



Gassificazione e motore Stirling L'esperienza dell'impianto di Castel d'Aiano

Venerdì 28 maggio 2010

Università degli Studi di Udine, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali

“Le prospettive della gassificazione da biomassa
in Friuli Venezia Giulia”

Ing. Filippo Marini

La cogenerazione da cippato di legno

Durante la progettazione preliminare le tecnologie presenti sul mercato permettevano la cogenerazione da cippato di legno solo per impianti di taglia superiore a 400-600 kWel, associati a reti di teleriscaldamento medio grandi.

Consumi di legno superiori alle **10.000 ton/anno** in zone localizzate

Bacino di approvvigionamento esteso

Forte dispersione di calore nei mesi estivi

Scarso rendimento elettrico

Investimenti economici elevati da parte di società private

Difficoltà di applicazione nel territorio

Biomasse in genere legnose a basso costo di estrazione (boschi ad alto fusto, buone vie di comunicazione, terreni che permettano una elevata ricrescita annua)

Obbligano la posa di lunghe condotte di teleriscaldamento

La cogenerazione da cippato di legno

L'impianto di Castel d'Aiano: una esperienza per lo sviluppo della micro-cogenerazione distribuita nel territorio, è stato il primo sistema in Europa a produrre energia elettrica e termica di piccola taglia

Efficienza
energetica
elevatissima

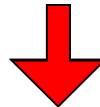
Bacino di approvvigionamento
ristretto ai territori limitrofi

Generazione di energia elettrica e
termica distribuita nel territorio anche in
zone difficilmente raggiungibili

Minima dispersione di calore e conseguente
valorizzazione delle risorse locali

Coinvolgere le realtà
agricole e forestali locali

Sistema ideale per il territorio dell'Appennino Emiliano



Impianto pilota con monitoraggio
sui parametri di funzionamento
per la replicabilità del sistema



Impianto pilota

Cogenerazione, applicabile a reti di teleriscaldamento per comuni montani dell'Appennino



Obiettivi

Costruire un modello replicabile nei comuni dell'Appennino Tosco-Emiliano, che permetta:

- lo sviluppo di piccole reti di teleriscaldamento distribuite nel territorio
- l'avviamento di piccole filiere del legno forestale
- il forte incremento della produzione di energie rinnovabili

Innovazione

Occupazione locale

Migliorare la qualità dei servizi

Attenzione verso l'ambiente



The image shows a complex industrial setup. On the right, a large green combustion engine is mounted on a black metal frame. It is connected to a network of white pipes and hoses. To the left, there are two large stainless steel cylindrical tanks supported by a metal frame. The background features a white wall with a yellow safety rail and various electrical conduits. The floor is a reddish-brown concrete.

**La concezione dell'impianto:
i motori a combustione esterna**

Impianto di cogenerazione combinato

Produrre energia termica ed elettrica da biomassa vegetale (cippato di legno, sostanze organiche da colture dedicate), abbinando:

Gassificazione



STIRLINGDK
Clean Power Production

Motori a combustione
esterna di Stirling



Gassificatore up-draft

I sistemi di gassificazione in controcorrente, un processo ottimale per gli impianti di piccola taglia:

Tenore di polveri estremamente basse



Pulizia in camera di combustione, basse concentrazioni di polveri nei fumi senza la necessità dell'utilizzo di sistemi di abbattimento

Processo semplice

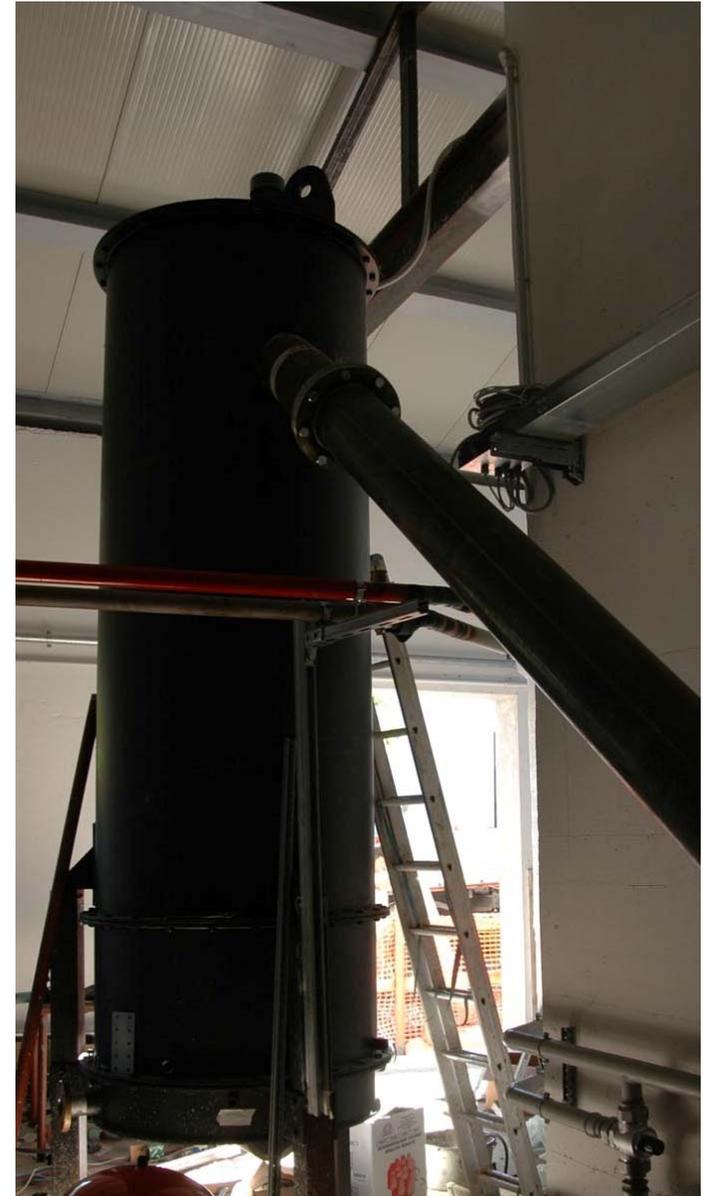


Facilità di controllo e di regolazione in funzione della tipologia legnosa in ingresso

Elevata stratificazione termica e processi termochimici agevolati in presenza di acqua



Biomassa con $W=60\%$
Temperature di combustione minori
Utilizzo di biomassa meno nobile



Combustione diretta del gas di legno

Il gas di legno viene bruciato direttamente in camera di combustione senza nessun tipo di purificazione a temperature di fiamma molto elevate

La combustione di gas non presenta residui, polveri e ceneri volatili

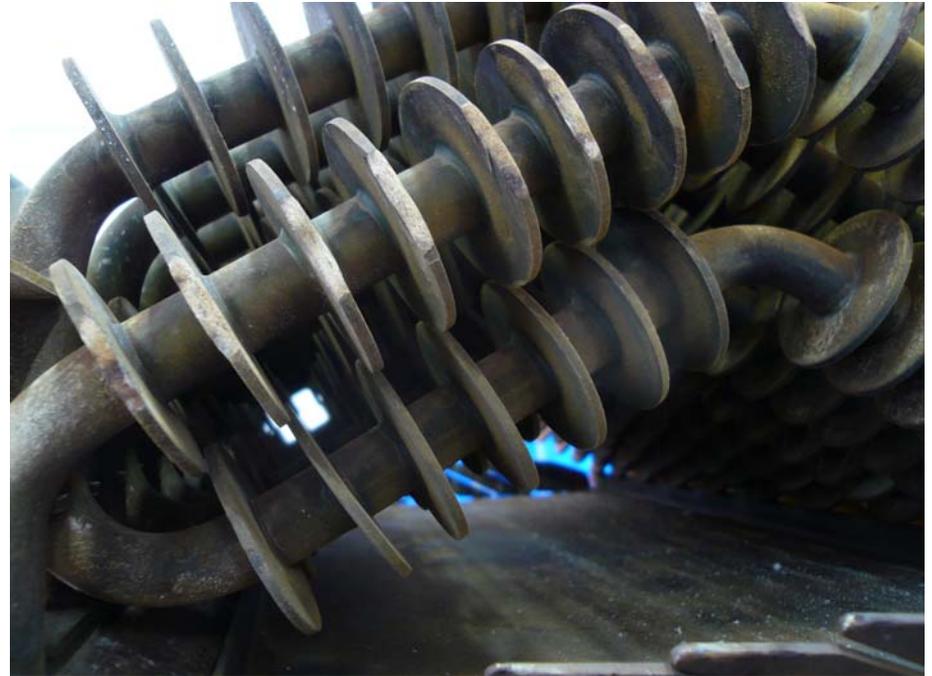


Assenza di depositi in camera di combustione e sui fasci tubieri

Controllo di processo semplice e accurato



Rendimenti elevati

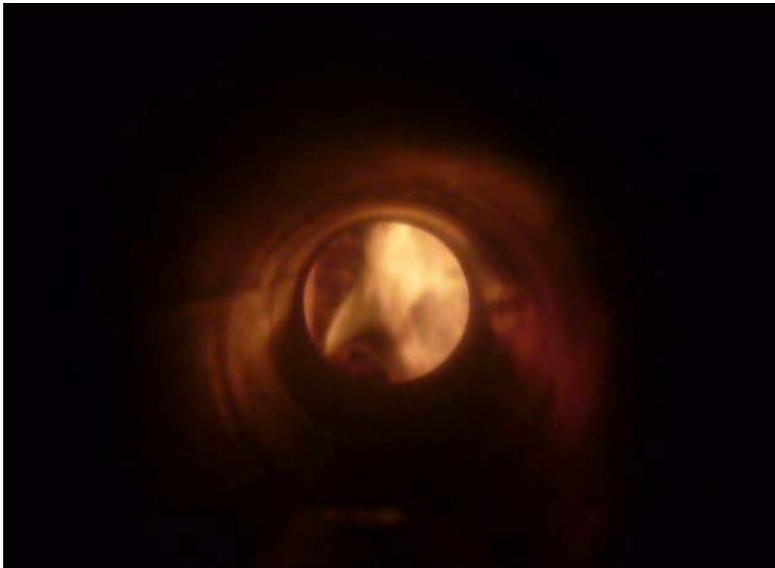


Scambiatore di calore del motore Stirling dopo 1.000 ore di lavoro

Utilizzo di aria preriscaldata a 550 °C con temperature elevate in camera di combustione e incremento della qualità dell'energia



Processi termodinamici più efficienti



Conversione energetica tramite motori a combustione esterna

Il calore viene utilizzato dal ciclo Stirling per produrre energia elettrica e termica, il combustibile non entra mai a contatto con gli organi interni del motore

Assenza di corrosione e deterioramento degli componenti interni in movimento

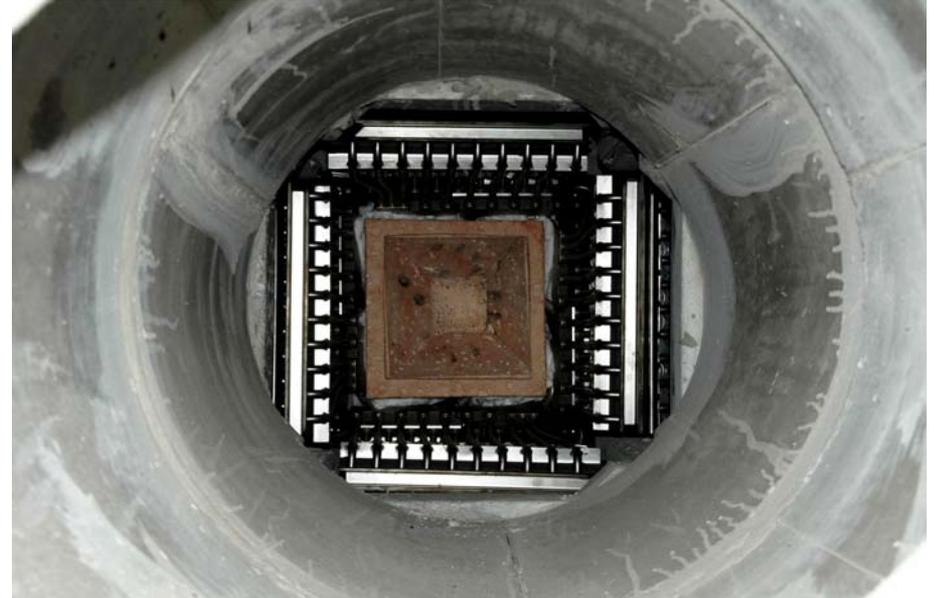


Minimizzazione delle operazioni di manutenzione e lunga durata del motore

Assenza di sistemi di pulizia del gas



Impianto semplice con bassa manutenzione



Scambiatore di calore dentro la camera di combustione, unico elemento a contatto con i gas combusti



Particolare camera di combustione dopo 1.000 ore di lavoro

Assenza di lubrificanti

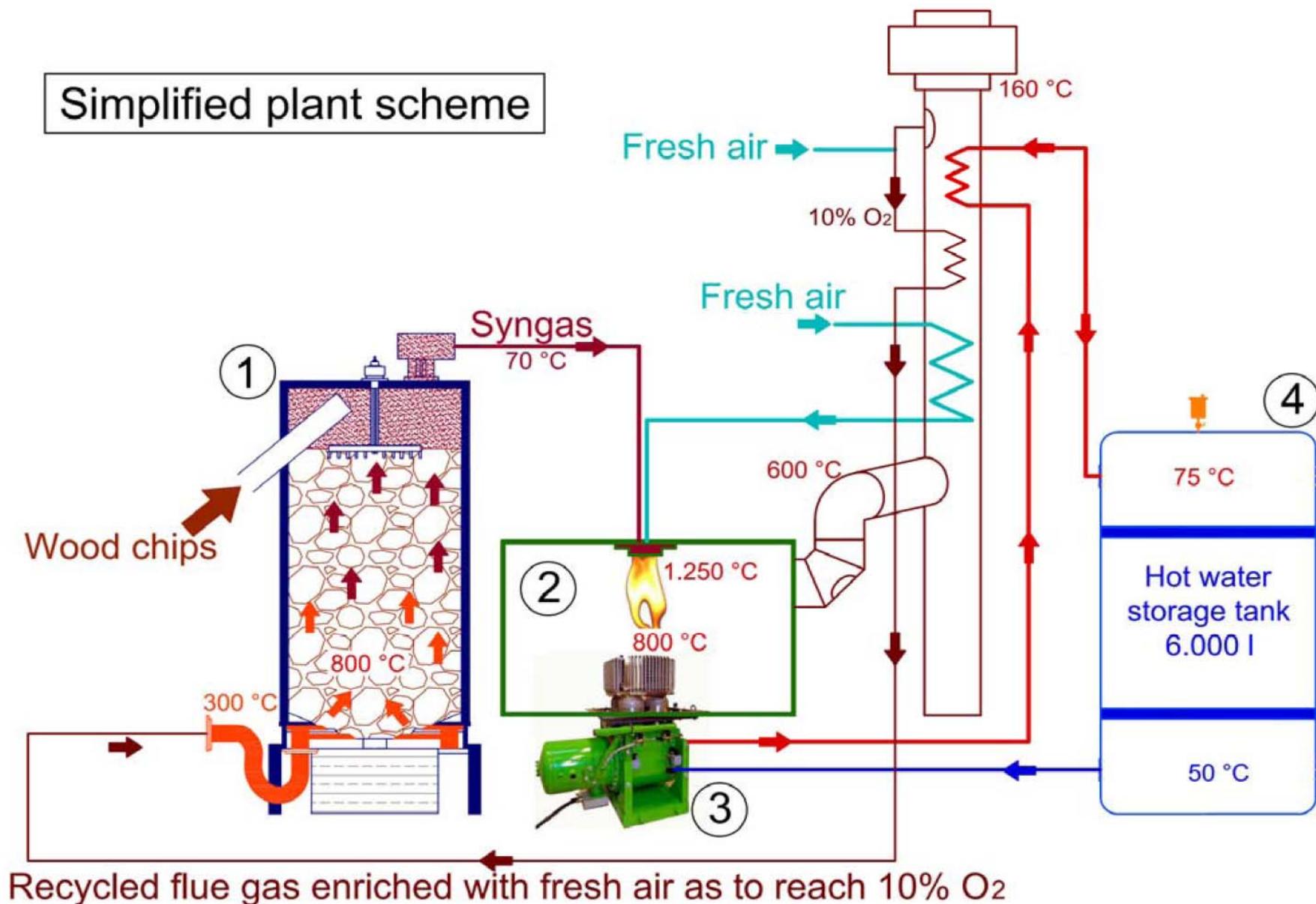


Lunghi periodi di esercizio senza necessità di manutenzione, sostituzione integrale dei componenti di consumo (cuscinetti e fasce di tenuta)

Caratteristiche dell'impianto



Schema di funzionamento



Parametri principali

Funzionamento 5.800 ore/anno

1.160 MWh 435 t/anno

energia
primaria

W=40 %



480 MWh

energia
termica

20 famiglie



200 MWh

energia
elettrica

68 famiglie



Confronto con altre FER

Funzionamento 5.800 ore/anno

200.000 kWh energia elettrica

180 kW fotovoltaico

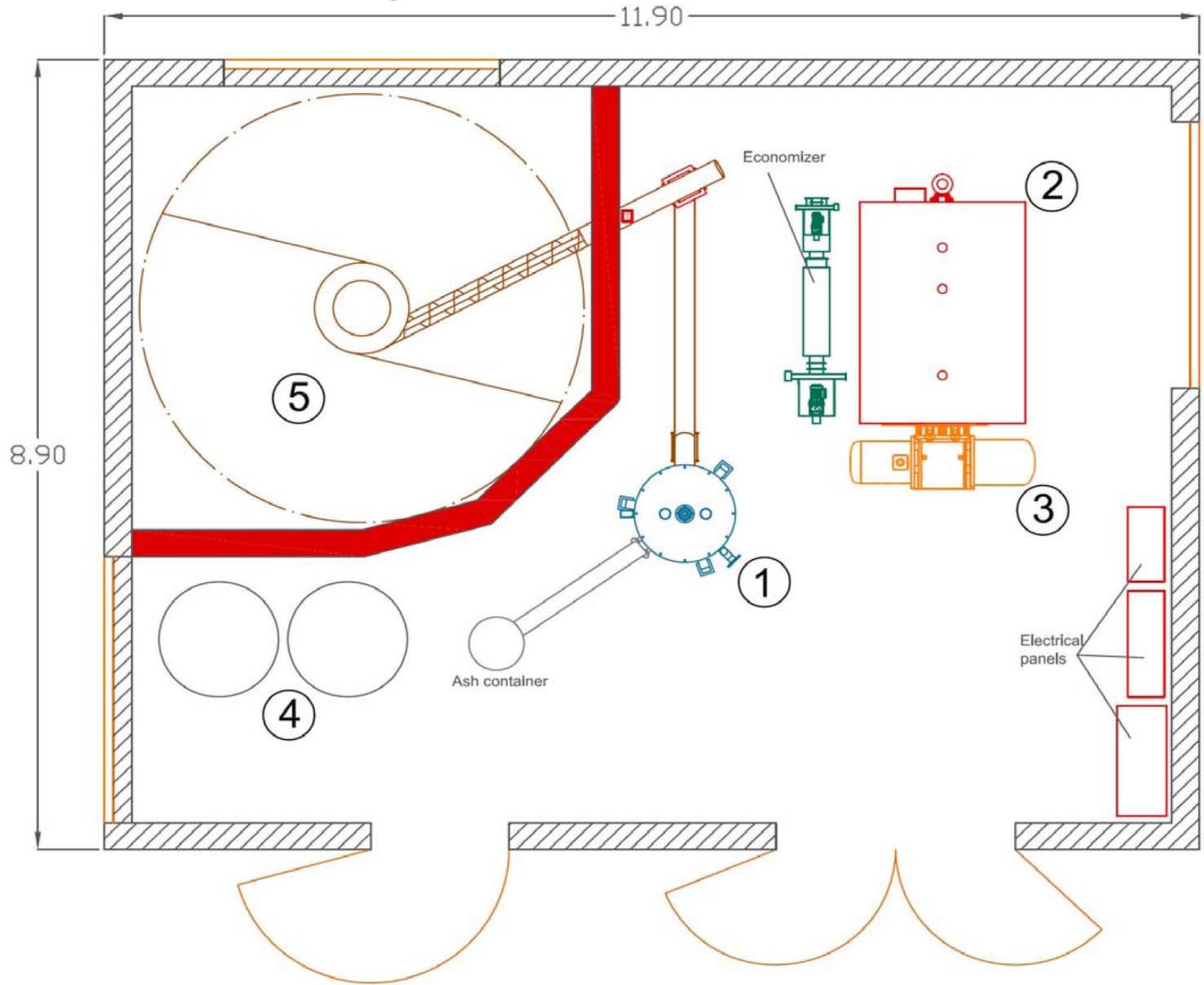
1.500 m² di pannelli



140 kW eolico

7 pale da 20 kW alte
25-30 m

Ingombri e opere edili



The image shows a complex industrial monitoring system. A large, horizontal blue cylindrical tank is the central component. To its right, a bright green cylindrical control unit is mounted on a black metal base. This green unit is densely packed with various sensors, gauges, and electrical connections. A silver metal control box is attached to the side of the green unit. A network of white pipes and conduits is routed across the ceiling and around the equipment. On the left, a stainless steel vertical pipe and a horizontal pipe are visible, connected to a stainless steel tank. The entire setup is located in a room with a concrete floor and white walls.

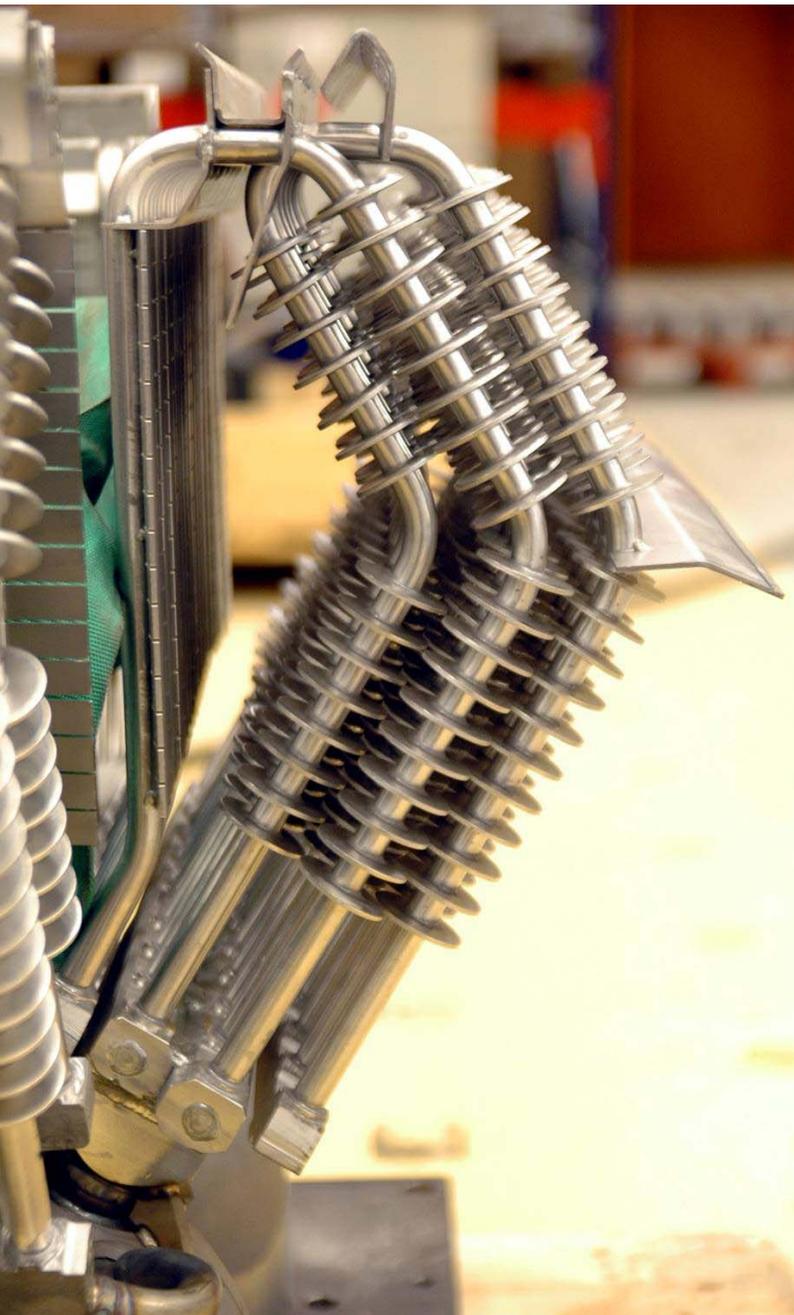
Piano di monitoraggio

Analisi del motore Stirling

Efficienza elettrica

Comportamento in funzione
della temperatura dell'acqua
di raffreddamento

Qualità della
corrente
prodotta



Analisi del sistema nel suo complesso

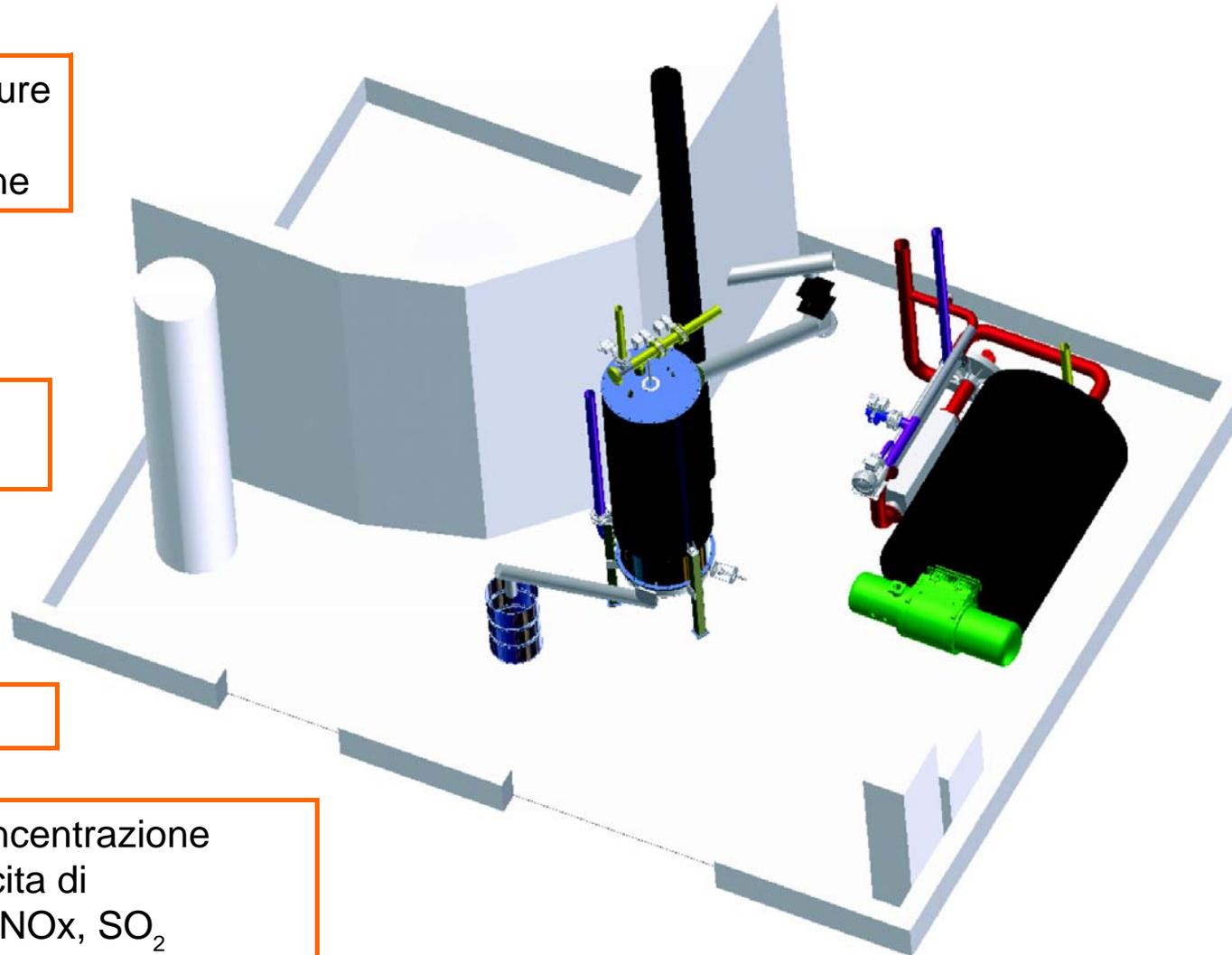
Analisi della qualità dei fumi in uscita dal camino, dell'efficienza complessiva dell'impianto, valutazione dei consumi di legno, determinazione delle condizioni ottimali di funzionamento

Definizione delle temperature e dei valori di ossigeno ottimali per la combustione

Efficienza complessiva dell'impianto

Consumo di legno

Rilevamento della concentrazione
Nei fumi in uscita di
 O_2 , CO , NO , NO_2 , NO_x , SO_2



Test con diverse tipologie di biomassa

Analisi del sistema di gassificazione e della qualità del gas prodotto con diverse matrici organiche

Diverse tipologie di essenze legnose con diversi quantitativi di umidità

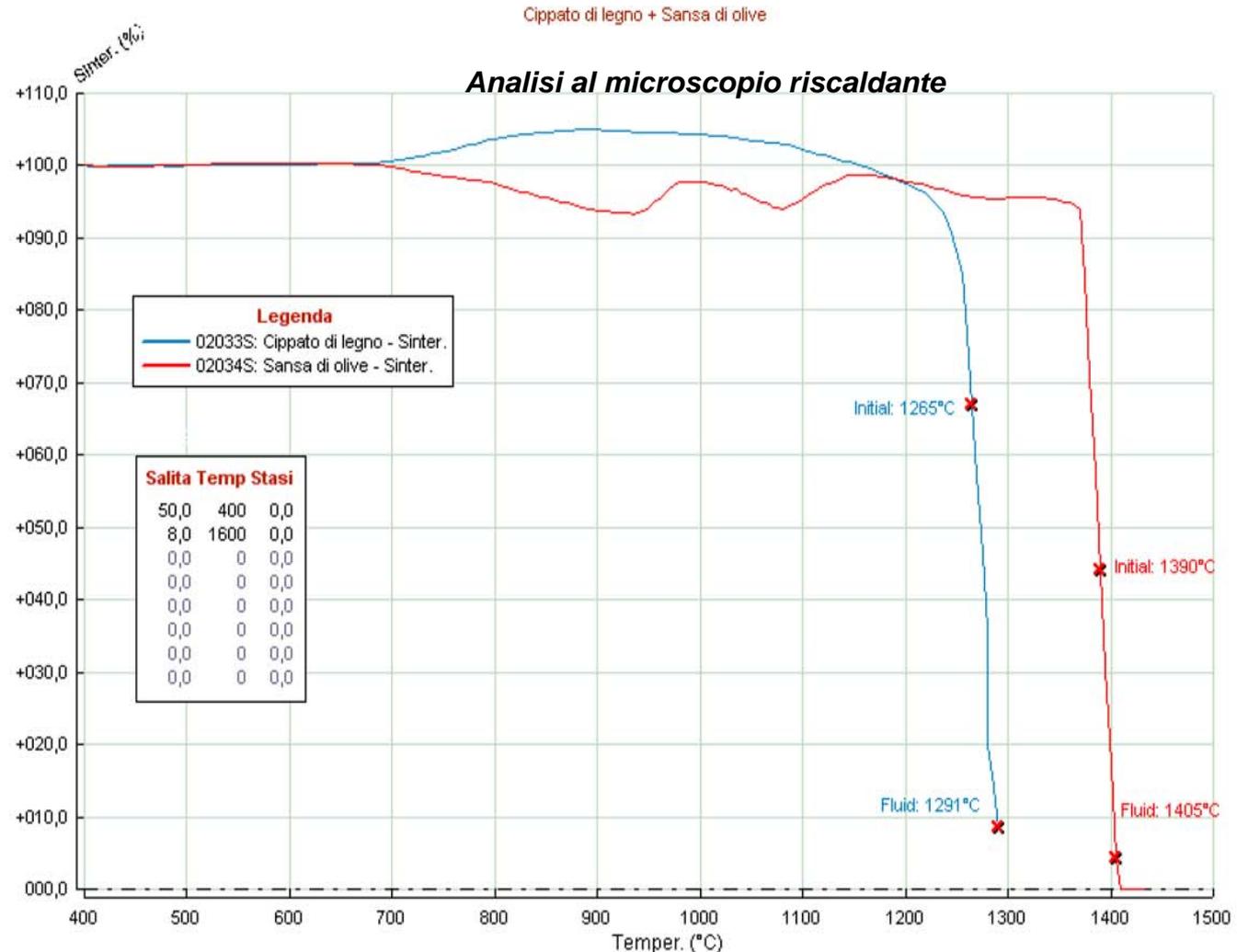
Gassificazione di diverse matrici miscelate con cippato di legno

Sansa di olive

Bucce di caffè

Miscanto

Scarti dell'industria agroalimentare



A photograph of industrial machinery in a laboratory or factory setting. The main component is a large, bright green cylindrical vessel with a blue cylindrical tank attached to its side. The green vessel has a silver metal box mounted on its front. To the left, there is a stainless steel structure with several cylindrical tanks and pipes. The entire setup is supported by a metal frame. The background shows a white wall with a yellow safety light and various pipes and conduits.

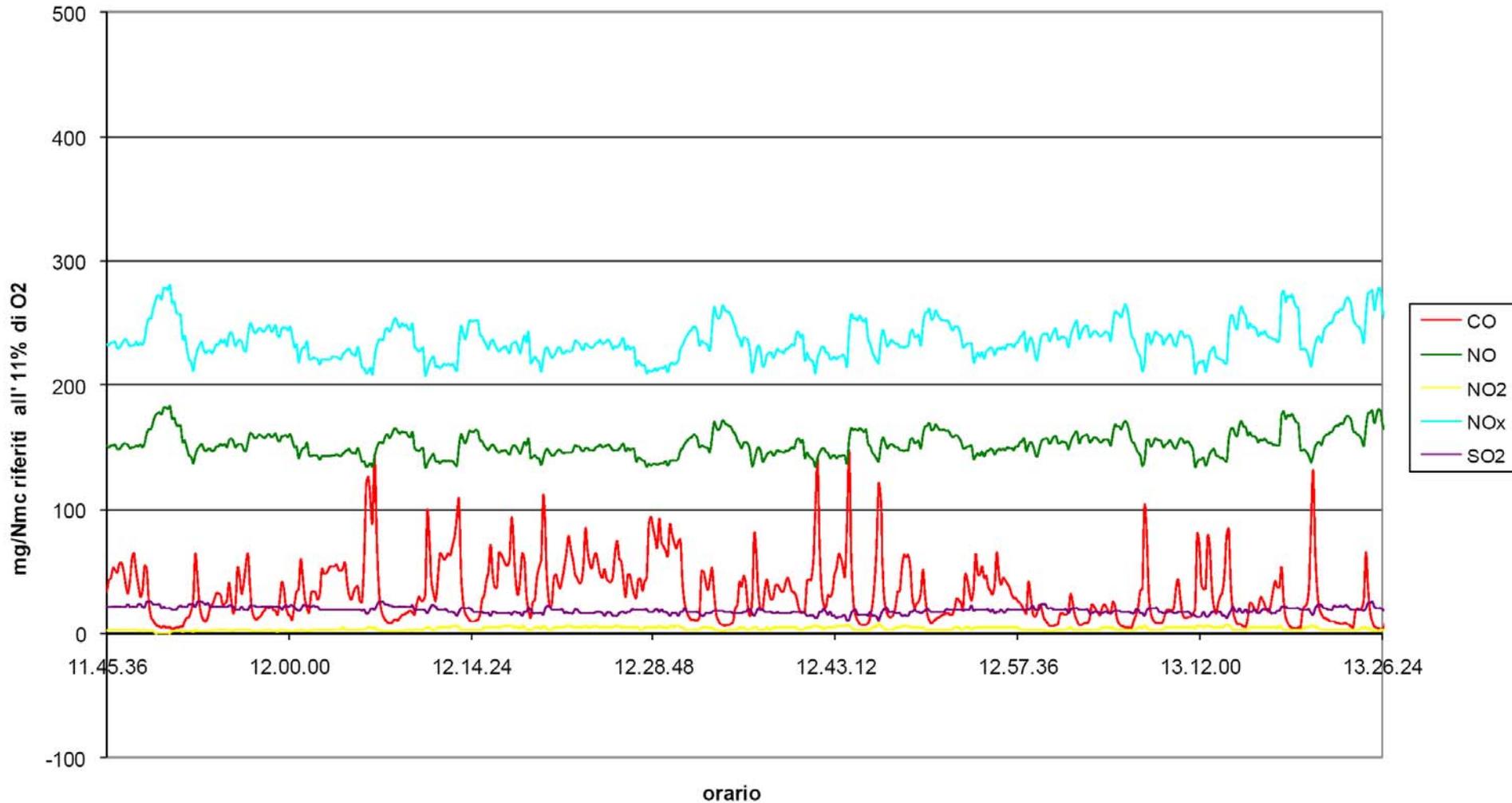
Primi risultati

Monitoraggio delle emissioni al camino

Campagna di monitoraggio delle emissioni con analisi in continuo dei valori caratteristici

Condizioni di funzionamento di progetto alla potenza nominale

Fluegas 28-04-2010

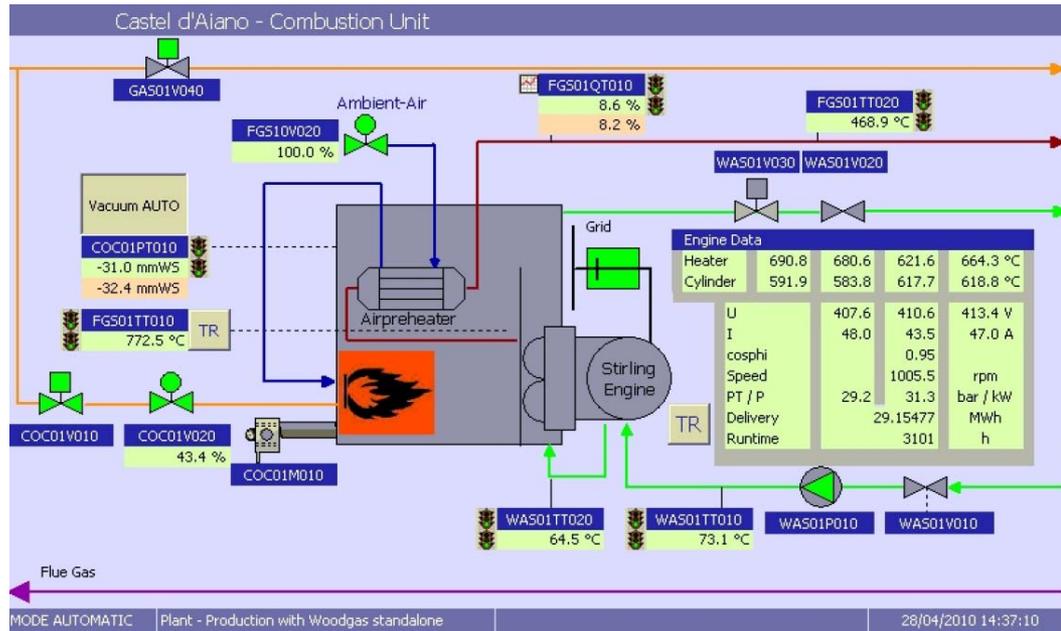


Analisi sulle emissioni

Risultati del primo campionamento in continuo

VALORI MEDI DELL'ANALISI DEI FUMI	
O2 [%]	7,40
CO_11%O2	45
NO_11%O2	122
NO2_11%O2	4
NOX_11%O2	190
SO2_11%O2	9
T_gas	185
CO2 [vol%]	12,50
Efficienza%	90,20

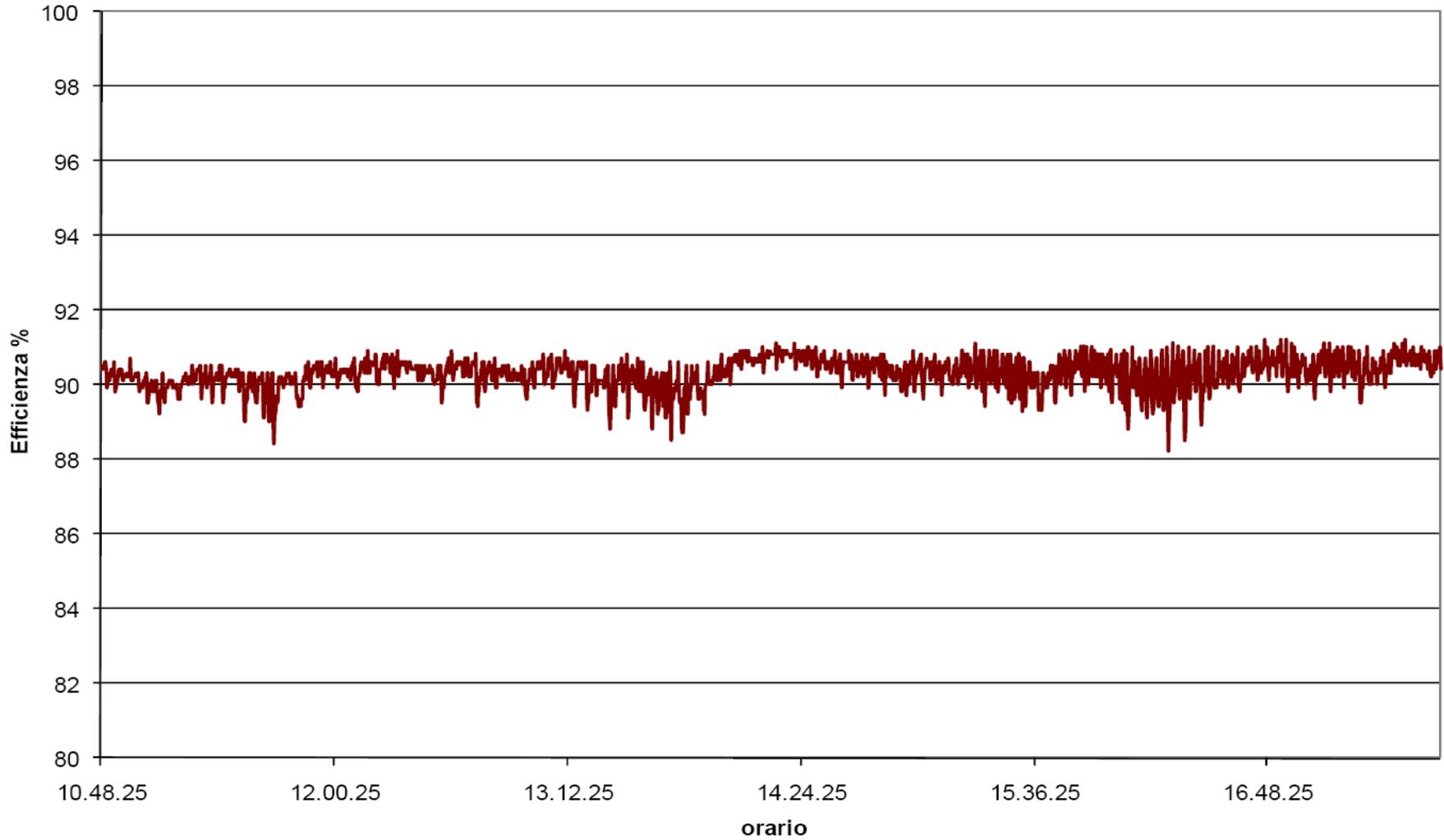
Valori di emissione ampiamente sotto i limiti di Legge ed assimilabili alla combustione di gas metano in normali caldaie



Monitoraggio delle prestazioni

Campagna di monitoraggio delle prestazioni energetiche

Efficienza %



A photograph of a massive sequoia tree in a forest. The tree has a thick, reddish-brown trunk and a dense green canopy. The text "Grazie per l'attenzione" is overlaid in the center in a bold, yellow font with a blue outline. The background shows other trees and a clear blue sky.

**Grazie per
l'attenzione**