3	7.9	47.9	7.8
33	09/09/10	01:00	02:00	21.6	8.1	38.3	8.1
34	09/09/10	02:00	03:00	35.8	8.6	63.1	8.6
35	09/09/10	03:00	04:00	28.4	8.5	51.1	8.5
36	09/09/10	04:00	05:00	12.7	8.4	22.3	8.3
37	09/09/10	05:00	06:00	23.3	8.2	40.6	8.2
38	09/09/10	06:00	07:00	32.9	8.1	57.9	8.2
39	09/09/10	07:00	08:00	35.7	7.1	62.4	7.1
40	09/09/10	08:00	09:00	44.8	6.8	76.7	6.8
41	09/09/10	09:00	10:00	35.1	6.9	61.9	6.8
42	09/09/10	10:00	11:00	33.4	7.0	59.3	6.9
43	09/09/10	12:00	13:00	50.0	6.9	86.8	6.8
44	09/09/10	14:00	15:00	16.3	6.8	26.1	6.7
45	09/09/10	16:00	17:00	18.3	6.8	33.7	6.8

5.3.1.2 Determinazione della retta di taratura – Canale NO



Massimo valore misurato ($\hat{y}_{s,max}$)	93	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$
Intervalli di taratura validi per l'AMS in condizioni normalizzate (valori min e max: è già compresa l'estensione del 10% rispetto al massimo valore misurato)	0	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$
	102.3	

5.3.1.3 Dati per il test di variabilità – Canale NO

N. prova	Valori NOx - AMS tarato (\hat{y}_i)	Valori NOx - AMS tarato e normalizzato ($\hat{y}_{i,s}$)	Valori NOx - SRM normalizzato ($y_{i,s}$)	Differenze fra valori normalizzati ($D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$)	Differenze quadratiche ($(D_i - D_{medio})^2$)
	$[mg/Nm^3]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$	$[mg/Nm^3 @6\% O_2]$
1	34.2	36.5	37.3	0.8	1.0
2	49.5	52.1	54.2	2.0	4.7
3	42.5	44.7	45.8	1.0	1.4
4	35.9	37.7	36.4	-1.3	1.3
5	38.2	40.4	39.7	-0.7	0.3
6	29.2	31.1	30.7	-0.4	0.0
7	18.2	22.0	22.1	0.2	0.1
8	22.5	28.1	29.6	1.5	2.7
9	10.6	12.5	12.3	-0.2	0.0
10	37.6	45.3	44.1	-1.2	1.1
11	25.3	29.6	31.2	1.6	3.1
12	41.2	48.4	47.9	-0.4	0.1

N. prova	Valori NOx - AMS tarato	Valori NOx - AMS tarato e normalizzato	Valori NOx - SRM normalizzato	Differenze fra valori normalizzati	Differenze quadratiche
	(\hat{y}_i) [mg/Nm ³]	$(\hat{y}_{i,s})$ [mg/Nm ³ 6% O2]	$(y_{i,s})$ [mg/Nm ³ 6% O2]	$(D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s})$ [mg/Nm ³ 6% O2]	$(D_i - D_{medio})^2$ [mg/Nm ³ 6% O2]
13	32.9	38.6	40.8	2.3	6.0
14	34.2	40.3	39.3	-1.0	0.8
15	70.3	77.3	76.2	-1.1	0.8
16	71.0	74.4	73.4	-1.0	0.7
17	73.8	76.4	77.9	1.5	2.9
18	34.2	35.6	34.6	-1.0	0.7
19	37.1	38.9	38.9	0.0	0.0
20	11.6	12.2	12.0	-0.1	0.0
21	14.6	15.5	15.4	0.0	0.0
22	7.5	7.9	7.3	-0.5	0.1
23	12.0	12.6	11.4	-1.2	1.2
24	53.6	56.6	56.2	-0.4	0.1
25	54.3	56.9	57.5	0.7	0.7
26	68.6	71.9	73.2	1.3	2.1
27	52.0	54.4	52.3	-2.1	3.8
28	35.5	37.0	36.6	-0.4	0.0
29	43.1	45.2	43.9	-1.3	1.3
30	50.4	52.7	52.6	-0.1	0.0
31	49.3	51.5	51.7	0.2	0.1
32	46.4	53.1	54.4	1.3	2.1
33	38.4	44.6	44.5	-0.2	0.0
34	63.0	76.3	76.4	0.1	0.1
35	50.1	60.3	61.4	1.1	1.5
36	23.0	27.3	26.3	-1.0	0.6
37	41.3	48.3	47.5	-0.9	0.5
38	57.9	67.5	67.6	0.2	0.1
39	62.7	67.7	67.2	-0.5	0.1
40	78.4	83.1	81.1	-2.0	3.4
41	61.6	65.5	65.5	0.0	0.0
42	58.7	62.8	63.0	0.2	0.1
43	87.5	93.0	91.4	-1.6	2.1
44	29.2	31.0	27.4	-3.6	11.9
45	32.6	34.5	35.5	1.0	1.4

5.3.1.4 Risultati del test di variabilità – Canale NO

Deviazione standard (s_D)	1.2
Valore coefficiente (k_v)	0.9885
Incertezza max richiesta (σ_0)	10.2

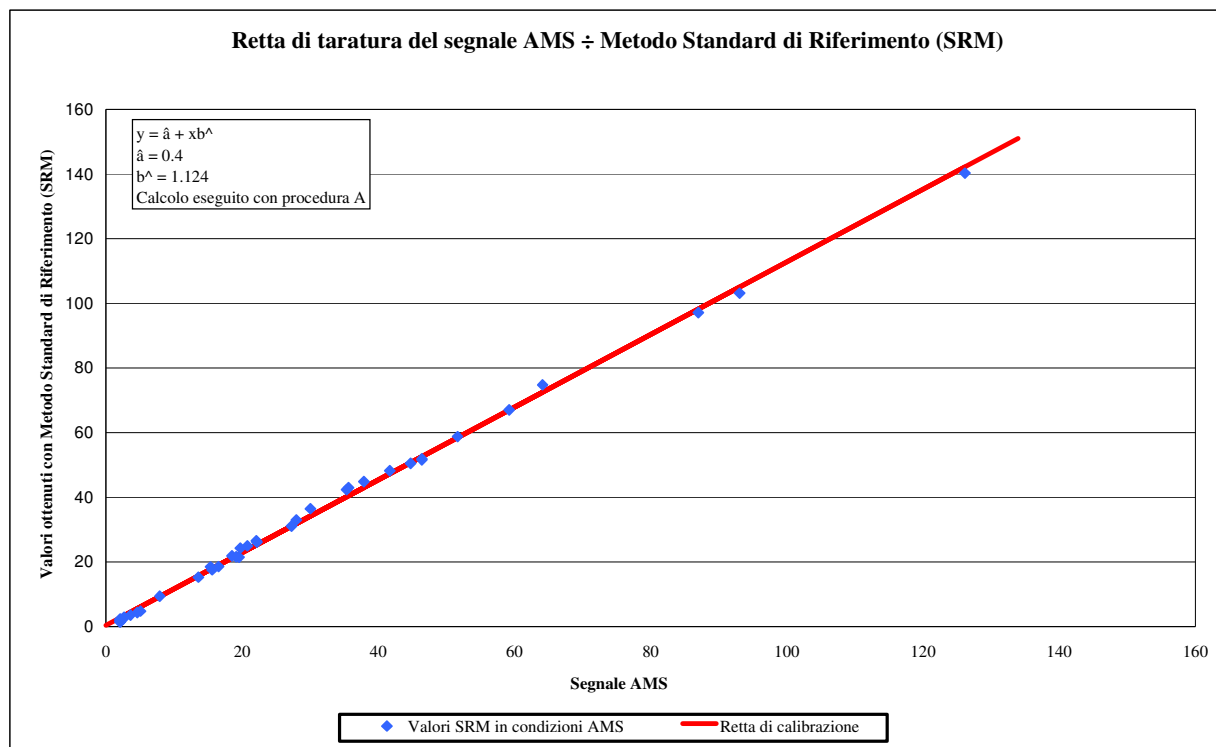
L'AMS ha superato il test di variabilità.

5.3.2 Analizzatore multiparametrico MCS – Canale CO

5.3.2.1 Risultati delle misure in parallelo – Canale CO

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
		Inizio	Fine	CO	O ₂	CO	O ₂
				[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]
1	07/09/10	16:00	17:00	46.4	6.9	51.9	7.0
2	07/09/10	17:00	18:00	87.0	6.8	97.1	6.8
3	07/09/10	18:00	19:00	126.2	6.7	140.3	6.8
4	07/09/10	20:00	21:00	59.2	6.8	67.0	6.7
5	07/09/10	21:00	22:00	64.1	6.9	74.8	6.8
6	07/09/10	22:00	23:00	7.9	8.6	9.4	8.4
7	07/09/10	23:00	00:00	2.1	9.0	2.3	8.9
8	08/09/10	00:00	01:00	2.1	8.3	2.2	8.2
9	08/09/10	01:00	02:00	2.1	8.5	2.0	8.4
10	08/09/10	02:00	03:00	2.1	8.2	1.8	8.2
11	08/09/10	03:00	04:00	2.1	8.2	1.6	8.2
12	08/09/10	04:00	05:00	2.0	8.2	1.4	8.1
13	08/09/10	05:00	06:00	2.1	8.3	1.4	8.3
14	08/09/10	07:00	08:00	44.8	6.7	50.5	6.6
15	08/09/10	08:00	09:00	93.1	6.5	103.1	6.5
16	08/09/10	09:00	10:00	51.6	6.6	58.8	6.6
17	08/09/10	10:00	11:00	41.7	6.7	48.2	6.6
18	08/09/10	11:00	12:00	28.0	6.7	33.0	6.7
19	08/09/10	12:00	13:00	15.4	6.8	18.4	6.7
20	08/09/10	13:00	14:00	18.5	6.7	21.9	6.6
21	08/09/10	14:00	15:00	20.8	6.7	25.0	6.7
22	08/09/10	15:00	16:00	22.2	6.8	26.1	6.9
23	08/09/10	16:00	17:00	30.0	6.7	36.4	6.8
24	08/09/10	17:00	18:00	19.7	6.7	24.3	6.8
25	08/09/10	18:00	19:00	37.9	6.7	44.8	6.7
26	08/09/10	20:00	21:00	35.6	6.7	43.0	6.6
27	08/09/10	21:00	22:00	35.4	6.7	42.3	6.5
28	08/09/10	22:00	23:00	22.1	6.7	26.5	6.5
29	09/09/10	00:00	01:00	2.7	7.9	2.9	7.8
30	09/09/10	01:00	02:00	2.6	8.1	2.4	8.1
31	09/09/10	02:00	03:00	3.6	8.6	3.5	8.6
32	09/09/10	05:00	06:00	4.6	8.2	4.3	8.2
33	09/09/10	06:00	07:00	5.1	8.1	4.8	8.2
34	09/09/10	07:00	08:00	19.6	7.1	21.4	7.1
35	09/09/10	08:00	09:00	46.4	6.8	51.5	6.8
36	09/09/10	09:00	10:00	27.3	6.9	31.1	6.8
37	09/09/10	10:00	11:00	16.6	7.0	18.5	6.9
38	09/09/10	12:00	13:00	15.6	6.9	17.5	6.8
39	09/09/10	14:00	15:00	13.6	6.8	15.3	6.7
40	09/09/10	16:00	17:00	19.1	6.8	21.6	6.8

5.3.2.2 Determinazione della retta di taratura – Canale CO



Massimo valore misurato ($\hat{y}_{s,max}$)	149.5	[mg/Nm ³ @6% O ₂]
Intervalli di taratura validi per l'AMS in condizioni normalizzate (valori min e max: è già compresa l'estensione del 10% rispetto al massimo valore misurato)	0	[mg/Nm ³ @6% O ₂]
	164.5	

5.3.2.3 Dati per il test di variabilità – Canale CO

N. prova	Valori CO - AMS tarato (\hat{y}_i)	Valori CO - AMS tarato e normalizzato ($\hat{y}_{i,s}$)	Valori CO - SRM normalizzato ($y_{i,s}$)	Differenze fra valori normalizzati ($D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$)	Differenze quadratiche ($(D_i - D_{medio})^2$)
	[mg/Nm ³]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]
1	52.6	56.1	55.6	-0.4	0.1
2	98.2	103.5	102.4	-1.1	1.0
3	142.2	149.5	148.3	-1.3	1.3
4	67.0	70.7	70.3	-0.4	0.1
5	72.5	77.2	78.9	1.7	3.3
6	9.3	11.2	11.2	0.0	0.0
7	2.7	3.4	2.8	-0.6	0.2
8	2.8	3.3	2.6	-0.7	0.4
9	2.8	3.3	2.4	-0.9	0.7
10	2.8	3.2	2.1	-1.1	1.0
11	2.7	3.2	1.9	-1.3	1.5
12	2.7	3.2	1.6	-1.5	2.0

N. prova	Valori CO - AMS tarato (\hat{y}_i)	Valori CO - AMS tarato e normalizzato ($\hat{y}_{i,s}$)	Valori CO - SRM normalizzato ($y_{i,s}$)	Differenze fra valori normalizzati ($D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$)	Differenze quadratiche ($D_i - D_{medio}$) ²
	[mg/Nm ³]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]
13	2.8	3.3	1.7	-1.6	2.3
14	50.7	53.2	52.7	-0.5	0.2
15	105.0	108.6	106.8	-1.8	2.9
16	58.4	60.9	61.4	0.4	0.3
17	47.3	49.6	50.4	0.8	0.8
18	31.8	33.4	34.5	1.1	1.4
19	17.7	18.6	19.4	0.7	0.7
20	21.2	22.2	22.8	0.6	0.5
21	23.7	24.9	26.2	1.3	2.0
22	25.3	26.8	27.8	1.0	1.2
23	34.1	35.8	38.5	2.7	7.9
24	22.6	23.7	25.6	1.9	4.1
25	43.0	45.0	47.0	2.0	4.3
26	40.4	42.4	44.7	2.3	5.7
27	40.1	42.0	43.9	1.9	4.2
28	25.2	26.4	27.5	1.1	1.5
29	3.4	3.9	3.3	-0.6	0.2
30	3.3	3.8	2.8	-1.0	0.7
31	4.5	5.4	4.3	-1.1	1.0
32	5.6	6.5	5.0	-1.5	2.0
33	6.1	7.1	5.6	-1.6	2.2
34	22.4	24.2	23.1	-1.1	1.0
35	52.6	55.7	54.5	-1.3	1.3
36	31.1	33.0	32.9	-0.1	0.0
37	19.0	20.3	19.7	-0.7	0.3
38	17.9	19.1	18.5	-0.6	0.2
39	15.7	16.6	16.0	-0.6	0.2
40	21.9	23.2	22.7	-0.4	0.1

5.3.2.4 Risultati del test di variabilità – Canale CO

Deviazione standard (s_D)	1.3
Valore coefficiente (k_v)	0.9885
Incertezza max richiesta (σ_0)	13.3

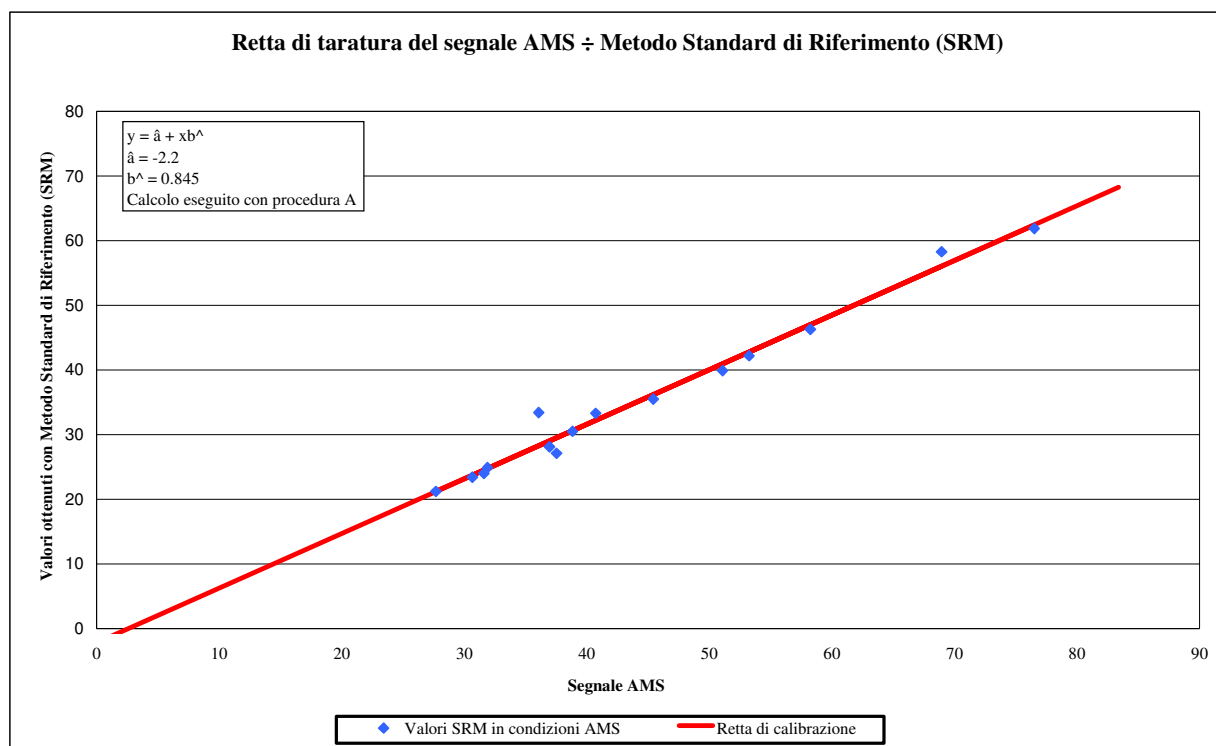
L'AMS ha superato il test di variabilità.

5.3.3 *Analizzatore multiparametrico MCS – Canale SO₂*

5.3.3.1 *Risultati delle misure in parallelo – Canale SO₂*

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				SO ₂	O ₂	SO ₂	O ₂
		Inizio	Fine	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]
1	07/09/10	17:34	18:50	51.1	6.7	39.9	6.8
2	08/09/10	09:10	10:10	58.2	6.6	46.3	6.6
3	08/09/10	10:17	11:17	53.2	6.7	42.2	6.6
4	08/09/10	11:24	12:24	69.0	6.8	58.3	6.7
5	08/09/10	12:44	14:30	37.5	6.7	27.1	6.6
6	08/09/10	14:47	15:47	40.7	6.8	33.3	6.8
7	08/09/10	16:04	17:04	76.5	6.7	61.9	6.8
8	08/09/10	17:12	18:12	45.4	6.7	35.5	6.8
9	08/09/10	18:24	19:24	36.1	6.7	33.4	6.6
10	09/09/10	09:00	10:05	27.7	6.9	21.2	6.8
11	09/09/10	10:16	11:19	31.9	7.0	24.9	6.8
12	09/09/10	11:32	12:32	38.8	6.9	30.5	6.8
13	09/09/10	12:42	13:45	36.9	6.9	28.1	6.7
14	09/09/10	13:57	14:57	30.7	6.8	23.4	6.7
15	09/09/10	15:07	16:07	31.6	6.8	24.0	6.8

5.3.3.2 *Determinazione della retta di taratura – Canale SO₂*



Massimo valore misurato ($\hat{y}_{S''_{max}}$)	65.3	[mg/Nm ³ @6% O ₂]
Intervalli di taratura validi per l'AMS in condizioni normalizzate (valori min e max: è già compresa l'estensione del 10% rispetto al massimo valore misurato)	0	[mg/Nm ³ @6% O ₂]
	71.8	

5.3.3.3 Dati per il test di variabilità – Canale SO₂

N. prova	Valori SO ₂ - AMS tarato (\hat{y}_i)	Valori SO ₂ - AMS tarato e normalizzato ($\hat{y}_{i,s}$)	Valori SO ₂ - SRM normalizzato ($y_{i,s}$)	Differenze fra valori normalizzati ($D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$)	Differenze quadratiche ($D_i - D_{medio}$) ²
	[mg/Nm ³]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]
1	41.0	43.1	42.1	-1.0	1.0
2	47.0	49.1	48.3	-0.7	0.5
3	42.8	44.9	44.1	-0.8	0.6
4	56.1	59.1	61.1	2.1	4.3
5	29.5	30.9	28.3	-2.6	6.8
6	32.2	33.9	35.3	1.4	1.9
7	62.4	65.3	65.2	-0.1	0.0
8	36.2	38.0	37.5	-0.5	0.3
9	28.3	29.6	34.8	5.3	27.7
10	21.2	22.5	22.5	-0.1	0.0
11	24.8	26.5	26.4	-0.1	0.0
12	30.6	32.6	32.2	-0.4	0.2
13	29.0	30.8	29.5	-1.3	1.6
14	23.7	25.1	24.5	-0.6	0.3
15	24.5	26.0	25.3	-0.7	0.4

5.3.3.4 Risultati del test di variabilità – Canale SO₂

Deviazione standard (s_D)	1.8
Valore coefficiente (k_v)	0.9761
Incertezza max richiesta (σ_0)	10.2

L'AMS ha superato il test di variabilità.

5.3.4 Analizzatore multiparametrico MCS – Canale NH₃

Poiché sono stati ottenute, con il metodo di misura di riferimento, concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità, non è stato possibile applicare la procedura QAL2 al canale di Misura NH₃ (si vedano le indicazioni riportate nel §5.2.4). Nel presente paragrafo vengono pertanto riportate unicamente le concentrazioni di NH₃ e O₂ ottenute con l'applicazione dei due metodi di misura (AMS e SRM).

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				NH ₃	O ₂	NH ₃	O ₂
		Inizio	Fine	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]
1	07/09/2010	15:56	17:05	0.1	6.9	< 0.04	7.0
2	07/09/2010	17:34	18:50	0.1	6.7	< 0.04	6.8
3	08/09/2010	09:10	10:10	0.1	6.6	< 0.05	6.6
4	08/09/2010	10:17	11:17	0.1	6.7	< 0.05	6.6
5	08/09/2010	11:24	12:24	0.1	6.8	< 0.05	6.7
6	08/09/2010	12:44	14:30	0.1	6.7	< 0.03	6.6
7	08/09/2010	14:47	15:47	0.2	6.8	< 0.04	6.8
8	08/09/2010	16:04	17:04	0.2	6.7	< 0.05	6.8
9	08/09/2010	17:12	18:12	0.2	6.7	< 0.05	6.8
10	08/09/2010	18:24	19:24	0.2	6.7	< 0.04	6.6
11	09/09/2010	09:00	10:05	0.5	6.9	< 0.04	6.8
12	09/09/2010	10:16	11:19	0.5	7.0	< 0.04	6.8
13	09/09/2010	11:32	12:32	0.4	6.9	< 0.04	6.8
14	09/09/2010	12:42	13:45	0.4	6.9	< 0.04	6.7
15	09/09/2010	13:57	14:57	0.5	6.8	< 0.04	6.7
16	09/09/2010	15:07	16:07	0.4	6.8	< 0.05	6.8
17	09/09/2010	16:11	17:11	0.4	6.8	0.07	6.7

5.3.5 Analizzatore Polveri

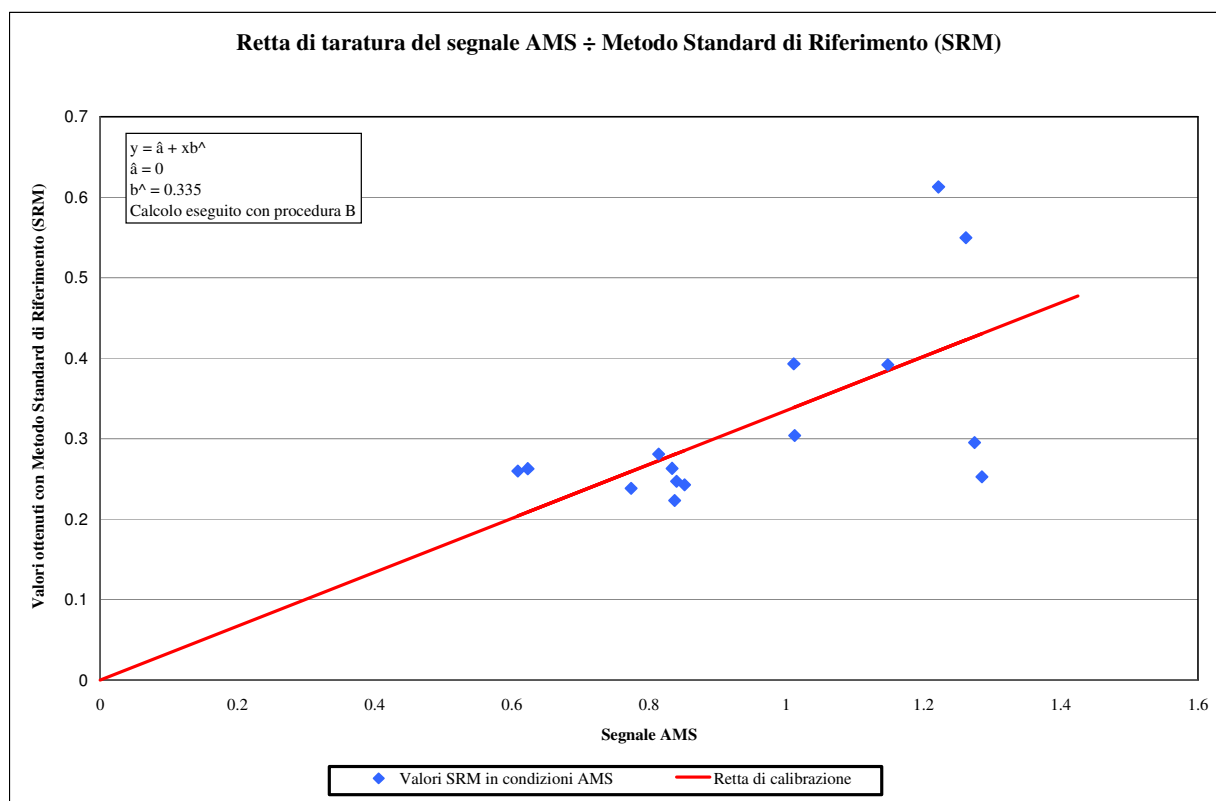
5.3.5.1 Risultati delle misure in parallelo – Analizzatore polveri

N. prova	Data	Ora		AMS	SRM ^(*)
				Polveri	Polveri
		Inizio	Fine	[% estinz.]	[mg/m ³]
1	07/09/10	15:56	17:26	0.8	0.3
2	07/09/10	17:38	19:03	0.9	0.2
3	08/09/10	09:28	10:48	0.6	0.3
4	08/09/10	11:06	12:30	0.8	0.2
5	08/09/10	14:34	15:34	0.6	0.3
6	08/09/10	15:46	16:47	0.8	0.2
7	08/09/10	16:55	17:55	0.8	0.3
8	08/09/10	18:03	19:03	0.8	0.2
9	09/09/10	09:04	10:04	1.3	0.3
10	09/09/10	10:11	11:13	1.3	0.3
11	09/09/10	11:26	12:30	1.2	0.6
12	09/09/10	12:40	13:44	1.3	0.5
13	09/09/10	13:52	14:57	1.0	0.3
14	09/09/10	15:08	16:10	1.0	0.4
15	09/09/10	16:20	17:20	1.1	0.4

(*) concentrazioni riferite alle condizioni di temperatura, pressione, umidità, ossigeno effettive

N. prova	AMS				Sistema di Misura di Riferimento (SRM)			
	Temperatura (t _i)	Pressione (p _i)	Umidità assoluta (h _i)	Contenuto O ₂ (O _i)	Temperatura (t _i)	Pressione (p _i)	Umidità assoluta (h _i)	Contenuto O ₂ (O _i)
	[°C]	[hPa]	[%vol]	[%vol, gas secco]	[°C]	[hPa]	[%vol]	[%vol, gas secco]
1	107.0	1013	13.32	6.9	108.1	1003	11.93	6.9
2	106.0	1013	13.34	6.7	107.4	1003	12.30	6.8
3	106.3	1013	13.29	6.7	107.5	1003	12.54	6.6
4	106.3	1012	13.04	6.8	107.7	1003	12.36	6.7
5	106.7	1013	13.47	6.8	108.1	1003	12.83	6.8
6	106.5	1013	13.54	6.7	107.8	1003	12.77	6.8
7	106.2	1013	13.29	6.7	107.4	1003	12.84	6.8
8	105.5	1013	12.74	6.7	106.7	1003	12.38	6.7
9	103.6	1012	11.28	6.9	104.6	1003	10.95	6.8
10	103.9	1012	11.14	7.0	105.1	1003	10.51	6.8
11	104.0	1012	11.20	6.9	105.3	1003	10.80	6.8
12	104.3	1012	11.29	6.9	105.6	1003	10.78	6.7
13	104.4	1012	11.18	6.9	105.6	1003	10.74	6.7
14	104.3	1012	11.04	6.8	105.6	1003	10.52	6.8
15	104.5	1012	11.27	6.8	105.8	1003	10.87	6.7

5.3.5.2 Determinazione della retta di taratura – Analizzatore polveri



Massimo valore misurato ($\hat{y}_{S'' , \max}$)	0.7	[mg/Nm ³ @6% O ₂]
Intervalli di taratura validi per l'AMS in condizioni normalizzate (valori min e max: è già compresa l'estensione del 10% rispetto al massimo valore misurato)	0	[mg/Nm ³ @6% O ₂]
	0.8	

5.3.5.3 Dati per il test di variabilità – Analizzatore polveri

N. prova	Valori Polveri - AMS tarato (\hat{y}_i)	Valori Polveri - AMS tarato e normalizzato ($\hat{y}_{i,s}$)	Valori Polveri - SRM normalizzato ($y_{i,s}$)	Differenze fra valori normalizzati ($D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$)	Differenze quadratiche ($(D_i - D_{medio})^2$)
	[mg/Nm ³]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]
1	0.3	0.5	0.5	0.0	0.0
2	0.3	0.5	0.4	-0.1	0.0
3	0.2	0.3	0.4	0.1	0.0
4	0.3	0.4	0.4	0.0	0.0
5	0.2	0.4	0.5	0.1	0.0
6	0.3	0.5	0.4	-0.1	0.0
7	0.3	0.5	0.4	0.0	0.0
8	0.3	0.5	0.4	-0.1	0.0
9	0.4	0.7	0.5	-0.2	0.0
10	0.4	0.7	0.4	-0.3	0.1
11	0.4	0.7	1.0	0.3	0.1
12	0.4	0.7	0.9	0.2	0.0
13	0.3	0.6	0.5	-0.1	0.0
14	0.3	0.6	0.6	0.1	0.0
15	0.4	0.6	0.6	0.0	0.0

5.3.5.4 Risultati del test di variabilità – Analizzatore polveri

Deviazione standard (s_D)	0.2
Valore coefficiente (k_v)	0.9761
Incertezza max richiesta (σ_0)	2.3

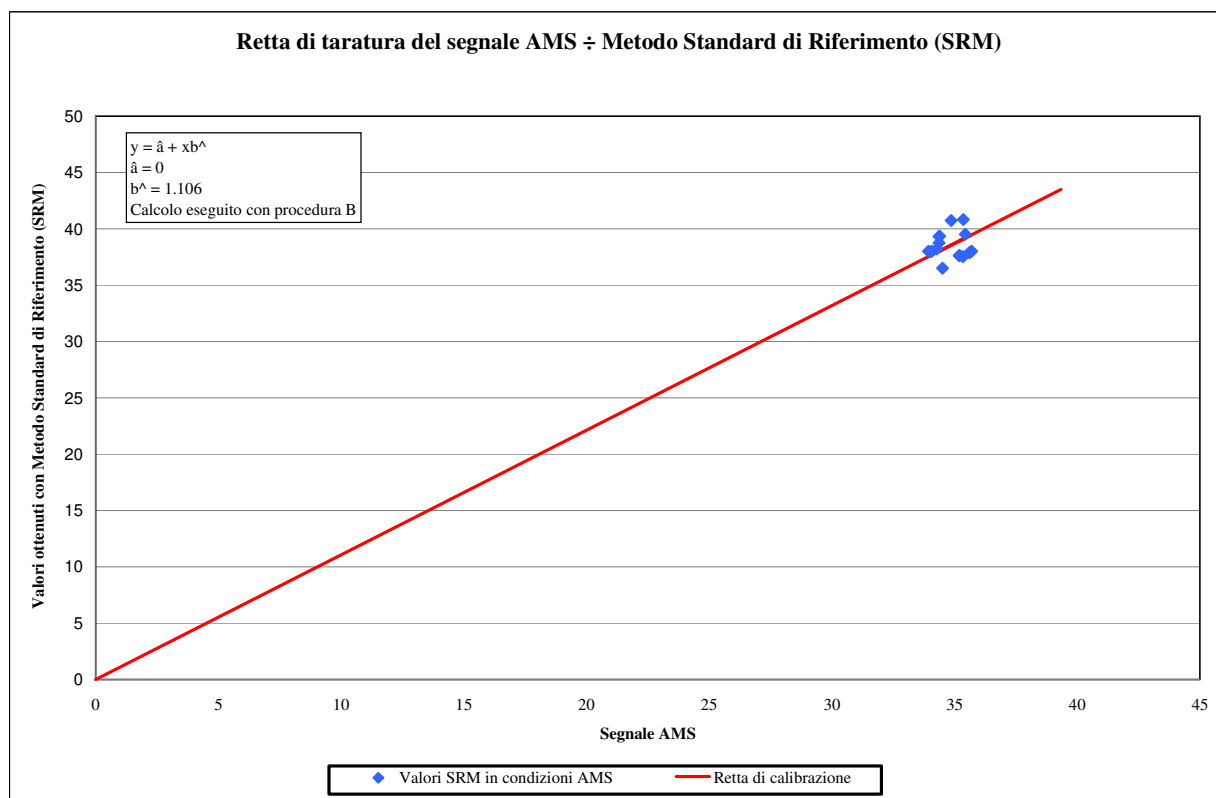
L'AMS ha superato il test di variabilità.

5.3.6 Misuratore portata fumi

5.3.6.1 Risultati delle misure in parallelo – Misuratore portata fumi

N. prova	Data	Ora		AMS	SRM
		Inizio	Fine	Velocità fumi	Velocità fumi
				[m/s]	[m/s]
1	07/09/10	15:56	17:26	35.7	38.0
2	07/09/10	17:38	19:03	35.3	37.5
3	08/09/10	09:28	10:48	35.2	37.6
4	08/09/10	11:06	12:30	35.2	37.7
5	08/09/10	14:34	15:34	35.6	37.9
6	08/09/10	15:46	16:47	35.4	39.5
7	08/09/10	16:55	17:55	35.4	40.8
8	08/09/10	18:03	19:03	34.9	40.8
9	09/09/10	09:04	10:04	34.4	39.4
10	09/09/10	10:11	11:13	34.4	39.3
11	09/09/10	11:26	12:30	34.5	36.5
12	09/09/10	12:40	13:44	34.4	38.8
13	09/09/10	13:52	14:57	34.3	38.2
14	09/09/10	15:08	16:10	33.9	38.0
15	09/09/10	16:20	17:20	34.1	38.0

5.3.6.2 Determinazione della retta di taratura – Misuratore portata fumi



Massimo valore misurato ($\hat{y}_S''_{max}$)	39.5	[m/s]
Intervalli di taratura validi per l'AMS in condizioni normalizzate (valori min e max: è già compresa l'estensione del 10% rispetto al massimo valore misurato)	0	[m/s]
	43.5	

5.3.6.3 Dati per il test di variabilità – Misuratore portata fumi

N. prova	Valori Velocità fumi - AMS tarato (\hat{y}_i)	Valori Velocità fumi - SRM ($y_{i,s}$)	Differenze fra valori ($D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$)	Differenze quadratiche ($(D_i - D_{medio})^2$)
	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
1	39.5	38.0	-1.5	2.1
2	39.1	37.5	-1.6	2.5
3	38.9	37.6	-1.3	1.7
4	38.9	37.7	-1.3	1.7
5	39.4	37.9	-1.5	2.2
6	39.2	39.5	0.3	0.1
7	39.1	40.8	1.7	3.0
8	38.6	40.8	2.2	4.8
9	38.0	39.4	1.3	1.8
10	38.0	39.3	1.3	1.7
11	38.2	36.5	-1.6	2.7
12	38.0	38.8	0.8	0.6
13	37.9	38.2	0.3	0.1
14	37.5	38.0	0.5	0.2
15	37.7	38.0	0.3	0.1

5.3.6.4 Risultati del test di variabilità – Misuratore portata fumi

Deviazione standard (s_D)	1.3
Valore coefficiente (k_v)	0.9761
Incertezza max richiesta (σ_0)	6.1

L'AMS ha superato il test di variabilità.

5.4 Confronto uscite digitali-analogiche analizzatore

Come descritto nel §4.3 al p.to 1, la verifica QAL2 è stata eseguita utilizzando, per i diversi parametri, sia le uscite analogiche in mA che le uscite digitali.

Nel presente paragrafo viene eseguita la verifica della corrispondenza fra le due diverse uscite dell'analizzatore; per ciascuno dei parametri considerati per questa verifica (CO, NO_x, SO₂) viene valutata la differenza relativa fra le concentrazioni acquisite mediante l'uscita analogica in mA e quelle ottenute con le uscite digitali. Il controllo non è stato eseguito per l'ammoniaca dato che, a causa delle concentrazioni molto basse ottenute, il calcolo della differenza relativa, avendo a denominatore una grandezza prossima a zero, tende ad aumentare perdendo di significato. Anche nei dati di CO riportati

nella successiva tabella si nota che, per concentrazioni molto basse, il valore delle differenze relative tende ad aumentare.

Prova	NO _x			CO			SO ₂		
	Acquisiz. analogica	Acquisiz. digitale	Differenza relativa	Acquisiz. analogica	Acquisiz. digitale	Differenza relativa	Acquisiz. analogica	Acquisiz. digitale	Differenza relativa
	[mg/Nm ³]	[mg/Nm ³]	[-]	[mg/Nm ³]	[mg/Nm ³]	[-]	[mg/Nm ³]	[mg/Nm ³]	[-]
1	19.1	19.2	0.7%	46.2	46.4	0.5%	51.2	51.1	-0.3%
2	28.3	28.0	-0.8%	86.7	87.0	0.3%	58.0	58.2	0.4%
3	24.7	24.0	-2.8%	125.1	126.2	0.8%	53.9	53.2	-1.2%
4	21.0	20.2	-4.3%	58.2	59.2	1.7%	68.5	69.0	0.6%
5	21.6	21.5	-0.4%	64.9	64.1	-1.2%	38.6	37.5	-2.9%
6	16.5	16.3	-1.1%	7.6	7.9	4.2%	41.4	40.7	-1.7%
7	10.1	10.0	-0.9%	1.7	2.1	20.1%	76.4	76.5	0.2%
8	12.7	12.4	-1.9%	1.7	2.1	19.5%	45.6	45.4	-0.3%
9	5.6	5.6	-0.4%	1.7	2.1	19.6%	36.5	36.1	-1.3%
10	21.1	21.2	0.4%	1.7	2.1	19.7%	27.7	27.7	-0.2%
11	14.3	14.0	-1.9%	1.6	2.1	20.4%	31.9	31.9	-0.1%
12	23.2	23.2	0.3%	1.6	2.0	19.2%	38.9	38.8	-0.3%
13	18.8	18.4	-2.0%	1.7	2.1	19.6%	36.9	36.9	0.1%
14	19.1	19.2	0.5%	44.1	44.8	1.6%	30.6	30.7	0.3%
15	39.9	40.1	0.3%	92.5	93.1	0.6%	31.6	31.6	0.0%
16	40.6	40.5	-0.2%	51.2	51.6	0.9%	—	—	—
17	42.6	42.1	-1.2%	41.7	41.7	-0.1%	—	—	—
18	19.2	19.2	0.0%	27.8	28.0	0.5%	—	—	—
19	21.1	20.9	-0.9%	15.1	15.4	1.4%	—	—	—
20	6.3	6.1	-2.3%	18.1	18.5	2.3%	—	—	—
21	8.0	7.9	-1.6%	20.4	20.8	1.7%	—	—	—
22	3.9	3.8	-2.6%	21.7	22.2	2.4%	—	—	—
23	6.3	6.4	0.8%	29.8	30.0	0.9%	—	—	—
24	30.3	30.4	0.2%	19.3	19.7	2.0%	—	—	—
25	30.9	30.8	-0.4%	37.5	37.9	1.1%	—	—	—
26	39.3	39.1	-0.5%	35.8	35.6	-0.5%	—	—	—
27	28.3	29.5	4.1%	35.3	35.4	0.3%	—	—	—
28	20.1	19.9	-0.7%	21.8	22.1	1.4%	—	—	—
29	24.3	24.4	0.2%	2.3	2.7	14.9%	—	—	—
30	28.7	28.6	-0.5%	2.1	2.6	16.7%	—	—	—
31	28.1	27.9	-0.7%	3.2	3.6	11.7%	—	—	—
32	26.5	26.3	-1.0%	4.2	4.6	8.9%	—	—	—
33	21.7	21.6	-0.4%	4.6	5.1	8.8%	—	—	—
34	35.9	35.8	-0.1%	19.1	19.6	2.5%	—	—	—
35	28.7	28.4	-1.0%	46.0	46.4	0.8%	—	—	—
36	12.7	12.7	-0.1%	27.0	27.3	0.9%	—	—	—
37	23.3	23.3	-0.1%	16.1	16.6	2.5%	—	—	—
38	33.0	32.9	-0.3%	15.2	15.6	2.7%	—	—	—
39	35.8	35.7	-0.3%	13.2	13.6	2.7%	—	—	—
40	44.6	44.8	0.3%	18.7	19.1	2.0%	—	—	—
41	35.3	35.1	-0.6%	—	—	—	—	—	—
42	33.6	33.4	-0.7%	—	—	—	—	—	—
43	50.0	50.0	0.1%	—	—	—	—	—	—
44	15.7	16.3	3.7%	—	—	—	—	—	—
45	18.5	18.3	-1.5%	—	—	—	—	—	—
Media	—	—	-0.5%	—	—	5.9%	—	—	-0.4%

5.5 Calcolo differenze parametri ausiliari

Nel presente paragrafo vengono calcolate le differenze percentuali fra le misure dei parametri ausiliari (pressione, temperatura, umidità fumi e concentrazione O₂) ottenute con strumentazione d'impianto (AMS) e quelle ottenute con strumentazione di riferimento (SRM). Le misure sono state eseguite contestualmente ai campionamenti per la misura delle polveri con metodo manuale di riferimento. Per l'ossigeno sono disponibili molte più coppie di dati rispetto a quelle riportate in questo paragrafo, ma il risultato del confronto non cambia in maniera significativa.

N. prova	AMS				Sistema di Misura di Riferimento (SRM)			
	Temperatura (t _i)	Pressione (p _i)	Umidità assoluta (h _i)	Contenuto O ₂ (O _i)	Temperatura (t _i)	Pressione (p _i)	Umidità assoluta (h _i)	Contenuto O ₂ (O _i)
	[°C]	[hPa]	[% _{vol}]	[% _{vol, gas secco}]	[°C]	[hPa]	[% _{vol}]	[% _{vol, gas secco}]
1	107.0	1013	13.32	6.9	108.1	1003	11.93	6.9
2	106.0	1013	13.34	6.7	107.4	1003	12.30	6.8
3	106.3	1013	13.29	6.7	107.5	1003	12.54	6.6
4	106.3	1012	13.04	6.8	107.7	1003	12.36	6.7
5	106.7	1013	13.47	6.8	108.1	1003	12.83	6.8
6	106.5	1013	13.54	6.7	107.8	1003	12.77	6.8
7	106.2	1013	13.29	6.7	107.4	1003	12.84	6.8
8	105.5	1013	12.74	6.7	106.7	1003	12.38	6.7
9	103.6	1012	11.28	6.9	104.6	1003	10.95	6.8
10	103.9	1012	11.14	7.0	105.1	1003	10.51	6.8
11	104.0	1012	11.20	6.9	105.3	1003	10.80	6.8
12	104.3	1012	11.29	6.9	105.6	1003	10.78	6.7
13	104.4	1012	11.18	6.9	105.6	1003	10.74	6.7
14	104.3	1012	11.04	6.8	105.6	1003	10.52	6.8
15	104.5	1012	11.27	6.8	105.8	1003	10.87	6.7

N. prova	Differenze relative AMS-SRM			
	Temperatura (t _i)	Pressione (p _i)	Umidità assoluta (h _i)	Contenuto O ₂ (O _i)
	[-]	[-]	[-]	[-]
1	-1.0%	1.0%	11.7%	0.0%
2	-1.3%	1.0%	8.5%	-1.5%
3	-1.1%	1.0%	6.0%	1.5%
4	-1.3%	0.9%	5.5%	1.5%
5	-1.3%	1.0%	5.0%	0.0%
6	-1.2%	1.0%	6.0%	-1.5%
7	-1.1%	1.0%	3.5%	-1.5%
8	-1.1%	1.0%	2.9%	0.0%
9	-1.0%	0.9%	3.0%	1.5%
10	-1.1%	0.9%	6.0%	2.9%
11	-1.2%	0.9%	3.7%	1.5%
12	-1.2%	0.9%	4.7%	3.0%
13	-1.1%	0.9%	4.1%	3.0%
14	-1.2%	0.9%	4.9%	0.0%
15	-1.2%	0.9%	3.7%	1.5%
Medie	-1.2%	0.9%	5.3%	0.8%

6 CONCLUSIONI

Dai risultati riportati nei capitoli precedenti emerge che:

- Tutti gli analizzatori sottoposti a verifica hanno superato con successo i test previsti dalla norma UNI EN 14181:2005 (test di variabilità), e sono pertanto idonei all'utilizzo richiesto; per i parametri CO, velocità fumi, per i quali nella normativa (D.Lgs. 152/2006) non sono specificati dei limiti per il test di variabilità, la verifica è da intendersi superata con riferimento ai valori indicati nel §4.3 p.to 5;
- Per l'analizzatore di ammoniaca non è stato possibile determinare la di taratura, e devono quindi essere considerati, per il confronto con i limiti di emissione, direttamente i dati misurati dall'analizzatore. Infatti le concentrazioni misurate con il metodo manuale sono state per quasi tutte le prove inferiori al limite di rilevabilità;
- Le differenze fra le uscite analogiche e quelle digitali dei diversi canali dell'analizzatore sono molto basse;
- Relativamente ai parametri ausiliari (pressione, temperatura, umidità fumi e ossigeno), il test di variabilità e il calcolo delle differenze relative (AMS – SME) evidenziano che gli errori della strumentazione d'impianto sono contenuti, e non si ritiene quindi necessaria l'applicazione di alcuna correzione.

7 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- a) UNI EN 14181:2005 – Emissioni da sorgente fissa. Assicurazione della qualità di sistemi di misurazione automatici;
- b) UNI EN 13284-2:2005 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di polveri in basse concentrazioni - Parte 2: Sistemi di misurazione automatici;
- c) D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 – Norme in materia ambientale;
- d) Parere istruttorio conclusivo relativo al riesame AIA presentato da ENEL Produzione S.p.A. – Centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord;
- e) Piano di Monitoraggio e Controllo – data di emissione 28 aprile 2009;
- f) ENEL Produzione UB Torrevaldaliga Nord – Manuale per la conduzione del Sistema di Monitoraggio e Controllo delle Emissioni (SME);
- g) UNI EN 15267-3:2008 – Qualità dell'aria - Certificazione dei sistemi di misurazione automatici - Parte 3: Criteri di prestazione e procedimenti di prova per sistemi di misurazione automatici per monitorare le emissioni da sorgenti fisse;
- h) UNI EN 14789:2006 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in volume di ossigeno (O₂). Metodo di riferimento: Paramagnetismo;
- i) UNI EN 14792:2006 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di ossido di azoto (NO_x). Metodo di riferimento: chemiluminescenza;
- j) UNI EN 15058:2006 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di monossido di carbonio (CO). Metodo spettrometria a infrarossi non dispersiva;
- k) UNI EN 13284-1:2003 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di polveri in basse concentrazioni - Metodo manuale gravimetrico;
- l) UNI 10169:2001 – Determinazione della velocità e della portata di flussi gassosi convogliati per mezzo del tubo di Pitot;
- m) UNI EN 14790:2006 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione del vapore acqueo in condotti;
- n) UNI EN 14791:2006 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di diossido di zolfo - metodo di riferimento;
- o) Unichim 632:1984 – Misure alle emissioni - Flussi gassosi convogliati - Determinazione dell'ammoniaca - metodo colorimetrico;
- p) EPA ctm-027 – Procedure for collection and analysis of ammonia in stationary sources (Conditional Test Method);
- q) UNI EN ISO 14911:2001 – Qualità dell'acqua - Determinazione mediante cromatografia ionica di Li⁺, Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mn²⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Sr²⁺ e Ba²⁺ disciolti - Metodo per acqua ed acque di scarico.

ALLEGATI AL RAPPORTO B0031248

- Certificato TUV analizzatore Sick Maihak MCS 100E HW 34 pagg.**
- Certificato mCERTS analizzatore Sick Maihak MCS 100E HW 5 pagg.**
- Certificato mCERTS analizzatore Sick Maihak RM 210 5 pagg.**
- Certificato mCERTS Flowsic 100 6 pagg.**
- Rapporto ENEL ASP di verifica linearità analizzatore RM210 15 pagg.**
- Rapporto Sick Maihak di verifica di linearità MCS 38 pagg.**
- Elenco delle prove in accreditamento ACCREDIA – sede CESI Milano 3 pagg.**
- Elenco delle prove in accreditamento ACCREDIA – sede CESI Piacenza 2 pagg.**