

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

**Oggetto** Verifiche dei Sistemi di Misura di portata, temperatura e pressione fumi del gruppo 1 della centrale di Gualdo Cattaneo – Anno 2016

**Ordine** Ordine Quadro n. 8400101944  
Attingimento n. 4000424493

**Note** Rev.0 (AG16EMS005 – Lettera n. B6019998)

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

**N. pagine** 9 **N. pagine fuori testo** -

**Data** 22/08/2016

**Elaborato** EMS - Ferrara Irene  
B6017324 2041855 AUT

**Verificato** EMS - Sala Maurizio  
B6017324 3741 VER

**Approvato** EMS - Ferrara Irene (Project Manager)  
B6017324 2041855 APP

## *Indice*

<b>1</b>	<b>OGGETTO E SCOPO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA APPLICABILE .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>INFORMAZIONI SUI SISTEMI DI MISURA D'IMPIANTO .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>METODO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
4.1	Verifiche preliminari alla misura .....	4
4.2	Esecuzione della misura.....	5
<b>5</b>	<b>RISULTATI.....</b>	<b>6</b>
5.1	Riepilogo delle verifiche pre e post campionamento.....	6
5.2	Misuratore di velocità fumi .....	6
5.3	Misuratore di temperatura fumi .....	7
5.4	Misuratore di pressione fumi .....	8
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>9</b>

Il presente rapporto tecnico è stato redatto con la collaborazione dell'Ing. Marco Casarola.

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	22/08/2016	B6017324	Prima emissione

## 1 OGGETTO E SCOPO

ENEL Produzione S.p.A. ha richiesto a CESI l'effettuazione delle verifiche dei Sistemi di Misura di velocità, temperatura e pressione dei fumi emessi dal gruppo 1 della centrale di Bastardo.

I risultati riportati nel presente Rapporto si riferiscono all'anno 2016; le prove sono state eseguite nel mese di luglio 2016.

## 2 NORMATIVA APPLICABILE

Il Piano di Monitoraggio e Controllo richiede, per i parametri oggetto del presente Rapporto, le seguenti verifiche:

- Per le portate fumi, il controllo (da eseguirsi con frequenza annuale) con il metodo manuale mediante tubo di Pitot (UNI EN ISO 16911:2013). Si sottolinea che nel Piano di Monitoraggio e Controllo vengono indicati la frequenza ed il metodo da utilizzare per i controlli, ma non viene specificato alcun criterio per stabilire quali sono le massime differenze accettabili fra la misura d'impianto e quella ottenuta con il Sistema di Misura di Riferimento. Come criterio per valutare le prestazioni del misuratore d'impianto è stato calcolato per ciascuna prova lo scarto percentuale relativo fra il valore fornito dal sistema di misura d'impianto e quello ottenuto con il metodo di riferimento, ed è stato considerato superato il test in presenza di un valore di tale scarto inferiore al 10% (valore che permette di tenere in considerazione sia l'incertezza della misura ottenuta con metodo di riferimento, sia quella del dato fornito dal sistema di misura d'impianto).
- Per temperatura e pressione fumi una verifica annuale con strumenti di riferimento e/o calibrati contro strumenti di riferimento: l'esito della prova è positivo se la differenza delle letture fra il sistema di misura d'impianto e il sistema di riferimento è inferiore al 2% di quest'ultima. Nel caso di non superamento della prova, si richiede che gli strumenti d'impianto vengano tarati in laboratorio. Nel Piano di Monitoraggio e Controllo non viene specificato quale unità di misura deve essere considerata per la temperatura fumi prima dell'applicazione del criterio di conformità indicato. Dato che lo scopo della misura in continuo di questo parametro è la normalizzazione delle portate fumi, e nelle relazioni utilizzate per effettuare tali calcoli è richiesto l'uso delle temperature assolute (esprese in K), il confronto richiesto dal Piano di Monitoraggio e Controllo è stato effettuato esprimendo le temperature fumi in K.

### 3 INFORMAZIONI SUI SISTEMI DI MISURA D'IMPIANTO

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche principali degli strumenti di misura installati sul gruppo 1 e sottoposti a verifica.

Modello	Costruttore	Parametro misurato	Principio di misura	Fondo scala	N° matricola
Flowsic 100M	Sick	Portata	Ultrasuoni	0 – 40 m/s	11078542
PT100	-	Temperatura	-	-	-
2088A1522 2A1MB7B4 04	Rosemount	Pressione	-	800 - 100 mbar	8606619

### 4 METODO DI RIFERIMENTO

Le misure di riferimento sono state eseguite utilizzando il metodo UNI EN 16911-1:2013; in particolare, è stato applicato il metodo descritto nell'Appendice A della norma: misura con tubo di Pitot.

#### 4.1 Verifiche preliminari alla misura

Preliminarmente alla misura sono state eseguite le seguenti verifiche ed operazioni:

1. Verificato che i bocchelli di introduzione della sonda siano sufficientemente puliti;
2. Verificato il corretto funzionamento e stato di taratura del misuratore di pressione differenziale, utilizzando un misuratore di pressione certificato. Per eseguire questa verifica viene posizionata la sonda con tubo di Pitot all'interno del condotto in un punto fisso (nel quale non sia presente una variazione picco/picco superiore al 10% del valor medio) e vengono effettuate due misure di durata pari a 5 minuti, una con il sistema di misura da usare per la prova ed una con il sistema di misura di verifica;
3. Verificato che, a seguito del trasporto sull'impianto, i tubi di Pitot non abbiano subito danneggiamenti. In particolare è necessario controllare che:
  - a. le prese di pressione non abbiano subito ammaccamenti o deformazioni, ed abbiano mantenuto la forma perfettamente circolare;
  - b. le prese di pressione non siano sporche di polvere o materiale di altro tipo;
  - c. il tubo di supporto sia dritto;
4. Effettuato il test di tenuta secondo la procedura descritta nel §9.3.2 della norma di riferimento, mediante pressurizzazione del Pitot ad un valore almeno pari alla pressione nel camino;
5. Verificato l'angolo tra bocchello di campionamento e condotto di misura: in particolare, l'inclinazione della sonda rispetto alla sezione di misura non deve essere superiore a 10°;
6. Verificato che il rapporto fra l'area della sezione di misura occupata dalla strumentazione e la sezione del condotto nel punto di misura sia inferiore al valore limite ammesso dalla norma di riferimento (5%);
7. Verificato che la posizione del tubo di Pitot sia corretta: l'asse della sezione d'impatto del tubo di Pitot deve essere il più possibile parallelo alla direzione del flusso (la deviazione massima ammessa è di 15°);

8. Controllate le prese di pressione posizionando il tubo di Pitot perpendicolarmente al flusso, e misurando la pressione statica utilizzando entrambi i lati del tubo di Pitot: la verifica è superata se la differenza fra le pressioni rilevate dai due lati del tubo di Pitot è inferiore a 10 Pa;
9. Segnare sul corpo della sonda gli affondamenti necessari a raggiungere i diversi punti di misura, calcolati in accordo alla norma UNI EN 15259:2008;
10. Verificata la ripetibilità della misura su un singolo punto di misura, effettuando 5 letture consecutive di durata almeno pari a 1 minuto e verificando che la ripetibilità sia inferiore al 5% della velocità;
11. Valutare la presenza di flussi vorticosi o ciclonici.

## 4.2 Esecuzione della misura

In sintesi, per l'effettuazione della misura sono richieste le operazioni sotto elencate:

1. Effettuare la misura di pressione differenziale, temperatura e pressione assoluta del gas in ciascun bocchello ed affondamento individuato in base alla norma UNI EN 15259:2008;
2. Alla conclusione della misura:
  - salvare o stampare i risultati;
  - verificare che durante la prova la strumentazione abbia avuto un funzionamento regolare;
  - verificare che l'impianto abbia funzionato in maniera stazionaria durante la prova; la verifica può essere eseguita analizzando l'andamento nel corso della prova dei valori di velocità fumi rilevati in continuo dallo strumento di misura d'impianto.

## 5 RISULTATI

### 5.1 Riepilogo delle verifiche pre e post campionamento

Descrizione della verifica	Esito
Verifica danneggiamenti tubo di Pitot	OK
Verifica misure del condotto	OK
Metodo della norma UNI EN 15259:2008 utilizzato	Tangenziale
Numero di diametri esplorati	2
Numero di punti per diametro	8
Verifica ingombro (criterio di accettabilità: Area occupata dalla strumentazione / Sezione di misura < 5%)	OK
Verifica angolo tra presa campione e condotto $\leq 10^\circ\text{C}$	OK
Verifica perdite tubo di Pitot (criterio accettabilità: < 10% del valore medio su 5 letture di 1 minuto)	OK
Verifica delle differenze di lettura pressione statica fra lato A e lato B (criterio di accettabilità: differenza < 10 Pa fra le due prese di pressione del Pitot)	OK
Verifica taratura misuratore per confronto con strumento primario/manuale (criterio di accettabilità: differenza con strumento primario < incertezza estesa strumento di misura)	OK
Verifica della ripetibilità (criterio di accettabilità: ripetibilità < 5% della velocità media)	OK
Verifica presenza flussi vorticosi	OK
Verifica danneggiamenti tubo Pitot post-campionamento	OK

### 5.2 Misuratore di velocità fumi

Nelle successive tabelle sono riportati i seguenti dati:

- Carico elettrico misurato dal gestore dell'impianto nel corso di ciascuna prova;
- Risultati delle misure di velocità fumi ottenute con il Sistema di Misura di Riferimento CESI;
- Risultati delle misure di velocità fumi ottenute con lo strumento d'impianto sottoposto a prova;
- Calcolo dello scarto relativo fra le misure fornite dallo strumento d'impianto e quelle del Sistema di Riferimento;
- Verifica del rispetto della condizione indicata nel §2.

Data	Ora		Carico elettrico [MW]
12/07/2016	09:49	10:41	67
12/07/2016	10:51	11:42	67
12/07/2016	13:55	14:48	67
12/07/2016	14:55	15:45	67
12/07/2016	15:55	16:48	67
13/07/2016	07:43	08:35	67
13/07/2016	08:43	09:43	67
13/07/2016	09:43	10:51	67
14/07/2016	07:50	08:42	67
14/07/2016	08:50	09:41	67

Data	Ora		Sistema Misura di Riferimento [m/s]	Sistema Misura Emissioni [m/s]	Scarto relativo % [-]
12/07/2016	09:49	10:41	26.80	27.56	-2.83%
12/07/2016	10:51	11:42	26.74	26.29	1.69%
12/07/2016	13:55	14:48	26.59	27.00	-1.55%
12/07/2016	14:55	15:45	26.56	26.99	-1.62%
12/07/2016	15:55	16:48	27.12	27.09	0.11%
13/07/2016	07:43	08:35	27.37	26.46	3.32%
13/07/2016	08:43	09:43	28.07	26.85	4.33%
13/07/2016	09:43	10:51	27.99	26.95	3.71%
14/07/2016	07:50	08:42	30.08	28.60	4.93%
14/07/2016	08:50	09:41	29.68	28.51	3.94%

N° prove	10
Massimo scarto relativo %	4.93%
Scarti relativi inferiori al 10%: TEST SUPERATO	

### 5.3 Misuratore di temperatura fumi

Nelle successive tabelle sono riportati i seguenti dati:

- Risultati delle misure di temperatura fumi ottenute con il Sistema di Misura di Riferimento CESI;
- Risultati delle misure di temperatura fumi ottenute con lo strumento d'impianto sottoposto a prova;
- Calcolo dello scarto relativo fra le misure fornite dallo strumento d'impianto e quelle del Sistema di Riferimento;
- Verifica del rispetto della condizione indicata nel Piano di Monitoraggio e Controllo.

Data	Ora		Sistema Misura di Riferimento [K]	Misuratore d'impianto [K]	Scarto relativo % [-]
12/07/2016	09:49	10:41	420.98	420.69	0.20%
12/07/2016	10:51	11:42	421.74	421.71	0.02%
12/07/2016	13:55	14:48	423.31	423.40	-0.06%
12/07/2016	14:55	15:45	422.54	422.64	-0.06%
12/07/2016	15:55	16:48	423.28	422.94	0.22%
13/07/2016	07:43	08:35	409.96	409.17	0.58%
13/07/2016	08:43	09:43	415.35	414.87	0.34%
13/07/2016	09:43	10:51	417.58	416.98	0.41%
14/07/2016	07:50	08:42	414.27	413.52	0.53%
14/07/2016	08:50	09:41	417.72	417.46	0.18%

N° prove	10
Massimo scarto relativo %	0.58%
Scarti relativi inferiori al 2%: TEST SUPERATO	

## 5.4 Misuratore di pressione fumi

Nelle successive seguenti sono riportati i seguenti dati:

- Risultati delle misure di pressione fumi ottenute con il Sistema di Misura di Riferimento CESI;
- Risultati delle misure di pressione fumi ottenute con lo strumento d'impianto sottoposto a prova;
- Calcolo dello scarto relativo fra le misure fornite dallo strumento d'impianto e quelle del Sistema di Riferimento;
- Verifica del rispetto della condizione indicata nel Piano di Monitoraggio e Controllo.

Data	Ora		Sistema Misura di Riferimento [kPa]	Misuratore d'impianto [kPa]	Scarto relativo % [-]
12/07/2016	09:49	10:41	98.12	97.25	0.88%
12/07/2016	10:51	11:42	98.13	97.24	0.90%
12/07/2016	13:55	14:48	98.05	97.10	0.96%
12/07/2016	14:55	15:45	98.01	97.06	0.97%
12/07/2016	15:55	16:48	97.98	97.02	0.97%
13/07/2016	07:43	08:35	97.82	97.09	0.74%
13/07/2016	08:43	09:43	97.83	97.06	0.79%
13/07/2016	09:43	10:51	97.89	97.08	0.82%
14/07/2016	07:50	08:42	97.57	97.01	0.57%
14/07/2016	08:50	09:41	97.64	97.01	0.64%

N° prove	10
Massimo scarto relativo %	0.97%
Scarti relativi inferiori al 2%: TEST SUPERATO	

## 6 CONCLUSIONI

I risultati riportati evidenziano il rispetto dei requisiti di accettabilità descritti nel §2 per tutti i misuratori.



## 7 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- a) Parere istruttorio conclusivo della domanda di AIA per la Centrale termoelettrica ENEL sita nel comune di Gualdo Cattaneo (PG);
- b) Piano di Monitoraggio e Controllo – data di emissione 9 maggio 2011;
- c) D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 – Norme in materia ambientale e s.m.i.;
- d) Comunicazione ISPRA n. 0018712 del 01/06/2011 “Definizione di modalità per l’attuazione dei Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC). Seconda Emanazione”.
- e) 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.