

RAPPORTO DI PROVA

USO RISERVATO

APPROVATO

C1012336

Cliente Enel Produzione S.p.A.

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

Ordine Contratto Quadro n. 8400134283 – Attingimento 3500188614
(A1300003131 – Lettera di trasmissione C1014876)

Campioni/Oggetti in prova Centrale di Assemini-TG1: monitoraggio macroinquinanti, microinquinanti e transitori di avviamento e spegnimento – anno 2021

Prove eseguite Vedi capitolo 6

Documenti normativi Vedi capitolo 3

Data prove dal **14/04/2021** al **15/04/2021**

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 18 **N. pagine fuori testo** 48

Elaborato **STC - Bonomi Beatrice**
C1012336 3297115 AUT

Verificato **EDM - Ferrara Irene**
C1012336 2041855 VER

Approvato **EDM - Il Responsabile - Sala Maurizio**
C1012336 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.1/18

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 di taratura	6
5.4	Valori di controllo dello stato di taratura degli analizzatori.....	6
6	PIANO SPERIMENTALE	7
6.1	Prove eseguite	7
6.2	Punto di campionamento.....	7
6.3	Modalità di campionamento e analisi	7
6.3.1	Determinazione delle concentrazioni di CO, NO _x , O ₂	7
6.3.2	Metalli UNI	8
6.3.3	Metalli EPA	8
6.3.4	Determinazione delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO ₂)	9
6.3.5	Determinazione dell'umidità dei fumi.....	9
6.3.6	Determinazione delle concentrazioni di polveri	10
6.3.7	Temperatura, pressione e portata fumi	10
6.4	Identificazione campioni	11
7	RISULTATI – NORMALE FUNZIONAMENTO	12
7.1	Concentrazioni di O ₂ , CO, NO _x	12
7.2	Metalli UNI	13
7.3	Metalli EPA	13
7.4	Ossidi di zolfo (SO ₂)	13
7.5	Umidità fumi.....	14
7.6	Polveri totali	14
7.7	Temperatura, pressione e portata fumi.....	15
7.8	Sommatorie per confronto con i limiti previsti nel Piano di Monitoraggio e Controllo	15
8	RISULTATI – TRANSITORI DI AVVIAMENTO E SPEGNIMENTO	16
8.1	Transitorio di accensione	16
8.1.1	Concentrazioni di O ₂ , CO, NO _x , velocità gas	16
8.1.2	Polveri totali	16
8.2	Transitorio di spegnimento	17
8.2.1	Concentrazioni di O ₂ , CO, NO _x , velocità gas	17
8.2.2	Polveri totali	17
9	SISTEMA DI QUALITÀ	17

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	27/07/2021	C1012336	Prima emissione

1 SINTESI DELLA CAMPAGNA DI MISURA

Impianto	Centrale termoelettrica di Assemini
Località	Località Macchiareddu – Assemini (CA)
Gruppo	TG1
Tipo di combustibile	Gasolio
Orari e condizioni di funzionamento dell'impianto	Funzionamento in condizioni di assetto costante nei giorni 14 e 15 aprile 2021
Informazioni sul campionamento	Non sono stati riscontrati eventi anomali
Data e orario di campionamento	Dalle 6:00 alle 18:00 nei giorni 14 e 15 aprile 2021
Personale di prova	Gatti Claudio, Sidoli Giancarlo
Misure effettuate	Misure di macroinquinanti (CO, NO _x , O ₂), microinquinanti (polveri, SO ₂ , metalli), H ₂ O, portata, temperatura e pressione dei fumi

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

Nel presente Rapporto sono riportati i risultati della determinazione delle concentrazioni di microinquinanti nelle emissioni gassose del gruppo turbogas 1 della centrale di Assemini, attività commissionata a CESI da ENEL Produzione S.p.A.

I risultati riportati nel presente Rapporto si riferiscono al 2021; le prove sono state effettuate nel mese di aprile 2021.

Durante l'esecuzione delle prove il gruppo, alimentato a gasolio, è stato esercito con programmazione di dettaglio soggetta alle esigenze di esercizio definite dal Gestore della rete.

Le prescrizioni riportate nel Piano di Monitoraggio e Controllo dell'impianto richiedono il controllo dei microinquinanti nelle emissioni del gruppo con cadenza annuale, oppure ogni 125 ore di funzionamento. Nel seguito viene descritto il piano sperimentale e vengono presentati i risultati delle prove eseguite.

3 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

- a) Decreto Legislativo 03/04/2006 n° 152 "Norme in materia ambientale" e s.m.i.;
- b) Decreto di Riesame dell'Autorizzazione Integrata Ambientale per l'esercizio della Centrale Turbogas di Assemini della società Enel Produzione S.p.A - D.M. n. 0000266 del 16/12/2020 (G.U. n.45 del 23/02/2021);
- c) U Allegato G - "Metodi di riferimento per le misure previste nell'autorizzazioni integrate ambientali (AIA) Statali;
- d) UNI EN 14789:2017 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in volume di ossigeno (O₂). Metodo di riferimento: Paramagnetismo;
- e) UNI EN 15058:2017 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di monossido di carbonio (CO). Metodo spettrometria a infrarossi non dispersiva;
- f) UNI EN 14792:2017 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di ossido di azoto (NO_x). Metodo di riferimento: chemiluminescenza;
- g) UNI EN 14791:2017 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di diossido di zolfo - metodo di riferimento;
- h) Norma UNI 10393:1995 "Misure alle emissioni – Determinazione del biossido di zolfo nei flussi gassosi convogliati – Metodo strumentale con campionamento estrattivo diretto" - Categoria II;
- i) UNI EN 14790:2017 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione del vapore acqueo in condotti;
- j) UNI EN 13284-1:2017 "Emissioni da sorgente fissa - Determinazione della concentrazione in massa di polveri in basse concentrazioni – Metodo manuale gravimetrico";
- k) UNI EN 14385:2004," Emissioni da sorgente fissa - Determinazione dell'emissione totale di As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Pd, Pt, Rh, Sb, Sn, Te, Tl e V";
- l) UNI EN 13211:2003," Emissioni da sorgente fissa - Metodo manuale per la determinazione della concentrazione di mercurio totale";
- m) US EPA method 29, "Determination of metals emissions from stationary sources";
- n) UNI EN ISO 16911-1:2013 – Emissioni da sorgente fissa: Determinazione manuale ed automatica della velocità e della portata di flussi in condotti – Parte 1: Metodo di Riferimento Manuale;

4 DESCRIZIONE DEL SITO DI MISURA

L'impianto produttivo si compone di due unità turbogas, identiche, alimentate a gasolio.

Il sito di misura è costituito da un tratto orizzontale di condotto a sezione circolare posizionato a quota zero prima dell'immissione dei fumi in ciminiera. Sul condotto si trovano due bocchelli posizionati a 120° tra loro. Nei pressi del sito di misura sono presenti prese Palazzoli a 220V per l'alimentazione del laboratorio mobile e della strumentazione.

4.1 Limiti di emissione

Nella tabella seguente sono riportati i limiti di emissione ai quali sono sottoposti i gruppi della centrale di Assemini:

PARAMETRO	LIMITE [mg/Nm ³ @15%O ₂]
NO _x	100
CO	100
Polveri	10
SO ₂	10
Be	0.05
Cd+Tl	0.05
Sb+As+Co+Cr+Mn+Ni+Pb+Cu+V+Sn	0.5

5 STRUMENTAZIONE E BOMBOLE UTILIZZATE

5.1 Strumentazione sottoposta a verifica (AMS)

Paragrafo non applicabile.

5.2 Strumentazione di riferimento (SRM)

La strumentazione utilizzata per le misure è la seguente:

Modello	Costruttore	Parametro misurato	Principio di misura	Fondo scala	N° matricola
Oxymat 6E	SIEMENS	O ₂	Paramagnetico	25 %	057490
Ultramat 6E	SIEMENS	CO	NDIR	300 mg/m ³	057490
CLD 822 Mh	ECO PHYSICS	NO _x	Chemiluminescenza	250 ppm	021521
Ultramat 6E	SIEMENS	SO ₂	NDIR	500 mg/m ³	057226

Strumento	Modello	Costruttore	Parametro misurato	N° matricola
Pompa	Isostack G4	Tecora	-	057289
Pompa	Bravo	Tecora	-	057279
Pompa	Bravo	Tecora	-	057278
Pitot	S	Tecora	Velocità del gas	262
Termocoppia	K	Tersid	Temperatura del gas	11280.18
Bilancia tecnica	EU-C 7500PT BP	Gibertini	Massa	057117

5.3 Bombole di taratura

Tipo di gas	Concentrazione	Incertezza	Matricola	Certificato	Scadenza	Prot. CESI Certificato
CO	319.125 mg/m ³	± 2.5 mg/m ³	12267072	398221001a	27/05/2021	B9014033
NO	354.8 ppm	± 7.8 ppm	12156974	A006620	12/07/2022	C0018266
SO ₂	855.14 mg/m ³	17.16 mg/m ³	12276365	414785001c	27/08/2022	C0015094

5.4 Valori di controllo dello stato di taratura degli analizzatori

Data e ora	Gas analizzato	Zero Letto	Zero Atteso	Span Letto	Span Atteso
13/04/21 13:40	O ₂	20.94 %vol.	20.95 %vol.	-0.22 %vol.	0 %vol.
	CO	0.59 mg/m ³	0.0 mg/m ³	322.6 mg/m ³	319.1 mg/m ³
	NO _x	-0.2 ppm	0.0 ppm	353 ppm	354.8 ppm
	SO ₂	0.1	0.0 mg/m ³	856.1 mg/m ³	855.14 mg/m ³
14/04/21 07:50	O ₂	20.93 %vol.	20.95 %vol.	-0.12 %vol.	0 %vol.
	CO	0.57 mg/m ³	0.0 mg/m ³	322.8 mg/m ³	319.1 mg/m ³
	NO _x	-0.3 ppm	0.0 ppm	353.8 ppm	354.8 ppm
	SO ₂	0.2	0.0 mg/m ³	855.8 mg/m ³	855.14 mg/m ³
15/04/21 08:15	O ₂	20.97 %vol.	20.95 %vol.	0.09 %vol.	0 %vol.
	CO	0.60 mg/m ³	0.0 mg/m ³	323 mg/m ³	319.1 mg/m ³
	NO _x	0.06 ppm	0.0 ppm	354.2 ppm	354.8 ppm
	SO ₂	-0.2	0.0 mg/m ³	855.3 mg/m ³	855.14 mg/m ³

6 PIANO SPERIMENTALE

6.1 Prove eseguite

Il piano di caratterizzazione di macroinquinanti e microinquinanti nelle emissioni del gruppo 1 ha previsto l'effettuazione delle seguenti misure:

- Determinazione della concentrazione di CO, NO_x, O₂, SO₂, Particolato;
- Determinazione dei metalli (As, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Tl e V As, Be, Pt, Rh, Se, Te);
- Misure di portata, temperature e pressione dei fumi.

Per ciascun composto o classe di composti (microinquinanti), sono state eseguite due prove (due campionamenti e analisi).

6.2 Punto di campionamento

I campionamenti sono stati eseguiti sul condotto utilizzando i bocchelli disponibili.

6.3 Modalità di campionamento e analisi

6.3.1 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.

6.3.2 Metalli UNI

Il campionamento dell'effluente gassoso per la determinazione dei metalli in tracce effettuato mediante prelievi isocinetici in accordo alla norma UNI EN 14385:2004; il campionamento per la determinazione delle concentrazioni di Hg è invece effettuato in accordo alla norma UNI EN 13211:2003.

Il treno di campionamento è formato dalle seguenti parti:

- ugello in titanio;
- tubo di Pitot e termocoppia, per la misura di velocità e temperatura del gas nel condotto, in prossimità del punto di prelievo;
- sonda in titanio termostata a 120 °C, munita di portafiltro in vetro (anch'esso termostato a 120 °C), nel quale è alloggiato un filtro piano in fibra di quarzo;
- suddivisione della linea di prelievo in tre parti:
 - ✓ prima linea secondaria: dedicata all'assorbimento del mercurio, prevede due gorgogliatori in vetro ad alta efficienza (percorsi in sequenza dal gas campionato) contenenti la soluzione di assorbimento specifica per questa sostanza, un separatore di umidità (colonna di gel di silice) e una pompa di aspirazione a flusso costante seguita dal contatore volumetrico;
 - ✓ seconda linea secondaria: dedicata all'assorbimento di tutti gli altri metalli oggetto di misura, prevede tre gorgogliatori in vetro ad alta efficienza (percorsi in sequenza dal gas campionato) contenenti la soluzione di assorbimento specifica, un separatore di umidità (colonna di gel di silice) e una pompa di aspirazione a flusso costante seguita dal contatore volumetrico;
 - ✓ linea principale: consta unicamente di un doppio sistema di separazione dell'umidità (per condensazione e successivo passaggio in una colonna di gel di silice) e di una pompa di prelievo a flusso variabile seguita dal contatore volumetrico. L'unica funzione di questa linea è infatti di assicurare che il campionamento avvenga costantemente in condizioni di isocinetismo.

Lo schema del sistema di campionamento garantisce l'integrità del campione per le seguenti ragioni:

- grazie al mantenimento delle condizioni di isocinetismo mediante la linea principale, la portata attraverso il sistema degli assorbitori può essere mantenuta sufficientemente bassa, tale da garantire un tempo di permanenza del gas a contatto con le soluzioni assorbenti sufficiente alla completa solubilizzazione dei metalli presenti in fase gassosa;
- la sonda è inerte perché, essendo completamente realizzata in titanio, non provoca alcuna contaminazione dell'effluente campionato;
- all'uscita del sistema filtrante termostato a 120 °C, l'umidità contenuta nei fumi (ancora allo stato gassoso) viene ripartita uniformemente nelle 3 derivazioni;
- al termine del prelievo tutto il treno di campionamento è lavato, e la soluzione di lavaggio è anch'essa raccolta e sottoposta ad analisi.

L'analisi dei metalli viene effettuata sul particolato raccolto, sulle soluzioni di assorbimento e di lavaggio, mediante l'utilizzo della spettrometria di massa con sorgente al plasma (ICP-MS) e della spettrometria di assorbimento atomico (AAS).

L'analisi dei metalli sulle polveri raccolte (filtro e parte solida contenuta nei lavaggi linea) viene effettuata in analogia a quanto sopra descritto, previa dissoluzione del campione.

6.3.3 Metalli EPA

La determinazione delle concentrazioni di Be, Se viene effettuata mediante il metodo EPA 29 2000, semplificato della parte relativa alla determinazione del mercurio (quest'ultimo viene determinato mediante il metodo descritto nel precedente paragrafo).

Il principio e le modalità di campionamento sono simili a quelli previsti per gli altri metalli: un campione di effluente gassoso viene estratto dal camino in modalità isocinetica; le emissioni di metalli presenti nell'effluente in fase particolata vengono raccolte sulla sonda di campionamento (da cui vengono successivamente estratte mediante lavaggio della stessa con opportuna soluzione) e sul filtro riscaldato,

mentre le emissioni presenti in fase gassosa vengono raccolte in una soluzione acida di H_2O_2 mediante gorgogliamento del gas.

I campioni raccolti vengono successivamente sottoposti a digestione ed analizzati mediante spettrometria di assorbimento atomico (AAS) o spettrometria di massa con sorgente al plasma (ICP-MS).

6.3.4 Determinazione delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO_2)

Le concentrazioni di biossido di zolfo sono state determinate con il metodo manuale descritto nella norma UNI EN 14791:2017.

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 della soluzione di assorbimento indicata nel metodo; i gorgogliatori sono alloggiati in un bagno freddo, in modo da permettere il raffreddamento del gas e la separazione della condensa in esso presente;
- sistema di essiccazione del gas tramite gel di silice;
- pompa di aspirazione.

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

Al termine del campionamento, le parti di linea non riscaldate, comprese fra il portafiltro e il primo gorgogliatore, vengono risciacquate; il lavaggio viene raccolto nel primo gorgogliatore.

Vengono infine sottoposte ad analisi chimica le soluzioni di assorbimento contenute in ciascuno dei gorgogliatori e un campione delle soluzioni di assorbimento (bianco).

La determinazione degli ioni SO_4^{2-} presenti nelle soluzioni di assorbimento viene effettuata mediante cromatografia ionica (si tratta di uno dei due metodi descritti nella norma UNI EN 14791:2017).

L’eventuale SO_3 presente nelle emissioni gassose campionate si trasforma in ioni SO_4^{2-} durante il passaggio nella soluzione di assorbimento: pertanto questo metodo fornisce una misura degli SO_x (SO_2 + SO_3) espressi come $\text{mg SO}_2/\text{Nm}^3$.

6.3.5 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.

6.3.6 Determinazione delle concentrazioni di polveri

Le concentrazioni di polveri nei fumi sono state determinate utilizzando il metodo manuale-gravimetrico descritto nella norma UNI EN 13284-1:2017, prelevando gas da un reticolo di individuato secondo le indicazioni della medesima norma.

Il metodo utilizzato prevede l'effettuazione di un campionamento isocinetico, durante il quale le polveri presenti nel gas prelevato vengono separate su un filtro (condizionato e pesato prima della prova in accordo alle indicazioni della norma di riferimento) collocato all'interno di un portafiltro posto all'interno del condotto (filtrazione "in stack"). Al termine del campionamento, il filtro viene nuovamente condizionato, secondo le indicazioni della norma di riferimento, quindi pesato. La differenza fra le pesate iniziale e finale fornisce la quantità di polveri separata.

Per l'esecuzione delle prove sono stati utilizzati dei filtri in fibra di quarzo tipo "QMA", del diametro di 47 mm.

6.3.7 Temperatura, pressione e portata fumi

Le misure di temperatura, pressione e portata fumi sono state eseguite con il metodo descritto nella norma UNI EN ISO 16911-1:2013, utilizzando una termocoppia, due sensori di pressione (uno per la pressione assoluta, l'altro per la pressione differenziale) ed un tubo di Pitot collegato ai sensori di pressione differenziale.

6.4 Identificazione campioni

Identificativo campione	Data campionamento	Data arrivo in sede	Data elaborazione analisi
AS GR1 Met+Hg F Bianco	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met+Hg F 1	14/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met+Hg F 2	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met+Hg R Bianco	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met+Hg R 1	14/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met+Hg R 2	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Hg Bianco	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Hg A1	14/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Hg A2	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Hg B1	14/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Hg B2	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met Bianco	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met A+B1	14/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met C1	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met A+B2	14/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met C2	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met EPA F Bianco	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met EPA F 1	14/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met EPA F 2	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met EPA R Bianco	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met EPA R 1	14/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met EPA R 2	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met EPA Bianco	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met EPA A1	14/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met EPA A2	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met EPA B1	14/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR1 Met EPA B2	15/04/2021	07/05/2021	09/06/2021

I risultati delle analisi sono riportati nel rapporto di prova 2108458 del Laboratorio C.S.A.

7 RISULTATI – NORMALE FUNZIONAMENTO

Nei giorni indicati CESI S.p.A. ha effettuato le misure secondo le modalità descritte, i cui risultati sono riportati di seguito.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati delle misure eseguite durante il periodo di normale funzionamento.

Le concentrazioni sono riferite ai fumi secchi, 0°C, 101.3 kPa e riportate al 15% di O₂.

Per i metalli, i valori sono calcolati come somma delle concentrazioni determinate singolarmente nei diversi substrati di campionamento (filtro, soluzioni di assorbimento, soluzioni di lavaggio), come previsto dalle norme tecniche. Nei casi in cui la concentrazione in una o più fasi risulti inferiore al corrispondente limite di rilevabilità, il rispettivo contributo alla concentrazione complessiva del composto viene considerato pari alla metà del limite di rilevabilità stesso, in conformità a quanto indicato nel rapporto ISTISAN 04/15.

7.1 Concentrazioni di O₂, CO, NO_x

Data	Ora inizio	Ora fine	Carico generato [MW]	CO [mg/m ³]	NO _x [ppm]	O ₂ [%]	CO [mg/Nm ³ @15%O ₂]	NO ₂ [mg/Nm ³ @15%O ₂]
14/04/2021	09:00	10:00	64	61.01	32.82	16.60	83.11	91.65
14/04/2021	10:00	11:00	65	59.22	32.71	16.57	80.29	90.92
14/04/2021	11:00	12:00	65	59.53	32.55	16.55	80.33	90.06
14/04/2021	12:00	13:00	65	60.26	32.28	16.55	81.29	89.27
14/04/2021	13:00	14:00	65	61.18	32.20	16.57	82.81	89.35
14/04/2021	14:00	15:00	65	61.22	32.08	16.59	83.20	89.37
14/04/2021	15:00	16:00	65	62.35	32.15	16.58	84.68	89.52
15/04/2021	09:00	10:00	64	63.98	31.57	16.68	88.95	89.99
15/04/2021	10:00	11:00	64	50.80	36.74	16.63	69.76	103.44
15/04/2021	11:00	12:00	63	60.19	33.21	16.59	81.80	92.52
15/04/2021	12:00	13:00	63	67.79	31.80	16.63	93.09	89.53
15/04/2021	13:00	14:00	63	64.80	31.76	16.66	89.51	89.94
15/04/2021	14:00	15:00	63	60.45	32.14	16.67	83.69	91.22
15/04/2021	15:00	16:00	63	60.75	31.70	16.67	84.17	90.03
Valore medio			64	61.13	32.50	16.61	83.65	91.14
Limite di emissione			-	-	-	-	100	100

7.2 Metalli UNI

Identificativo Prova	Prova 1	Prova 2
Data Prova	14/04/2021	15/04/2021
Orario prova	09:10 - 11:10	07:50 - 09:50
Composto	mg/Nm ³ 15% O ₂	mg/Nm ³ 15% O ₂
Arsenico	< 6.05E-05	* 2.76E-04
Cadmio	< 6.05E-05	< 5.77E-05
Cromo	8.06E-04	1.18E-03
Cobalto	* 3.42E-04	* 2.43E-04
Rame	3.80E-03	6.83E-02
Manganese	2.53E-03	* 2.00E-03
Nichel	2.21E-03	* 3.07E-03
Piombo	1.73E-03	1.69E-03
Antimonio	* 8.27E-04	* 3.72E-04
Tallio	< 6.05E-05	< 5.77E-05
Vanadio	* 3.25E-04	* 2.84E-04
Mercurio	< 5.50E-05	< 4.62E-05
Palladio	< 6.05E-05	< 5.77E-05
Platino	< 6.05E-05	< 5.77E-05
Rodio	< 6.05E-05	< 5.77E-05
Tellurio	< 6.05E-05	< 5.77E-05
Stagno	* 1.17E-03	* 6.94E-03
Ni in forma di polvere	4.79E-04	2.75E-04

7.3 Metalli EPA

Identificativo Prova Data Prova Orario prova	Prova 1		Prova 2		Limite di emissione
	14/04/2021		14/04/2021		
	07:55 - 08:55		13:17 - 14:22		
Composto	mg/Nm³ 15% O2		mg/Nm³ 15% O2		mg/Nm³ 15% O2
Berillio	<	5.96E-05	<	5.68E-05	0.05
Selenio	*	1.62E-02	*	8.99E-03	-

7.4 Ossidi di zolfo (SO₂)

Identificativo Prova	Prova 1	Prova 2
Data Prova	14/04/2021	14/04/2021
Orario Prova	09:17 - 10:47	13:14 - 14:44
Composto	mg/Nm ³ 15% O ₂	mg/Nm ³ 15% O ₂
SO ₂	5.0	4.4
Limite di emissione	10	10

7.5 Umidità fumi

<i>Identificativo Prova</i>	Prova 1	Prova 2
<i>Data Prova</i>	14/04/2021	15/04/2021
<i>Orario Prova</i>	09:17 ÷ 10:47	08:03 ÷ 10:03
Composto	%	%
Umidità fumi	4.43	3.65

7.6 Polveri totali

<i>Identificativo Prova</i>	Prova 1	Prova 2
<i>Data Prova</i>	14/04/2021	15/04/2021
<i>Orario Prova</i>	09:17 ÷ 10:47	08:03 ÷ 10:03
Composto	mg/Nm³ 15% O₂	mg/Nm³ 15% O₂
Polveri totali	1.42	1.15
Limite di emissione	10	10

7.7 Temperatura, pressione e portata fumi

Data	Ora	Velocità [m/s]	Temperatura [°C]	Pressione [hPa]	Q fumi secca [Nm³/h]	Q fumi secca [Nm³/h 15%O₂]
14/04/2021	09:17-10:47	60.2	433.4	1019.00	1067647.5	782941.5
15/04/2021	08:03-10:03	73.0	424.3	1019.00	1311547.7	256064.1

7.8 Sommatorie per confronto con i limiti previsti nel Piano di Monitoraggio e Controllo

PARAMETRO	Prova 1	Prova 2	Valore medio	LIMITE
	[mg/Nm³ @15% O₂]	[mg/Nm³ @15% O₂]	[mg/Nm³ @15% O₂]	[mg/Nm³ @15% O₂]
NO _x	91.14	-	91.14	100
CO	83.65	-	83.65	100
Polveri	1.42	1.15	1.29	10
SO ₂	5.0	4.4	4.7	10
Be	<5.96E-05	<5.68E-05	5.82E-05	0.05
Cd + Tl	1.21E-04	1.15E-04	1.18E-04	0.05
Sb+As+Co+Cr+Mn+Ni+Pb+Cu+V+Sn	1.38E-02	8.44E-02	4.91E-02	0.5

8 RISULTATI – TRANSITORI DI AVVIAMENTO E SPEGNIMENTO

Nei giorni indicati CESI S.p.A. ha effettuato le misure secondo le modalità descritte durante i transitori di avviamento e spegnimento del gruppo, i cui risultati sono riportati di seguito.

8.1 Transitorio di accensione

8.1.1 Concentrazioni di O₂, CO, NO_x, velocità gas

Data	Ora	CO [mg/m ³]	NO _x [ppm]	O ₂ [%]	NO ₂ [mg/Nm ³ @15%O ₂]	CO [mg/Nm ³ @15%O ₂]	Velocità [m/s]	Pressione [hPa]	Temperatura [°C]	Q fumi secca [m ³ /h]	Q fumi secca [Nm ³ /h]
14/04/2021	06:45	482.65	7.59	18.35	35.23	1093.20	4.796	101.588	89.541	209726	0
14/04/2021	06:46	1243.30	20.31	17.07	63.58	1898.57	9.732	101.457	231.291	425572	0
14/04/2021	06:47	914.28	19.17	17.89	75.71	1761.15	14.292	101.387	247.136	624947	264612
14/04/2021	06:48	801.52	16.78	18.20	73.58	1714.58	14.988	101.360	246.324	655376	222414
14/04/2021	06:49	708.93	22.79	17.80	87.69	1330.91	19.181	101.291	268.735	838711	560223
14/04/2021	06:50	511.90	26.56	17.86	104.19	979.56	31.158	101.106	271.574	1362451	695228
14/04/2021	06:51	276.63	35.13	17.95	141.88	544.97	34.198	100.978	260.633	1495382	994334
14/04/2021	06:52	206.08	32.77	18.34	151.24	464.01	36.299	100.983	246.848	1587234	833676
14/04/2021	06:53	181.33	33.70	18.37	157.55	413.50	39.323	100.924	245.053	1719475	837540
14/04/2021	06:54	167.35	34.43	18.40	162.70	385.77	40.977	100.863	243.836	1791774	759187
14/04/2021	06:55	156.15	35.36	18.42	168.41	362.74	35.392	100.880	243.789	1547569	919042
14/04/2021	06:56	146.63	35.88	18.44	172.10	343.09	40.678	100.939	244.728	1778725	1167145
14/04/2021	06:57	137.90	36.62	18.46	177.05	325.19	39.436	100.919	245.421	1724398	1325381
14/04/2021	06:58	129.52	37.58	18.48	183.19	308.01	36.709	100.893	245.693	1605156	727276
14/04/2021	06:59	122.05	38.18	18.49	187.23	291.97	40.553	100.981	246.671	1773239	1430304
14/04/2021	07:00	113.78	35.13	18.84	200.29	316.48	56.720	100.815	212.308	2480175	1147396
14/04/2021	07:01	101.03	30.90	19.16	206.89	330.02	43.436	101.472	222.507	1899313	1160143
14/04/2021	07:02	88.18	30.20	19.25	211.69	301.54	44.499	101.449	225.903	1945806	1167991
14/04/2021	07:03	82.37	30.25	19.26	213.87	284.05	45.667	101.483	225.480	1996894	1186395
14/04/2021	07:04	78.15	31.10	19.27	220.78	270.65	48.346	101.496	226.134	2114002	1318340
14/04/2021	07:05	74.82	31.71	19.27	225.48	259.48	48.072	101.414	227.292	2102034	1165546
14/04/2021	07:06	71.53	32.83	19.26	231.55	246.15	52.847	101.452	228.971	2310832	1464525
14/04/2021	07:07	68.50	33.71	19.25	236.62	234.52	53.231	101.400	230.845	2327633	1205545
14/04/2021	07:08	65.75	34.60	19.25	242.69	225.00	52.290	101.399	232.447	2286462	1378492
14/04/2021	07:09	63.27	35.58	19.24	248.30	215.40	53.153	101.381	234.187	2324197	1408188
14/04/2021	07:10	61.22	36.00	19.23	250.61	207.91	54.637	101.453	238.221	2389087	1199228
14/04/2021	07:11	52.42	48.89	18.71	262.86	137.48	56.396	101.564	271.303	2466003	1421512
14/04/2021	07:12	57.38	44.36	18.52	219.88	138.77	54.591	101.589	280.295	2387067	1118077
14/04/2021	07:13	101.55	25.40	18.34	117.28	228.77	55.793	101.639	292.388	2439628	1089530
14/04/2021	07:14	88.17	29.76	18.08	125.34	181.12	57.603	101.610	309.410	2518810	1211506
14/04/2021	07:15	83.87	29.73	17.99	121.29	166.90	58.280	101.662	316.885	2548409	1081699
14/04/2021	07:16	82.73	30.00	17.83	116.30	156.48	57.954	101.630	327.686	2534147	1073299
14/04/2021	07:17	89.95	28.23	17.67	104.20	161.95	57.376	101.648	337.360	2508879	1071656
14/04/2021	07:18	100.23	27.13	17.51	95.48	172.10	56.489	101.685	348.260	2470080	1142621
14/04/2021	07:19	111.78	27.37	17.29	90.62	180.57	58.526	101.699	364.338	2559155	1283520
Valori medi		223.51	31.02	18.45	162.38	475.22	42.961	101.328	255.128	1878524	1000902

8.1.2 Polveri totali

Data	Ora	Polveri totali [mg/Nm ³ @15%O ₂]
14/04/2021	06:44 ÷ 07:19	8.92

8.2 Transitorio di spegnimento

8.2.1 Concentrazioni di O₂, CO, NO_x, velocità gas

Data	Ora	CO [mg/m ³]	NO _x [ppm]	O ₂ [%]	NO ₂ [mg/Nm ³ @15%O ₂]	CO [mg/Nm ³ @15%O ₂]	Velocità [m/s]	Pressione [hPa]	Temperatura [°C]	Q fumi secca [m ³ /h]	Q fumi secca [Nm ³ /h]
14/04/2021	17:00	62.45	31.85	16.62	89.39	85.49	65.284	101.589	435.057	2854654	1100535
14/04/2021	17:01	64.00	31.79	16.63	89.52	87.90	61.443	101.595	431.428	2686695	1075142
14/04/2021	17:02	64.75	31.70	16.68	90.24	89.92	54.485	101.593	425.333	2382460	819529
14/04/2021	17:03	68.63	31.28	16.74	90.23	96.57	56.330	101.589	421.293	2463137	1063789
14/04/2021	17:04	72.52	31.01	16.75	89.83	102.46	58.441	101.557	412.561	2555440	1042125
14/04/2021	17:05	78.50	29.19	16.90	87.50	114.79	58.605	101.543	401.612	2562593	1014193
14/04/2021	17:06	75.30	28.42	17.08	89.14	115.24	57.804	101.543	386.306	2527602	1052439
14/04/2021	17:07	76.48	26.98	17.31	89.90	124.32	60.668	101.533	365.392	2652816	1124760
14/04/2021	17:08	84.53	25.29	17.65	92.82	151.37	59.195	101.504	352.277	2588420	1199068
14/04/2021	17:09	77.58	26.95	17.82	104.35	146.56	58.387	101.538	340.903	2553070	1229225
14/04/2021	17:10	72.37	28.45	18.00	116.69	144.79	56.366	101.507	330.381	2464719	1201381
14/04/2021	17:11	72.07	28.73	18.15	124.16	151.91	58.437	101.454	319.756	2555248	1236998
14/04/2021	17:12	79.12	27.55	18.32	126.27	176.91	55.162	101.464	308.224	2412062	1047156
14/04/2021	17:13	94.85	25.22	18.46	122.19	224.17	59.078	101.430	296.584	2583301	1306848
14/04/2021	17:14	115.17	22.65	18.63	117.59	291.64	60.811	101.404	284.980	2659086	1355576
14/04/2021	17:15	130.23	21.15	18.80	118.38	355.61	60.789	101.326	275.763	2658128	1309488
14/04/2021	17:16	96.10	35.31	18.97	213.82	283.90	59.408	101.342	270.676	2597721	1338406
14/04/2021	17:17	59.33	43.08	19.03	269.22	180.88	61.889	101.266	266.553	2706203	1436634
14/04/2021	17:18	53.02	43.00	19.09	277.10	166.68	58.597	101.326	267.000	2562261	1451645
14/04/2021	17:19	51.83	43.83	19.05	275.87	159.16	59.430	101.224	265.169	2598700	1266587
14/04/2021	17:20	51.98	42.60	19.10	275.43	163.97	60.557	101.248	266.050	2647949	1414076
14/04/2021	17:21	51.57	43.64	19.07	278.30	160.44	60.776	101.292	263.387	2657546	1527826
14/04/2021	17:22	52.43	43.08	19.08	275.52	163.57	60.166	101.325	262.987	2630874	1328397
14/04/2021	17:23	52.18	42.49	19.10	275.76	165.21	60.773	101.257	264.259	2657418	1270824
14/04/2021	17:24	52.30	43.30	19.08	278.11	163.85	60.433	101.273	262.857	2642537	1124097
14/04/2021	17:25	52.70	43.01	19.08	274.85	164.27	56.324	101.158	254.790	2462884	760721
Valori medi		71.62	33.52	18.12	166.62	162.75	59.217	101.418	324.291	2589366	1196056

8.2.2 Polveri totali

Data	Ora	Polveri totali [mg/Nm ³ @15%O ₂]
14/04/2021	17:07 ÷ 17:30	5.21

9 SISTEMA DI QUALITÀ

CESI S.p.A. è dotato di un sistema di gestione della qualità certificato secondo la norma ISO 9001; copia del certificato è allegata al presente documento.

ALLEGATI AL RAPPORTO

B9010989 Certificato ISO 9001 scadenza giugno 2022	2 pagg.
B9014033 12267072 monossido di carbonio	2 pagg.
C0018266 12156974 monossido di azoto	4 pagg.
C0015094 12276365 biossido di zolfo	2 pagg.
B7016708 Certificato G4 057289	15 pagg.
B7011219 Certificato Bravo H 057278	7 pagg.
B7022929 Certificato Bravo 057279	6 pagg.
B7022261 Certificato pitot 262	3 pagg.
B8012650 Certificato termocoppia 11280.18	3 pagg.
B9022756 Bilancia Gibertini 057117 certificato taratura	4 pagg.