

***VERIFICA DELLA LINEARITÀ DELLA RISPOSTA DEI
SISTEMI DI MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI
(SME) A SERVIZIO DELLE CALDAIE
BONO - E/10 E RUTHS - E/11***

D. Lgs. 152/06 Parte V All. VI

BIRRA PERONI S. r. l.

Centrale termica presso lo stabilimento di

Via Renato Birolli, 8 - Roma

Dicembre 2019

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. PROVA DI LINEARITÀ	3
3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	6
4. CONCLUSIONI	6
5. ALLEGATI.....	7
5.1. Linearità CO.....	7
5.2. Linearità NO	8
5.3. Linearità O₂	9

1. **PREMESSA**

La presente relazione riporta le attività eseguite il giorno 27 novembre 2019 presso la centrale termica dello stabilimento *Birra Peroni S.r.l.* di Roma, al fine di verificare la linearità di risposta dei parametri: CO, NO ed O₂ effettuate dal sistema di rilevazione installato a servizio dei camini dell'impianto della caldaia: **Bono** denominato E\10 e dell'impianto della caldaia: **Ruths** denominato E\11.

Il Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152, al punto 4.1. dell'allegato VI prevede, per i sistemi di misura in continuo, di verificare con periodicità almeno annuale la linearità di risposta su tutto il campo di misura.

2. **PROVA DI LINEARITÀ**

Le prove di linearità delle risposte dell'analizzatore, sono state eseguite in conformità al punto A8 ed appendice B della norma UNI EN 14181, pertanto sono stati utilizzati 5 diversi livelli di concentrazione (materiali di riferimento) compresa una concentrazione di zero per ciascun inquinante.

Trattandosi di inquinanti gassosi, è stata utilizzata una bombola di gas certificata per ogni materiale di riferimento, le diverse concentrazioni dello stesso gas, sono state ottenute mediante un sistema di diluizione.

In funzione della concentrazione della bombola, oltre allo zero verificato con bombola di *azoto*, per le quattro concentrazioni richieste dalla norma 14181 si è tenuto conto delle indicazioni ivi riportate cercando di valutare la risposta dello strumento a concentrazioni pari al 20 %, 40 %, 60 %, ed 80 % del doppio del limite previsto per ciascun inquinante.

Per ogni concentrazione, atteso il tempo previsto (tre volte il tempo di risposta) sono state eseguite con gli opportuni intervalli tre letture per le quattro concentrazioni di gas di riferimento e sei letture con l'azoto per i punti di zero.

Per l'*ossigeno*, essendo presente un limite strumentale nella lettura dello zero, i punti di zero sono stati eseguiti impostando la concentrazione al 2 %.

La prova è stata eseguita determinando una linea di regressione tra le letture dello strumento (AMS) in esame (valori Y) ed i valori del materiale di riferimento (valori X); successivamente è stata calcolata la media delle letture dell'AMS per ogni concentrazione ed infine il residuo (scarto) di tale media rispetto alla linea di regressione.

Con i valori ottenuti (almeno 18, sei per il punto zero e tre per ciascuna delle 4 concentrazioni) si determina la retta di regressione lineare:

$$Y_i = a + B (X_i - X_z)$$

dove :

$$a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

Y_i è il singolo valore letto dallo strumento

n è il numero di punti di misurazione

Il coefficiente **B** è dato da:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i (X_i - X_z)}{\sum_{i=1}^n (X_i - X_z)^2}$$

Dove :

X_z è la media dei valori X cioè dei valori del materiale di riferimento

X_i è il valore singolo del materiale di riferimento

Successivamente la funzione:

$$Y_i = a + B (X_i - X_z)$$

Viene convertita in

$$Y_i = A + BX_i$$

Utilizzando:

$$A = a - BX_z$$

Calcolo dei residui delle concentrazioni medie

I residui della concentrazione media ad ogni livello di concentrazione vengono calcolati mediante la media delle letture dell'AMS per ogni livello di concentrazione con la seguente equazione:

$$\bar{Y}_c = \frac{1}{m_c} \sum_{i=1}^{m_c} Y_{c,i}$$

Dove:

\bar{Y}_c è il valore *Y* medio alla concentrazione *c*

$Y_{c,i}$ è il valore *Y* singolo alla concentrazione *c*

m_c è il numero di ripetizioni all'unico e stesso livello di concentrazione *c*

Il residuo di ogni media si calcola secondo l'equazione:

$$d_c = \bar{Y}_c - (A + Bc)$$

E si converte in unità di concentrazione rispetto all'unità relativa $d_{c,rel}$ dividendo d_c per il limite superiore dell'intervallo di misurazione:

$$d_{c,rel} = \frac{d_c}{c_u} 100\%$$

Prove dei residui

Infine i residui vengono sottoposti a questa prova:

$$d_{c,rel} < 5\%$$

Se tale relazione viene soddisfatta per tutti i residui la prova può essere considerata superata.

3. **STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

Le diluizioni delle bombole certificate utilizzate sono state eseguite con lo strumento

Marca Strumento	Modello strumento	Matricola strumento
SABIO	4010	05200596

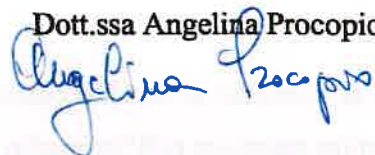
4. **CONCLUSIONI**

Sulla base dei risultati ottenuti si evidenzia come le risposte dello strumento rispettino i parametri previsti dalla norma.

Roma dicembre 2019

Il Direttore del Laboratorio

Dott.ssa Angelina Procopio



5. ALLEGATI

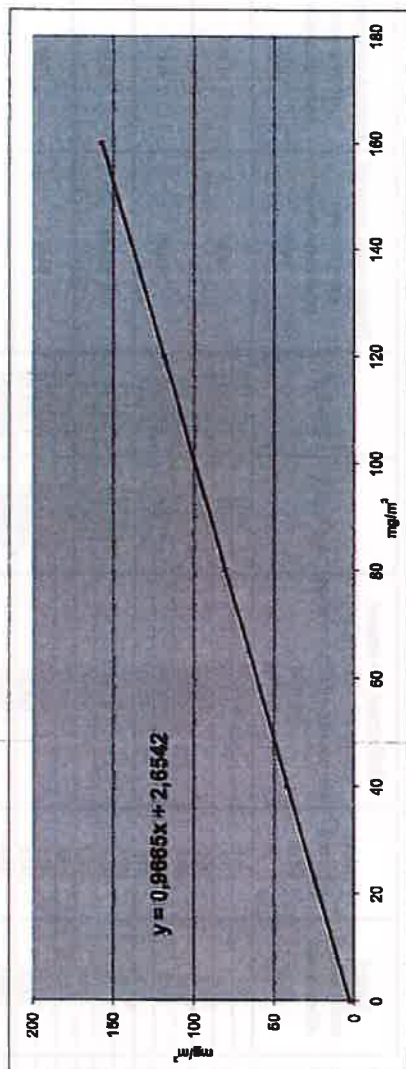
5.1. Linearità CO

VERIFICA DI LINEARITA'

Data 27/11/2019
 Cliente Birra Peroni S.r.l.
 Punto di emissione E10/E11

Parametro Monossido di Carbonio

Strumento di misura ABB EL 3020
 Unità di misura mg/m³
 Fondo scala 200



Cu - Fondo scala	200
Xz - Valori Medi Xi	66.67
a - Valori Medi Yi	67.09
B - Coeff. Angolare	0.9865
A - Intercetta asse Y	2.6542
Retta di regressione	
$y = 0.9865x + 2.6542$	

Valori materiale di riferimento (Xi)	Valori misurati (Yi)	Differenza fra singolo valore del materiale di riferimento ed il loro valore medio (Xi - Xi)	$Y_i(X_i - X_o)$	$(X_i - X_o)^2$	Medie valori misurati per ciascuna concentrazione (Yc)	Residuo della media di ciascuna concentrazione (dc)	Residuo relativo della media di ciascuna concentrazione (d _{r,rel})	Valutazione prova dei residui	Valori della retta
1 0.0	2.5	-66.67	-166.67	4444.44	2.47	0.19	0.08%	positiva	2.85
2 0.0	2.5	-66.67	-166.67	4444.44					
3 0.0	2.4	-66.67	-160.00	4444.44					
4 40.0	41.4	-26.67	-1104.00	711.11	41.47	0.15	0.08%	positiva	41.32
5 40.0	41.5	-26.67	-1106.67	711.11					
6 40.0	41.5	-26.67	-1106.67	711.11					
7 80.0	80.5	13.33	1073.33	177.78	80.50	0.52	0.28%	positiva	79.98
8 80.0	80.5	13.33	1073.33	177.78					
9 80.0	80.5	13.33	1073.33	177.78					
10 120.0	118.5	53.33	6320.00	2844.44	118.50	0.14	0.07%	positiva	118.84
11 120.0	118.5	53.33	6320.00	2844.44					
12 120.0	118.5	53.33	6320.00	2844.44					
13 160.0	157.1	93.33	14862.67	8711.11	167.10	0.20	0.10%	positiva	167.30
14 160.0	157.1	93.33	14862.67	8711.11					
15 160.0	157.1	93.33	14862.67	8711.11					
16 0.0	2.5	-66.67	-166.67	4444.44	2.50	0.15	0.08%	positiva	2.85
17 0.0	2.5	-66.67	-166.67	4444.44					
18 0.0	2.5	-66.67	-166.67	4444.44					

Risultato della prova: TUTTI I RESIDUI (dc,rel) RISULTANO < 5%

[Handwritten signature]

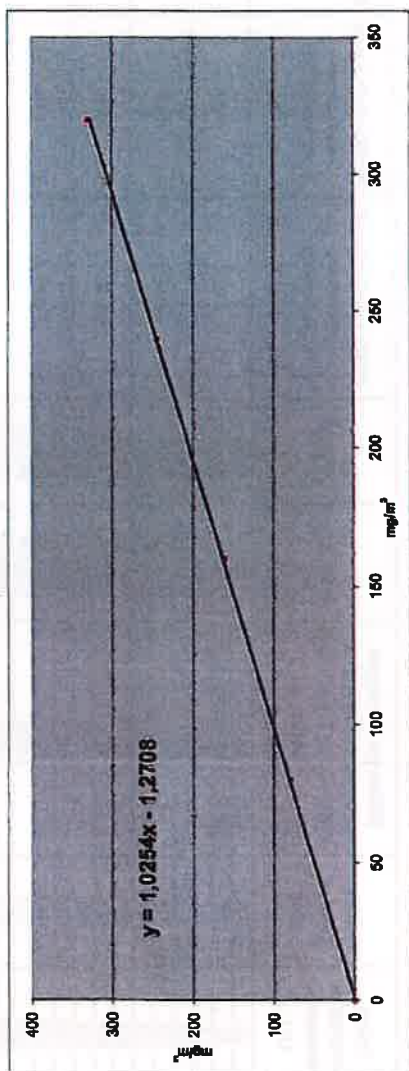
5.2. Linearità NO

VERIFICA DI LINEARITA'

Strumento di misura ABB EL 3020
Unità di misura mg/m³
Fondo scala 400

Parametro Ossido di Azoto

Data 27/11/2019
Cliente Birra Peroni S.r.l.
Punto di emissione E10/E11



Cu - Fondo scala	400
Xz - Valori Medi XI	133,33
a - Valori Medi YI	135,46
B - Coeff. Angolare	1,0254
A - Intersecta asse Y	-1,2708
Retta di regressione	
$y = 1,0254x - 1,2708$	

Valori materiale di riferimento (X_i)	Valori misurati (Y_i)	Differenza fra singolo valore del materiale di riferimento ed il loro valore medio ($X_i - X_z$)	$Y_i(X_i - X_z)$	$(X_i - X_z)^2$	Medie valori misurati per ciascuna concentrazione (Y_c)	Residuo della media di ciascuna concentrazione (d_c)	Residuo relativo della media di ciascuna concentrazione ($d_{c,rel}$)	Valutazione prova dei residui	Valori della retta
1 0,0	-0,4	-133,33	-63,33	17777,78	-0,87	0,80	0,15%	positiva	-1,27
2 0,0	-0,7	-133,33	-96,33	17777,78					
3 0,0	-0,9	-133,33	-120,00	17777,78					
4 80,0	80,0	-53,33	-4266,67	2844,44	80,00	0,76	0,19%	positiva	80,77
5 80,0	80,0	-53,33	-4266,67	2844,44					
6 80,0	80,0	-53,33	-4266,67	2844,44					
7 160,0	160,6	-26,67	-4266,67	711,11	160,53	2,27	0,57%	positiva	162,80
8 160,0	160,5	26,67	4266,67	711,11					
9 160,0	160,5	26,67	4266,67	711,11					
10 240,0	243,8	106,67	28008,33	11377,78	243,77	1,07	0,27%	positiva	244,84
11 240,0	243,5	106,67	28008,33	11377,78					
12 240,0	244,0	106,67	28008,33	11377,78					
13 320,0	328,9	186,67	61394,67	34844,44	328,00	2,13	0,53%	positiva	328,87
14 320,0	329,0	186,67	61394,67	34844,44					
15 320,0	329,1	186,67	61394,67	34844,44					
16 0,0	0,0	-133,33	-63,33	17777,78	0,10	1,37	0,34%	positiva	-1,27
17 0,0	0,2	-133,33	-26,67	17777,78					
18 0,0	0,1	-133,33	-13,33	17777,78					

Risultato della prova: TUTTI I RESIDUI ($d_{c,rel}$) RISULTANO < 5%

[Handwritten signature]

5.3. Linearità O₂

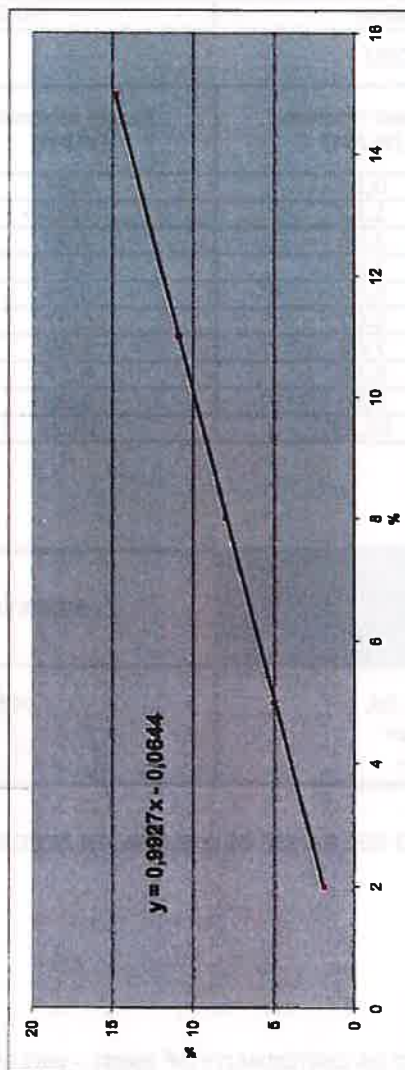
VERIFICA DI LINEARITA'

Parametro Ossigeno

Data 27/11/2019
 Cliente Birra Peroni S.r.l.
 Punto di emissione E10/E11

Strumento di misura
 Unità di misura
 Fondo scala

OXY
 %
 25



Cu - Fondo scala	25
Xz - Valori Medi Xi	7,17
ia - Valori Medi Yi	7,05
B - Coeff. Angolare	0,9927
A - Intercetta asse Y	-0,0644
Retta di regressione	
$y = 0,9927x - 0,0644$	


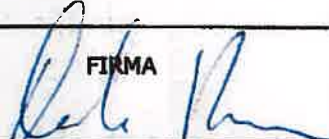
Valori materiale di riferimento (Xi)	Valori misurati (Yi)	Differenza fra singolo valore del materiale di riferimento ed il loro valore medio (Xi - Xi)	$Y_i(X_i - X_o)$	$(X_i - X_o)^2$	Medie valori misurati per ciascuna concentrazione (Yc)	Residuo della media di ciascuna concentrazione (dc)	Residuo relativo della media di ciascuna concentrazione (dc,rel)	Valutazione prova del residui	Valori della retta
1 2,0	1,9	-5,17	-9,82	26,69	1,90	0,02	0,03%	positive	1,92
2 2,0	1,9	-5,17	-9,82	26,69					
3 2,0	1,9	-5,17	-9,82	26,69					
4 5,0	4,9	-2,17	-10,82	4,69	4,83	0,03	0,14%	positive	4,80
5 5,0	4,9	-2,17	-10,82	4,69					
6 5,0	5,0	-2,17	-10,83	4,69					
7 8,0	7,9	0,83	6,58	0,69	7,80	0,02	0,09%	positive	7,88
8 8,0	7,9	0,83	6,58	0,69					
9 8,0	7,9	0,83	6,58	0,69					
10 11,0	10,8	3,83	41,40	14,69	10,87	0,01	0,05%	positive	10,86
11 11,0	10,9	3,83	41,78	14,69					
12 11,0	10,9	3,83	41,78	14,69					
13 15,0	14,8	7,83	115,93	61,36	14,80	0,03	0,10%	positive	14,83
14 15,0	14,8	7,83	115,93	61,36					
15 15,0	14,8	7,83	115,93	61,36					
16 2,0	1,9	-5,17	-9,82	26,69					
17 2,0	1,9	-5,17	-9,82	26,69	1,90	0,02	0,09%	positive	1,92
18 2,0	1,9	-5,17	-9,82	26,69					

Risultato della prova: TUTTI I RESIDUI (dc,rel) RISULTANO < 5%

[Handwritten signature]

N. Rapporto **20190225-01**

DILUITORE						
COSTRUTTORE		MODELLO		MATRICOLA o SERIE		INGRESSO
SABIO INC		4010		C-39		DILUENT 1
RIFERIMENTI UTILIZZATI						
Flussimetro		Costruttore/Modello			Tecora	
		Matricola o Serie			R-11	
		Certificato n°/data scadenza			P16-09680 / 08.02.2019	
		Intervallo di misura			da 0.5 a 10.5	
MCF		Ingresso			DILUENT 1	
		Costruttore			Porter Instruments	
		Modello			201-DKASVCDY	
		Matricola o Serie			9602188	
		Flusso Massimo			10 SLPM	
VALORI						
P.to	Voltaggio di Controllo [V]	Voltaggio Indicato [V]	Temperatura GAS [°C]	Flusso erogato [SLPM]	Flusso misurato [SLPM]	Errore [%]
1	0,500	0,493	21	0,84	0,84	+0,00
2	1,000	0,995	21	1,92	1,93	+0,52
3	1,500	1,493	21	2,96	2,95	-0,34
4	2,000	1,995	21	3,99	3,98	-0,25
5	2,500	2,494	21	5,02	5,05	+0,60
6	3,000	2,994	21	6,07	6,07	+0,00
7	3,500	3,493	21	7,08	7,09	+0,14
8	4,000	3,992	21	8,18	8,17	-0,12
9	4,500	4,492	21	9,26	9,26	+0,00
10	5,000	4,992	21	10,29	10,29	+0,00

ESITO VERIFICA*	POSITIVO [X]	NEGATIVO []
DATA 25/02/2019	ESEGUITO DA 	FIRMA 

(*) L'ESITO RISULTA POSITIVO SE L'ERRORE E' COMPRESO NEL RANGE DI $\pm 5,0 \%$, IN ACCORDO AI REQUISITI PREVISTI DAL NOSTRO SISTEMA DI QUALITA'.

AZIENDA OPERANTE CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO DA CERTIQUALITY (N° 3059) - UNI EN ISO 9001:2008

ISCR. TRIB. ROMA 1625/90 C.C.I.A.A. ROMA 698810 DEL 27/02/90 C.FISCALE e P.IVA 03783791005 C.S. € 10.400,00 I.V.

 LARA Laboratori Analitici di Ricerca Associati S.r.l.	MODULO RAPPORTO TARATURA DILUITORE GAS	MO_IOT-L-07_01
		Rev. 1
		Pag. 1 di 1

N. Rapporto **20190225-02**

DILUITORE						
COSTRUTTORE		MODELLO		MATRICOLA o SERIE		INGRESSO
SABIO INC		4010		C-39		OZONE
RIFERIMENTI UTILIZZATI						
Flussimetro		Costruttore/Modello			Tecora	
		Matricola o Serie			R-11	
		Certificato n°/data scadenza			P16-09680 / 08.02.2019	
		Intervallo di misura			da 0.5 a 10.5	
MCF		Ingresso			OZONE	
		Costruttore			Sabio Engineering	
		Modello			PFR-100	
		Matricola o Serie			2,05E+16	
		Flusso Massimo			200 SCCM	
VALORI						
P.to	Voltaggio di Controllo [V]	Voltaggio Indicato [V]	Temperatura GAS [°C]	Flusso erogato [SCCM]	Flusso misurato [SCCM]	Errore [%]
1	1,000	1,002	21	79	79	+0,00
2	2,000	2,003	21	114	114	+0,00
3	3,000	3,003	21	145	145	+0,00
4	4,000	4,003	21	169	169	+0,00
5	5,000	5,002	21	190	190	+0,00
6						
7						
8						
9						
10						

ESITO VERIFICA*	POSITIVO [X]	NEGATIVO []
DATA 25/02/2019	ESEGUITO DA 	FIRMA 

(*) L'ESITO RISULTA POSITIVO SE L'ERRORE E' COMPRESO NEL RANGE DI $\pm 5,0 \%$, IN ACCORDO AI REQUISITI PREVISTI DAL NOSTRO SISTEMA DI QUALITA'.

AZIENDA OPERANTE CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO DA CERTIQUALITY (N° 3059) - UNI EN ISO 9001:2008

ISCR. TRIB. ROMA 1825/90 C.C.I.A.A. ROMA 688810 DEL 27/02/90 C.FISCALE e P.IVA 03763791005 C.S. € 10.400,00 I.V.

DILUITORE						
COSTRUTTORE		MODELLO		MATRICOLA o SERIE		INGRESSO
SABIO INC		4010		C-39		SOURCE 2
RIFERIMENTI UTILIZZATI						
Flussimetro		Costruttore/Modello			Tecora	
		Matricola o Serie			R-11	
		Certificato n°/data scadenza			P16-09680 / 08.02.2019	
		Intervallo di misura			da 0.5 a 10.5 SLPM	
MCF		Ingresso			SOURCE 2	
		Costruttore			Porter Instruments	
		Modello			201-FKASVBDX	
		Matricola o Serie			3,45016E+12	
		Flusso Massimo			3000 SCCM	
VALORI						
P.to	Voltaggio di Controllo [V]	Voltaggio Indicato [V]	Temperatura GAS [°C]	Flusso erogato [SCCM]	Flusso misurato [SCCM]	Errore [%]
1	0,500	0,501	21	285	285	+0,00
2	1,000	1,001	21	565	564	-0,18
3	1,500	1,501	21	841	842	+0,12
4	2,000	2,001	21	1120	1122	+0,18
5	2,500	2,502	21	1394	1396	+0,14
6	3,000	3,001	21	1676	1678	+0,12
7	3,500	3,501	21	1961	1961	+0,00
8	4,000	4,000	21	2248	2250	+0,09
9	4,500	4,501	21	2537	2538	+0,04
10	5,000	4,999	21	2832	2835	+0,11

ESITO VERIFICA*	POSITIVO [X]	NEGATIVO []
DATA 25/02/2019	ESEGUITO DA 	FIRMA 

(*) L'ESITO RISULTA POSITIVO SE L'ERRORE E' COMPRESO NEL RANGE DI $\pm 5,0 \%$, IN ACCORDO AI REQUISITI PREVISTI DAL NOSTRO SISTEMA DI QUALITA'.

AZIENDA OPERANTE CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO DA CERTIQUALITY (N° 3059) - UNI EN ISO 9001:2008

ISCR. TRIB. ROMA 1625/90 C.C.I.A.A. ROMA 998810 DEL 27/02/90 C.FISCALE e P.IVA 03763791005 C.S. € 10.400,00 I.V.