

**PROGETTO DI RIPOSIZIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI RECUPERO  
TOTALE DI RIFIUTI DI SAN ZENO, AREZZO**

**PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'APPALTO PER LA  
PROGETTAZIONE ESECUTIVA E LA REALIZZAZIONE DEL SISTEMA  
DI TRATTAMENTO RIFIUTI CON PRODUZIONE DI VAPORE DELLA  
LINEA DI RECUPERO ENERGETICO L75 DELL'IMPIANTO DI SAN  
ZENO, AREZZO.**

Sistema per la misura automatica del potere calorifico inferiore del rifiuto  
mediante il Metodo Indiretto

- Specifica tecnica Misura Indiretta PCI -

Giugno 2023

## INDICE

1. OGGETTO DELLA SPECIFICA.....	3
2. CONFINI DEL SISTEMA E FLUSSI DI MASSA E DI ENERGIA PER LA DETERMINAZIONE AUTOMATICA DEL PCI DEL RIFIUTO CON IL METODO INDIRETTO .....	3
2.1 Portata di acqua in ingresso – A1.....	6
2.2 Portata di acqua in uscita – A2.....	6
2.3 Portata di aria primaria – AP.....	7
2.4 Portata di aria secondaria – AS .....	7
2.5 Portata aria di raffreddamento bruciatori e lance.....	8
2.6 Portata dei fumi di ricircolo – FR .....	8
2.7 Portata dei fumi di combustione – FC .....	9
2.8 Portata dei fumi di ricircolo – PV .....	10
3. CABLAGGIO ALLE JUNCTION BOX E NUOVE SEZIONI, PAGINE GRAFICHE, VISUALIZZABILI AL VIDEOTERMINALE DEL DCS DEL POLO IMPIANTISTICO DI SAN ZENO (AR).....	11
4. ALLEGATI.....	11

## **1. OGGETTO DELLA SPECIFICA**

L'oggetto della presente specifica è l'installazione di tutte le attrezzature e strumentazioni necessarie per effettuare la misura automatica, mediante il metodo indiretto, del Potere Calorifico Inferiore (PCI) del rifiuto che verrà trattato nella nuova linea di recupero energetico del polo impiantistico per il recupero integrale dei rifiuti di San Zeno (AR). Rientra nell'oggetto della presente specifica anche il cablaggio, collegamento, degli strumenti ed attrezzature in parola alle junction box e la creazione delle nuove interfacce grafiche, visualizzabili al videoterminale della esistente sala di controllo, all'interno del DCS del polo impiantistico di San Zeno.

Il metodo indiretto per la misura del PCI del rifiuto è quello indicato nelle linee guida "On the interpretation of the R1 energy efficiency formula for the incineration facilities dedicated to the processing of municipal solid waste according to the Annex II of the directive 2008/98/EC on waste" del giugno 2011, per il calcolo dell'efficienza energetica degli impianti di termovalorizzazione mediante la formula indicata nell'Allegato C alla parte IV del D. Lgs. 152/2006.

Tale metodo indiretto consente di determinare il valore del PCI del rifiuto trattato mediante un bilancio di massa e di energia effettuato sul sistema forno e generatore di vapore.

## **2. CONFINI DEL SISTEMA E FLUSSI DI MASSA E DI ENERGIA PER LA DETERMINAZIONE AUTOMATICA DEL PCI DEL RIFIUTO CON IL METODO INDIRETTO**

Il metodo di calcolo indiretto del PCI del rifiuto si basa su di un bilancio di massa e di energia, relativo ai diversi flussi in ingresso ed in uscita che attraversano i confini dell'insieme forno e generatore di vapore.

Nella Figura 1 si riportano i confini del sistema con indicati i relativi flussi di massa, e di energia, in ingresso ed in uscita che lo attraversano.

Con riferimento alla Figura 1, i principali flussi di massa in parola sono:

- 1) Portata di acqua in ingresso all'Economizzatore 1A (A1);
- 2) Portata di acqua in uscita dal riscaldatore aria-vapore (A2);

- 3) Portata di aria primaria in ingresso alle griglie (AP);
- 4) Portata di aria secondaria in ingresso alla camera di combustione (AS);
- 5) Portata di aria in ingresso alla camera di combustione per il raffreddamento dei bruciatori del combustibile ausiliario;
- 6) Portata di aria in ingresso alla camera di combustione per il raffreddamento delle lance dell'urea;
- 7) Portata di fumi di ricircolo in ingresso alla camera di combustione (FR);
- 8) Portata dei fumi di combustione in uscita dall'Economizzatore 1A (FC);
- 9) Portata di vapore surriscaldato in uscita dal generatore (PV);
- 10) Portata di rifiuti in ingresso al forno;
- 11) Portata di scorie (ceneri pesanti) in uscita dal forno.

Ai suddetti flussi principali se ne aggiungono i seguenti ulteriori, anche se di entità significativamente ridotta:

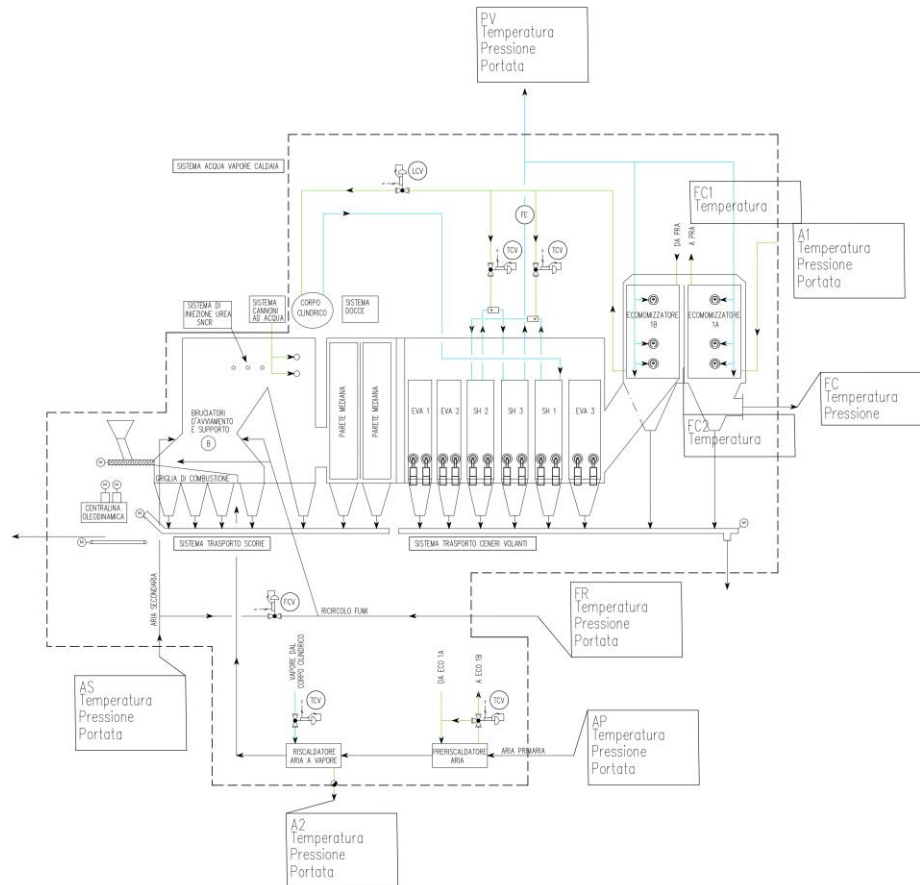
- 1) Portata di ceneri leggere, in uscita;
- 2) Portata di urea, in ingresso;
- 3) Portate di acqua di attemperamento, in ingresso.

Inoltre, per poter determinare il PCI è necessario misurare in continuo anche le seguenti grandezze:

- 1) Temperatura dell'acqua in uscita dall'Economizzatore 1A (FC1);
- 2) Temperatura dei fumi in ingresso all'Economizzatore 1A (FC2).

Al fine della determinazione del PCI del rifiuto trattato nel forno è necessario installare degli strumenti di misura che siano quindi in grado di misurare in continuo sia le portate in massa sia il relativo contenuto di energia dei flussi di massa in ingresso ed in uscita per i quali tali misure risultano possibili. Per i flussi per i quali tali misure non risultano possibili, si procederà mediante misure manuali effettuate in discontinuo, mediante calcolo e/o assumendo valori riportati nella letteratura tecnica e scientifica.

Nei seguenti paragrafi si riportano, per ogni singolo flusso, gli strumenti di misura in continuo che dovranno essere installati e le relative caratteristiche tecniche. Tali caratteristiche sono da considerarsi requisiti minimi richiesti. Il proponente, laddove lo ritenga necessario ai fini della realizzazione dell'oggetto della presente specifica, potrà comunque proporre soluzioni migliorative.



**Figura 1. Confini del sistema con indicazione dei flussi in ingresso ed in uscita e delle grandezze da misurare. (A1= acqua in ingresso all'Economizzatore 1A; A2 = acqua in uscita dallo scambiatore di calore per il preriscaldamento dell'aria primaria; PV = vapore surriscaldato in uscita dal generatore; FC = fumi in uscita dall'Economizzatore 1A; FC1 = temperatura dell'acqua in uscita dall'Economizzatore 1A; FC2 = temperatura dei fumi in ingresso all'Economizzatore 1A; FR = fumi ricircolati nella camera di combustione; AP = aria primaria in ingresso alla camera di combustione; AS = aria secondaria in ingresso alla camera di combustione).**

## 2.1 Portata di acqua in ingresso – A1

Per la portata di acqua in ingresso all'Economizzatore 1A, identificata nella Figura 1 con il codice A1, dovranno essere installati gli strumenti di misura delle seguenti grandezze:

- 1) Portata in t/h;
- 2) Temperatura in °C;
- 3) Pressione in bar assoluti.

I su elencati strumenti di misura dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- 1) Misura della portata in t/h:  
Misuratore di portata a differenza di pressione; campo di misura 1012 mmH<sub>2</sub>O; errore max 0,12% fondo scala.
- 2) Misura della Temperatura in °C:  
Termocoppia; campo di misura 200°C; errore max 0,33% fondo scala.
- 3) Misura della pressione in bara:  
Trasmittitore di pressione assoluta; campo di misura 70 bar; errore max 0,17% fondo scala.

## 2.2 Portata di acqua in uscita – A2

Per la portata di acqua in uscita dal riscaldatore dell'aria primaria, alimentato dallo spillamento di vapore saturo prelevato dal corpo cilindrico, identificata nella Figura 1 con il codice A2, dovranno essere installati gli strumenti di misura delle seguenti grandezze:

- 1) Portata in t/h;
- 2) Temperatura in °C;
- 3) Pressione in bara.

I su elencati strumenti di misura dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- 4) Misura della portata in t/h:  
Misuratore di portata a differenza di pressione; campo di misura 1012 mmH<sub>2</sub>O; errore max 0,12% fondo scala.
- 5) Misura della Temperatura in °C:

Termocoppia; campo di misura 200°C; errore max 0,33% fondo scala

6) Misura della pressione in bara:

Trasmettitore di pressione assoluta; campo di misura 70 bar; errore max 0,17% fondo scala.

### 2.3 Portata di aria primaria – AP

Per la portata di aria primaria in ingresso al preriscaldatore ad acqua, a valle dei ventilatori, identificata nella Figura 1 con il codice AP, dovranno essere installati gli strumenti di misura delle seguenti grandezze:

- 1) Portata in m<sup>3</sup>/h;
- 2) Temperatura in °C;
- 3) Pressione in bar.

I su elencati strumenti di misura dovranno avere le seguenti caratteristiche:

4) Misura della portata in m<sup>3</sup>/h:

Misuratore di portata a differenza di pressione; campo di misura 61 mmH<sub>2</sub>O; errore max 0,03%.

5) Misura della Temperatura in °C:

Termocoppia; campo di misura 100°C; errore max 0,12% fondo scala

6) Misura della pressione in bar relativi:

Trasmettitore di pressione relativa; campo di misura 60 mbar; errore max 0,20% fondo scala.

### 2.4 Portata di aria secondaria – AS

Per la portata di aria secondaria in ingresso al forno, a valle dei ventilatori, identificata nella Figura 1 con il codice AS, dovranno essere installati gli strumenti di misura delle seguenti grandezze:

- 1) Portata in m<sup>3</sup>/h;
- 2) Temperatura in °C;
- 3) Pressione in bar.

I su elencati strumenti di misura dovranno avere le seguenti caratteristiche:

4) Misura della portata in  $\text{m}^3/\text{h}$ :

Misuratore di portata a differenza di pressione; campo di misura 141  $\text{mmH}_2\text{O}$ ; errore max 0,06%.

5) Misura della Temperatura in  $^{\circ}\text{C}$ :

Termocoppia; campo di misura  $100^{\circ}\text{C}$ ; errore max 0,12% fondo scala

6) Misura della pressione in bar relativi:

Trasmittitore di pressione relativa; campo di misura 60 mbar; errore max 0,20% fondo scala.

## 2.5 Portata aria di raffreddamento bruciatori e lance

Il calcolo delle portate di aria utilizzata per raffreddare i bruciatori del combustibile ausiliario e le lance per l'iniezione dell'urea in camera di combustione, verrà effettuato sulla base della tensione di alimentazione fornita dagli inverter ai motori elettrici che azionano i rispettivi ventilatori dell'aria di raffreddamento dei suddetti componenti.

Per tale ragione, il valore della tensione di alimentazione fornita da ogni singolo inverter ai rispettivi motori elettrici dei suddetti ventilatori per l'aria di raffreddamento, dovrà essere riportata e visualizzata all'interno delle apposite sezioni, pagine grafiche, del DCS, accessibili dal videoterminale dell'esistente sala di controllo. Dalle stesse sezioni, pagine grafiche, del DCS dovrà anche essere possibile la regolazione delle tensioni dei singoli inverter.

## 2.6 Portata dei fumi di ricircolo – FR

Per la portata dei fumi di ricircolo in ingresso al forno, a valle dei ventilatori di prelievo di detti fumi all'uscita dei filtri a maniche, identificata nella Figura 1 con il codice FR, dovranno essere installati gli strumenti di misura delle seguenti grandezze:

- 1) Portata in  $\text{m}^3/\text{h}$ ;
- 2) Temperatura in  $^{\circ}\text{C}$ ;
- 3) Pressione in bar.



I su elencati strumenti di misura dovranno avere le seguenti caratteristiche:

4) Misura della portata in  $\text{m}^3/\text{h}$ :

Misuratore di portata a differenza di pressione; campo di misura 43  $\text{mmH}_2\text{O}$ ; errore max 0,21%.

5) Misura della Temperatura in  $^{\circ}\text{C}$ :

Termocoppia; campo di misura  $600^{\circ}\text{C}$ ; errore max 0,28% fondo scala

6) Misura della pressione in bar relativi:

Trasmittitore di pressione relativa; campo di misura 60 mbar; errore max 0,20% fondo scala.

## 2.7 Portata dei fumi di combustione – FC

La portata dei fumi di combustione non può essere misurata direttamente ma dovrà essere calcolata mediante un bilancio di massa effettuato all'Economizzatore 1A (Figura 1). Per poter effettuare tale calcolo dovranno essere installati strumenti per la misura delle seguenti grandezze:

- 1) Portata di acqua in ingresso all'Economizzatore 1A;
- 2) Temperature dell'acqua in ingresso all'Economizzatore 1A;
- 3) Temperatura dell'acqua in uscita all'Economizzatore 1A indicata nella Figura 1 con il codice FC1;
- 4) Temperatura dei fumi nella sezione di ingresso dei banchi degli scambiatori di calore dell'Economizzatore 1A, indicata nella Figura 1 con il codice FC2;
- 5) Temperature dei fumi nella sezione di uscita dei banchi degli scambiatori di calore dell'Economizzatore 1A indicata nella Figura 1 con il codice FC.

Gli strumenti necessari per la misura delle grandezze di cui a precedenti punti 1) e 2), sono quelli già indicati nel precedente punto 2.1 “Portata di acqua in ingresso – A1”.

Si dovranno quindi installare gli strumenti necessari per la misura delle temperature nei punti 3), 4) e 5) del precedente elenco, ovvero:

1) Misura della temperatura dell'acqua in uscita dall'Economizzatore 1A (FC1):

Termocoppia; campo di misura  $200^{\circ}\text{C}$ ; errore max 0,33% fondo scala

- 2) Misura della temperatura dei fumi in ingresso ai banchi degli scambiatori di calore dell'Economizzatore 1A (FC2):

Termocoppia; campo di misura 1250°C; errore max 0,1% fondo scala;

- 3) Misura della temperatura dei fumi in uscita dai banchi degli scambiatori di calore dell'Economizzatore 1A (FC):

Termocoppia; campo di misura 400°C; errore max 0,2% fondo scala.

## 2.8 Portata dei fumi di ricircolo – PV

Per la portata di vapore surriscaldato in uscita dal generatore di vapore, a monte dell'ingresso in turbina e del prelievo per il sistema di mantenimento del vuoto, identificata nella Figura 1 con il codice PV, dovranno essere installati gli strumenti di misura delle seguenti grandezze:

- 1) Portata in t/h;
- 2) Temperatura in °C;
- 3) Pressione in bara.

Gli strumenti di misura sopra elencati dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- 4) Misura della portata in t/h:

Misuratore di portata a differenza di pressione; campo di misura 205 mmH<sub>2</sub>O; errore max 0,24%.

- 5) Misura della Temperatura in °C:

Termocoppia; campo di misura 600°C; errore max 0,24%;

- 6) Misura della pressione in bar relativi:

Trasmettitore di pressione relativa; campo di misura 55 mbar; errore max 0,55%.

### **3. CABLAGGIO ALLE JUNCTION BOX E NUOVE SEZIONI, PAGINE GRAFICHE, VISUALIZZABILI AL VIDEOTERMINALE DEL DCS DEL POLO IMPIANTISTICO DI SAN ZENO (AR)**

Gli strumenti di misura sopra riportati dovranno essere cablati, collegati, alle junction box presenti all'interno dell'edificio dove verrà realizzata la nuova linea di recupero energetico del polo impiantistico di San Zeno (AR). L'aggiudicatario dovrà altresì creare, nel DCS esistente del polo impiantistico di Sa Zeno (AR), le nuove pagine grafiche, visualizzabili al videoterminale dell'attuale sala di controllo, dalle quali dovrà essere possibile sia il monitoraggio degli strumenti sia il loro controllo. Dovranno essere visualizzate i valori delle grandezze misurate dagli strumenti, la tensione degli inverter dei motori elettrici dei ventilatori che forniscono l'aria di raffreddamento dei bruciatori del combustibile ausiliario e la tensione degli inverter dei motori elettrici dei ventilatori che forniscono l'aria di raffreddamento per le lance dell'urea. Inoltre, dalle nuove sezioni, pagine grafiche, implementate nel DCS esistente, dovrà anche essere possibile, mediante menù a tendina o soluzioni simili, la modifica della tensione dei suddetti inverter.

### **4. ALLEGATI**

- Tavola "Confini del sistema di calcolo"

Confini del sistema di calcolo

