



RELAZIONE

Nota tecnica in merito alla determinazione delle portate degli effluenti gassosi degli impianti CC1, CC2 e TG501.

Calcolo dell'incertezza associata ai valori di portata ottenuti dalle misure dei flussi massici di combustibile e relativa incertezza nella determinazione dei flussi massici degli inquinanti alle emissioni.

Centrale termoelettrica di Ravenna

Presentato a:

Enipower S.p.A.

Ing. Cucinella Fabio

Ing. Frabetti Michele

Stabilimento di Ravenna

Via Baiona, 107

48123 Ravenna

Inviato da:

WSP Italia S.r.l.

Via Antonio Banfo 43, 10155 Torino, Italia

+39 011 23 44 211

22550677

12/06/2023

Lista di distribuzione

Enipower S.p.A.

WSP Italia S.r.l.

Indice

1.0	Premessa.....	3
2.0	Quadro riassuntivo dei punti di emissione oggetto della presente nota e relative prescrizioni di autocontrollo.....	3
3.0	Quadro riassuntivo degli strumenti di misura.....	5
4.0	Quadro riassuntivo dei limiti autorizzativi e dell'espressione dei risultati delle misure.....	6
5.0	Algoritmo di calcolo della portata	8
6.0	Calcolo dell'incertezza composta ed estesa massima permessa dei parametri di concentrazione misurati (QAL1).....	9
7.0	Calcolo dell'incertezza composta ed estesa massima permessa dei flussi di massa misurati (QAL1).....	12
8.0	Calcolo dell'incertezza composta ed estesa massima permessa dei parametri di concentrazione misurati (QAL2).....	15
9.0	Calcolo dell'incertezza composta ed estesa massima permessa dei flussi di massa misurati (QAL2).....	18
10.0	Conclusioni	21

1.0 Premessa

Relativamente al controllo degli SME asserviti ai punti di emissione denominati CC1, CC2 e TG501, ad integrazione dell'algoritmo di calcolo della portata dei fumi e dei flussi di massa degli inquinanti emessi in atmosfera, è stata condotta la valutazione dell'incertezza estesa per i parametri emissivi relativi ai punti di emissione in atmosfera identificati come CC1, CC2 e TG501.

Con riferimento a quanto sopra richiamato, si è proceduto alla valutazione dei seguenti aspetti di carattere generale applicati al caso specifico:

- determinazione dell'incertezza associata al calcolo della portata ottenuta a partire dalle portate misurate dei combustibili in ingresso al processo;
- massima incertezza permessa dalle norme tecniche vigenti in materia di valutazione dell'incertezza di misura associata alle determinazioni di tenori in concentrazione ed in massa dei parametri emissivi;
- rendicontazione dell'incertezza determinata in fase di procedura QAL2 dei tenori in concentrazione e dell'incertezza dei flussi massici calcolati a partire dalle incertezze QAL2 dei tenori in concentrazione e dall'incertezza della misura di portata.

2.0 Quadro riassuntivo dei punti di emissione oggetto della presente nota e relative prescrizioni di autocontrollo

La seguente tabella riporta le identificazioni dei punti di emissione oggetto della presente nota:

Tabella 1 – Identificazione dei punti di emissione oggetto della presente

Punto di emissione	Descrizione	Capacità termica nominale (MW _t)	Latitudine (WGS84/UTM)	Longitudine (WGS84/UTM)	Altezza(m)	Sezione (m ²)
E1	Fase 1, gruppo CC1	683	757586,982	4926802,494	80	6,4
E2	Fase 3, gruppo CC2	683	757656,151	4926783,915	80	6,4
E3	Fase 3, Turbogas TG501	395	757440,647	4926608,387	70	5,5

Si riportano, alle tabelle seguenti, le prescrizioni di autocontrollo dei medesimi, così come desunte dal PMC (PMC5_rev1_prot. ISPRA 45360 del 27/08/2021), §3.1.1 e § 3.1.2.

Tabella 2 – Prescrizioni per le emissioni in atmosfera

Punto di emissione	Parametro	Limite/prescrizione (Autorità Competente)	Frequenza/Tipo di verifica	Monitoraggio/ Registrazione dati
E1 E2 E3	Gas naturale	Utilizzo esclusivo di gas naturale e sua quantificazione	Misura continua del flusso	Annotazione giornaliera su file della quantità di combustibile impiegato
	Misura del tempo di transitorio	-	Misura ad evento del tempo impiegato a raggiungere la condizione di funzionamento normale ²	Registrazione su file dei tempi di transitorio
	Temperatura, Pressione, O ₂ e Umidità dei fumi	Misure conoscitive	Misura continua	Registrazione su file
	Portata volumetrica dei fumi	Determinazione in continuo	Determinazione incontinuo	Determinazione con sistema di monitoraggio in continuo (SME) al camino. (Calcolo Stechiometrico)

3.0 Quadro riassuntivo degli strumenti di misura

Tabella 3: quadro riassuntivo degli strumenti di misura

Parametro	Costruttore	Modello	Principi di misura	Campo di misura	Serial Number		
					CC1	CC2	TG501
NO _x	ABB	LIMAS-11 LIMAS-21	UV	0-75 mg/Nm ³	3- 242497-3	3- 242498-3	3- 251408-4
			UV (estensione del fondo scala – solo su TG501)	0-150 mg/Nm ³			
CO	ABB	URAS-14 URAS-26	NDIR (cella a basso fondo scala)	0-75 mg/Nm ³	3- 242470-3	3- 342690-4	3- 389014-9
			NDIR (cella ad alto fondo scala)	0-6000 mg/Nm ³			
O ₂ (secco)	ABB	MAGNOS-106 MAGNOS-206	Paramagnetico	0-25 % Vol.	3- 242481-3	3- 242482-3	3- 251409-4

4.0 Quadro riassuntivo dei limiti autorizzativi e dell'espressione dei risultati delle misure

I valori limite di emissione con i quali confrontare i dati prodotti dallo SME ai sensi dell'AIA e successive modifiche ed integrazioni sono riassunti alla tabella seguente:

Tabella 4: Valori limite di emissione orari e giornalieri (fonte: Manuale SME)

Impianti CC1 e CC2			
Parametro	Valori limite di emissione orari (mg/Nm ³) *	Valori limite di emissione giornalieri (mg/Nm ³) *	Media annua (mg/Nm ³) *
CO	30	20	-
NO _x (NO ₂)	50	35	-
Impianto TG501			
Parametro	Valori limite di emissione orari (mg/Nm ³) *	Valori limite di emissione giornalieri (mg/Nm ³) *	Media annua (mg/Nm ³) *
CO	-	30	-
NO _x (NO ₂)	-	75	-

(*) Nota: valori limite riferiti all'effluente normalizzato in temperatura e pressione, su gas secco e calcolati ad un ossigeno di riferimento pari al 15%.

La tabella alla pagina seguente riporta l'elenco dei parametri archiviati dal software SME, con l'indicazione delle elaborazioni di calcolo effettuate.

Tabella 5: Gestione e trattamento dei dati SME

Parametro	Dato in ingresso	Operazioni di calcolo eseguite dallo SME
Portata	Misura del flusso di gas naturale avviato a combustione; Tenore di ossigeno nei fumi misurato	portata dei fumi calcolata sulla base della misura del flusso dei combustibili in ingresso al processo di combustione ed ai coefficienti derivanti dalla reazione di combustione stechiometrica
O ₂	% v	Applicazione retta QAL2
CO	mg/Nm ³	Applicazione retta QAL2; Correzione O ₂ di riferimento (15%)
NO _x	mg/Nm ³	Applicazione retta QAL2; Conversione NO ₂ totali Correzione O ₂ di riferimento (15%)

5.0 Algoritmo di calcolo della portata

Come indicato nei manuali di gestione degli SME, la portata dei fumi viene calcolata sulla base della misura del flusso dei combustibili in ingresso al processo di combustione ed ai coefficienti derivanti dalla reazione di combustione stechiometrica (si richiama, a tale proposito, l'Allegato SME_07 Algoritmi di calcolo Q, parte integrante del manuale di gestione degli SME).

Relativamente alla portata dei punti di emissioni derivanti dagli impianti CC1, CC2 e TG501, alimentati a gas naturale, la portata dei fumi nel sistema SME viene determinata a partire dalla portata e dalla composizione del gas naturale.

I dati sorgente di tale elaborazione sono i seguenti:

- Misura del flusso di gas naturale avviato a combustione;
- Analisi di composizione del gas naturale (fonte: SNAM).

Si sottolinea comunque che il dato di portata così calcolato è espresso come portata normalizzata secca e riferita ad un tenore di ossigeno di riferimento pari al 15 % vol; tale dato, moltiplicato per i valori di concentrazione di CO ed NO_x, espressi su gas secco e calcolati ad un ossigeno di riferimento pari al 15%, fornisce il valore di flusso di massa dei parametri emissivi CO ed NO_x.

6.0 Calcolo dell'incertezza composta ed estesa massima permessa dei parametri di concentrazione misurati (QAL1)

Il calcolo dell'incertezza composta dei parametri di concentrazione è eseguito considerando le incertezze delle singole grandezze che concorrono al calcolo secondo la seguente formula:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^N u_p^2(x_i)}$$

I valori di incertezza dei parametri $u_p(x_i)$ misurati dallo SME sono desunti dai corrispondenti certificati di conformità alla norma EN 14181: 2004 (QAL1); tali certificati riportano l'incertezza estesa; la corrispondente incertezza tipo di categoria B, si ottiene dividendo per 2 il valore riportato nel certificato.

Le grandezze misurate che concorrono al calcolo delle concentrazioni degli inquinanti, espresse su gas secco in condizioni normali di temperatura e pressione e riferite al 15% v/v di ossigeno, sono riportate alla tabella 5 di cui al § 4.0.

Il calcolo dell'incertezza composta massima permessa dei parametri di concentrazione è eseguito considerando le incertezze massime permesse previste dalle specifiche MCERT delle singole grandezze che concorrono al calcolo secondo la formula sopra riportata; tali incertezze massime permesse sono pari al 75% del valore di incertezza massimo permesso previsto dalle norme nazionali vigenti in merito (Titolo III-bis -Parte IV del D. Lgs.152/2006: Allegato 1 e Allegato 2).

La tabella alla pagina seguente riporta le **incertezze composte ed estese dei parametri di concentrazione confrontate con le incertezze massime permesse dei parametri di concentrazione** secondo le specifiche MCERT riportate nei certificati di conformità alle norme EN15267-1:2009, EN15267-2:2009, EN15267-3:2007 ed alla norma UNI EN 14181:2015 (QAL1).

Tabella 6: Incertezze composte, estese e massime permesse dei parametri di concentrazione (QAL1)

IMPIANTO CC1												
Parametro	Tipo di misura	Fonte	Certificato QAL1		MCERTS Specification		Dipendenza funzionale del dato finale	Dato finale	Incertezza composta (%)	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%)	Incertezza composta (%) massima permessa	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%) massima permessa
		Dato in ingresso	Incertezza estesa (%)	Incertezza tipo (%) categoria B	Incertezza estesa (%) massima permessa	Incertezza tipo (%) categoria B massima permessa						
CO (tal quale)	estrattiva su gas secco	mg/Nm3 (CO)	5,95	2,98	7,50	3,75						
CO (riferito 15% O2)				0,16		3,75	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 (CO) rif. 15% O2	2,98	5,96	5,30	10,60
NOX (come NO)	estrattiva su gas secco	mg/Nm3 (NO)	4,50	2,25	15,00	7,50	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3				
NOX (come NO2) (riferito 15% O2)		mg/Nm3		0,16		3,75	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 [NOX (come NO2)] rif. 15% O2	2,26	4,52	8,39	16,78
O2	estrattiva su gas secco	% v	0,31	0,155	7,50	3,75	nessuna	% v				
IMPIANTO CC2												
Parametro	Tipo di misura	Fonte	Certificato QAL1		MCERTS Specification		Dipendenza funzionale del dato finale	Dato finale	Incertezza composta (%)	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%)	Incertezza composta (%) massima permessa	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%) massima permessa
		Dato in ingresso	Incertezza estesa (%)	Incertezza tipo (%) categoria B	Incertezza estesa (%) massima permessa	Incertezza tipo (%) categoria B massima permessa						
CO (tal quale)	estrattiva su gas secco	mg/Nm3 (CO)	5,95	2,98	7,50	3,75						
CO (riferito 15% O2)				0,155		3,75	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 (CO) rif. 15% O2	2,98	5,96	5,30	10,60
NOX (come NO)	estrattiva su gas secco	mg/Nm3 (NO)	4,50	2,25	15,00	7,50	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3				
NOX (come NO2) (riferito 15% O2)		mg/Nm3		0,155		3,75	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 [NOX (come NO2)] rif. 15% O2	2,26	4,52	8,39	16,78
O2	estrattiva su gas secco	% v	0,31	0,155	7,50	3,75	nessuna	% v				

Segue Tabella 6: Incertezze composte, estese e massime permesse dei parametri di concentrazione (QAL1)

IMPIANTO TG501												
Parametro	Tipo di misura	Fonte	Certificato QAL1		MCERTS Specification		Dipendenza funzionale del dato finale	Dato finale	Incertezza composta (%)	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%)	Incertezza composta (%) massima permessa	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%) massima permessa
		Dato in ingresso	Incertezza estesa (%)	Incertezza tipo (%) categoria B	Incertezza estesa (%) massima permessa	Incertezza tipo (%) categoria B massima permessa						
CO (tal quale)	estrattiva su gas secco	mg/Nm3 (CO)	5,95	2,98	7,50	3,75						
CO (riferito 15% O2)				0,155		3,75	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 (CO) rif. 15% O2	2,98	5,96	5,30	10,60
NOX (come NO)	estrattiva su gas secco	mg/Nm3 (NO)	4,50	2,25	15,00	7,50	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3				
NOX (come NO2) (riferito 15% O2)		mg/Nm3		0,155		3,75	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 [NOX (come NO2)] rif. 15% O2	2,26	4,52	8,39	16,78
O2	estrattiva su gas secco	% v	0,31	0,155	7,50	3,75	nessuna	% v				

7.0 Calcolo dell'incertezza composta ed estesa massima permessa dei flussi di massa misurati (QAL1)

Il calcolo dell'incertezza composta massima permessa dei flussi di massa procede considerando le incertezze massime permesse dei flussi di massa dalle specifiche MCERT delle singole grandezze che concorrono al calcolo.

La tabella alla pagina seguente riporta le **incertezze composte ed estese dei flussi di massa confrontate con le incertezze massime permesse** calcolate secondo le specifiche MCERT riportate nei certificati di conformità alle norme EN15267-1:2009, EN15267-2:2009, EN15267-3:2007 ed alla norma UNI EN 14181:2015 (QAL1).

Tabella 7: Incertezze composte, estese e massime permesse dei flussi di massa (QAL1)

IMPIANTO CC1										
Parametro	Tipo di misura	Incertezza tipo (%) categoria A	Incertezza tipo (%) categoria B	Incertezza tipo (%) categoria B massima permessa	Dipendenza funzionale del dato finale	Dato finale	Incertezza composta (%)	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%)	Incertezza composta (%) massima permessa	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%) massima permessa
Portata	calcolo da portata combustibili	0,18								
Portata (riferita 15% O2)	Calcolo includente il tenore di ossigeno nei fumi		0,16	3,75	Tenore di ossigeno nei fumi	Nm3/h rif. 15% O2				
CO (riferito 15% O2)	misura analizzatore		2,98	5,30	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 (CO) rif. 15% O2				
Flusso di massa CO	calcolo					t/anno (CO)	2,99	5,98	6,50	12,99
Portata	calcolo da portata combustibili	0,18								
Portata (riferita 15% O2)	Calcolo includente il tenore di ossigeno nei fumi		0,16	3,75	Tenore di ossigeno nei fumi	Nm3/h rif. 15% O2				
NOX (come NO2) (riferito 15% O2)	misura analizzatore		2,26	8,39	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 [NOX (come NO2)] rif. 15% O2				
Flusso di massa NOX (come NO2)	calcolo					t/anno [NOX (come NO2)]	2,27	4,55	9,19	18,38
IMPIANTO CC2										
Parametro	Tipo di misura	Incertezza tipo (%) categoria A	Incertezza tipo (%) categoria B	Incertezza tipo (%) categoria B massima permessa	Dipendenza funzionale del dato finale	Dato finale	Incertezza composta (%)	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%)	Incertezza composta (%) massima permessa	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%) massima permessa
Portata	calcolo da portata combustibili	0,26								
Portata (riferita 15% O2)	Calcolo includente il tenore di ossigeno nei fumi		0,16	3,75	Tenore di ossigeno nei fumi	Nm3/h rif. 15% O2				
CO (riferito 15% O2)	misura analizzatore		2,98	5,30	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 (CO) rif. 15% O2				
Flusso di massa CO	calcolo					t/anno (CO)	3,00	5,99	6,50	13,00
Portata	calcolo da portata combustibili	0,26								
Portata (riferita 15% O2)	Calcolo includente il tenore di ossigeno nei fumi		0,16	3,75	Tenore di ossigeno nei fumi	Nm3/h rif. 15% O2				
NOX (come NO2) (riferito 15% O2)	misura analizzatore		2,26	8,39	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 [NOX (come NO2)] rif. 15% O2				
Flusso di massa NOX (come NO2)	calcolo					t/anno [NOX (come NO2)]	2,28	4,56	9,19	18,39

Segue Tabella 7: Incertezze composte, estese e massime permesse dei flussi di massa (QAL1)

IMPIANTO TG501										
Parametro	Tipo di misura	Incertezza tipo (%) categoria A	Incertezza tipo (%) categoria B	Incertezza tipo (%) categoria B massima permessa	Dipendenza funzionale del dato finale	Dato finale	Incertezza composta (%)	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%)	Incertezza composta (%) massima permessa	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%) massima permessa
Portata	calcolo da portata combustibili	0,52								
Portata (riferita 15% O ₂)	Calcolo includente il tenore di ossigeno nei fumi		0,16	3,75	Tenore di ossigeno nei fumi	Nm ³ /h rif. 15% O ₂				
CO (riferito 15% O ₂)	misura analizzatore		2,98	5,30	Correzione O ₂ di riferimento (15%)	mg/Nm ³ (CO) rif. 15% O ₂				
Flusso di massa CO	calcolo					t/anno (CO)	3,03	6,06	6,51	13,03
Portata	calcolo da portata combustibili	0,52								
Portata (riferita 15% O ₂)	Calcolo includente il tenore di ossigeno nei fumi		0,16	3,75	Tenore di ossigeno nei fumi	Nm ³ /h rif. 15% O ₂				
NOX (come NO ₂) (riferito 15% O ₂)	misura analizzatore		2,26	8,39	Correzione O ₂ di riferimento (15%)	mg/Nm ³ [NOX (come NO ₂)] rif. 15% O ₂				
Flusso di massa NOX (come NO ₂)	calcolo					t/anno [NOX (come NO ₂)]	2,32	4,65	9,20	18,41

8.0 Calcolo dell'incertezza composta ed estesa massima permessa dei parametri di concentrazione misurati (QAL2)

Il calcolo dell'incertezza composta massima permessa dei parametri di concentrazione è eseguito considerando le incertezze determinate in fase di procedura QAL2 e le incertezze massime permesse previste dalla procedura QAL2, eseguita ai sensi della norma UNI EN 14181:2015 (fonte: rapporti QAL2) e delle norme nazionali vigenti in merito (D. Lgs. 46/2014 - ISPRA-SME-87-2013).

La tabella alla pagina seguente riporta le **incertezze composte ed estese dei flussi di massa confrontate con le incertezze massime permesse** secondo le specifiche della procedura QAL2 (D. Lgs. 46/2014 - ISPRA-SME-87-2013).

Tabella 8: Incertezze composte, estese e massime permesse dei parametri di concentrazione (QAL2)

IMPIANTO CC1												
Parametro	Tipo di misura	Fonte	Procedura QAL2		D. Lgs. 46/2014 - ISPRA-SME-87-2013		Dipendenza funzionale del dato finale	Dato finale	Incertezza composta (%)	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%)	Incertezza composta (%) massima permessa	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%) massima permessa
		Dato in ingresso	Incertezza estesa (%)	Incertezza tipo (%) categoria B	Incertezza estesa (%) massima permessa	Incertezza tipo (%) categoria B massima permessa						
CO (tal quale)	estrattiva su gas secco	mg/Nm3 (CO)	0,70	0,35	10,00	5,00						
CO (riferito 15% O2)				0,04		5,00	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 (CO) rif. 15% O2	0,35	0,70	7,07	14,14
NOX (come NO)	estrattiva su gas secco	mg/Nm3 (NO)	0,61	0,31	20,00	10,00	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3				
NOX (come NO2)		mg/Nm3		0,04		5,00	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 [NOX (come NO2)] rif. 15% O2	0,31	0,62	11,18	22,36
O2	estrattiva su gas secco	% v	0,07	0,04	10,00	5,00	nessuna	% v				
IMPIANTO CC2												
Parametro	Tipo di misura	Fonte	Procedura QAL2		D. Lgs. 46/2014 - ISPRA-SME-87-2013		Dipendenza funzionale del dato finale	Dato finale	Incertezza composta (%)	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%)	Incertezza composta (%) massima permessa	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%) massima permessa
		Dato in ingresso	Incertezza estesa (%)	Incertezza tipo (%) categoria B	Incertezza estesa (%) massima permessa	Incertezza tipo (%) categoria B massima permessa						
CO (tal quale)	estrattiva su gas secco	mg/Nm3 (CO)	1,61	0,81	10,00	5,00						
CO (riferito 15% O2)				0,84		5,00	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 (CO) rif. 15% O2	1,16	2,32	7,07	14,14
NOX (come NO)	estrattiva su gas secco	mg/Nm3 (NO)	4,56	2,28	20,00	10,00	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3				
NOX (come NO2)		mg/Nm3		0,84		5,00	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 [NOX (come NO2)] rif. 15% O2	2,43	4,86	11,18	22,36
O2	estrattiva su gas secco	% v	1,68	0,84	10,00	5,00	nessuna	% v				

Tabella 8: Incertezze composte, estese e massime permesse dei parametri di concentrazione (QAL2)

IMPIANTO TG501												
Parametro	Tipo di misura	Fonte	Procedura QAL2		D. Lgs. 46/2014 - ISPRA-SME-87-2013							
		Dato in ingresso	Incertezza estesa (%)	Incertezza tipo (%) categoria B	Incertezza estesa (%) massima permessa	Incertezza tipo (%) categoria B massima permessa	Dipendenza funzionale del dato finale	Dato finale	Incertezza composta (%)	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%)	Incertezza composta (%) massima permessa	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%) massima permessa
CO (tal quale)	estrattiva su gas secco	mg/Nm3 (CO)	1,22	0,61	10,00	5,00						
CO (riferito 15% O2)				0,12		5,00	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 (CO) rif. 15% O2	0,62	1,24	7,07	14,14
NOX (come NO)	estrattiva su gas secco	mg/Nm3 (NO)	4,12	2,06	20,00	10,00	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3				
NOX (come NO2)		mg/Nm3		0,12		5,00	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 [NOX (come NO2)] rif. 15% O2	2,06	4,12	11,18	22,36
O2	estrattiva su gas secco	% v	0,23	0,12	10,00	5,00	nessuna	% v				

9.0 Calcolo dell'incertezza composta ed estesa massima permessa dei flussi di massa misurati (QAL2)

Il calcolo dell'incertezza composta massima permessa dei flussi di massa procede considerando le incertezze massime permesse dei flussi di massa previste dalla procedura QAL2 (UNI EN 14181:2015 D. Lgs. 46/2014 - ISPRA-SME-87-2013), delle incertezze determinate in fase di procedura QAL2 – UNI EN 14181:2015 per i parametri oggetto di misura (ossigeno, monossido di carbonio, ossidi di azoto) e dell'incertezza determinata in fase di procedura QAL2 – UNI EN ISO 16911-2:2013 per il parametro portata.

Limitatamente all'impianto TG501, essendo la procedura QAL2 del parametro portata al momento in fase di relazione, è stata utilizzata l'incertezza calcolata di tipo A relativa alla determinazione della portata.

La tabella alla pagina seguente riporta le **incertezze composte ed estese dei flussi di massa confrontate con le incertezze massime permesse** secondo le specifiche della procedura QAL2 (D. Lgs. 46/2014 - ISPRA-SME-87-2013).

Tabella 9: Incertezze composte, estese e massime permesse dei flussi di massa (QAL2)

IMPIANTO CC1										
Parametro	Tipo di misura	Incertezza tipo (%) categoria B	Incertezza tipo (%) categoria B	Incertezza tipo (%) categoria B massima permessa	Dipendenza funzionale del dato finale	Dato finale	Incertezza composta (%)	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%)	Incertezza composta (%) massima permessa	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%) massima permessa
Portata	calcolo da portata combustibili	1,55		3,9						
Portata (riferita 15% O2)	Calcolo includente il tenore di ossigeno nei fumi		0,04	5,00	Tenore di ossigeno nei fumi	Nm3/h rif. 15% O2				
CO (riferito 15% O2)	misura analizzatore		0,35	7,07	Correzione O2 di riferimento (15%)	mg/Nm3 (CO) rif. 15% O2				
Flusso di massa CO	calcolo					t/anno (CO)	1,59	3,18	8,80	17,59
Portata	calcolo da portata combustibili	1,55		3,9						
Portata (riferita 15% O2)	Calcolo includente il tenore di ossigeno nei fumi		0,04	5,00	Tenore di ossigeno nei fumi	Nm3/h rif. 15% O2				
NOX (come NO2) (riferito 15% O2)	misura analizzatore		0,31	11,18		mg/Nm3 [NOX (come NO2)] rif. 15% O2				
Flusso di massa NOX (come NO2)	calcolo					t/anno [NOX (come NO2)]	1,58	3,16	12,34	24,69
IMPIANTO CC2										
Parametro	Tipo di misura	Incertezza tipo (%) categoria B	Incertezza tipo (%) categoria B	Incertezza tipo (%) categoria B massima permessa	Dipendenza funzionale del dato finale	Dato finale	Incertezza composta (%)	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%)	Incertezza composta (%) massima permessa	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%) massima permessa
Portata	calcolo da portata combustibili	2,40		3,9						
Portata (riferita 15% O2)	Calcolo includente il tenore di ossigeno nei fumi		0,84	5,00	Tenore di ossigeno nei fumi	Nm3/h rif. 15% O2				
CO (riferito 15% O2)	misura analizzatore		1,16	7,07		mg/Nm3 (CO) rif. 15% O2				
Flusso di massa CO	calcolo					t/anno (CO)	2,79	5,59	8,99	17,97
Portata	calcolo da portata combustibili	2,40		3,9						
Portata (riferita 15% O2)	Calcolo includente il tenore di ossigeno nei fumi		0,84	5,00	Tenore di ossigeno nei fumi	Nm3/h rif. 15% O2				
NOX (come NO2) (riferito 15% O2)	misura analizzatore		2,43	11,18		mg/Nm3 [NOX (come NO2)] rif. 15% O2				
Flusso di massa NOX (come NO2)	calcolo					t/anno [NOX (come NO2)]	3,52	7,03	12,48	24,96

Segue Tabella 9: Incertezze composte, estese e massime permesse dei flussi di massa (QAL2)

IMPIANTO TG501										
Parametro	Tipo di misura	Incertezza tipo (%) categoria A	Incertezza tipo (%) categoria B	Incertezza tipo (%) categoria B massima permessa	Dipendenza funzionale del dato finale	Dato finale	Incertezza composta (%)	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%)	Incertezza composta (%) massima permessa	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%) massima permessa
Portata	calcolo da portata combustibili	0,52								
Portata (riferita 15% O ₂)	Calcolo includente il tenore di ossigeno nei fumi		0,12	5,00	Tenore di ossigeno nei fumi	Nm ³ /h rif. 15% O ₂				
CO (riferito 15% O ₂)	misura analizzatore		0,62	7,07		mg/Nm ³ (CO) rif. 15% O ₂				
Flusso di massa CO	calcolo					t/anno (CO)	0,82	1,63	8,67	17,35
Portata	calcolo da portata combustibili	0,52								
Portata (riferita 15% O ₂)	Calcolo includente il tenore di ossigeno nei fumi		0,12	5,00	Tenore di ossigeno nei fumi	Nm ³ /h rif. 15% O ₂				
NOX (come NO ₂) (riferito 15% O ₂)	misura analizzatore		2,06	11,18		mg/Nm ³ [NOX (come NO ₂)] rif. 15% O ₂				
Flusso di massa NOX (come NO ₂)	calcolo					t/anno [NOX (come NO ₂)]	2,13	4,25	12,26	24,52

Tabella 9: Incertezze composte ed estese massime permesse dei flussi di massa (QAL2) – Tavola riassuntiva

IMPIANTO			CC1	CC2	TG501
Parametro	Tipo di misura	Dato finale	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%) da procedura QAL2	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%) da procedura QAL2	Incertezza estesa (%) (k=2, IC 95%) da procedura QAL2
Flusso di massa CO	calcolo	t/anno (CO)	3,18	5,59	1,63
Flusso di massa NOX (come NO ₂)	calcolo	t/anno [NOX (come NO ₂)]	3,16	7,03	4,25

10.0 Conclusioni

Dalla disamina dei valori di incertezza dei parametri di concentrazione misurati e del calcolo dei conseguenti flussi di massa si possono trarre le seguenti conclusioni:

- le **incertezze estese associate ai parametri di concentrazione**, relativamente alle performances costruttive degli analizzatori, risultano **inferiori alle massime incertezze permesse dalle specifiche MCERT** riportate nei certificati di conformità alle norme EN15267-1:2009, EN15267-2:2009, EN15267-3:2007 ed alla norma UNI EN 14181:2015 (QAL1); le medesime, se valutate nelle condizioni sperimentali di esercizio, risultano **inferiori alle massime incertezze permesse previste dalla norma UNI EN 14181:2015** (rif. D. Lgs. 46/2014 - ISPRA-SME-87-2013), e calcolate sulla base degli intervalli di confidenza sperimentali determinati dalla procedura QAL2.
- le **incertezze estese associate ai flussi di massa** risultano **inferiori alle massime incertezze permesse calcolate sulla base delle specifiche MCERT** riportate nei certificati di conformità alle norme EN15267-1:2009, EN15267-2:2009, EN15267-3:2007 ed alla norma UNI EN 14181:2015 (QAL1); le medesime, se valutate nelle condizioni sperimentali di esercizio, risultano **inferiori alle massime incertezze permesse previste dalla norma UNI EN 14181:2015** (rif. D. Lgs. 46/2014 - ISPRA-SME-87-2013), e calcolate sulla base degli intervalli di confidenza sperimentali determinati dalla procedura QAL2.

Torino, 12 giugno 2023

WSP Italia S.r.l.

Project Manager

Dott.ssa Erika Germiniani

Project Director

Dott. Chim. Andrea Longo

