

## RAPPORTO DI PROVA

USO RISERVATO

APPROVATO

C0012549

S

**Cliente**

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

**Indirizzo del cliente**

**Viale Regina Margherita 125  
00198 Roma (RM) ITALIA**

**Ordine**

**Accordo Quadro n. 8400134283 - Attingimento n. 3500091605  
Rev. 0 (A1300002520 – Lettera n. C0012550)**

**Campioni/Oggetti in prova**

**Verifiche degli analizzatori di CO, NOx, 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. Procedura AST.**

**Prove eseguite**

**Vedi capitolo 6**

**Documenti normativi**

**Vedi capitolo 2**

**Data prove**

**dal 18/05/2020**

**al 19/05/2020**

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**

**27**

**N. pagine fuori testo**

**74**

**Data di emissione** 12/08/2020

**Elaborato**

**EDM - Bonomi Beatrice**  
C0012549 3297115 AUT

**Verificato**

**EDM - Ferrara Irene**  
C0012549 2041855 VER

**Approvato**

**EDM - Il Responsabile - Sala Maurizio**  
C0012549 3741 APP

**CESI S.p.A.**

Via Rubattino 54  
I-20134 Milano - Italy  
Tel: +39 02 21251  
Fax: +39 02 21255440  
e-mail: info@cesi.it  
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato  
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150  
P.I. IT00793580150  
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2020 by CESI. All rights reserved

Pag.1/27

PAD C0012549 (2783764) - USO RISERVATO

Mod. RPRO v. 14

## *Indice*

<b>1</b>	<b>SINTESI DELLA CAMPAGNA DI MISURA .....</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>PREMESSA E SCOPI.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>LIMITI DI EMISSIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SITO DI MISURA .....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>STRUMENTAZIONE E BOMBOLE UTILIZZATE.....</b>	<b>6</b>
5.1	Strumentazione sottoposta a verifica (AMS) .....	6
5.2	Strumentazione di riferimento (SRM) .....	6
5.3	Valori di controllo dello stato di taratura degli analizzatori.....	6
5.4	Bombole utilizzate per test funzionali e per le tarature degli strumenti SRM.....	6
<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE VERIFICHE EFFETTUATE .....</b>	<b>7</b>
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 <sub>x</sub> , O <sub>2</sub> .....	8
6.4.2	Determinazione dell'umidità dei fumi.....	9
6.5	Calcolo dell'Indice di Accuratezza Relativo (IAR) .....	9
<b>7</b>	<b>RISULTATI .....</b>	<b>10</b>
7.1	Test outliers: definizione e risultati.....	10
7.1.1	Analizzatore CO .....	13
7.1.2	Analizzatore NO <sub>x</sub> .....	15
7.1.3	Analizzatore O <sub>2</sub> .....	17
7.1.4	Analizzatore H <sub>2</sub> O.....	19
7.2	Calcolo dell'Indice di Accuratezza Relativo (IAR) .....	20
7.2.1	Analizzatore CO .....	20
7.2.2	Analizzatore NO <sub>x</sub> .....	21
7.2.3	Analizzatore O <sub>2</sub> .....	22
7.2.4	Analizzatore H <sub>2</sub> O.....	22
<b>8</b>	<b>INCERTEZZA DI MISURA .....</b>	<b>23</b>
8.1	Dati di impianto .....	25
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>26</b>

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	10/08/2020	C0012549	Prima Emissione

## 1 SINTESI DELLA CAMPAGNA DI MISURA

<u>Impianto:</u>	Centrale termoelettrica di Porto Empedocle
<u>Località:</u>	Via Gioeni 65 – 92014, Porto Empedocle (AG)
<u>Gruppo:</u>	3
<u>Tipo di combustibile:</u>	Gas naturale
<u>Condizioni di funzionamento dell'impianto:</u>	Funzionamento in condizioni di assetto costante, i valori di carico medio negli orari di prova sono riportati nel paragrafo 8.1
<u>Informazioni sul campionamento:</u>	Non sono stati riscontrati eventi anomali
<u>Data e orario di campionamento:</u>	Le misure sono state eseguite dalle ore 08:00 del giorno 18 maggio 2020 alle ore 12:00 del giorno 19 maggio 2020
<u>Personale di prova:</u>	Sidoli Giancarlo, Gatti Claudio
<u>Misure effettuate:</u>	Test di taratura e variabilità di CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>2</sub> e H <sub>2</sub> O Verifica IAR di CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>2</sub> e H <sub>2</sub> O

Copia di questo rapporto è conservata presso il Laboratorio CESI S.p.A. sede di Piacenza.

## 1 PREMESSA E SCOPI

ENEL Produzione S.p.A. ha richiesto a CESI l'effettuazione delle verifiche degli analizzatori di CO, NO<sub>x</sub>, O<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O 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.

## 2 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 del 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 (O<sub>2</sub>). 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<sub>x</sub>). Metodo di riferimento: chemiluminescenza;
- j) UNI EN 14790:2017 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione del vapore acqueo in condotti.

## 3 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 <sup>3</sup> @15% O <sub>2</sub> ]
CO	90
NO <sub>x</sub> (come NO <sub>2</sub> )	30

## 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 <sup>3</sup> /h a tenore di O <sub>2</sub> 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

## 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 <sub>2</sub>	Paramagnetismo	25 %vol.	N1-E2-123
Ultramat 6	Siemens	CO	NDIR	180 mg/Nm <sup>3</sup>	N1-F3-133
Ultramat 6	Siemens	NO	NDIR	74.63 ppm	N1-F4-244
LDS6	Siemens	H <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub>	Paramagnetico	25 %vol.	057486
Ultramat 6E	Siemens	CO	NDIR	200 mg/Nm <sup>3</sup>	057486
CLD 822 Mh	Ecophysics	NO – NO <sub>x</sub>	Chemiluminescenza	100 ppm	057488

Strumento	Modello	Costruttore	Parametro misurato	N° matricola
Pompa	Isostack G4	Tecora	-	057289
Pompa	Bravo	Tecora	-	057279
Pitot	S	Tecora	Velocità del gas	315
Termocoppia	K	Tersid	Temperatura del gas	11279.18
Diluitore dinamico	D/P99	PCF	-	026858
Kit di linearità	LDS6	Siemens	-	058286

### 5.3 Valori di controllo dello stato di taratura degli analizzatori

Data e ora	Gas analizzato	Zero Letto	Zero Atteso	Span Letto	Span Atteso
18/05/20 07:15	O <sub>2</sub>	20.90 %vol.	20.95 %vol.	-0.02 %vol.	0 %vol.
	CO	0.02 mg/Nm <sup>3</sup>	0 mg/Nm <sup>3</sup>	130.5 mg/Nm <sup>3</sup>	130.375 mg/Nm <sup>3</sup>
	NO <sub>x</sub>	0.03 ppm	0 ppm	80.7 ppm	81 ppm
19/05/20 07:00	O <sub>2</sub>	20.91 %vol.	20.95 %vol.	0.02 %vol.	0 %vol.
	CO	0.01 mg/Nm <sup>3</sup>	0 mg/Nm <sup>3</sup>	130.39 mg/Nm <sup>3</sup>	130.375 mg/Nm <sup>3</sup>
	NO <sub>x</sub>	0.05 ppm	0 ppm	81.07 ppm	81 ppm

### 5.4 Bombole utilizzate per test funzionali e per le tarature degli strumenti SRM

Tipo di gas	Concentrazione	Incertezza	Matricola	Certificato	Prot. CESI Certificato
O <sub>2</sub>	25.12%	± 0.15%	12229147	Belac 396287001	B9018641
CO	319.12 mg/Nm <sup>3</sup>	± 2%	12267072	Belac 398221001a	B9014033
CO	4428.75 mg/Nm <sup>3</sup>	± 24%	12144667	Praxair 387039001	B8016035
NO	81 ppm	± 1%	12144638	Praxair 387004001a	B8016936
NO	209.7 ppm	± 4.6%	12018427	Praxair 370754001	B9011197

## 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"> <li>- Verifica interna analizzatore</li> <li>- Pulizia componenti ottici</li> <li>- Alimentazione aria di scarico</li> <li>- Ostruzione dei componenti ottici</li> </ul>
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"> <li>- Manuali utente degli analizzatori</li> <li>- Manuale di descrizione del sistema di misura emissioni</li> <li>- Certificazioni TUV e/o mCERTS</li> </ul>
Attitudine al servizio	Positivo	Controllo di: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Collocazione idonea della strumentazione</li> <li>- Presenza di bombole di zero e span</li> <li>- Presenza di fornitura delle parti di ricambio</li> </ul>
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 $\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}$	98.1%	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<sub>x</sub>, O<sub>2</sub>**

Le concentrazioni di ossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), e di ossigeno (O<sub>2</sub>) 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<sub>x</sub>;
- metodo paramagnetico per il composto O<sub>2</sub>.

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 riscaldato, per trattenere il particolato presente nel gas campionato;
2. Linea di trasferimento riscaldata in politetrafluoroetilene, termostata circa 120 °C;
3. Dispositivo di deumidificazione del gas campionato;
4. Pompa e suddivisione del flusso da inviare ai diversi analizzatori;
5. Analizzatori dei diversi parametri (l’analizzatore di NO è preceduto dal convertitore NO<sub>2</sub> → 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<sub>x</sub>, O<sub>2</sub>.



#### **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 18/05/2020 e il 19/05/2020 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.

**RAPPORTO DI PROVA**

USO RISERVATO

APPROVATO

C0012549

**Definizione degli Outliers - Test statistico di Huber**

Coppie di misurazioni valide	<b>21</b>								
Parametro	<b>CO</b>								
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 <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	[-]	
1	18/05/20	8.00	9.00	1.4	0.8	1.75	0.04	0.17	POSITIVO
2	18/05/20	9.00	10.00	1.4	0.8	1.75	0.04	0.17	POSITIVO
3	18/05/20	10.00	11.00	1.4	0.8	1.75	0.04	0.17	POSITIVO
4	18/05/20	11.00	12.00	1.4	0.8	1.75	0.04	0.17	POSITIVO
5	18/05/20	12.00	13.00	1.5	0.8	1.88	0.16	0.75	POSITIVO
6	18/05/20	13.00	14.00	1.5	0.7	2.14	0.43	2.00	POSITIVO
7	18/05/20	14.00	15.00	1.2	0.7	1.71	0.00	0.00	POSITIVO
8	18/05/20	15.00	16.00	1.2	0.7	1.71	0.00	0.00	POSITIVO
9	18/05/20	16.00	17.00	1.5	0.8	1.88	0.16	0.75	POSITIVO
10	18/05/20	17.00	18.00	1.4	0.7	2.00	0.29	1.33	POSITIVO
11	18/05/20	18.00	19.00	0.9	0.6	1.50	0.21	1.00	POSITIVO
12	18/05/20	19.00	20.00	0.9	0.7	1.29	0.43	2.00	POSITIVO
13	18/05/20	20.00	21.00	0.9	0.6	1.50	0.21	1.00	POSITIVO
14	18/05/20	21.00	22.00	0.7	0.7	1.00	0.71	3.33	POSITIVO
15	18/05/20	22.00	23.00	0.7	0.6	1.17	0.55	2.56	POSITIVO
16	19/05/20	7.00	8.00	1.1	1.0	1.10	0.61	2.87	POSITIVO
17	19/05/20	8.00	9.00	1.0	0.8	1.25	0.46	2.17	POSITIVO
18	19/05/20	9.00	10.00	1.0	0.8	1.25	0.46	2.17	POSITIVO
19	19/05/20	10.00	11.00	1.0	0.7	1.43	0.29	1.33	POSITIVO
20	19/05/20	11.00	12.00	1.2	0.7	1.71	0.00	0.00	POSITIVO
21	19/05/20	12.00	13.00	1.0	0.7	1.43	0.29	1.33	POSITIVO

**Definizione degli Outliers - Test statistico di Huber**

Coppie di misurazioni valide	<b>21</b>								
Parametro	<b>NOx</b>								
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 <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	[-]	
1	18/05/20	8.00	9.00	29.5	26.9	1.10	0.04	1.23	POSITIVO
2	18/05/20	9.00	10.00	29.5	27.1	1.09	0.04	1.00	POSITIVO
3	18/05/20	10.00	11.00	29.4	26.9	1.09	0.04	1.07	POSITIVO
4	18/05/20	11.00	12.00	29.8	27.3	1.09	0.04	1.08	POSITIVO
5	18/05/20	12.00	13.00	30.3	27.9	1.09	0.03	0.87	POSITIVO
6	18/05/20	13.00	14.00	30.0	27.3	1.10	0.05	1.24	POSITIVO
7	18/05/20	14.00	15.00	29.4	27.7	1.06	0.01	0.18	POSITIVO
8	18/05/20	15.00	16.00	28.9	27.5	1.05	0.00	0.06	POSITIVO
9	18/05/20	16.00	17.00	29.5	27.3	1.08	0.03	0.78	POSITIVO
10	18/05/20	17.00	18.00	28.3	25.0	1.13	0.08	2.11	POSITIVO
11	18/05/20	18.00	19.00	26.5	24.6	1.08	0.02	0.58	POSITIVO
12	18/05/20	19.00	20.00	28.3	27.7	1.02	0.03	0.88	POSITIVO
13	18/05/20	20.00	21.00	26.2	24.8	1.05	0.00	0.00	POSITIVO
14	18/05/20	21.00	22.00	25.9	24.6	1.05	0.00	0.10	POSITIVO
15	18/05/20	22.00	23.00	25.9	24.8	1.04	0.01	0.34	POSITIVO
16	19/05/20	7.00	8.00	28.8	28.5	1.01	0.05	1.24	POSITIVO
17	19/05/20	8.00	9.00	28.8	28.7	1.00	0.05	1.44	POSITIVO
18	19/05/20	9.00	10.00	28.6	28.7	1.00	0.06	1.59	POSITIVO
19	19/05/20	10.00	11.00	28.6	28.5	1.00	0.05	1.39	POSITIVO
20	19/05/20	11.00	12.00	29.5	28.5	1.04	0.02	0.51	POSITIVO
21	19/05/20	12.00	13.00	28.6	28.5	1.00	0.05	1.39	POSITIVO

**RAPPORTO DI PROVA**

USO RISERVATO

APPROVATO

C0012549

**Definizione degli Outliers - Test statistico di Huber**

Coppie di misurazioni valide	<b>21</b>								
Parametro	<b>O2</b>								
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 <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	[-]	
1	18/05/20	8.00	9.00	14.4	14.1	1.02	0.00	0.64	POSITIVO
2	18/05/20	9.00	10.00	14.4	14.1	1.03	0.00	0.39	POSITIVO
3	18/05/20	10.00	11.00	14.4	14.1	1.03	0.00	0.39	POSITIVO
4	18/05/20	11.00	12.00	14.4	14.0	1.03	0.00	0.38	POSITIVO
5	18/05/20	12.00	13.00	14.5	14.0	1.04	0.01	1.67	POSITIVO
6	18/05/20	13.00	14.00	14.5	14.0	1.03	0.01	1.00	POSITIVO
7	18/05/20	14.00	15.00	14.5	14.0	1.04	0.01	1.79	POSITIVO
8	18/05/20	15.00	16.00	14.5	14.0	1.03	0.00	0.38	POSITIVO
9	18/05/20	16.00	17.00	14.5	14.0	1.03	0.00	0.87	POSITIVO
10	18/05/20	17.00	18.00	14.5	14.2	1.02	0.01	1.05	POSITIVO
11	18/05/20	18.00	19.00	14.6	14.3	1.02	0.01	1.43	POSITIVO
12	18/05/20	19.00	20.00	14.4	14.0	1.03	0.00	0.25	POSITIVO
13	18/05/20	20.00	21.00	14.6	14.3	1.02	0.01	1.68	POSITIVO
14	18/05/20	21.00	22.00	14.5	14.3	1.02	0.01	2.05	POSITIVO
15	18/05/20	22.00	23.00	14.6	14.3	1.02	0.01	1.93	POSITIVO
16	19/05/20	7.00	8.00	14.4	14.1	1.02	0.01	1.38	POSITIVO
17	19/05/20	8.00	9.00	14.4	14.0	1.03	0.00	0.14	POSITIVO
18	19/05/20	9.00	10.00	14.4	14.0	1.03	0.00	0.39	POSITIVO
19	19/05/20	10.00	11.00	14.4	14.0	1.03	0.00	0.00	POSITIVO
20	19/05/20	11.00	12.00	14.4	14.0	1.03	0.01	1.16	POSITIVO
21	19/05/20	12.00	13.00	14.4	14.0	1.04	0.01	1.29	POSITIVO

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

Coppie di misurazioni valide	<b>7</b>						
Parametro	<b>H<sub>2</sub>O</b>						
Numero del campione (i)	Data	Ora inizio	Ora fine	Segnale AMS ( $x_i$ )	Valore SRM ( $y_i$ )	$ x_i - y_i $	Test
				[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	
1	18/05/2020	7:15	8:15	7.94	8.26	0.33	POSITIVO
2	18/05/2020	8:20	9:20	8.16	8.26	0.11	POSITIVO
3	18/05/2020	9:25	10:30	8.18	7.59	0.59	NEGATIVO
4	18/05/2020	10:35	11:35	8.45	8.68	0.23	POSITIVO
5	18/05/2020	11:40	13:20	8.91	8.64	0.27	POSITIVO
6	18/05/2020	13:25	15:05	8.58	8.38	0.20	POSITIVO

### 7.1.1 Analizzatore CO

Data di determinazione della retta <sup>1</sup>	20/05/2017	
Stima pendenza retta ( $b^{\wedge}$ )	0.835	[-]
Stima intercetta retta ( $\hat{a}$ )	-0.8	[mg/Nm <sup>3</sup> ]
Range superiore intervallo di taratura valido	22.60	[mg/Nm <sup>3</sup> ]

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				CO	O <sub>2</sub>	CO	O <sub>2</sub>
		Inizio	Fine	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%vol, gas secco]
1	18/05/20	08:00	09:00	1.4	14.43	0.8	14.09
2	18/05/20	09:00	10:00	1.4	14.44	0.8	14.08
3	18/05/20	10:00	11:00	1.4	14.44	0.8	14.08
4	18/05/20	11:00	12:00	1.4	14.44	0.8	14.02
5	18/05/20	12:00	13:00	1.5	14.47	0.8	13.95
6	18/05/20	13:00	14:00	1.5	14.51	0.7	14.04
7	18/05/20	14:00	15:00	1.2	14.48	0.7	13.95
8	18/05/20	15:00	16:00	1.2	14.46	0.7	14.04
9	18/05/20	16:00	17:00	1.5	14.50	0.8	14.04
10	18/05/20	17:00	18:00	1.4	14.53	0.7	14.22
11	18/05/20	18:00	19:00	0.9	14.55	0.6	14.27
12	18/05/20	19:00	20:00	0.9	14.41	0.7	14.04
13	18/05/20	20:00	21:00	0.9	14.55	0.6	14.29
14	18/05/20	21:00	22:00	0.7	14.54	0.7	14.31
15	18/05/20	22:00	23:00	0.7	14.55	0.6	14.31
16	19/05/20	07:00	08:00	1.1	14.35	1.0	14.07
17	19/05/20	08:00	09:00	1.0	14.40	0.8	14.00
18	19/05/20	09:00	10:00	1.0	14.41	0.8	13.99
19	19/05/20	10:00	11:00	1.0	14.43	0.7	14.04
20	19/05/20	11:00	12:00	1.2	14.43	0.7	13.95
21	19/05/20	12:00	13:00	1.0	14.44	0.7	13.95

<sup>1</sup> La retta è stata inserita a sistema il giorno 20/05/2017.

N. prova	Valori CO - AMS tarato ( $\hat{y}_i$ ) [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Valori CO - AMS tarato e normalizzato ( $\hat{y}_{i,s}$ ) [mg/Nm <sup>3</sup> 15% O <sub>2</sub> ]	Valori CO - SRM normalizzato ( $y_{i,s}$ ) [mg/Nm <sup>3</sup> 15% O <sub>2</sub> ]	Differenze fra valori normalizzati ( $D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$ ) [mg/Nm <sup>3</sup> 15% O <sub>2</sub> ]	Differenze quadratiche ( $D_i - D_{medio}$ ) <sup>2</sup> [mg/Nm <sup>3</sup> 15% O <sub>2</sub> ]
1	0.4	0.3	0.7	0.4	0.0
2	0.4	0.3	0.7	0.4	0.0
3	0.4	0.3	0.7	0.4	0.0
4	0.4	0.3	0.7	0.4	0.0
5	0.5	0.4	0.7	0.3	0.0
6	0.5	0.4	0.6	0.2	0.1
7	0.2	0.2	0.6	0.4	0.0
8	0.2	0.2	0.6	0.4	0.0
9	0.5	0.4	0.7	0.3	0.0
10	0.4	0.3	0.6	0.3	0.0
11	0.0	0.0	0.5	0.6	0.0
12	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0
13	0.0	0.0	0.5	0.6	0.0
14	-0.2	-0.2	0.6	0.8	0.1
15	-0.2	-0.2	0.5	0.7	0.1
16	0.1	0.1	0.9	0.8	0.1
17	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0
18	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0
19	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0
20	0.2	0.2	0.6	0.4	0.0
21	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0

Risultati del test di variabilità

Deviazione standard ( $s_0$ )	0.18
Valore coefficiente ( $k_v$ )	0.98314
Incertezza max richiesta ( $\sigma_0$ )	9.18
$k_v * \sigma_0 * 1.5$	13.54

L'AMS ha superato il test di variabilità.

Risultati del test di validità

Valore ( $ D^- $ )	0.49
Valore $t$ di Student ( $t_{0.95} * (N-1)$ )	1.73
Deviazione standard ( $s_0$ )	0.18
Incertezza massima richiesta ( $\sigma_0$ )	9.18
$t_{0.95} * (N-1) * (s_0/\sqrt{N}) + \sigma_0$	9.20

La taratura dell'AMS è accettata.

Massimo valore AMS tarato normalizzato	0.42
N° misure entro intervallo di taratura valido	21
Range inferiore e superiore dell'intervallo di taratura valido per l'AMS in condizioni normalizzate	0
	22.6

### 7.1.2 Analizzatore NO<sub>x</sub>

Data di determinazione della retta <sup>2</sup>	20/05/2017	
Stima pendenza retta ( $b^{\wedge}$ )	0.954	[-]
Stima intercetta retta ( $\hat{a}$ )	0	[mg/Nm <sup>3</sup> ]
Range superiore intervallo di taratura valido	31.20	[mg/Nm <sup>3</sup> ]

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
		Inizio	Fine	NO <sub>x</sub>	O <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	O <sub>2</sub>
				[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%vol, gas secco]
1	18/05/20	08:00	09:00	29.5	14.43	26.9	14.09
2	18/05/20	09:00	10:00	29.5	14.44	27.1	14.08
3	18/05/20	10:00	11:00	29.4	14.44	26.9	14.08
4	18/05/20	11:00	12:00	29.8	14.44	27.3	14.02
5	18/05/20	12:00	13:00	30.3	14.47	27.9	13.95
6	18/05/20	13:00	14:00	30.0	14.51	27.3	14.04
7	18/05/20	14:00	15:00	29.4	14.48	27.7	13.95
8	18/05/20	15:00	16:00	28.9	14.46	27.5	14.04
9	18/05/20	16:00	17:00	29.5	14.50	27.3	14.04
10	18/05/20	17:00	18:00	28.3	14.53	25.0	14.22
11	18/05/20	18:00	19:00	26.5	14.55	24.6	14.27
12	18/05/20	19:00	20:00	28.3	14.41	27.7	14.04
13	18/05/20	20:00	21:00	26.2	14.55	24.8	14.29
14	18/05/20	21:00	22:00	25.9	14.54	24.6	14.31
15	18/05/20	22:00	23:00	25.9	14.55	24.8	14.31
16	19/05/20	07:00	08:00	28.8	14.35	28.5	14.07
17	19/05/20	08:00	09:00	28.8	14.40	28.7	14.00
18	19/05/20	09:00	10:00	28.6	14.41	28.7	13.99
19	19/05/20	10:00	11:00	28.6	14.43	28.5	14.04
20	19/05/20	11:00	12:00	29.5	14.43	28.5	13.95
21	19/05/20	12:00	13:00	28.6	14.44	28.5	13.95

<sup>2</sup> La retta è stata inserita a sistema il giorno 20/05/2017.

N. prova	Valori NOx - AMS tarato ( $\hat{y}_i$ ) [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Valori NOx - AMS tarato e normalizzato ( $\hat{y}_{i,s}$ ) [mg/Nm <sup>3</sup> 15% O <sub>2</sub> ]	Valori NOx - SRM normalizzato ( $y_{i,s}$ ) [mg/Nm <sup>3</sup> 15% O <sub>2</sub> ]	Differenze fra valori normalizzati ( $D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$ ) [mg/Nm <sup>3</sup> 15% O <sub>2</sub> ]	Differenze quadratiche ( $D_i - D_{medio}$ ) <sup>2</sup> [mg/Nm <sup>3</sup> 15% O <sub>2</sub> ]
1	28.2	25.7	23.3	-2.4	0.7
2	28.2	25.8	23.5	-2.3	0.5
3	28.0	25.6	23.3	-2.3	0.6
4	28.5	26.0	23.4	-2.6	1.1
5	28.9	26.6	23.7	-2.8	1.6
6	28.6	26.4	23.5	-2.9	1.9
7	28.0	25.8	23.6	-2.2	0.5
8	27.6	25.3	23.7	-1.6	0.0
9	28.2	26.0	23.5	-2.5	0.9
10	27.0	25.0	22.1	-2.9	1.8
11	25.3	23.5	21.9	-1.6	0.0
12	27.0	24.6	23.9	-0.7	0.7
13	25.0	23.2	22.2	-1.0	0.3
14	24.7	22.9	22.1	-0.8	0.5
15	24.7	22.9	22.2	-0.7	0.7
16	27.4	24.8	24.7	-0.1	2.2
17	27.4	24.9	24.6	-0.3	1.5
18	27.3	24.9	24.6	-0.3	1.6
19	27.3	24.9	24.6	-0.4	1.4
20	28.2	25.7	24.3	-1.5	0.0
21	27.3	25.0	24.3	-0.7	0.7

Risultati del test di variabilità

Deviazione standard ( $s_0$ )	1.0
Valore coefficiente ( $k_v$ )	0.98314
Incertezza max richiesta ( $\sigma_0$ )	3.1
$k_v * \sigma_0 * 1.5$	4.5

L'AMS ha superato il test di variabilità.

Risultati del test di validità

Valore ( $ D^- $ )	1.6
Valore $t$ di Student ( $t_{0.95} * (N-1)$ )	1.7
Deviazione standard ( $s_0$ )	1.0
Incertezza massima richiesta ( $\sigma_0$ )	3.1
$t_{0.95} * (N-1) * (s_0/\sqrt{N}) + \sigma_0$	3.4

La taratura dell'AMS è accettata.

Massimo valore AMS tarato normalizzato	26.6
N° misure entro intervallo di taratura valido	21
Range inferiore e superiore dell'intervallo di taratura valido per l'AMS in condizioni normalizzate	0
	31.2



### 7.1.3 Analizzatore O<sub>2</sub>

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

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
		Inizio	Fine	[% vol, gas dry]	[%vol, gas secco]	[% vol, gas dry]	[%vol, gas secco]
1	18/05/20	08:00	09:00	14.4	15.00	14.1	15.00
2	18/05/20	09:00	10:00	14.4	15.00	14.1	15.00
3	18/05/20	10:00	11:00	14.4	15.00	14.1	15.00
4	18/05/20	11:00	12:00	14.4	15.00	14.0	15.00
5	18/05/20	12:00	13:00	14.5	15.00	14.0	15.00
6	18/05/20	13:00	14:00	14.5	15.00	14.0	15.00
7	18/05/20	14:00	15:00	14.5	15.00	14.0	15.00
8	18/05/20	15:00	16:00	14.5	15.00	14.0	15.00
9	18/05/20	16:00	17:00	14.5	15.00	14.0	15.00
10	18/05/20	17:00	18:00	14.5	15.00	14.2	15.00
11	18/05/20	18:00	19:00	14.6	15.00	14.3	15.00
12	18/05/20	19:00	20:00	14.4	15.00	14.0	15.00
13	18/05/20	20:00	21:00	14.6	15.00	14.3	15.00
14	18/05/20	21:00	22:00	14.5	15.00	14.3	15.00
15	18/05/20	22:00	23:00	14.6	15.00	14.3	15.00
16	19/05/20	07:00	08:00	14.4	15.00	14.1	15.00
17	19/05/20	08:00	09:00	14.4	15.00	14.0	15.00
18	19/05/20	09:00	10:00	14.4	15.00	14.0	15.00
19	19/05/20	10:00	11:00	14.4	15.00	14.0	15.00
20	19/05/20	11:00	12:00	14.4	15.00	14.0	15.00
21	19/05/20	12:00	13:00	14.4	15.00	14.0	15.00

N. prova	Valori O2 - AMS tarato ( $\hat{y}_i$ )	Valori O2 - AMS tarato e normalizzato ( $\hat{y}_{i,s}$ )	Valori O2 - SRM normalizzato ( $y_{i,s}$ )	Differenze fra valori normalizzati ( $D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$ )	Differenze quadratiche ( $(D_i - D_{medio})^2$ )
	[% vol, gas dry]	[% vol, gas dry 15% O2]	[% vol, gas dry 15% O2]	[% vol, gas dry 15% O2]	[% vol, gas dry 15% O2]
1	14.5	14.5	14.1	-0.4	0.0
2	14.5	14.5	14.1	-0.4	0.0
3	14.5	14.5	14.1	-0.4	0.0
4	14.5	14.5	14.0	-0.5	0.0
5	14.5	14.5	14.0	-0.6	0.0
6	14.6	14.6	14.0	-0.5	0.0
7	14.5	14.5	14.0	-0.6	0.0
8	14.5	14.5	14.0	-0.5	0.0
9	14.5	14.5	14.0	-0.5	0.0
10	14.6	14.6	14.2	-0.4	0.0
11	14.6	14.6	14.3	-0.3	0.0
12	14.5	14.5	14.0	-0.4	0.0
13	14.6	14.6	14.3	-0.3	0.0
14	14.6	14.6	14.3	-0.3	0.0
15	14.6	14.6	14.3	-0.3	0.0
16	14.4	14.4	14.1	-0.3	0.0
17	14.4	14.4	14.0	-0.4	0.0
18	14.5	14.5	14.0	-0.5	0.0
19	14.5	14.5	14.0	-0.4	0.0
20	14.5	14.5	14.0	-0.5	0.0
21	14.5	14.5	14.0	-0.5	0.0

Risultati del test di variabilità

Deviazione standard ( $s_0$ )	0.1
Valore coefficiente ( $k_v$ )	0.98314
Incertezza max richiesta ( $\sigma_0$ )	1.1
$k_v * \sigma_0 * 1.5$	1.6

L'AMS ha superato il test di variabilità.

Risultati del test di validità

Valore ( $ D^- $ )	0.4
Valore $t$ di Student ( $t_{0.95} * (N-1)$ )	1.7
Deviazione standard ( $s_0$ )	0.1
Incertezza massima richiesta ( $\sigma_0$ )	1.1
$t_{0.95} * (N-1) * (s_0/\sqrt{N}) + \sigma_0$	1.1

La taratura dell'AMS è accettata.

Massimo valore AMS tarato normalizzato	13.78
N° misure entro intervallo di taratura valido	18
Range inferiore e superiore dell'intervallo di taratura valido per l'AMS in condizioni normalizzate	0
	15.7

### 7.1.4 Analizzatore H<sub>2</sub>O

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

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				H <sub>2</sub> O	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	O <sub>2</sub>
		Inizio	Fine	[% vol, gas wet]	[%vol, gas secco]	[% vol. wet]	[%vol, gas secco]
1	18/05/20	07:15	08:15	7.9	14.41	8.3	14.04
2	18/05/20	08:20	09:20	8.2	14.43	8.3	14.10
3	18/05/20	09:25	10:30	8.2	14.45	7.6	14.08
4	18/05/20	10:35	11:35	8.5	14.44	8.7	14.05
5	18/05/20	11:40	13:20	8.9	14.47	8.6	13.97
6	18/05/20	13:25	15:05	8.6	14.50	8.4	13.99

N. prova	Valori H <sub>2</sub> O - AMS tarato ( $\hat{y}_i$ )	Valori H <sub>2</sub> O - AMS tarato e normalizzato ( $\hat{y}_{i,s}$ )	Valori H <sub>2</sub> O - SRM normalizzato ( $y_{i,s}$ )	Differenze fra valori normalizzati ( $D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$ )	Differenze quadratiche ( $(D_i - D_{medio})^2$ )
	[% vol. wet]	[% vol, gas wet 15% O <sub>2</sub> ]	[% vol, gas wet 15% O <sub>2</sub> ]	[% vol, gas wet 15% O <sub>2</sub> ]	[% vol, gas wet 15% O <sub>2</sub> ]
1	7.1	16.3	18.0	1.7	0.8
2	7.3	16.8	18.1	1.3	0.3
3	7.4	16.9	16.6	-0.3	1.1
4	7.6	17.4	18.9	1.5	0.5
5	8.0	18.4	18.6	0.2	0.4
6	7.7	17.8	18.1	0.3	0.3

#### Risultati del test di variabilità

Deviazione standard ( $s_D$ )	0.8
Valore coefficiente ( $k_v$ )	0.9281
Incertezza max richiesta ( $\sigma_0$ )	3.8
$k_v * \sigma_0 * 1.5$	5.3

L'AMS ha superato il test di variabilità.

#### Risultati del test di validità

Valore ( $ D^- $ )	0.8
Valore t di Student ( $t_{0.95} * (N-1)$ )	2.0
Deviazione standard ( $s_D$ )	0.8
Incertezza massima richiesta ( $\sigma_0$ )	3.8
$t_{0.95} * (N-1) * (s_D/\sqrt{N}) + \sigma_0$	4.5

La taratura dell'AMS è accettata.

Massimo valore AMS tarato normalizzato	18.4
N° misure entro intervallo di taratura valido	0
Range inferiore e superiore dell'intervallo di taratura valido per l'AMS in condizioni normalizzate	0
	12.5

## 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	Valore SRM	Valore AMS	Differenza SRM - AMS	Differenza assoluta
				[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]
1	18/05/2020	8:00	9:00	0.8	1.4	-0.6	0.6
2	18/05/2020	9:00	10:00	0.8	1.4	-0.6	0.6
3	18/05/2020	10:00	11:00	0.8	1.4	-0.6	0.6
4	18/05/2020	11:00	12:00	0.8	1.4	-0.6	0.6
5	18/05/2020	12:00	13:00	0.8	1.5	-0.7	0.7
6	18/05/2020	13:00	14:00	0.7	1.5	-0.8	0.8
7	18/05/2020	14:00	15:00	0.7	1.2	-0.5	0.5
8	18/05/2020	15:00	16:00	0.7	1.2	-0.5	0.5
9	18/05/2020	16:00	17:00	0.8	1.5	-0.7	0.7
10	18/05/2020	17:00	18:00	0.7	1.4	-0.7	0.7
11	18/05/2020	18:00	19:00	0.6	0.9	-0.3	0.3
12	18/05/2020	19:00	20:00	0.7	0.9	-0.2	0.2
13	18/05/2020	20:00	21:00	0.6	0.9	-0.3	0.3
14	18/05/2020	21:00	22:00	0.7	0.7	0	0
15	18/05/2020	22:00	23:00	0.6	0.7	-0.1	0.1
16	19/05/2020	7:00	8:00	1	1.1	-0.1	0.1
17	19/05/2020	8:00	9:00	0.8	1	-0.2	0.2
18	19/05/2020	9:00	10:00	0.8	1	-0.2	0.2
19	19/05/2020	10:00	11:00	0.7	1	-0.3	0.3
20	19/05/2020	11:00	12:00	0.7	1.2	-0.5	0.5
21	19/05/2020	12:00	13:00	0.7	1	-0.3	0.3

N° medie	21
I <sub>AR</sub>	28.68
I <sub>AR</sub> superiore all'80%: TEST NON SUPERATO	

Il risultato dell'indice di accuratezza relativo è negativo a causa del fatto che i valori di CO misurati sono molto bassi. Per verificare il corretto funzionamento dell'analizzatore è quindi stata effettuata la linearità su 10 punti, come previsto dalla Linea Guida ISPRA. Il risultato della prova è allegato al presente rapporto.

## 7.2.2 Analizzatore NO<sub>x</sub>

N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	Valore SRM	Valore AMS	Differenza SRM - AMS	Differenza assoluta
				[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]
1	18/05/2020	8:00	9:00	26.9	29.5	-2.6	2.6
2	18/05/2020	9:00	10:00	27.1	29.5	-2.4	2.4
3	18/05/2020	10:00	11:00	26.9	29.4	-2.5	2.5
4	18/05/2020	11:00	12:00	27.3	29.8	-2.5	2.5
5	18/05/2020	12:00	13:00	27.9	30.3	-2.4	2.4
6	18/05/2020	13:00	14:00	27.3	30	-2.7	2.7
7	18/05/2020	14:00	15:00	27.7	29.4	-1.7	1.7
8	18/05/2020	15:00	16:00	27.5	28.9	-1.4	1.4
9	18/05/2020	16:00	17:00	27.3	29.5	-2.2	2.2
10	18/05/2020	17:00	18:00	25	28.3	-3.3	3.3
11	18/05/2020	18:00	19:00	24.6	26.5	-1.9	1.9
12	18/05/2020	19:00	20:00	27.7	28.3	-0.6	0.6
13	18/05/2020	20:00	21:00	24.8	26.2	-1.4	1.4
14	18/05/2020	21:00	22:00	24.6	25.9	-1.3	1.3
15	18/05/2020	22:00	23:00	24.8	25.9	-1.1	1.1
16	19/05/2020	7:00	8:00	28.5	28.8	-0.3	0.3
17	19/05/2020	8:00	9:00	28.7	28.8	-0.1	0.1
18	19/05/2020	9:00	10:00	28.7	28.6	0.1	0.1
19	19/05/2020	10:00	11:00	28.5	28.6	-0.1	0.1
20	19/05/2020	11:00	12:00	28.5	29.5	-1	1
21	19/05/2020	12:00	13:00	28.5	28.6	-0.1	0.1

N° medie	21
I <sub>AR</sub>	92.7%
I <sub>AR</sub> superiore all'80%: TEST SUPERATO	

### 7.2.3 Analizzatore O<sub>2</sub>

N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	Valore SRM	Valore AMS	Differenza SRM - AMS	Differenza assoluta
				[% vol, gas dry]	[% vol, gas dry]	[% vol, gas dry]	[% vol, gas dry]
1	18/05/2020	8:00	9:00	14.1	14.4	-0.3	0.3
2	18/05/2020	9:00	10:00	14.1	14.4	-0.3	0.3
3	18/05/2020	10:00	11:00	14.1	14.4	-0.3	0.3
4	18/05/2020	11:00	12:00	14	14.4	-0.4	0.4
5	18/05/2020	12:00	13:00	14	14.5	-0.5	0.5
6	18/05/2020	13:00	14:00	14	14.5	-0.5	0.5
7	18/05/2020	14:00	15:00	14	14.5	-0.5	0.5
8	18/05/2020	15:00	16:00	14	14.5	-0.5	0.5
9	18/05/2020	16:00	17:00	14	14.5	-0.5	0.5
10	18/05/2020	17:00	18:00	14.2	14.5	-0.3	0.3
11	18/05/2020	18:00	19:00	14.3	14.6	-0.3	0.3
12	18/05/2020	19:00	20:00	14	14.4	-0.4	0.4
13	18/05/2020	20:00	21:00	14.3	14.6	-0.3	0.3
14	18/05/2020	21:00	22:00	14.3	14.5	-0.2	0.2
15	18/05/2020	22:00	23:00	14.3	14.6	-0.3	0.3
16	19/05/2020	7:00	8:00	14.1	14.4	-0.3	0.3
17	19/05/2020	8:00	9:00	14	14.4	-0.4	0.4
18	19/05/2020	9:00	10:00	14	14.4	-0.4	0.4
19	19/05/2020	10:00	11:00	14	14.4	-0.4	0.4
20	19/05/2020	11:00	12:00	14	14.4	-0.4	0.4
21	19/05/2020	12:00	13:00	14	14.4	-0.4	0.4

N° medie	21
I <sub>AR</sub>	97.04%
I <sub>AR</sub> superiore all'80%: TEST SUPERATO	

### 7.2.4 Analizzatore H<sub>2</sub>O

N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	Valore SRM	Valore AMS	Differenza SRM - AMS	Differenza assoluta
				[% vol, gas wet]	[% vol, gas wet]	[% vol, gas wet]	[% vol, gas wet]
1	18/05/2020	7:15	8:15	8.3	7.9	0.4	0.4
2	18/05/2020	8:20	9:20	8.3	8.2	0.1	0.1
3	18/05/2020	9:25	10:30	7.6	8.2	-0.6	0.6
4	18/05/2020	10:35	11:35	8.7	8.5	0.2	0.2
5	18/05/2020	11:40	13:20	8.6	8.9	-0.3	0.3
6	18/05/2020	13:25	15:05	8.4	8.6	-0.2	0.2

N° medie	6
I <sub>AR</sub>	94.14%
I <sub>AR</sub> 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		Valori originali SRM	Incertezza estesa U (k=2; p=95%)
Unità misura		[mg/Nm³ 15% O2]			
N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	[mg/Nm³ 15% O2]	
1	14/05/19	8:00	9:00	1.05	±0.09
2	14/05/19	9:00	10:00	1.08	±0.1
3	14/05/19	10:00	11:00	1.06	±0.1
4	14/05/19	11:00	12:00	1.10	±0.1
5	14/05/19	12:00	13:00	1.06	±0.1
6	14/05/19	13:00	14:00	1.08	±0.1
7	14/05/19	14:00	15:00	1.09	±0.1
8	14/05/19	15:00	16:00	1.03	±0.09
9	15/05/19	9:00	10:00	1.05	±0.09
10	15/05/19	10:00	11:00	1.09	±0.1
11	15/05/19	11:00	12:00	1.06	±0.1
12	15/05/19	12:00	13:00	1.10	±0.1
13	15/05/19	13:00	14:00	1.11	±0.1
14	15/05/19	14:00	15:00	1.04	±0.09
15	15/05/19	15:00	16:00	1.07	±0.1
16	15/05/19	16:00	17:00	1.07	±0.1

Gas analizzato		NOx		Valori originali SRM	Incertezza estesa U (k=2; p=95%)
Unità misura		[mg/Nm³ 15% O2]			
N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	[mg/Nm³ 15% O2]	
1	18/05/20	8:00	9:00	26.86	± 2.69
2	18/05/20	9:00	10:00	27.06	± 2.71
3	18/05/20	10:00	11:00	26.86	± 2.69
4	18/05/20	11:00	12:00	27.27	± 2.73
5	18/05/20	12:00	13:00	27.88	± 2.79
6	18/05/20	13:00	14:00	27.27	± 2.73
7	18/05/20	14:00	15:00	27.68	± 2.77
8	18/05/20	15:00	16:00	27.47	± 2.75
9	18/05/20	16:00	17:00	27.27	± 2.73
10	18/05/20	17:00	18:00	25.01	± 2.5
11	18/05/20	18:00	19:00	24.60	± 2.46
12	18/05/20	19:00	20:00	27.68	± 2.77
13	18/05/20	20:00	21:00	24.81	± 2.48
14	18/05/20	21:00	22:00	24.60	± 2.46
15	18/05/20	22:00	23:00	24.81	± 2.48
16	19/05/20	7:00	8:00	28.50	± 2.85
17	19/05/20	8:00	9:00	28.70	± 2.87
18	19/05/20	9:00	10:00	28.70	± 2.87
19	19/05/20	10:00	11:00	28.50	± 2.85
20	19/05/20	11:00	12:00	28.50	± 2.85
21	19/05/20	12:00	13:00	28.50	± 2.85

Gas analizzato		O <sub>2</sub>		Valori originali SRM	Incertezza estesa U (k=2; p=95%)
Unità misura		[mg/Nm³ 15% O2]			
N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	[mg/Nm³ 15% O2]	
1	18/05/20	8:00	9:00	14.09	± 1.41
2	18/05/20	9:00	10:00	14.08	± 1.41
3	18/05/20	10:00	11:00	14.08	± 1.41
4	18/05/20	11:00	12:00	14.02	± 1.4
5	18/05/20	12:00	13:00	13.95	± 1.4
6	18/05/20	13:00	14:00	14.04	± 1.4
7	18/05/20	14:00	15:00	13.95	± 1.4
8	18/05/20	15:00	16:00	14.04	± 1.4
9	18/05/20	16:00	17:00	14.04	± 1.4
10	18/05/20	17:00	18:00	14.22	± 1.42
11	18/05/20	18:00	19:00	14.27	± 1.43
12	18/05/20	19:00	20:00	14.04	± 1.4
13	18/05/20	20:00	21:00	14.29	± 1.43
14	18/05/20	21:00	22:00	14.31	± 1.43
15	18/05/20	22:00	23:00	14.31	± 1.43
16	19/05/20	7:00	8:00	14.07	± 1.41
17	19/05/20	8:00	9:00	14.00	± 1.4
18	19/05/20	9:00	10:00	13.99	± 1.4
19	19/05/20	10:00	11:00	14.04	± 1.4
20	19/05/20	11:00	12:00	13.95	± 1.4
21	19/05/20	12:00	13:00	13.95	± 1.4

Gas analizzato		H <sub>2</sub> O		Valori originali SRM	Incertezza estesa U (k=2; p=95%)
Unità misura		[mg/Nm³ 15% O2]			
N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	[mg/Nm³ 15% O2]	
1	18/05/2020	7:15	8:15	8.26	± 0.83
2	18/05/2020	8:20	9:20	8.26	± 0.83
3	18/05/2020	9:25	10:30	7.59	± 0.76
4	18/05/2020	10:35	11:35	8.68	± 0.87
5	18/05/2020	11:40	13:20	8.64	± 0.86
6	18/05/2020	13:25	15:05	8.38	± 0.84



## 8.1 Dati di impianto

Nella tabella seguente sono riportati i dati di funzionamento durante i giorni di prova registrati dagli analizzatori di impianto:

Data	Ora	Stato Sezione	NOx (come NO2) rif. O2 15% [mg/m³]	CO rif. O2 15% [mg/m³]	O2 [% v/v]	Potenza Attiva TG [MWe]	H2O [% v/v]	Temperatura Fumi [°C]	Pressione Fumi [hPa]
18/05/20	07:00	Transitorio	-	-	-	-	-	-	-
18/05/20	08:00	Regime	24	0	14.4	66	7.5	593.7	1010
18/05/20	09:00	Regime	23.9	0	14.43	68	7.5	601.3	1007
18/05/20	10:00	Regime	23.9	0	14.45	67.2	7.5	605.5	1005
18/05/20	11:00	Regime	23.8	0	14.45	67.4	7.5	607.3	1005
18/05/20	12:00	Regime	24.1	0	14.45	69.8	7.5	604.6	1008
18/05/20	13:00	Regime	24.7	0	14.47	71.7	7.5	603.1	1013
18/05/20	14:00	Regime	24.6	0	14.51	71.9	7.5	600.7	1014
18/05/20	15:00	Regime	23.9	0	14.49	71.8	7.5	599.5	1013
18/05/20	16:00	Regime	23.5	0	14.46	71.9	7.5	601.4	1012
18/05/20	17:00	Regime	24.1	0	14.5	72	7.5	598.8	1013
18/05/20	18:00	Regime	23.3	0	14.54	42.8	7.94	628.3	1015
18/05/20	19:00	Regime	21.7	0	14.55	37.4	8.06	640.6	1014
18/05/20	20:00	Regime	22.8	0	14.42	66.1	8.15	610.1	1015
18/05/20	21:00	Regime	21.4	0	14.56	38	8.06	635.6	1016
18/05/20	22:00	Regime	21	0	14.55	37.4	8.02	640.6	1015
18/05/20	23:00	Regime	21.1	0	14.55	37.4	8.03	640.9	1016
18/05/20	24:00	Transitorio	-	-	-	-	-	-	-
19/05/20	01:00	Spento	-	-	-	-	-	-	-
19/05/20	02:00	Spento	-	-	-	-	-	-	-
19/05/20	03:00	Spento	-	-	-	-	-	-	-
19/05/20	04:00	Spento	-	-	-	-	-	-	-
19/05/20	05:00	Spento	-	-	-	-	-	-	-
19/05/20	06:00	Spento	-	-	-	-	-	-	-
19/05/20	07:00	Transitorio	-	-	-	-	-	-	-
19/05/20	08:00	Regime	23	0	14.36	64	7.67	593.6	1016
19/05/20	09:00	Regime	23.1	0	14.4	66.7	7.81	600.1	1014
19/05/20	10:00	Regime	23	0	14.41	66.8	7.92	602	1014
19/05/20	11:00	Regime	23	0	14.44	66.9	7.94	602.6	1015
19/05/20	12:00	Regime	23.9	0	14.44	66.8	7.9	602.7	1017
19/05/20	13:00	Regime	23.1	0	14.44	66.8	7.88	602.5	1015
19/05/20	14:00	Regime	22.3	0	14.42	66.7	7.89	602.8	1014
19/05/20	15:00	Regime	22.5	0	14.36	66.8	7.89	602.8	1014
19/05/20	16:00	Regime	23.2	0	14.39	66.7	7.84	602.7	1015
19/05/20	17:00	Regime	23.7	0	14.42	66.7	7.8	602.8	1015
19/05/20	18:00	Spento	-	-	-	-	-	-	-

## 9 CONCLUSIONI

Dai risultati riportati nei capitoli precedenti emerge che gli analizzatori di CO, NO<sub>x</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, 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

B9010989 Certificato ISO 9001	2 pagg.
ACCREDIA – Certificato di accreditamento	2 pagg.
Accredia - elenco prove	.....4 pagg.
B7016708 certificati Isostack G4 057289	15 pagg.
B7022929 certificati Bravo 057279	6 pagg.
B8016936 12144638 monossido di azoto	2 pagg.
B9018641 certificato bombola 12144638	2 pagg.
B9014033 certificato bombola 12267072	2 pagg.
B8016035 certificato bombola 12267078	1 pagg.
B9018641 certificato bombola 12229147	2 pagg.
B9011197 certificato bombola 12018427	4 pagg.
C0002023 Certificato kit H2O LDS6 058286 - N1H8000114	3 pagg.
Verifiche di linearità degli analizzatori	17 pagg.
B8012653 certificato Termocoppia K matricola 11279.18	3 pagg.
B7020209 certificato Pitot S 315	3 pagg.
B9018360 certificati mass-flow diluitore 026858	6 pagg.