

Cliente Enel Produzione S.p.A.

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

Ordine Contratto Quadro n. 8400101944 – Attingimento 4000446962
(A1300001353 – Lettera di trasmissione B9005317)

Campioni/Oggetti in prova Verifiche degli analizzatori di CO, NO_x, O₂ e H₂O del Sistema di Misura Emissioni installato sul gruppo 3 della centrale di Porto Empedocle ai sensi della norma UNI EN 14181:2015

Prove eseguite Vedi capitolo 7

Documenti normativi Vedi capitolo 3

Data prove dal **27/03/2018** al **29/03/2018**

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 25 **N. pagine fuori testo** 89

Data di emissione 12/03/2019

Elaborato EMS - Cottarelli Giacomo Giuseppe
B9005308 3710 AUT

Verificato EMS - Sala Maurizio
B9005308 3741 VER

Approvato EMS - Ferrara Irene (Project Manager)
B9005308 2041855 APP

Indice

1	SINTESI DELLA CAMPAGNA DI MISURA.....	3
2	PREMESSA E SCOPI.....	4
3	RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI	4
4	DESCRIZIONE DEL SITO DI MISURA.....	5
4.1	Limiti di emissione	5
5	STRUMENTAZIONE E BOMBOLE UTILIZZATE	6
5.1	Strumentazione sottoposta a verifica (AMS)	6
5.2	Strumentazione di riferimento (SRM)	6
5.3	Bombole utilizzate per le tarature degli strumenti SRM.....	6
5.4	Valori di controllo dello stato di taratura degli analizzatori	6
5.5	Bombole utilizzate per test funzionali.....	6
6	DESCRIZIONE DELLE VERIFICHE EFFETTUATE	7
6.1	Introduzione	7
6.2	Test preliminari alle verifiche	7
6.3	Prova di assicurazione qualità AST.....	8
6.4	Modalità di esecuzione delle prove	8
6.4.1	Determinazione delle concentrazioni di CO, NO _x , O ₂	8
6.4.2	Determinazione dell'umidità dei fumi.....	9
6.5	Calcolo dell'Indice di Accuratezza Relativo (I _{AR})	9
7	RISULTATI.....	10
7.1	Test outliers: definizione e risultati.....	10
7.1.1	Analizzatore CO.....	13
7.1.2	Analizzatore NO _x	14
7.1.3	Analizzatore O ₂	16
7.1.4	Analizzatore H ₂ O	18
7.2	Calcolo dell'Indice di Accuratezza Relativo (IAR)	19
7.2.1	Analizzatore CO.....	19
7.2.2	Analizzatore NO _x	20
7.2.3	Analizzatore O ₂	20
7.2.4	Analizzatore H ₂ O	21
8	INCERTEZZA DI MISURA	22
9	CONCLUSIONI.....	24

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	12/03/2019	B9005308	Prima emissione

1 SINTESI DELLA CAMPAGNA DI MISURA

Impianto	Centrale termoelettrica di Porto Empedocle
Località	Via Gioeni 65 – 92014, Porto Empedocle (AG)
Gruppo	3
Tipo di combustibile	Gas naturale
Orari e condizioni di funzionamento dell'impianto	Funzionamento in condizioni di assetto costante, i valori di carico medio negli orari di prova sono riportati nel paragrafo 8.1
Informazioni sul campionamento	Non sono stati riscontrati eventi anomali
Data e orario di campionamento	Le misure sono state eseguite dalle ore 11:00 del giorno 27 marzo 2018 alle ore 11:00 del giorno 29 marzo 2018
Personale di prova	Cottarelli Giacomo, Mori Piergiorgio
Misure effettuate	Test di taratura e variabilità di CO, NO _x , O ₂ e H ₂ O. Verifica IAR di CO, NO _x , O ₂ e H ₂ O.

Copie di questo rapporto e dei rapporti di analisi dei campioni sono conservati presso il Laboratorio CESI S.p.A. sede di Piacenza.

2 PREMESSA E SCOPI

ENEL Produzione S.p.A. ha richiesto a CESI l'effettuazione delle verifiche degli analizzatori di CO, NO_x, O₂ e H₂O, del Sistema di Misura Emissioni del gruppo 3 della centrale termoelettrica di Porto Empedocle. Come previsto nell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) dell'impianto, le verifiche sono state eseguite secondo la procedura AST descritta nella norma UNI EN 14181:2015.

3 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

- a) UNI EN 14181:2015 – Emissioni da sorgente fissa. Assicurazione della qualità di sistemi di misurazione automatici;
- b) D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 – Norme in materia ambientale e s.m.i.;
- c) Parere istruttorio conclusivo della domanda di AIA presentata da Enel Produzione S.p.A. – Centrale termoelettrica di Porto Empedocle (AG) (protocollo Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione Generale Valutazioni Ambientali - Decreto AIA del 16/12/2014 prot. DVA-2014-0041201);
- d) Piano di Monitoraggio e Controllo prot.DVA-0041163 data di emissione 16/12/2014;
- e) Comunicazione ISPRA n. 0018712 del 01/06/2011 "Definizione di modalità per l'attuazione dei Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC). Seconda Emanazione";
- f) 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;
- g) UNI EN 14789:2017 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in volume di ossigeno (O₂). Metodo di riferimento: Paramagnetismo;
- h) UNI EN 15058:2017 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di monossido di carbonio (CO). Metodo spettrometria a infrarossi non dispersiva;
- i) UNI EN 14792:2017 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di ossido di azoto (NO_x). Metodo di riferimento: chemiluminescenza;
- j) UNI EN 14790:2017 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione del vapore acqueo in condotti;

4 DESCRIZIONE DEL SITO DI MISURA

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.
Impianto:	Centrale termoelettrica di Porto Empedocle
Indirizzo:	Via Gioeni 65 – 92014 Porto Empedocle (AG)
Processo produttivo:	Combustione gas naturale
Tipologia di prodotti:	Energia elettrica

DATI DEL PUNTO DI EMISSIONE	
Punto di emissione oggetto della verifica:	Camino gruppo 3
Forma della sezione del condotto:	Circolare
Dimensioni interne del condotto:	4.89 m
Portata fumi nominale del punto di emissione:	~ 460.000 Nm ³ /h a tenore di O ₂ del 15%
Minimo tecnico:	35 MW
Massimo Carico:	77 MW

PUNTO DI CAMPIONAMENTO	
Identificazione del punto di campionamento:	Camino gruppo 3
Altezza da terra del camino	79.7 m
Quota del punto di campionamento:	51.3 m
Accessibilità al punto di emissione oggetto della verifica:	Scale, piattaforma di lavoro
Forma del condotto:	Circolare
Diametro del condotto	4.89 m
Diametro idraulico	4.5 m
Lunghezza dritta del condotto prima della sezione di prelievo	27 m
Lunghezza dritta del condotto dopo la sezione di prelievo	24 m
Lunghezza dritta del condotto prima del punto di emissione	28.4 m

4.1 Limiti di emissione

I limiti di emissione applicabili al gruppo 3, indicati nell'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 @15% O ₂]
CO	90
NO _x (come NO ₂)	30

5 STRUMENTAZIONE E BOMBOLE UTILIZZATE

5.1 Strumentazione sottoposta a verifica (AMS)

Modello	Costruttore	Parametro misurato	Principio di misura	Fondo scala	N° matricola
Oxymat 6	Siemens	O ₂	Paramagnetismo	25 % _{vol.}	N1-E2-123
Ultramat 6	Siemens	CO	NDIR	180 mg/Nm ³	N1-F3-133
Ultramat 6	Siemens	NO	NDIR	100 mg/Nm ³	N1-F4-244
LDS6	Siemens	H ₂ O	Laser	30 % _{vol.}	N1-HD103755

5.2 Strumentazione di riferimento (SRM)

Modello	Costruttore	Parametro misurato	Principio di misura	Fondo scala	N° matricola
Oxymat 6E	Siemens	O ₂	Paramagnetico	25 % _{vol.}	057490
Ultramat 6E	Siemens	CO	NDIR	250 mg/Nm ³	057490
CLD 822 Mh	Ecophysics	NO – NO _x	Chemiluminescenza	200 ppm	057485

Strumento	Modello	Costruttore	Parametro misurato	N° matricola
Pompa	Isostack G4	Tecora	-	057289
Pompa	Bravo	Tecora	-	057278
Pitot	S	Tecora	Velocità del gas	262
Termocoppia	K	Tersid	Temperatura del gas	11280.18
Diluitore dinamico	D/P99	PCF	-	057212
Kit di linearità	LDS6	Siemens	-	058286

5.3 Bombole utilizzate per le tarature degli strumenti SRM

Tipo di gas	Concentrazione	Incertezza	Matricola	Certificato	Prot. CESI Certificato
CO	111.6 ppm	±0.9 ppm	12049464	Praxair 357507001b	B7010315
NO	88.5 ppm	±1.ppm	12156785	Praxair 357514001b	B7010314

5.4 Valori di controllo dello stato di taratura degli analizzatori

Data e ora	Gas analizzato	Zero Letto	Zero Atteso	Span Letto	Span Atteso
27/03/18 15:17	O ₂	20.965 % _{vol.}	20.95 % _{vol.}	0.0 % _{vol.}	0 % _{vol.}
	CO	-0.04 mg/Nm ³	0 mg/Nm ³	139.6 mg/Nm ³	139.5 mg/Nm ³
	NO _x	-0.04 ppm	0 ppm	88.45 ppm	88.5 ppm
29/03/18 12:05	O ₂	20.95 % _{vol.}	20.95 % _{vol.}	0.0 % _{vol.}	0 % _{vol.}
	CO	-0.11 mg/Nm ³	0 mg/Nm ³	139.6 mg/Nm ³	139.5 mg/Nm ³
	NO _x	0.15 ppm	0 ppm	88.55 ppm	88.5 ppm

5.5 Bombole utilizzate per test funzionali

Tipo di gas	Concentrazione	Incertezza	Matricola	Certificato	Prot. CESI Certificato
O ₂	20.90% (aria)	±1.0%	12121112	Rivoira 2354	B5014092
CO	210.3 ppm	±1.7 ppm	12049211	Praxair 371580001a	B7010312
CO	3785 ppm	±2.5 ppm	12145233	Praxair 357501001b	B6011902
NO	150.4 ppm	±1.5 ppm	12157514	Praxair 369150001b	B7003770
NO	351.9 ppm	±3.3 ppm	12144912	Praxair 370754001	B7008688

6 DESCRIZIONE DELLE VERIFICHE EFFETTUATE

6.1 Introduzione

Nel presente capitolo vengono trattati gli aspetti procedurali delle verifiche, la cui norma di riferimento è la UNI EN 14181:2015.

6.2 Test preliminari alle verifiche

Nell'Appendice A della norma UNI EN 14181:2015 è prevista l'esecuzione di una prova funzionale preliminare alle verifiche. L'esito della prova funzionale è riportato nella seguente tabella:

ATTIVITA'	ESITO	NOTE
Allineamento e pulizia (solo per AMS non estrattivi)	Positivo	Quando possibile, esame visivo di: <ul style="list-style-type: none"> - Verifica interna analizzatore - Pulizia componenti ottici - Alimentazione aria di scarico - Ostruzione dei componenti ottici
Sistema di campionamento (solo per AMS estrattivi)	Positivo	Esame visivo del sistema di campionamento
Documentazione e registrazioni	Positivo	Controllo dei seguenti documenti: <ul style="list-style-type: none"> - Manuali utente degli analizzatori - Manuale di descrizione del sistema di misura emissioni - Certificazioni TUV e/o mCERTS
Attitudine al servizio	Positivo	Controllo di: <ul style="list-style-type: none"> - Collocazione idonea della strumentazione - Presenza di bombole di zero e span - Presenza di fornitura delle parti di ricambio
Prova di tenuta (solo per AMS estrattivi)	Positivo	Verifica del flusso della strumentazione
Controllo di zero e span	Positivo	Esito della verifica di linearità riportato in allegato al presente rapporto
Linearità	Positivo	Esito della verifica di linearità riportato in allegato al presente rapporto
Interferenze	Positivo	Interferenze inferiori al 4% del fondo scala certificato
Deriva zero e span (audit)	Positivo	Ottenuta sulla base della QAL3
Tempo di risposta	Positivo	I tempi di risposta osservati sono risultati inferiori ai massimi valori ammessi nella certificazione QAL1 per questo tipo di strumenti, pari a 200 s
Efficienza convertitore NO ₂ →NO	96%	Esito positivo se pari o superiore al 95%

6.3 Prova di assicurazione qualità AST

La prova di assicurazione qualità dei Sistemi di Misura Emissioni "AST" ("Annual Surveillance Test") è una procedura semplificata rispetto alla "QAL2", avente i seguenti scopi:

- verificare che gli analizzatori dei Sistemi di Misura Emissioni abbiano mantenuto le prestazioni precedentemente controllate mediante la procedura "QAL2";
- verificare che la funzione di taratura determinata con la precedente "QAL2" sia ancora valida;
- estendere il range di validità della curva di taratura (fino ad un valore massimo pari al 50% del valore limite di emissione), qualora l'esito della "AST" sia positivo e vengano misurati, durante l'esecuzione della procedura, dei valori di concentrazione al di fuori del range di validità della curva di taratura individuato dalla precedente "QAL2".

Le modalità di esecuzione sono descritte nel dettaglio nella norma tecnica UNI EN 14181:2015.

6.4 Modalità di esecuzione delle prove

6.4.1 Determinazione delle concentrazioni di CO, NO_x, O₂

Le concentrazioni di ossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), e di ossigeno (O₂) nei fumi emessi dal gruppo termoelettrico sono state determinate mediante analizzatori automatici funzionanti con i seguenti metodi di misura:

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

Gli strumenti utilizzati hanno caratteristiche conformi a quelle richieste dalle norme tecniche di riferimento adottate.

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 CO, NO_x, O₂.

6.4.2 Determinazione dell'umidità dei fumi

L'umidità dei fumi è stata quantificata con il metodo per condensazione-adsorbimento descritto nella norma UNI EN 14790:2017.

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 in parte di acqua deionizzata, come richiesto dal metodo; i gorgogliatori sono alloggiati in un bagno freddo, in modo da permettere il raffreddamento del gas e la separazione della condensa in esso presente;
- sistema di essiccazione del gas tramite gel di silice;
- pompa di aspirazione.

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

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

6.5 Calcolo dell'Indice di Accuratezza Relativo (I_{AR})

Con i dati utilizzati per l'esecuzione delle verifiche secondo la UNI EN 14181:2015 è stato calcolato anche l'Indice di Accuratezza Relativo in conformità alle indicazioni del §4.4 dell'Allegato VI alla Parte V del D.Lgs 152/06.

Per rendere il calcolo rappresentativo e compatibile con le modalità di gestione del Sistema di Misura Emissioni previste nel Piano di Monitoraggio e Controllo e nella norma UNI EN 14181:2015, non sono stati utilizzati i dati tal quali misurati dagli analizzatori dei Sistemi di Misura Emissioni, bensì quelli "tarati", ovvero convertiti mediante la retta di taratura determinata nella QAL2. Ciò è giustificato dal fatto che i Sistemi di Misura Emissioni della centrale prevedono l'inserimento nel software delle rette di taratura determinate per i vari parametri durante la QAL2, e quindi le misure d'impianto, registrate per calcolare le emissioni dell'impianto e verificare il rispetto dei limiti emissivi non sono più quelle misurate direttamente dagli analizzatori, bensì quelle convertite mediante le rette di taratura.

7 RISULTATI

Nei giorni compresi tra il 27/03/2018 e il 29/03/2018 CESI S.p.A. ha effettuato le misure secondo le modalità descritte al §7.5. I risultati sono riportati di seguito.

7.1 Test outliers: definizione e risultati

Per identificare eventuali anomalie (che saranno escluse dalla procedura), i dati delle misure in parallelo vengono valutati tramite un test statistico.

I test che si utilizzano per valutare la bontà delle coppie di dati sono il test definito dalla Environment Agency e il test di Huber.

Il test definito dalla *Environment Agency* – “*Monitoring Quick Guide 14 RM-QG14*” consiste invece nel verificare che la differenza tra il valore AMS (x_i) e il valore SRM (y_i), per ciascuna coppia di dati, sia minore o uguale a due volte la deviazione standard delle differenze (S_{diff}).

$$|x_i - y_i| \leq 2 S_{diff}$$

In seguito all'esito del test statistico riportato nelle tabelle sottostanti, si sceglie l'utilizzo di quelle coppie di dati con la minore differenza $|x_i - y_i|$.

Per applicare il test di Huber alla popolazione si procede come segue:

- Si calcola la mediana (C_m) della popolazione;
- Si calcolano le differenze (D_i) tra i singoli conteggi e la mediana (C_m);
- Si calcola la mediana (D_m) dei valori assoluti delle differenze;
- Si confrontano le differenze (D_i) rispetto a (D_m) applicando il seguente criterio:
 - $\frac{D_i}{D_m} \leq 4.5 \rightarrow$ valore accettabile
 - $\frac{D_i}{D_m} > 4.5 \rightarrow$ valore anomalo

Di seguito si riporta l'esito dei test applicati ai parametri oggetto di verifica.

$$|x_i - y_i| \leq 2 S_{diff}$$

Di seguito le coppie verificate tramite il test statistico:

Definizione degli Outliers - Test statistico di Huber

Coppie di misurazioni valide	19
Parametro	CO

Numero del campione (i)	Data	Ora inizio	Ora fine	Segnale AMS (x_i)	Valore SRM (y_i)	x_i/y_i	$ (x_i/y_i) - C_m $	D_i/D_m	Test
				[mg/Nm ³]	[mg/Nm ³]				
1	28/03/18	8.00	9.00	1.25	1.35	0.93	0.04	1.75	POSITIVO
2	28/03/18	9.00	10.00	1.12	1.22	0.92	0.03	1.34	POSITIVO
3	28/03/18	10.00	11.00	1.09	1.24	0.88	0.01	0.36	POSITIVO
4	28/03/18	11.00	12.00	1.10	1.23	0.90	0.01	0.46	POSITIVO
5	28/03/18	12.00	13.00	1.09	1.19	0.92	0.03	1.24	POSITIVO
6	28/03/18	13.00	14.00	1.08	1.21	0.89	0.01	0.27	POSITIVO
7	28/03/18	14.00	15.00	1.13	1.20	0.94	0.05	2.32	POSITIVO
8	28/03/18	15.00	16.00	1.11	1.27	0.88	0.01	0.36	POSITIVO
9	28/03/18	16.00	17.00	1.09	1.24	0.87	0.01	0.48	POSITIVO
10	28/03/18	17.00	18.00	1.10	1.25	0.88	0.01	0.43	POSITIVO
11	28/03/18	18.00	19.00	1.11	1.26	0.88	0.00	0.20	POSITIVO
12	28/03/18	19.00	20.00	1.15	1.34	0.86	0.02	1.01	POSITIVO
13	28/03/18	20.00	21.00	1.17	1.38	0.85	0.04	1.62	POSITIVO
14	28/03/18	21.00	22.00	1.16	1.39	0.84	0.05	2.11	POSITIVO
15	28/03/18	22.00	23.00	1.34	1.47	0.91	0.03	1.23	POSITIVO
16	28/03/18	23.00	0.00	1.35	1.41	0.96	0.07	2.99	POSITIVO
17	29/03/18	8.00	9.00	1.30	1.50	0.86	0.02	1.00	POSITIVO
18	29/03/18	9.00	10.00	1.24	1.40	0.89	0.00	0.00	POSITIVO
19	29/03/18	10.00	11.00	1.22	1.36	0.90	0.01	0.46	POSITIVO

Definizione degli Outliers - Test statistico di Huber

Coppie di misurazioni valide	19
Parametro	NOx

Numero del campione (i)	Data	Ora inizio	Ora fine	Segnale AMS (x_i)	Valore SRM (y_i)	x_i/y_i	$ (x_i/y_i) - C_m $	D_i/D_m	Test
				[mg/Nm ³]	[mg/Nm ³]				
1	28/03/18	8.00	9.00	30.75	28.94	1.06	0.02	2.41	POSITIVO
2	28/03/18	9.00	10.00	30.80	28.99	1.06	0.02	2.43	POSITIVO
3	28/03/18	10.00	11.00	30.82	29.03	1.06	0.02	2.55	POSITIVO
4	28/03/18	11.00	12.00	30.85	28.79	1.07	0.01	1.00	POSITIVO
5	28/03/18	12.00	13.00	30.83	28.91	1.07	0.01	1.80	POSITIVO
6	28/03/18	13.00	14.00	30.96	29.03	1.07	0.01	1.79	POSITIVO
7	28/03/18	14.00	15.00	31.17	29.11	1.07	0.01	1.12	POSITIVO
8	28/03/18	15.00	16.00	31.06	28.99	1.07	0.01	1.02	POSITIVO
9	28/03/18	16.00	17.00	30.97	28.78	1.08	0.00	0.29	POSITIVO
10	28/03/18	17.00	18.00	31.06	28.73	1.08	0.00	0.49	POSITIVO
11	28/03/18	18.00	19.00	31.25	28.90	1.08	0.00	0.53	POSITIVO
12	28/03/18	19.00	20.00	31.53	29.25	1.08	0.00	0.00	POSITIVO
13	28/03/18	20.00	21.00	30.67	28.35	1.08	0.00	0.61	POSITIVO
14	28/03/18	21.00	22.00	30.81	28.52	1.08	0.00	0.37	POSITIVO
15	28/03/18	22.00	23.00	29.43	27.18	1.08	0.00	0.76	POSITIVO
16	28/03/18	23.00	0.00	29.00	26.77	1.08	0.01	0.84	POSITIVO
17	29/03/18	8.00	9.00	32.63	30.17	1.08	0.00	0.56	POSITIVO
18	29/03/18	9.00	10.00	32.87	30.14	1.09	0.01	1.97	POSITIVO
19	29/03/18	10.00	11.00	32.59	29.86	1.09	0.01	2.11	POSITIVO

Definizione degli Outliers - Test statistico di Huber

Coppie di misurazioni valide	19
Parametro	O2

Numero del campione (i)	Data	Ora inizio	Ora fine	Segnale AMS (x _i)	Valore SRM (y _i)	x _i /y _i	(x _i /y _i) - C _m	D _i /D _m	Test
				[mg/Nm ³]	[mg/Nm ³]				
1	28/03/18	8.00	9.00	13.97	14.05	0.99	0.00	0.21	POSITIVO
2	28/03/18	9.00	10.00	13.97	14.07	0.99	0.00	0.75	POSITIVO
3	28/03/18	10.00	11.00	13.99	14.08	0.99	0.00	0.71	POSITIVO
4	28/03/18	11.00	12.00	14.00	14.09	0.99	0.00	0.76	POSITIVO
5	28/03/18	12.00	13.00	14.01	14.10	0.99	0.00	0.40	POSITIVO
6	28/03/18	13.00	14.00	14.03	14.11	0.99	0.00	0.14	POSITIVO
7	28/03/18	14.00	15.00	14.02	14.13	0.99	0.00	1.53	POSITIVO
8	28/03/18	15.00	16.00	14.02	14.15	0.99	0.00	2.58	POSITIVO
9	28/03/18	16.00	17.00	14.03	14.13	0.99	0.00	0.92	POSITIVO
10	28/03/18	17.00	18.00	14.03	14.13	0.99	0.00	0.68	POSITIVO
11	28/03/18	18.00	19.00	14.02	14.10	0.99	0.00	0.00	POSITIVO
12	28/03/18	19.00	20.00	14.04	14.11	1.00	0.00	1.00	POSITIVO
13	28/03/18	20.00	21.00	14.06	14.12	1.00	0.00	1.18	POSITIVO
14	28/03/18	21.00	22.00	14.05	14.10	1.00	0.00	1.44	POSITIVO
15	28/03/18	22.00	23.00	14.21	14.27	1.00	0.00	1.21	POSITIVO
16	28/03/18	23.00	0.00	14.25	14.31	1.00	0.00	1.29	POSITIVO
17	29/03/18	8.00	9.00	13.97	14.03	1.00	0.00	1.24	POSITIVO
18	29/03/18	9.00	10.00	13.97	14.02	1.00	0.00	1.85	POSITIVO
19	29/03/18	10.00	11.00	13.98	14.04	1.00	0.00	1.62	POSITIVO

Definizione degli Outliers - Test definito dalla Environment Agency - "Monitoring Quick Guide 14 RM-QG14"

Coppie di misurazioni valide	7
Parametro	H₂O

Numero del campione (i)	Data	Ora inizio	Ora fine	Segnale AMS (x _i)	Valore SRM (y _i)	x _i - y _i	Test
				[mg/Nm ³]	[mg/Nm ³]		
1	27/03/18	15.02	16.00	7.48	6.80	0.68	POSITIVO
2	28/03/18	8.00	8.57	7.86	8.16	0.30	POSITIVO
3	28/03/18	9.00	9.50	8.08	8.10	0.02	POSITIVO
4	28/03/18	10.00	10.55	8.40	7.31	1.09	NEGATIVO
5	28/03/18	11.00	11.56	8.44	8.57	0.13	POSITIVO
6	28/03/18	12.00	13.30	8.48	8.60	0.12	POSITIVO
7	28/03/18	13.32	14.18	8.60	7.95	0.65	POSITIVO

7.1.1 Analizzatore CO

Data di determinazione della retta ¹	16/06/2016	
Stima pendenza retta (b^{\wedge})	0.835	[-]
Stima intercetta retta (\hat{a})	-0.8	[mg/Nm ³]
Range superiore intervallo di taratura valido	22.60	[mg/Nm ³ @15% O ₂]

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				CO	O ₂	CO	O ₂
				[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]
1	28/03/18	08:00	09:00	1.25	13.97	1.35	14.05
2	28/03/18	09:00	10:00	1.12	13.97	1.22	14.07
3	28/03/18	10:00	11:00	1.09	13.99	1.24	14.08
4	28/03/18	11:00	12:00	1.10	14.00	1.23	14.09
5	28/03/18	12:00	13:00	1.09	14.01	1.19	14.10
6	28/03/18	13:00	14:00	1.08	14.03	1.21	14.11
7	28/03/18	14:00	15:00	1.13	14.02	1.20	14.13
8	28/03/18	15:00	16:00	1.11	14.02	1.27	14.15
9	28/03/18	16:00	17:00	1.09	14.03	1.24	14.13
10	28/03/18	17:00	18:00	1.10	14.03	1.25	14.13
11	28/03/18	18:00	19:00	1.11	14.02	1.26	14.10
12	28/03/18	19:00	20:00	1.15	14.04	1.34	14.11
13	28/03/18	20:00	21:00	1.17	14.06	1.38	14.12
14	28/03/18	21:00	22:00	1.16	14.05	1.39	14.10
15	28/03/18	22:00	23:00	1.34	14.21	1.47	14.27
16	28/03/18	23:00	00:00	1.35	14.25	1.41	14.31
17	29/03/18	08:00	09:00	1.30	13.97	1.50	14.03
18	29/03/18	09:00	10:00	1.24	13.97	1.40	14.02
19	29/03/18	10:00	11:00	1.22	13.98	1.36	14.04

N. prova	Valori CO - AMS tarato	Valori CO - AMS tarato e normalizzato	Valori CO - SRM normalizzato	Differenze fra valori normalizzati	Differenze quadratiche
	(\hat{y}) [mg/Nm ³]	(\hat{y}_{is}) [mg/Nm ³ 15% O ₂]	(y_{is}) [mg/Nm ³ 15% O ₂]	($D_I = y_{is} - \hat{y}_{is}$) [mg/Nm ³ 15% O ₂]	($D_I - D_{medio}$) ² [mg/Nm ³ 15% O ₂]
1	0.25	0.21	1.17	0.96	0.00
2	0.13	0.11	1.05	0.94	0.00
3	0.11	0.09	1.08	0.98	0.00
4	0.12	0.10	1.06	0.96	0.00
5	0.11	0.10	1.04	0.94	0.00
6	0.10	0.09	1.06	0.97	0.00
7	0.14	0.12	1.05	0.93	0.00
8	0.13	0.11	1.11	1.00	0.00
9	0.11	0.09	1.09	0.99	0.00
10	0.12	0.10	1.09	0.99	0.00
11	0.13	0.11	1.10	0.99	0.00
12	0.16	0.14	1.16	1.02	0.00
13	0.17	0.15	1.20	1.05	0.00
14	0.17	0.15	1.21	1.06	0.00
15	0.32	0.28	1.31	1.02	0.00
16	0.33	0.29	1.27	0.98	0.00
17	0.28	0.24	1.29	1.05	0.00
18	0.24	0.20	1.21	1.00	0.00
19	0.22	0.19	1.17	0.98	0.00

¹ La retta è stata inserita a sistema il giorno 15/09/2016.

Risultati del test di variabilità

Deviazione standard (s_0)	0.04
Valore coefficiente (k_v)	0.9814
Incertezza max richiesta (σ_0)	4.59
$k_v * \sigma_0 * 1.5$	6.76

L'AMS ha superato il test di variabilità.

Risultati del test di validità

Valore ($ D' $)	0.99
Valore t di Student ($t_{0.95} * (N-1)$)	1.73
Deviazione standard (s_0)	0.04
Incertezza massima richiesta (σ_0)	4.59
$t_{0.95} * (N-1) * (s_0/\sqrt{N}) + \sigma_0$	4.61

La taratura dell'AMS è accettata.

Massimo valore AMS tarato normalizzato	0.29
N° misure entro intervallo di taratura valido	19
Range inferiore e superiore dell'intervallo di taratura valido per l'AMS in condizioni normalizzate	0 22.6

7.1.2 Analizzatore NO_x

Data di determinazione della retta ²	16/06/2016	
Stima pendenza retta (b^{\wedge})	0.954	[-]
Stima intercetta retta (\hat{a})	0	[mg/Nm ³]
Range superiore intervallo di taratura valido	31.20	[mg/Nm ³ @15% O ₂]

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				Nox	O ₂	Nox	O ₂
		Inizio	Fine	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]
1	28/03/18	08:00	09:00	30.75	13.97	28.94	14.05
2	28/03/18	09:00	10:00	30.80	13.97	28.99	14.07
3	28/03/18	10:00	11:00	30.82	13.99	29.03	14.08
4	28/03/18	11:00	12:00	30.85	14.00	28.79	14.09
5	28/03/18	12:00	13:00	30.83	14.01	28.91	14.10
6	28/03/18	13:00	14:00	30.96	14.03	29.03	14.11
7	28/03/18	14:00	15:00	31.17	14.02	29.11	14.13
8	28/03/18	15:00	16:00	31.06	14.02	28.99	14.15
9	28/03/18	16:00	17:00	30.97	14.03	28.78	14.13
10	28/03/18	17:00	18:00	31.06	14.03	28.73	14.13
11	28/03/18	18:00	19:00	31.25	14.02	28.90	14.10
12	28/03/18	19:00	20:00	31.53	14.04	29.25	14.11
13	28/03/18	20:00	21:00	30.67	14.06	28.35	14.12
14	28/03/18	21:00	22:00	30.81	14.05	28.52	14.10
15	28/03/18	22:00	23:00	29.43	14.21	27.18	14.27
16	28/03/18	23:00	00:00	29.00	14.25	26.77	14.31
17	29/03/18	08:00	09:00	32.63	13.97	30.17	14.03
18	29/03/18	09:00	10:00	32.87	13.97	30.14	14.02
19	29/03/18	10:00	11:00	32.59	13.98	29.86	14.04

N. prova	Valori Nox - AMS tarato (\hat{y}_i) [mg/Nm ³]	Valori Nox - AMS tarato e normalizzato (\hat{y}_{is}) [mg/Nm ³ 15% O ₂]	Valori Nox - SRM normalizzato (y_{is}) [mg/Nm ³ 15% O ₂]	Differenze fra valori normalizzati ($D_i = y_{is} - \hat{y}_{is}$) [mg/Nm ³ 15% O ₂]	Differenze quadratiche ($D_i - D_{medio}$) ² [mg/Nm ³ 15% O ₂]
----------	--	---	--	--	---

² La retta è stata inserita a sistema il giorno 15/09/2016.

1	29.34	25.05	24.99	-0.06	0.10
2	29.38	25.08	25.09	0.01	0.14
3	29.40	25.16	25.18	0.02	0.16
4	29.43	25.22	25.01	-0.21	0.03
5	29.41	25.23	25.13	-0.11	0.07
6	29.54	25.41	25.28	-0.13	0.06
7	29.74	25.55	25.42	-0.13	0.06
8	29.63	25.46	25.39	-0.07	0.09
9	29.55	25.45	25.15	-0.30	0.01
10	29.63	25.52	25.09	-0.43	0.00
11	29.81	25.64	25.15	-0.49	0.01
12	30.08	25.95	25.46	-0.49	0.01
13	29.26	25.29	24.72	-0.58	0.04
14	29.39	25.38	24.81	-0.56	0.04
15	28.08	24.81	24.23	-0.58	0.04
16	27.67	24.59	24.00	-0.59	0.05
17	31.13	26.56	25.95	-0.61	0.06
18	31.36	26.76	25.89	-0.87	0.25
19	31.09	26.59	25.72	-0.87	0.25

Risultati del test di variabilità

Deviazione standard (s_D)	0.28
Valore coefficiente (k_v)	0.9814
Incertezza max richiesta (σ_0)	3.06
$k_v * \sigma_0 * 1.5$	4.51

L'AMS ha superato il test di variabilità.

Risultati del test di validità

Valore ($ D' $)	0.37
Valore t di Student ($t_{0.95} * (N-1)$)	1.73
Deviazione standard (s_D)	0.28
Incertezza massima richiesta (σ_0)	3.06
$t_{0.95} * (N-1) * (s_D/\sqrt{N}) + \sigma_0$	3.17

La taratura dell'AMS è accettata.

Massimo valore AMS tarato normalizzato	26.76
N° misure entro intervallo di taratura valido	19
Range inferiore e superiore dell'intervallo di taratura valido per l'AMS in condizioni normalizzate	0
	31.2

7.1.3 Analizzatore O₂

Data di determinazione della retta	20/05/2017	
Stima pendenza retta (b^{\wedge})	1.003	[-]
Stima intercetta retta (a^{\wedge})	0	[% vol, gas dry]
Range superiore intervallo di taratura valido	15.70	[% vol, gas dry 15% O ₂]

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				O ₂	O ₂	O ₂	O ₂
		Inizio	Fine	[% vol, gas dry]	[%vol, gas secco]	[% vol, gas dry]	[%vol, gas secco]
1	28/03/18	08:00	09:00	13.97	15.00	14.05	15.00
2	28/03/18	09:00	10:00	13.97	15.00	14.07	15.00
3	28/03/18	10:00	11:00	13.99	15.00	14.08	15.00
4	28/03/18	11:00	12:00	14.00	15.00	14.09	15.00
5	28/03/18	12:00	13:00	14.01	15.00	14.10	15.00
6	28/03/18	13:00	14:00	14.03	15.00	14.11	15.00
7	28/03/18	14:00	15:00	14.02	15.00	14.13	15.00
8	28/03/18	15:00	16:00	14.02	15.00	14.15	15.00
9	28/03/18	16:00	17:00	14.03	15.00	14.13	15.00
10	28/03/18	17:00	18:00	14.03	15.00	14.13	15.00
11	28/03/18	18:00	19:00	14.02	15.00	14.10	15.00
12	28/03/18	19:00	20:00	14.04	15.00	14.11	15.00
13	28/03/18	20:00	21:00	14.06	15.00	14.12	15.00
14	28/03/18	21:00	22:00	14.05	15.00	14.10	15.00
15	28/03/18	22:00	23:00	14.21	15.00	14.27	15.00
16	28/03/18	23:00	00:00	14.25	15.00	14.31	15.00
17	29/03/18	08:00	09:00	13.97	15.00	14.03	15.00
18	29/03/18	09:00	10:00	13.97	15.00	14.02	15.00
19	29/03/18	10:00	11:00	13.98	15.00	14.04	15.00

N. prova	Valori O ₂ - AMS tarato (\hat{y}_i)	Valori O ₂ - AMS tarato e normalizzato (\hat{y}_{is})	Valori O ₂ - SRM normalizzato (y_{is})	Differenze fra valori normalizzati ($D_i = y_{is} - \hat{y}_{is}$)	Differenze quadratiche ($(D_i - D_{medio})^2$)
	[% vol, gas dry]	[% vol, gas dry 15% O ₂]	[% vol, gas dry 15% O ₂]	[% vol, gas dry 15% O ₂]	[% vol, gas dry 15% O ₂]
1	14.02	14.02	14.05	0.04	0.00
2	14.01	14.01	14.07	0.05	0.00
3	14.03	14.03	14.08	0.05	0.00
4	14.04	14.04	14.09	0.05	0.00
5	14.05	14.05	14.10	0.05	0.00
6	14.07	14.07	14.11	0.04	0.00
7	14.06	14.06	14.13	0.07	0.00
8	14.06	14.06	14.15	0.09	0.00
9	14.08	14.08	14.13	0.06	0.00
10	14.08	14.08	14.13	0.05	0.00
11	14.07	14.07	14.10	0.04	0.00
12	14.09	14.09	14.11	0.02	0.00
13	14.10	14.10	14.12	0.02	0.00
14	14.09	14.09	14.10	0.01	0.00
15	14.25	14.25	14.27	0.02	0.00
16	14.29	14.29	14.31	0.01	0.00
17	14.01	14.01	14.03	0.02	0.00
18	14.01	14.01	14.02	0.00	0.00
19	14.03	14.03	14.04	0.01	0.00

Risultati del test di variabilità

Deviazione standard (σ_0)	0.02
Valore coefficiente (k_v)	0.9814
Incertezza max richiesta (σ_0)	1.07
$k_v * \sigma_0 * 1.5$	1.58

L'AMS ha superato il test di variabilità.

Risultati del test di validità

Valore ($ D $)	0.04
Valore t di Student ($t_{0,95} * (N-1)$)	1.73
Deviazione standard (s_D)	0.02
Incertezza massima richiesta (σ_0)	1.07
$t_{0,95} * (N-1) * (s_D/\sqrt{N}) + \sigma_0$	1.08
La taratura dell'AMS è accettata.	
Massimo valore AMS tarato normalizzato	14.29
N° misure entro intervallo di taratura valido	19
Range inferiore e superiore dell'intervallo di taratura valido per l'AMS in condizioni normalizzate	0
	15.7

7.1.4 Analizzatore H₂O

Data di determinazione della retta	20/05/2017	
Stima pendenza retta (b^{\wedge})	0.901	$[\% \text{ vol. wet}]/[\% \text{ vol, gas wet}]$
Stima intercetta retta (\hat{a})	0	$[\% \text{ vol. wet}]$
Range superiore intervallo di taratura valido	9.20	$[\% \text{ vol, gas wet 15\% O}_2]$

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				H ₂ O	O ₂	H ₂ O	O ₂
		Inizio	Fine	$[\% \text{ vol, gas wet}]$	$[\% \text{ vol, gas secco}]$	$[\% \text{ vol. wet}]$	$[\% \text{ vol, gas secco}]$
1	27/03/18	15:02	16:00	7.48	11.89	6.80	11.03
2	28/03/18	08:00	08:57	7.86	13.97	8.16	14.05
3	28/03/18	09:00	09:50	8.08	13.97	8.10	14.07
4	28/03/18	11:00	11:56	8.44	14.00	8.57	14.09
5	28/03/18	12:00	13:30	8.48	14.01	8.60	14.10
6	28/03/18	13:32	14:18	8.60	14.02	7.95	14.12

N. prova	Valori H ₂ O - AMS tarato (\hat{y})	Valori H ₂ O - AMS tarato e normalizzato (\hat{y}_{is})	Valori H ₂ O - SRM normalizzato (y_{is})	Differenze fra valori normalizzati ($D_i = y_{is} - \hat{y}_{is}$)	Differenze quadratiche ($D_i - D_{medio}$) ²
	$[\% \text{ vol. wet}]$	$[\% \text{ vol, gas wet 15\% O}_2]$	$[\% \text{ vol, gas wet 15\% O}_2]$	$[\% \text{ vol, gas wet 15\% O}_2]$	$[\% \text{ vol, gas wet 15\% O}_2]$
1	6.74	4.44	4.09	-0.35	0.89
2	7.08	6.04	7.04	1.00	0.16
3	7.28	6.21	7.01	0.80	0.04
4	7.61	6.52	7.45	0.93	0.11
5	7.64	6.56	7.47	0.91	0.10
6	7.75	6.67	6.94	0.27	0.10

Risultati del test di variabilità

Deviazione standard (s_0)	0.53
Valore coefficiente (k_v)	0.9281
Incertezza max richiesta (σ_0)	3.83
$k_v * \sigma_0 * 1.5$	5.33

L'AMS ha superato il test di variabilità.

Risultati del test di validità

Valore ($ D $)	0.59
Valore t di Student ($t_{0.95} * (N-1)$)	2.02
Deviazione standard (s_0)	0.53
Incertezza massima richiesta (σ_0)	3.83
$t_{0.95} * (N-1) * (s_0/\sqrt{N}) + \sigma_0$	4.27

La taratura dell'AMS è accettata.

Massimo valore AMS tarato normalizzato	6.67
N° misure entro intervallo di taratura valido	6
Range inferiore e superiore dell'intervallo di taratura valido per l'AMS in condizioni normalizzate	0
	9.2

7.2 Calcolo dell'Indice di Accuratezza Relativo (IAR)

In questo paragrafo sono riportati i calcoli dell'Indice di Accuratezza Relativo, secondo le modalità descritte nel §7.6.

Nelle tabelle presenti nei successivi sottoparagrafi sono riportati i seguenti dati:

- i risultati delle misure ottenute con gli analizzatori AMS. I dati riportati sono quelli ottenuti dalla conversione delle misure degli analizzatori tramite le rispettive rette di taratura;
- i dati misurati in parallelo con il Sistema di Misura di Riferimento (CESI);
- i valori dell'Indice di Accuratezza Relativo per ciascuno dei parametri sottoposti a verifica.

7.2.1 Analizzatore CO

N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	Valori originali SRM	Valori originali AMS	Valore SRM	Valore AMS	Differenza SRM - AMS	Differenza assoluta
				[mg/Nm ³]					
1	28/03/18	8:00	9:00	1.35	1.25	1.35	1.25	0.1	0.1
2	28/03/18	9:00	10:00	1.22	1.12	1.22	1.12	0.1	0.1
3	28/03/18	10:00	11:00	1.24	1.09	1.24	1.09	0.15	0.15
4	28/03/18	11:00	12:00	1.23	1.10	1.23	1.1	0.13	0.13
5	28/03/18	12:00	13:00	1.19	1.09	1.19	1.09	0.1	0.1
6	28/03/18	13:00	14:00	1.21	1.08	1.21	1.08	0.13	0.13
7	28/03/18	14:00	15:00	1.20	1.13	1.2	1.13	0.07	0.07
8	28/03/18	15:00	16:00	1.27	1.11	1.27	1.11	0.16	0.16
9	28/03/18	16:00	17:00	1.24	1.09	1.24	1.09	0.15	0.15
10	28/03/18	17:00	18:00	1.25	1.10	1.25	1.1	0.15	0.15
11	28/03/18	18:00	19:00	1.26	1.11	1.26	1.11	0.15	0.15
12	28/03/18	19:00	20:00	1.34	1.15	1.34	1.15	0.19	0.19
13	28/03/18	20:00	21:00	1.38	1.17	1.38	1.17	0.21	0.21
14	28/03/18	21:00	22:00	1.39	1.16	1.39	1.16	0.23	0.23
15	28/03/18	22:00	23:00	1.47	1.34	1.47	1.34	0.13	0.13
16	28/03/18	23:00	0:00	1.41	1.35	1.41	1.35	0.06	0.06
17	29/03/18	8:00	9:00	1.50	1.30	1.5	1.3	0.2	0.2
18	29/03/18	9:00	10:00	1.40	1.24	1.4	1.24	0.16	0.16
19	29/03/18	10:00	11:00	1.36	1.22	1.36	1.22	0.14	0.14

N° medie	19
IAR	87.47%
IAR superiore all'80%: TEST SUPERATO	

7.2.2 Analizzatore NO_x

N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	Valori originali SRM	Valori originali AMS	Valore SRM	Valore AMS	Differenza SRM - AMS	Differenza assoluta
				[mg/Nm ³]					
1	28/03/18	8:00	9:00	28.94	30.75	28.94	30.75	-1.81	1.81
2	28/03/18	9:00	10:00	28.99	30.80	28.99	30.8	-1.81	1.81
3	28/03/18	10:00	11:00	29.03	30.82	29.03	30.82	-1.79	1.79
4	28/03/18	11:00	12:00	28.79	30.85	28.79	30.85	-2.06	2.06
5	28/03/18	12:00	13:00	28.91	30.83	28.91	30.83	-1.92	1.92
6	28/03/18	13:00	14:00	29.03	30.96	29.03	30.96	-1.93	1.93
7	28/03/18	14:00	15:00	29.11	31.17	29.11	31.17	-2.06	2.06
8	28/03/18	15:00	16:00	28.99	31.06	28.99	31.06	-2.07	2.07
9	28/03/18	16:00	17:00	28.78	30.97	28.78	30.97	-2.19	2.19
10	28/03/18	17:00	18:00	28.73	31.06	28.73	31.06	-2.33	2.33
11	28/03/18	18:00	19:00	28.90	31.25	28.9	31.25	-2.35	2.35
12	28/03/18	19:00	20:00	29.25	31.53	29.25	31.53	-2.28	2.28
13	28/03/18	20:00	21:00	28.35	30.67	28.35	30.67	-2.32	2.32
14	28/03/18	21:00	22:00	28.52	30.81	28.52	30.81	-2.29	2.29
15	28/03/18	22:00	23:00	27.18	29.43	27.18	29.43	-2.25	2.25
16	28/03/18	23:00	0:00	26.77	29.00	26.77	29	-2.23	2.23
17	29/03/18	8:00	9:00	30.17	32.63	30.17	32.63	-2.46	2.46
18	29/03/18	9:00	10:00	30.14	32.87	30.14	32.87	-2.73	2.73
19	29/03/18	10:00	11:00	29.86	32.59	29.86	32.59	-2.73	2.73

N° medie	19
I _{AR}	91.95%
I _{AR} superiore all'80%: TEST SUPERATO	

7.2.3 Analizzatore O₂

N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	Valori originali SRM	Valori originali AMS	Valore SRM	Valore AMS	Differenza SRM - AMS	Differenza assoluta
				[% vol, gas dry]	[% vol, gas dry]	[% vol, gas dry]	[% vol, gas dry]	[% vol, gas dry]	[% vol, gas dry]
1	28/03/18	8:00	9:00	14.05	13.97	14.05	13.97	0.08	0.08
2	28/03/18	9:00	10:00	14.07	13.97	14.07	13.97	0.1	0.1
3	28/03/18	10:00	11:00	14.08	13.99	14.08	13.99	0.09	0.09
4	28/03/18	11:00	12:00	14.09	14.00	14.09	14	0.09	0.09
5	28/03/18	12:00	13:00	14.10	14.01	14.1	14.01	0.09	0.09
6	28/03/18	13:00	14:00	14.11	14.03	14.11	14.03	0.08	0.08
7	28/03/18	14:00	15:00	14.13	14.02	14.13	14.02	0.11	0.11
8	28/03/18	15:00	16:00	14.15	14.02	14.15	14.02	0.13	0.13
9	28/03/18	16:00	17:00	14.13	14.03	14.13	14.03	0.1	0.1
10	28/03/18	17:00	18:00	14.13	14.03	14.13	14.03	0.1	0.1
11	28/03/18	18:00	19:00	14.10	14.02	14.1	14.02	0.08	0.08
12	28/03/18	19:00	20:00	14.11	14.04	14.11	14.04	0.07	0.07
13	28/03/18	20:00	21:00	14.12	14.06	14.12	14.06	0.06	0.06
14	28/03/18	21:00	22:00	14.10	14.05	14.1	14.05	0.05	0.05
15	28/03/18	22:00	23:00	14.27	14.21	14.27	14.21	0.06	0.06
16	28/03/18	23:00	0:00	14.31	14.25	14.31	14.25	0.06	0.06
17	29/03/18	8:00	9:00	14.03	13.97	14.03	13.97	0.06	0.06
18	29/03/18	9:00	10:00	14.02	13.97	14.02	13.97	0.05	0.05
19	29/03/18	10:00	11:00	14.04	13.98	14.04	13.98	0.06	0.06

N° medie	19
I _{AR}	99.36%
I _{AR} superiore all'80%: TEST SUPERATO	

7.2.4 Analizzatore H₂O

N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	Valori originali SRM	Valori originali AMS	Valore SRM	Valore AMS	Differenza SRM - AMS	Differenza assoluta
				[% vol, gas wet]	[% vol, gas wet]	[% vol, gas wet]	[% vol, gas wet]	[% vol, gas wet]	[% vol, gas wet]
1	27/03/18	15:02	16:00	6.80	7.48	6.8	7.48	-0.68	0.68
2	28/03/18	8:00	8:57	8.16	7.86	8.16	7.86	0.3	0.3
3	28/03/18	9:00	9:50	8.10	8.08	8.1	8.08	0.02	0.02
4	28/03/18	11:00	11:56	8.57	8.44	8.57	8.44	0.13	0.13
5	28/03/18	12:00	13:30	8.60	8.48	8.6	8.48	0.12	0.12
6	28/03/18	13:32	14:18	7.95	8.60	7.95	8.6	-0.65	0.65

N° medie	6
I _{AR}	92.34%
I_{AR} superiore all'80%: TEST SUPERATO	

8 INCERTEZZA DI MISURA

Nel presente capitolo sono riportati i risultati delle misure eseguite, gli orari riportati nelle tabelle sono riferiti in ora solare.

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).

Gas analizzato		CO			
Unità misura		[mg/Nm ³ 15% O ₂]			
N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	Valori originali SRM	Incertezza estesa U (k=2; p=95%)
				[mg/Nm ³ 15% O ₂]	
1	28/03/18	8:00	9:00	1.17	±0.11
2	28/03/18	9:00	10:00	1.05	±0.09
3	28/03/18	10:00	11:00	1.08	±0.1
4	28/03/18	11:00	12:00	1.06	±0.1
5	28/03/18	12:00	13:00	1.04	±0.09
6	28/03/18	13:00	14:00	1.06	±0.1
7	28/03/18	14:00	15:00	1.05	±0.09
8	28/03/18	15:00	16:00	1.11	±0.1
9	28/03/18	16:00	17:00	1.09	±0.1
10	28/03/18	17:00	18:00	1.09	±0.1
11	28/03/18	18:00	19:00	1.10	±0.1
12	28/03/18	19:00	20:00	1.16	±0.1
13	28/03/18	20:00	21:00	1.20	±0.11
14	28/03/18	21:00	22:00	1.21	±0.11
15	28/03/18	22:00	23:00	1.31	±0.12
16	28/03/18	23:00	0:00	1.27	±0.11
17	29/03/18	8:00	9:00	1.29	±0.12
18	29/03/18	9:00	10:00	1.21	±0.11
19	29/03/18	10:00	11:00	1.17	±0.11

Gas analizzato		NOx			
Unità misura		[mg/Nm ³ 15% O ₂]			
N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	Valori originali SRM	Incertezza estesa U (k=2; p=95%)
				[mg/Nm ³ 15% O ₂]	
1	28/03/18	8:00	9:00	24.99	±2.25
2	28/03/18	9:00	10:00	25.09	±2.26
3	28/03/18	10:00	11:00	25.18	±2.27
4	28/03/18	11:00	12:00	25.01	±2.25
5	28/03/18	12:00	13:00	25.13	±2.26
6	28/03/18	13:00	14:00	25.28	±2.28
7	28/03/18	14:00	15:00	25.42	±2.29
8	28/03/18	15:00	16:00	25.39	±2.29
9	28/03/18	16:00	17:00	25.15	±2.26
10	28/03/18	17:00	18:00	25.09	±2.26
11	28/03/18	18:00	19:00	25.15	±2.26
12	28/03/18	19:00	20:00	25.46	±2.29
13	28/03/18	20:00	21:00	24.72	±2.22
14	28/03/18	21:00	22:00	24.81	±2.23
15	28/03/18	22:00	23:00	24.23	±2.18
16	28/03/18	23:00	0:00	24.00	±2.16
17	29/03/18	8:00	9:00	25.95	±2.34
18	29/03/18	9:00	10:00	25.89	±2.33
19	29/03/18	10:00	11:00	25.72	±2.31

Gas analizzato		O ₂			
Unità misura		[mg/Nm ³ 15% O ₂]			
N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	Valori originali SRM	Incertezza estesa U (k=2; p=95%)
				[mg/Nm ³ 15% O ₂]	
1	28/03/18	8:00	9:00	14.05	±0.7
2	28/03/18	9:00	10:00	14.07	±0.7
3	28/03/18	10:00	11:00	14.08	±0.7
4	28/03/18	11:00	12:00	14.09	±0.7
5	28/03/18	12:00	13:00	14.10	±0.71
6	28/03/18	13:00	14:00	14.11	±0.71
7	28/03/18	14:00	15:00	14.13	±0.71
8	28/03/18	15:00	16:00	14.15	±0.71
9	28/03/18	16:00	17:00	14.13	±0.71
10	28/03/18	17:00	18:00	14.13	±0.71
11	28/03/18	18:00	19:00	14.10	±0.71
12	28/03/18	19:00	20:00	14.11	±0.71
13	28/03/18	20:00	21:00	14.12	±0.71
14	28/03/18	21:00	22:00	14.10	±0.71
15	28/03/18	22:00	23:00	14.27	±0.71
16	28/03/18	23:00	0:00	14.31	±0.72
17	29/03/18	8:00	9:00	14.03	±0.7
18	29/03/18	9:00	10:00	14.02	±0.7
19	29/03/18	10:00	11:00	14.04	±0.7

Gas analizzato		H ₂ O			
Unità misura		[mg/Nm ³ 15% O ₂]			
N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	Valori originali SRM	Incertezza estesa U (k=2; p=95%)
				[mg/Nm ³ 15% O ₂]	
1	27/03/18	15:02	16:00	4.09	±0.41
2	28/03/18	8:00	8:57	7.04	±0.7
3	28/03/18	9:00	9:50	7.01	±0.7
4	28/03/18	11:00	11:56	7.45	±0.75
5	28/03/18	12:00	13:30	7.47	±0.75
6	28/03/18	13:32	14:18	6.94	±0.69

9 CONCLUSIONI

Dai risultati riportati nei capitoli precedenti emerge che gli analizzatori di CO, NO_x, O₂, H₂O, hanno superato con successo i test previsti dalla norma UNI EN 14181:2015 per la procedura AST (test di variabilità e test di validità della retta di taratura), e sono pertanto idonei all'utilizzo richiesto.

ALLEGATI AL RAPPORTO

B8011074 Certificato di accreditamento ISO 9001	2 pagg.
Elenco delle prove in accreditamento ACCREDIA – sede PC	3 pagg.
Certificato TUV analizzatori Siemens Oxymat/Ultramat 6	3 pagg.
Certificato mCERTS analizzatori Siemens Oxymat/Ultramat 6	9 pagg.
Certificato mCERTS analizzatore Siemens LDS6	7 pagg.
Verifiche di linearità degli analizzatori	18 pagg.
B7016708 certificati Isostack G4 057289	15 pagg.
B7011219 certificati Bravo 057278	7 pagg.
B7022261 certificato Pitot S 262	3 pagg.
B8012650 certificato Termocoppia K matricola 11280.18	3 pagg.
B5014087 certificato bombola 12121112	2 pagg.
B6011902 certificato bombola 12145233	2 pagg.
B7003770 certificato bombola 12157514	2 pagg.
B7008688 certificato bombola 12144912	2 pagg.
B7010312 certificato bombola 12049211	2 pagg.
B7010314 certificato bombola 12156785	2 pagg.
B7010315 certificato bombola 12049464	2 pagg.
B7004017 certificato kit H2O LDS6	3 pagg.
B7020090 certificato mass-flow diluitore 057212	2 pagg.