

L'ENEA E LA "RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO"

Risultati delle attività svolte nell'ambito dell'Accordo di Programma MSE/ENEA
Attività di ricerca e sviluppo, di interesse generale per il sistema elettrico nazionale

**Tecnologie innovative per l'utilizzo pulito di
combustibili fossili, cattura e sequestro della CO2**

**Attività Sotacarbo ed ENEA
svolte presso il Centro Ricerche Sotacarbo**

Carlo Amorino

Sotacarbo – Società Tecnologie Avanzate Carbone – S.p.A.

È una Società per Azioni fondata nel 1987, in accordo con la legge nazionale n. 351/85, sulla riattivazione del bacino carbonifero del Sulcis con l'obiettivo di sviluppare nuove ed avanzate tecnologie di utilizzo ecocompatibile del carbone.

Soci:



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

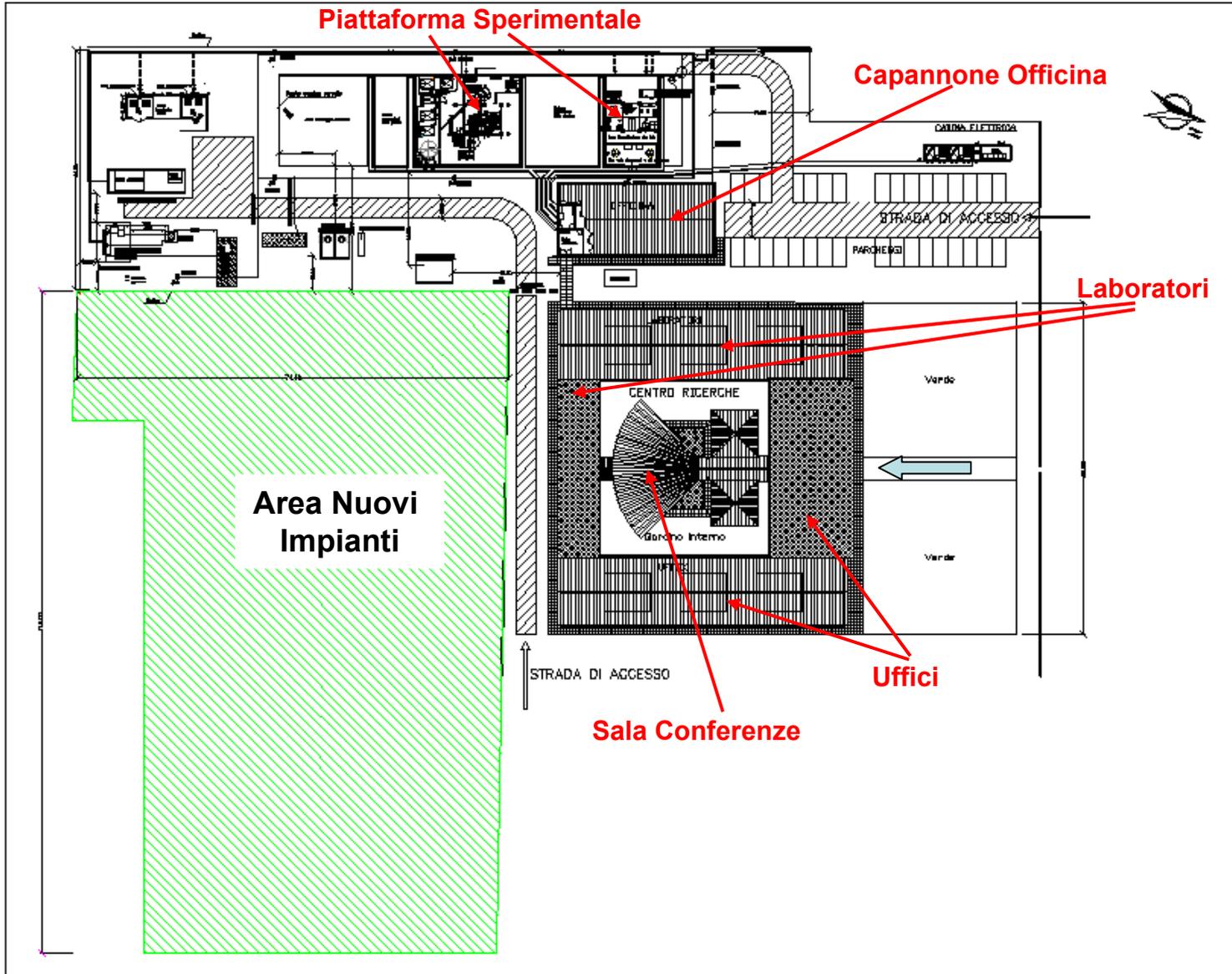
**Dal 1989 la Società rappresenta l'Italia nell'organizzazione internazionale:
IEA The Clean Coal Centre.**

- *Centro Ricerche*
- *Piattaforma sperimentale*



Sotacarbo Research Centre Location

Sotacarbo is running its Coal Research Centre in the former coal mining area of Serbariu, near Carbonia in the South West of Sardinia, Italy.



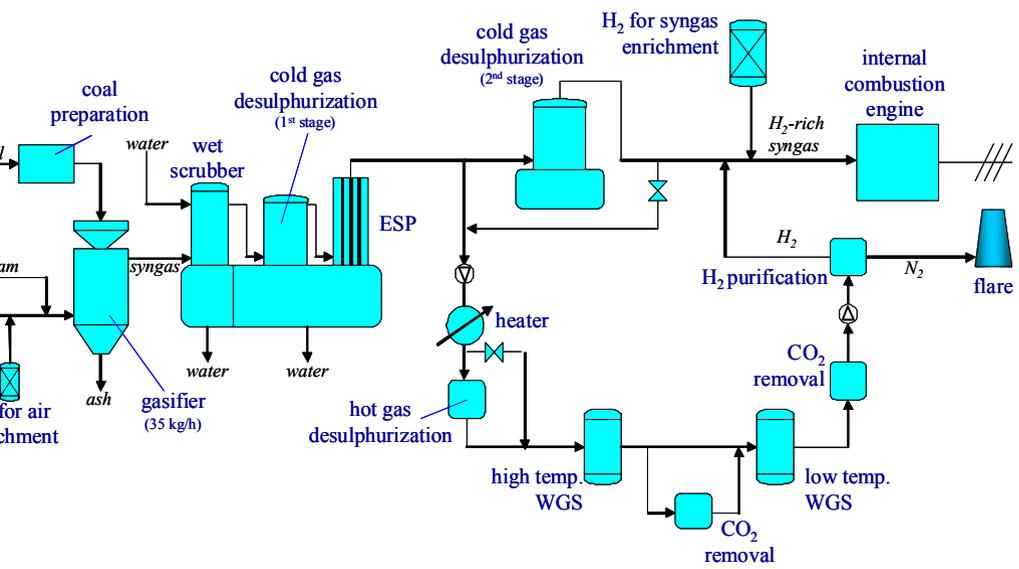
Laboratori



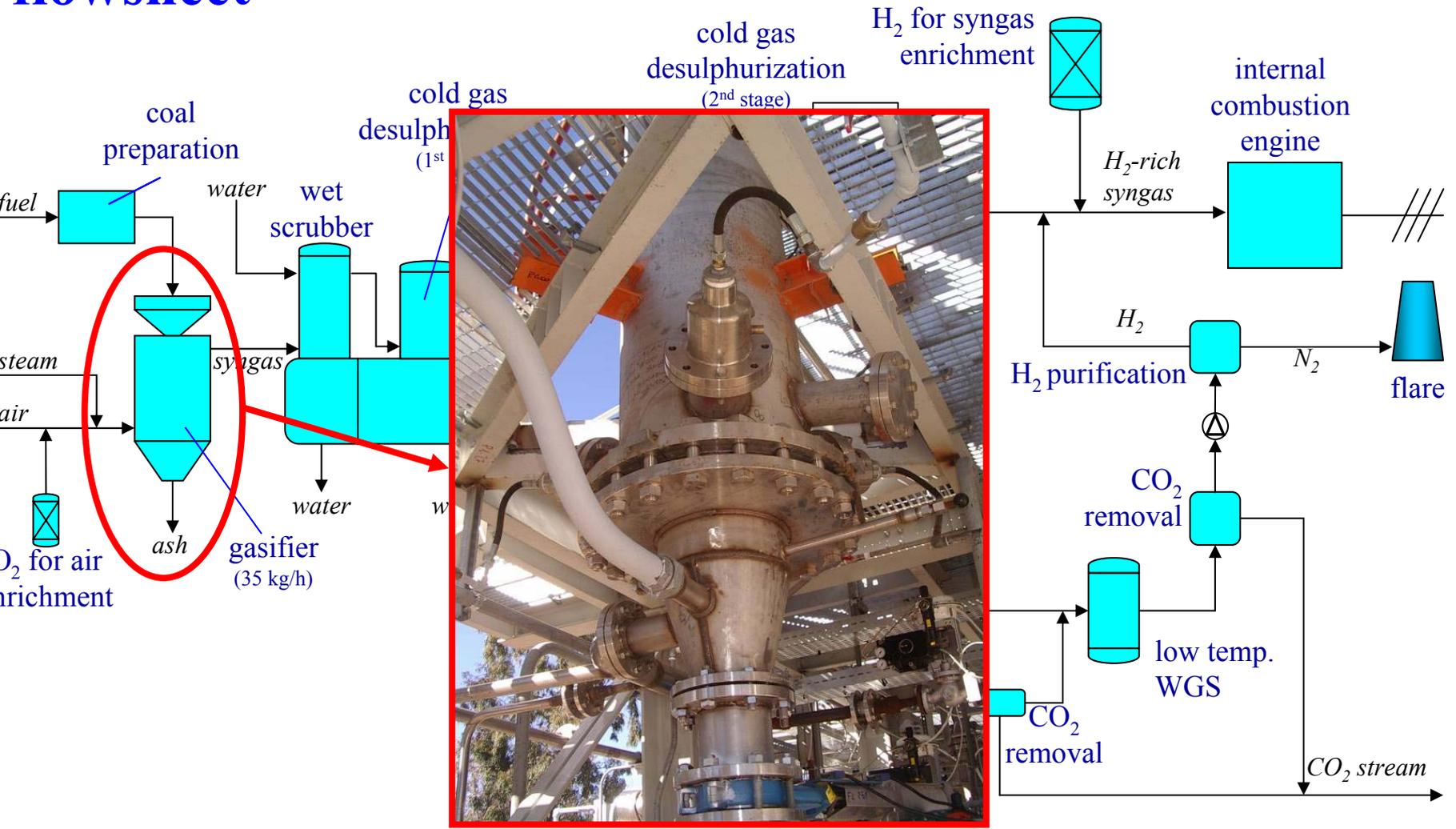
Piattaforma Sperimentale

COHYGEN Project Experimental PLATFORM

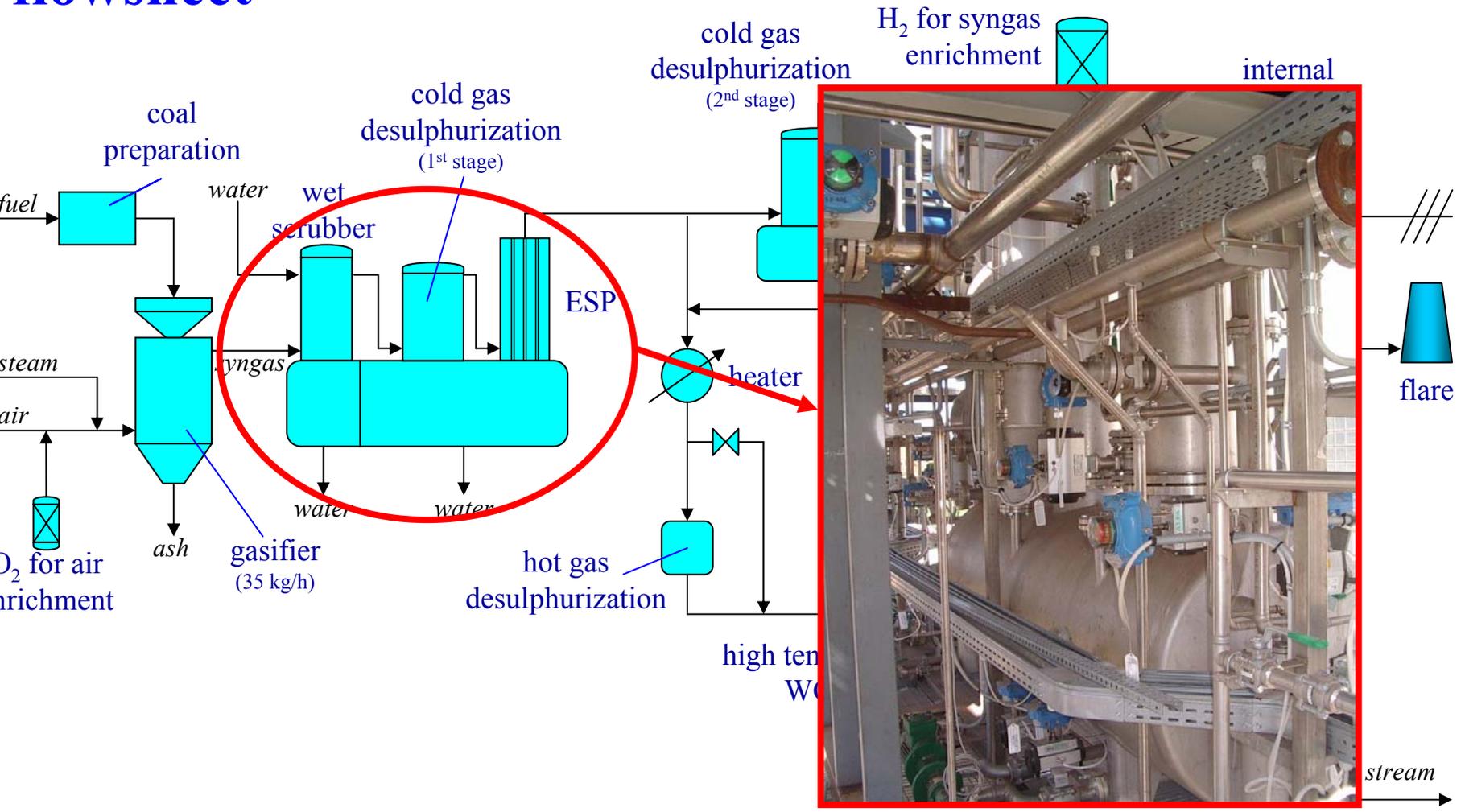




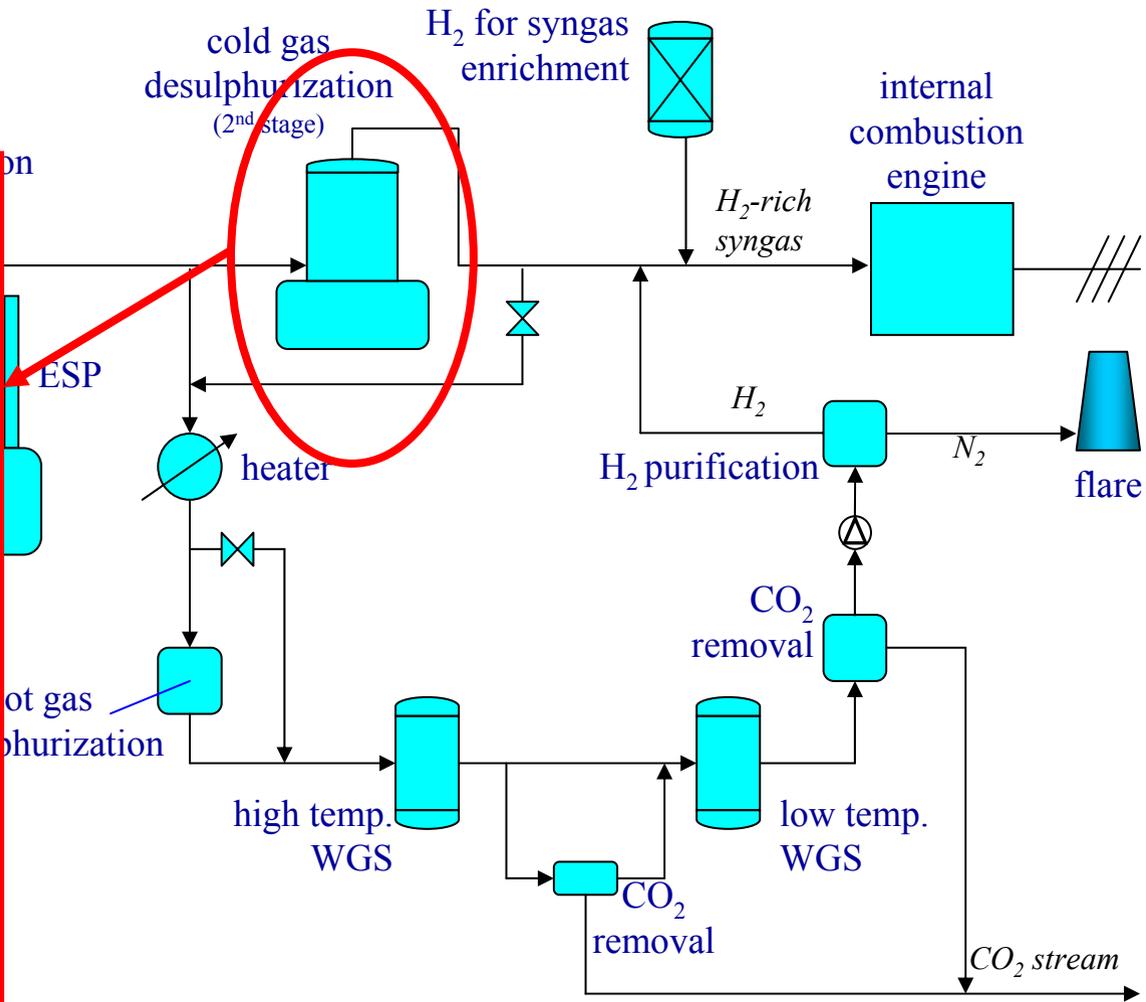
flowsheet



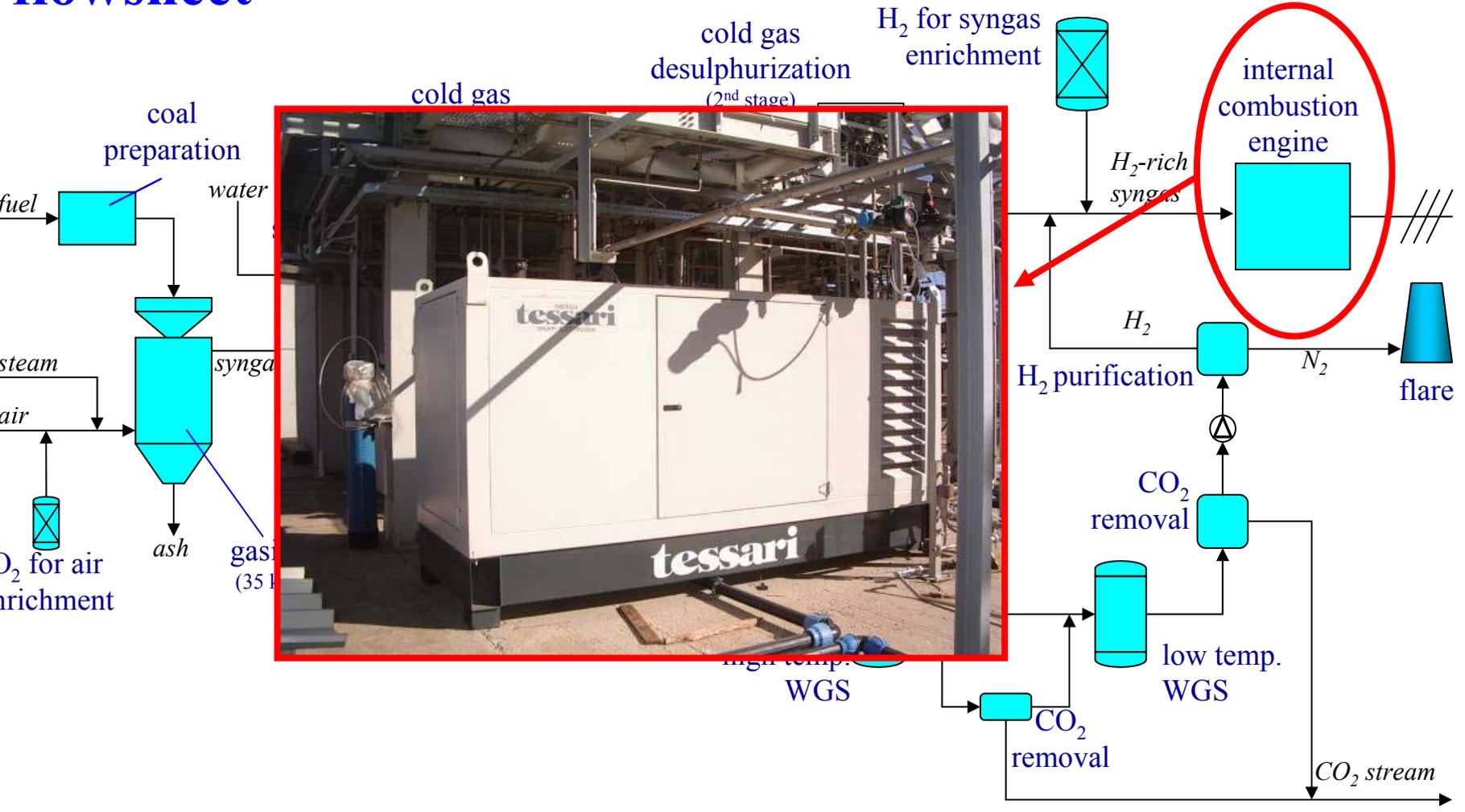
flowsheet



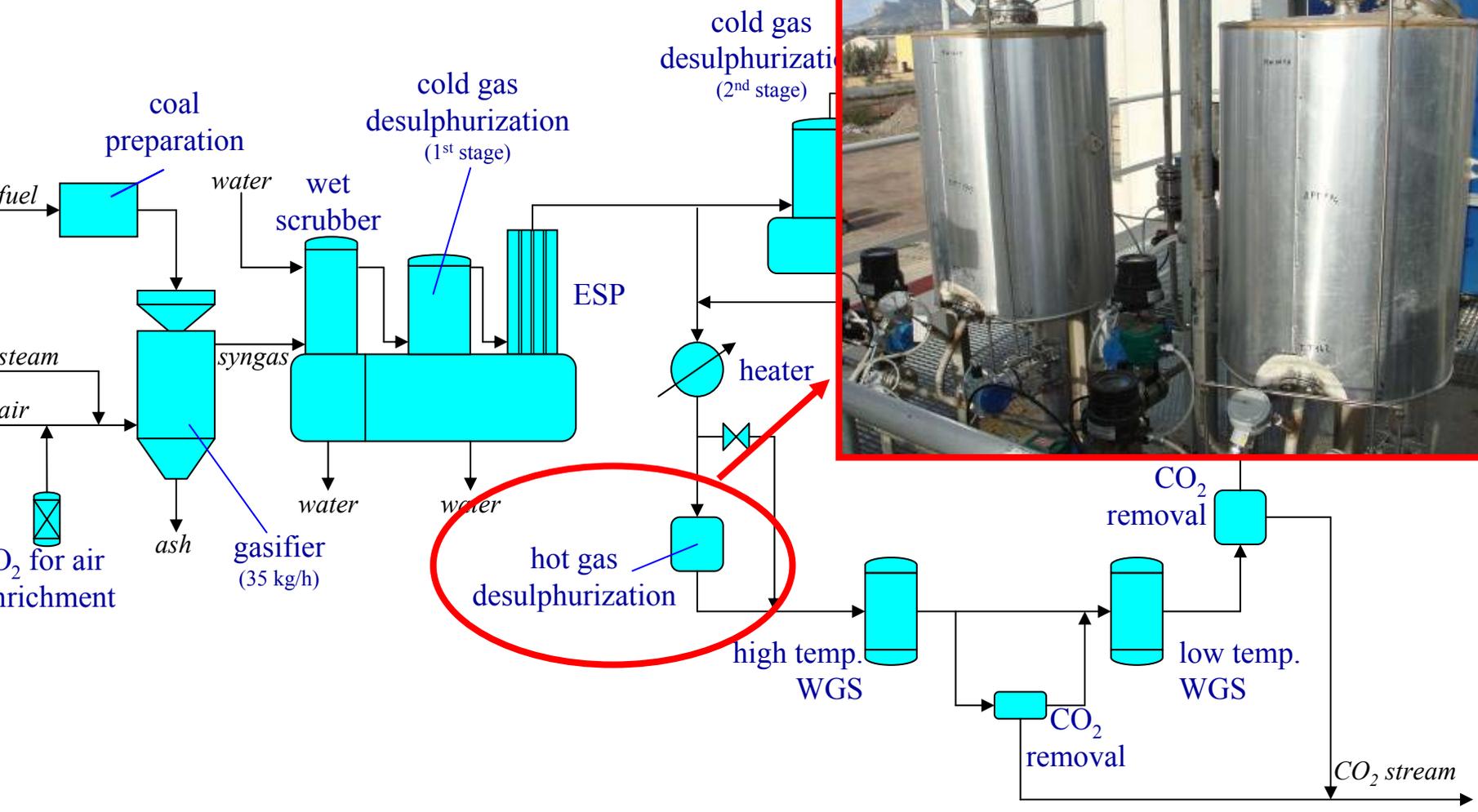
flowsheet



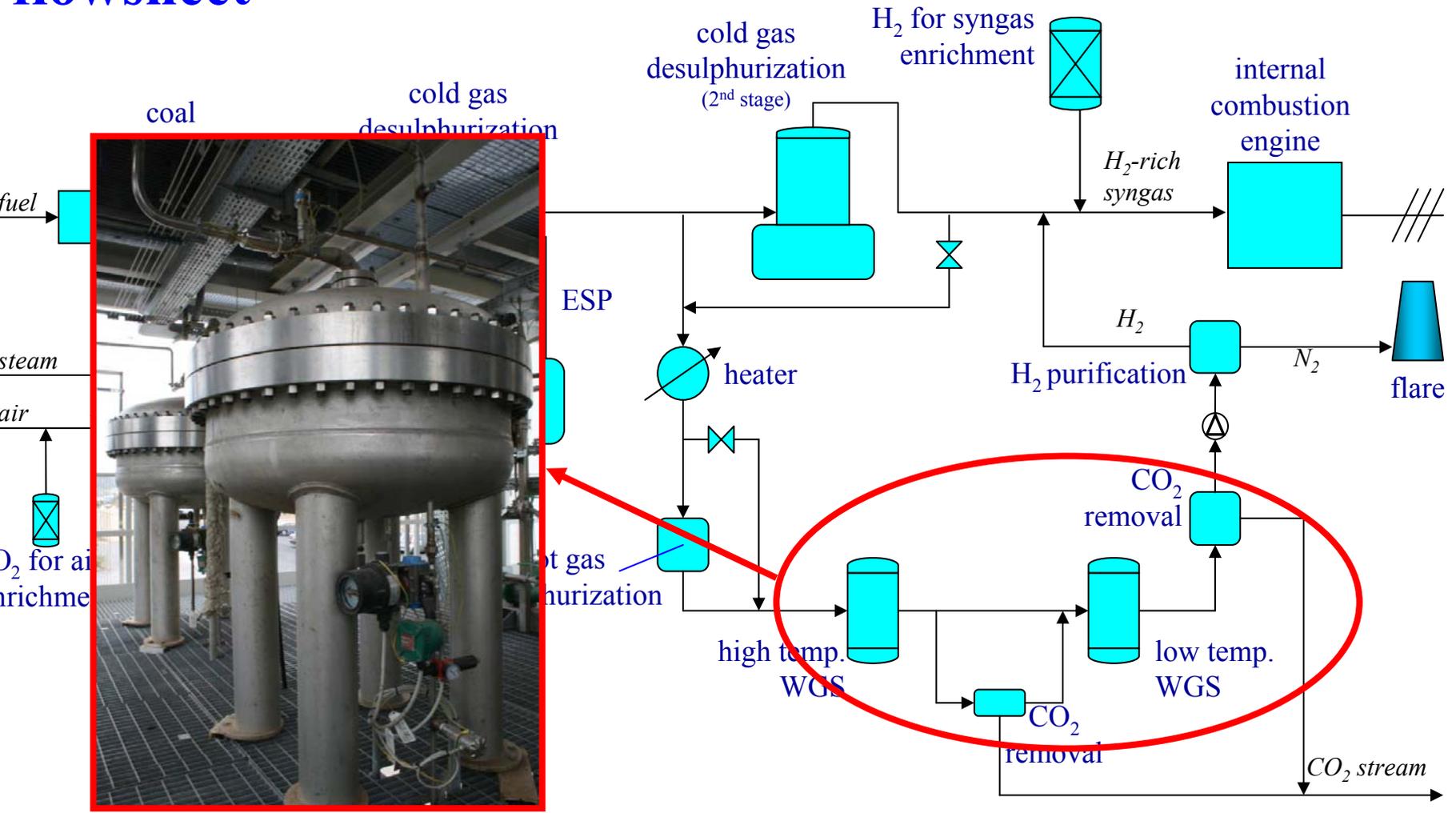
flowsheet



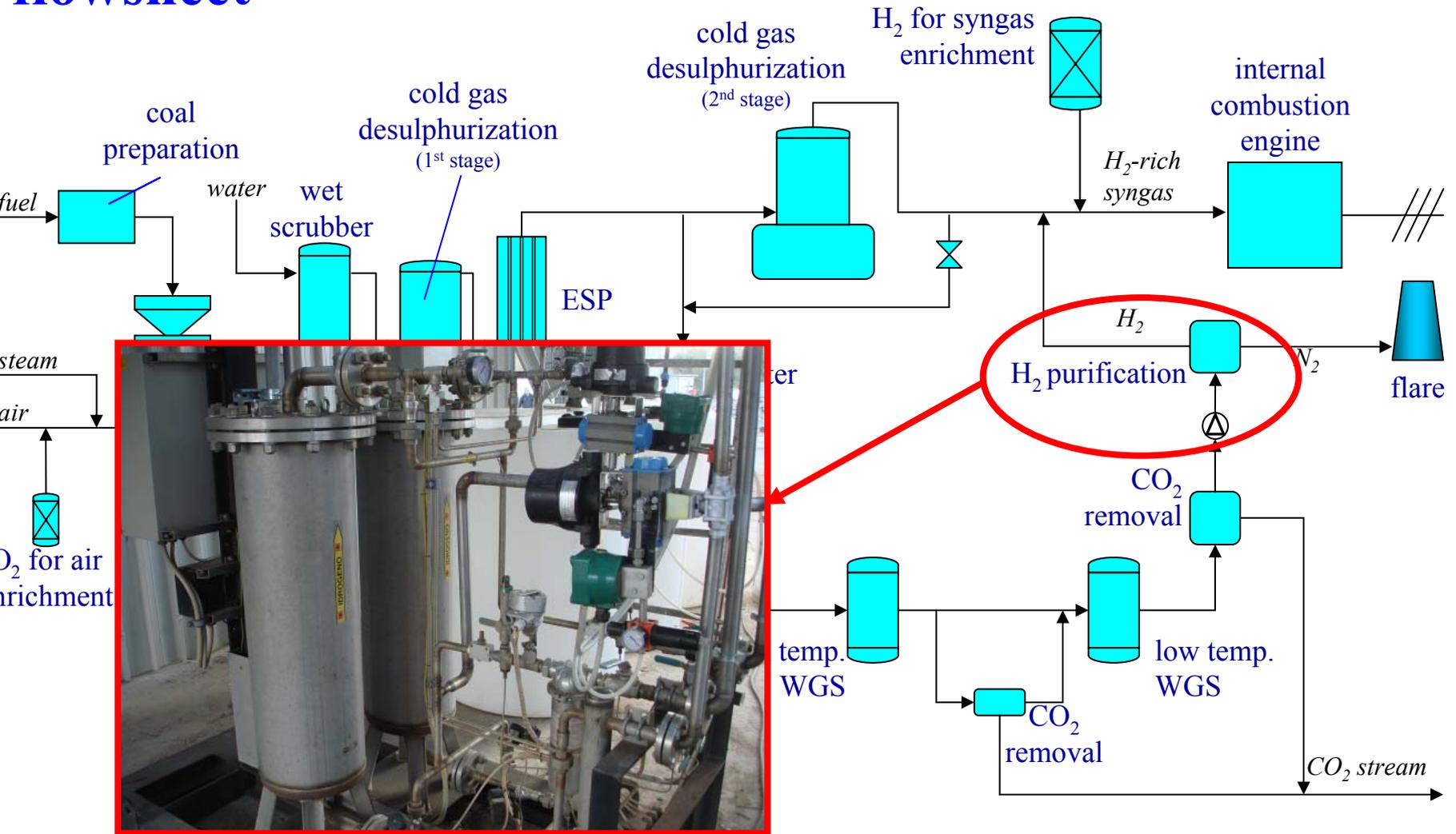
flowsheet



flowsheet



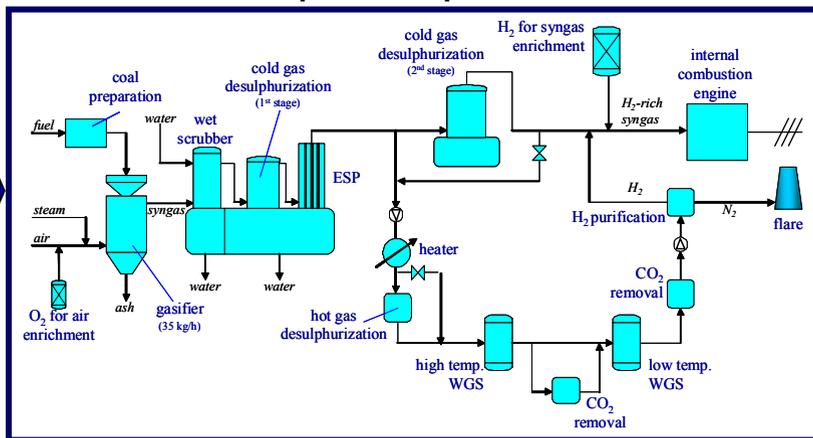
flowsheet



combustibili



Impianto pilota



H₂

Syngas

e. elettrica

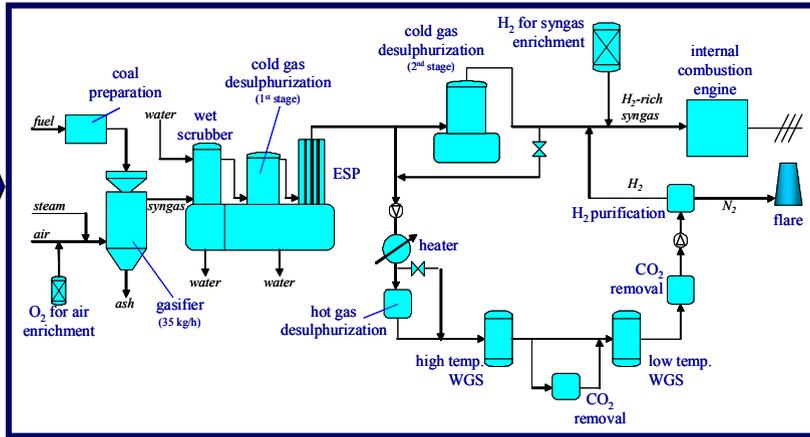
CO₂

- Utilizzo di diversi sorbenti nel processo di desolfurazione a caldo
- Utilizzo di diversi solventi nel processo di desolfurazione a freddo (CERSE II)
- Utilizzo di diversi solventi nella cattura della CO₂ (CERSE II)
- Utilizzo di diversi catalizzatori nel processo di CO-Shift
- Alimentazione con diverse granulometrie del carbone (CERSE II)
- Gassificazione alimentata con CO₂ (in sostituzione dell'azoto dell'aria) (CERSE I e II).
- Gassificazione con arricchimento dell'aria con ossigeno (CERSE II).
- Impiego di diversi carboni (e con miscele di carboni e biomasse (CERSE II))

ombustibili



Impianto pilota



H₂

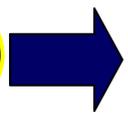
Syngas

e. elettrica

CO₂



**Implementazione e
Integrazione
Piattaforma Pilota**



**Nuovi
Progetti R&S**

- Per esempio
- Microgenerazione
 - Coal To Liquid
 - Co-Gassificazione biomass
 - Separazione del tar
 - Nuovi sistemi di cattura CO₂
 - Rigenerazione solventi

CERSE 1° annualità (luglio 2007 – marzo 2009)

Tecnologie di impiego del polverino di carbone a differenti granulometrie con Cattura e sequestro della CO₂.

Collaborazione ENEA - Sotacarbo

Studi e sperimentazioni presso il Centro Ricerche Sotacarbo:

OBIETTIVI

Studi

- **Modellistica dei processi**
- **Tecnologia ECBM applicata al Bacino carbonifero del Sulcis**

Sperimentazioni

- **Processo di gassificazione con miscele di ossigeno e CO₂**

CERSE 2° annualità (aprile 2009 – settembre 2010)

Tecnologie innovative che consentono una riduzione dei costi di investimento delle centrali a polverino di carbone

Collaborazione ENEA - Sotacarbo

Studio e sperimentazione di tecnologie di gassificazione del carbone con cattura della CO₂

Presso il Centro Ricerche Sotacarbo:

OBIETTIVI

- “1 – Sperimentazione e ottimizzazione del processo di gassificazione”
- “2 – Sperimentazione e ottimizzazione di sistemi desolforazione del syngas”,
- “3 – Studio e sperimentazione di processi di cattura della CO₂

N. di ore di sperimentazione dell'impianto pilota

Progetti Cerse 1° annualità: 50 ore

Progetti Cerse 2° annualità: 430 ore

Totale ore di funzionamento: 480 ore

Durata di ciascuna sperimentazione: 16 ÷ 20 ore

Componenti impegnati durante la sperimentazione

	CERSE 1° annualità	CERSE 2° annualità
Gassificatore		
Scrubber		
1° Stadio Desolf. a freddo		
Precipitatore Elettostatico		
2° Stadio Desolf. a freddo		
Desolforazione a Caldo		
CO-Shift – produzione H₂		
Cattura della CO₂ (pre-comb)		
Purificazione H₂		
Motore a Combustione Interna		
Torcia		

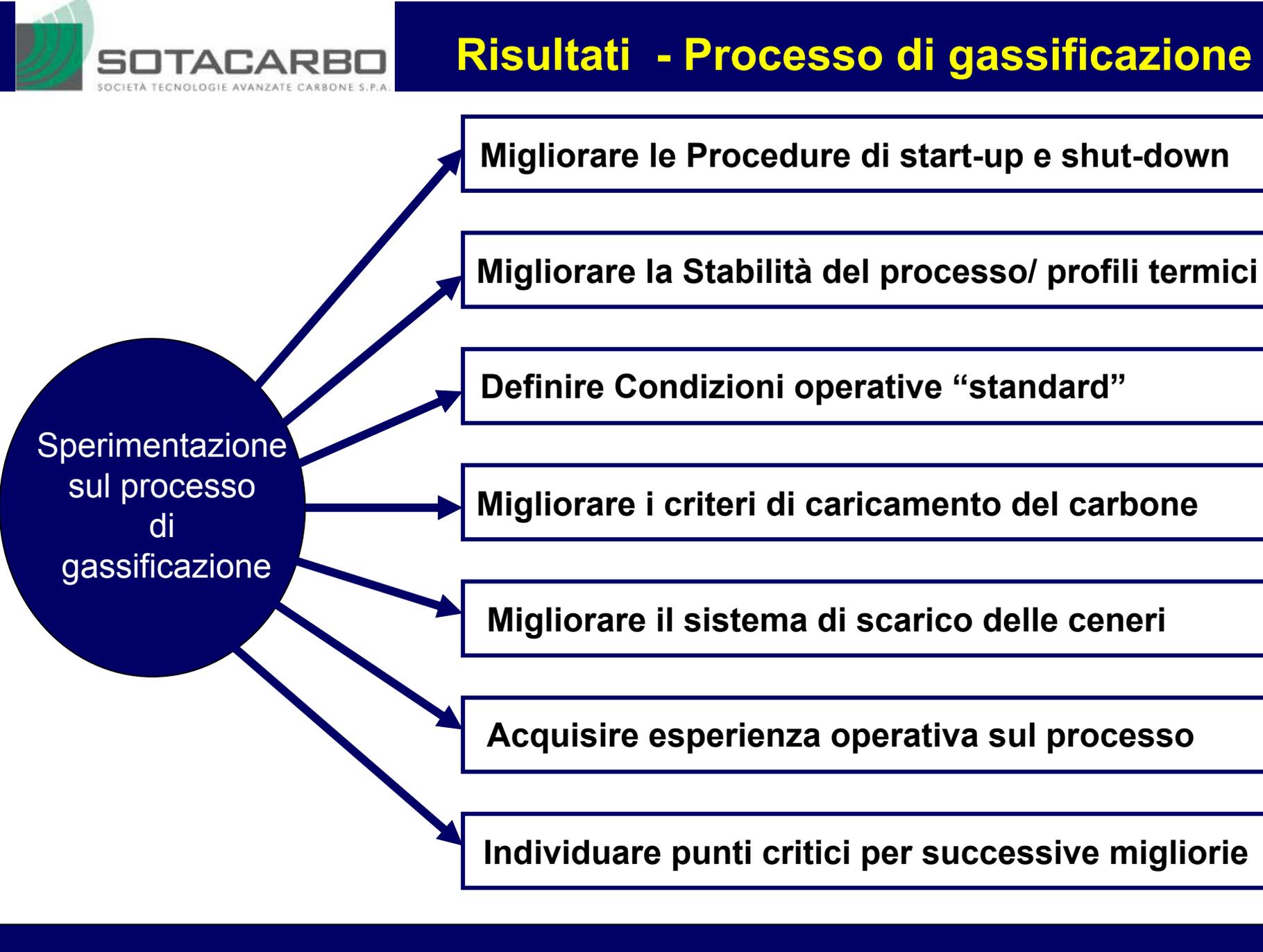
ORE DI SPERIMENTAZIONE	CERSE I	CERSE II
Tipologia di sperimentazione	Ore	Ore
Gassificazione totali	50	430
Gassificazione con CO2/O2	50	125
Gassificazione con Biomasse		32
Gassificazione con aria arricchita		16
Desolforazione		130
Cattura CO2	32	140

Costo medio a sperimentazione: 10 000 € ÷ 13 000 €

Incidenza delle voci di costo sulle sperimentazioni

Tipologia Sperimentazioni	Personale (%)	Sp.G. e Utilizzo CRS (%)	Costo Sperimentazioni (%)
Gassificazione con aria	50,5	43	6,5
Gassificazione con CO₂/O₂	49	42	9
Desolforazione	49	42	17
Cattura CO₂	34	29	37
Co-gassificazione carbone Biomasse	50	42	8

Sperimentazione
sul processo
di
gassificazione



```
graph LR; A((Sperimentazione sul processo di gassificazione)) --> B[Migliorare le Procedure di start-up e shut-down]; A --> C[Migliorare la Stabilità del processo/ profili termici]; A --> D[Definire Condizioni operative "standard"]; A --> E[Migliorare i criteri di caricamento del carbone]; A --> F[Migliorare il sistema di scarico delle ceneri]; A --> G[Acquisire esperienza operativa sul processo]; A --> H[Individuare punti critici per successive migliorie];
```

Migliorare le Procedure di start-up e shut-down

Migliorare la Stabilità del processo/ profili termici

Definire Condizioni operative "standard"

Migliorare i criteri di caricamento del carbone

Migliorare il sistema di scarico delle ceneri

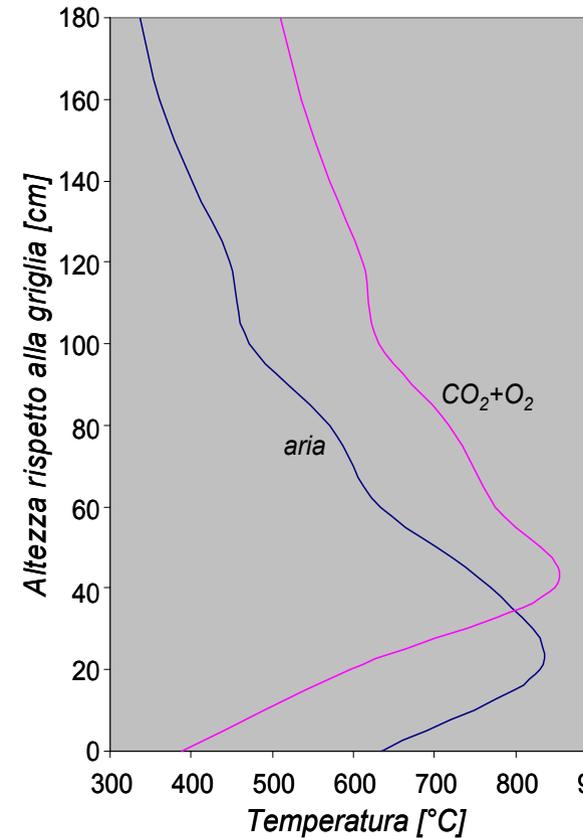
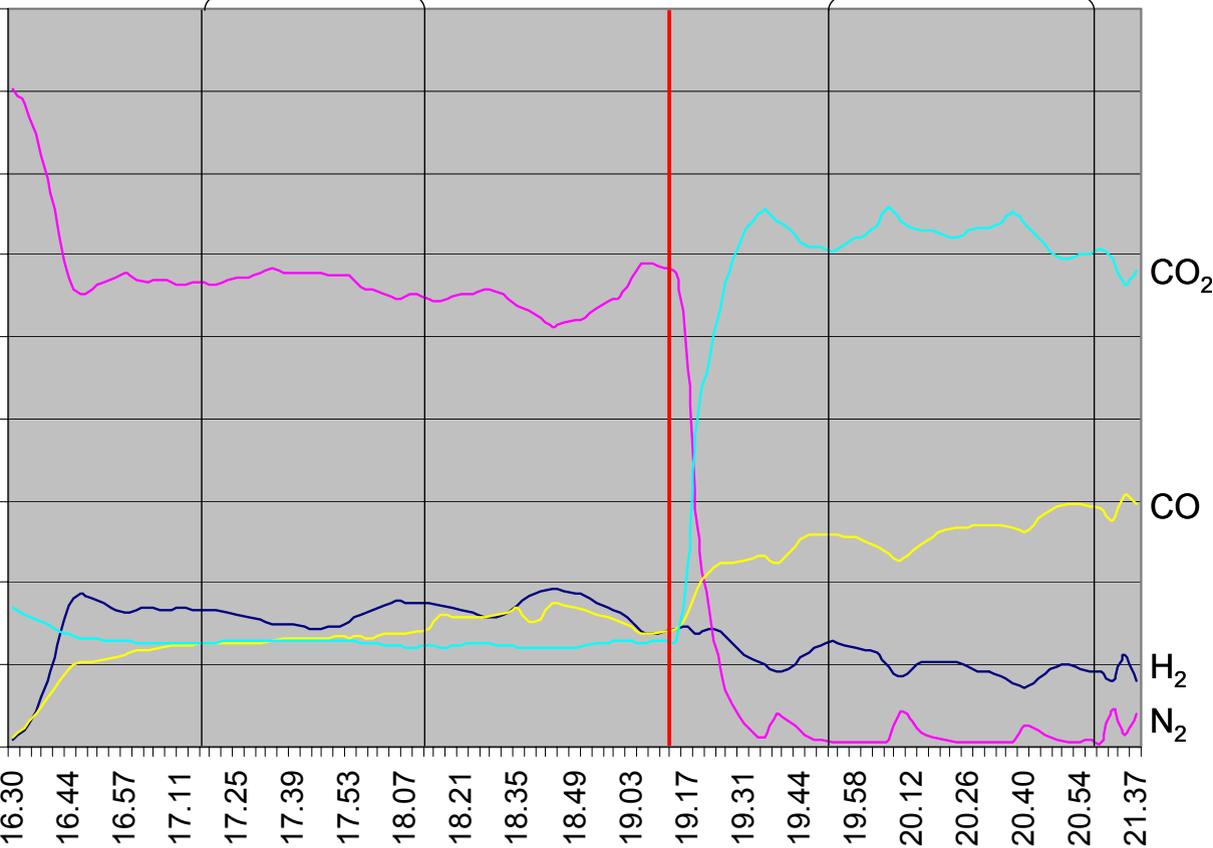
Acquisire esperienza operativa sul processo

Individuare punti critici per successive migliorie

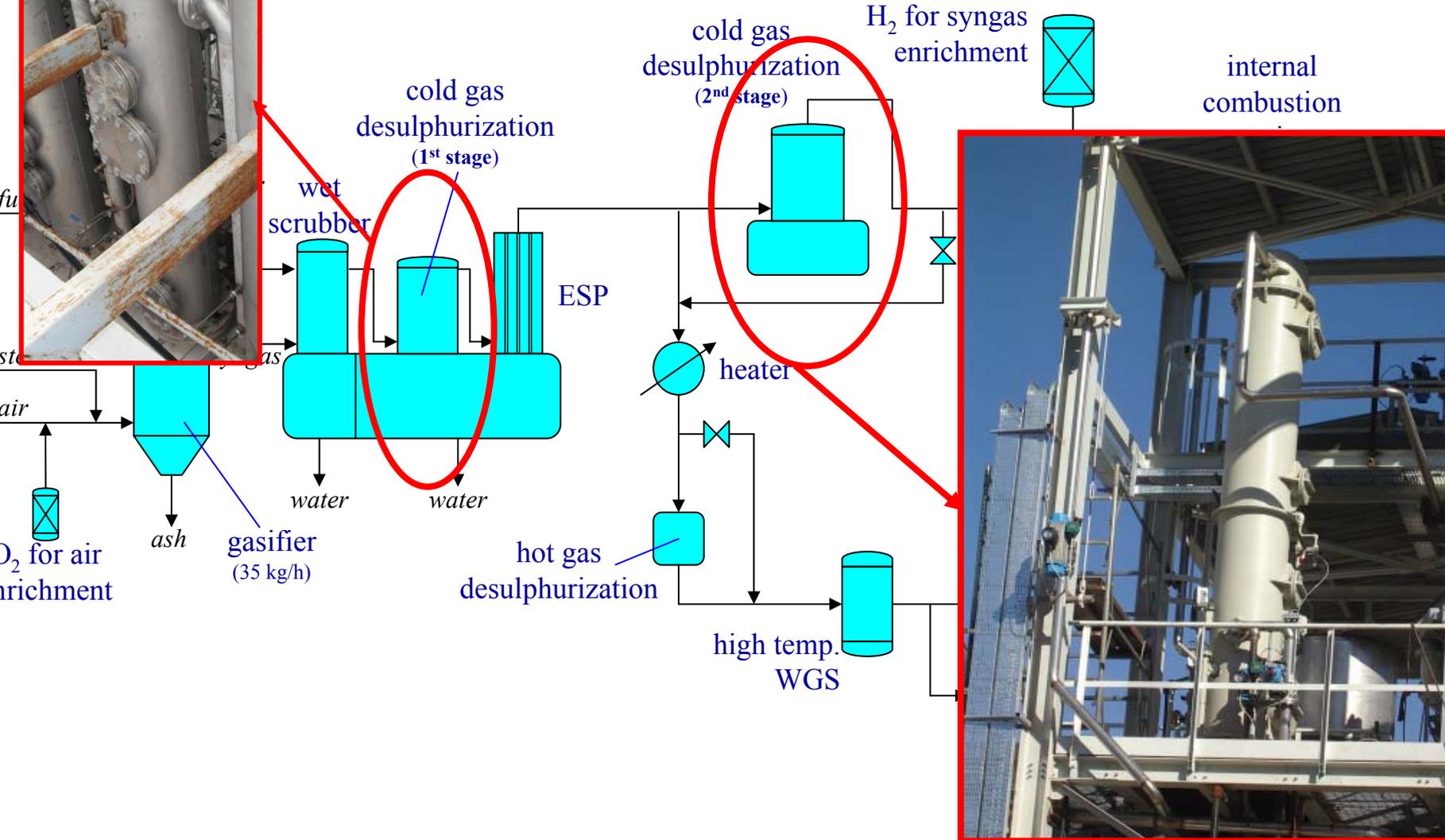
Sperimentazioni su gassificazione con miscela CO₂ – O₂

Intervallo di campionamento
fase di gassificazione con aria

Intervallo di campionamento
fase di gassificazione con CO₂-O₂



Sperimentazione di desolfurazione con diversi solventi



Sperimentazione di desolforazione con diversi solventi



Risultati sperimentazioni Desolforazione a Freddo

Concentrazione media H₂S nel syngas trattato

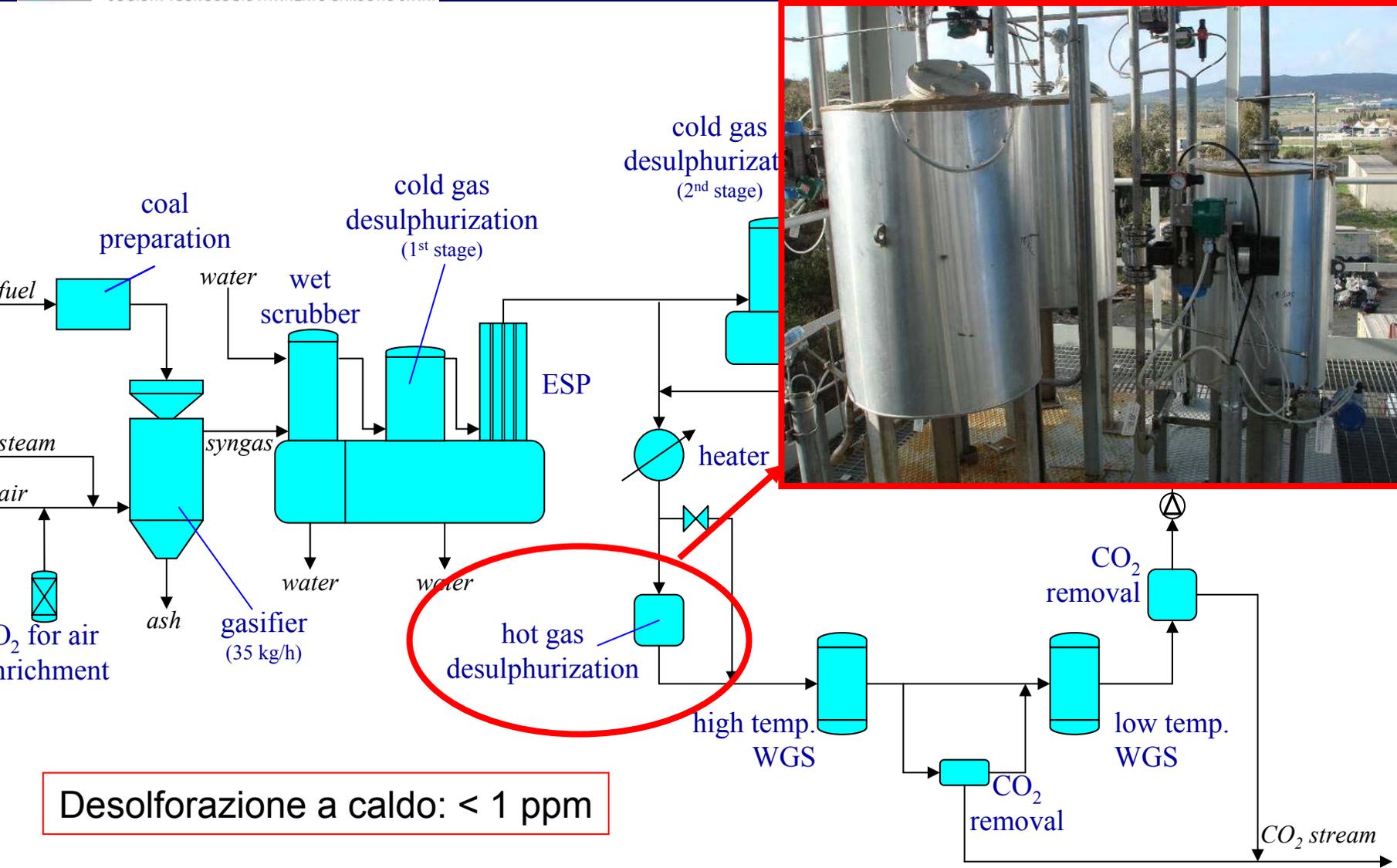
1° stadio CGD (soluz NaOH): 3 ppm H₂S

2° stadio CGD (soluz NaOH+NaClO): 1-3 ppm “

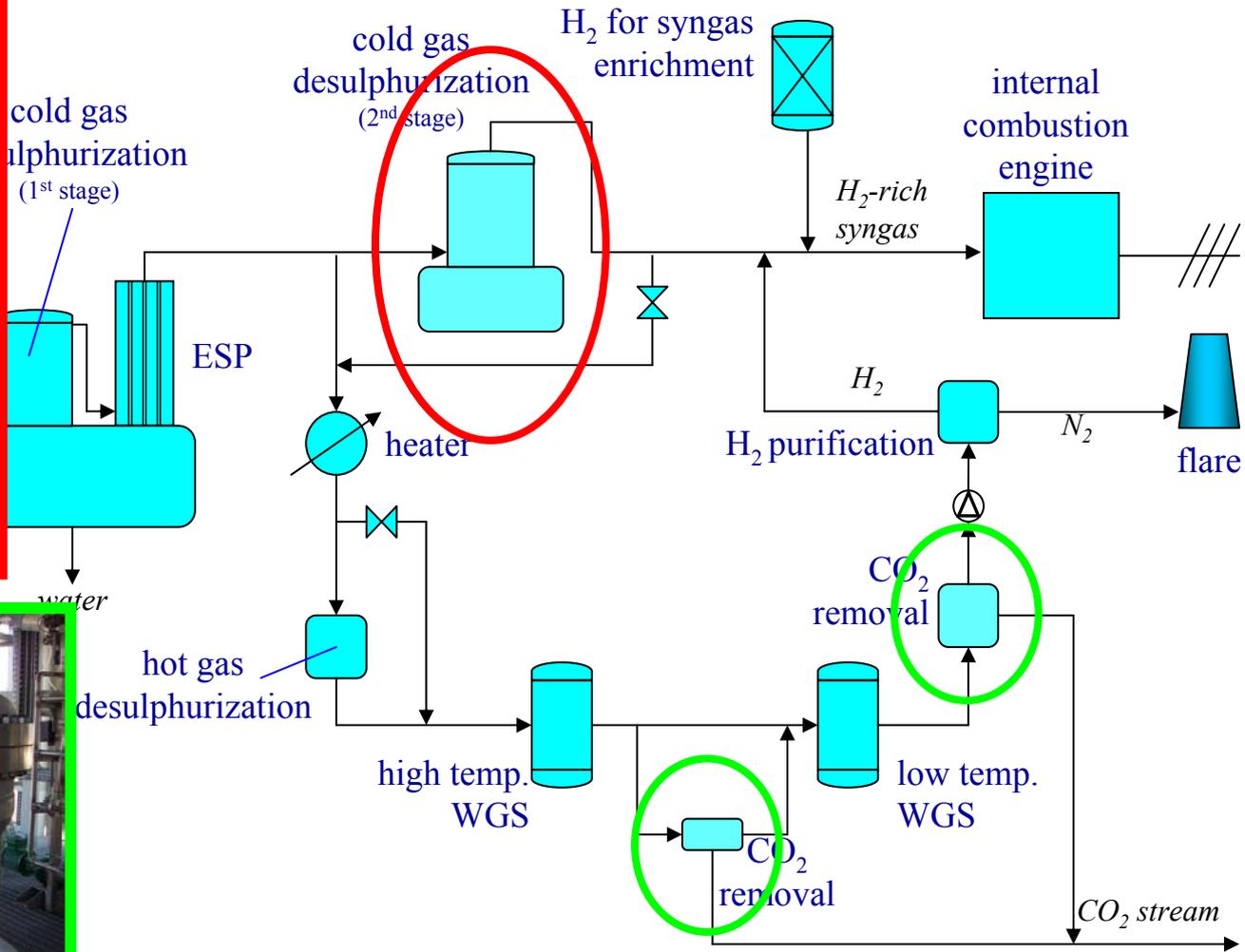
2° stadio CGD (soluz MEA) : 1-2 ppm “



Risultati - Desolforazione a caldo



Desolforazione a caldo: < 1 ppm



Sperimentazioni sui sistemi di Cattura CO₂

Prove di messa a punto delle apparecchiature

concentrazione iniziale di CO₂: **10-12%**

portata gas trattato: **20-25 Nm³/h**

1. SAC (Reattore a bolle)

solventi impiegati

- MEA 30% (in peso) (5Molare)
- MEA 18.5% (in peso) (3 Molare)

efficienza di rimozione:

< 80% (prima delle modifiche)

e **95-99%** (valore attuale)

2. Colonna a riempimento

solventi impiegati

- MDEA 34.5% (in peso) Prova funzionale
- MDEA 28% + piperazina 2% (in peso)

→ $\eta = 87\%$

Miglioramenti impianto ed inserimento di nuova strumentazione



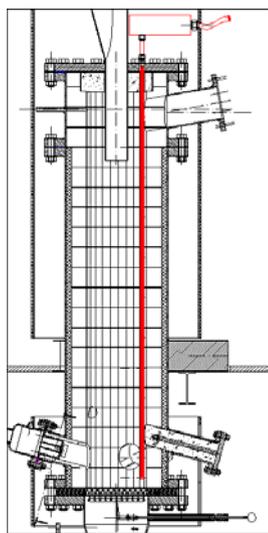
Sistema di miscela CO2/O2



Misuratore di portata syngas



Centralina di comando e controllo

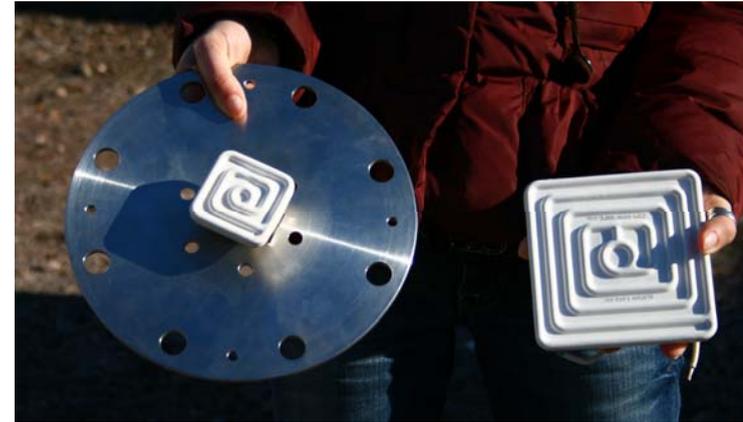


termocoppia multipla

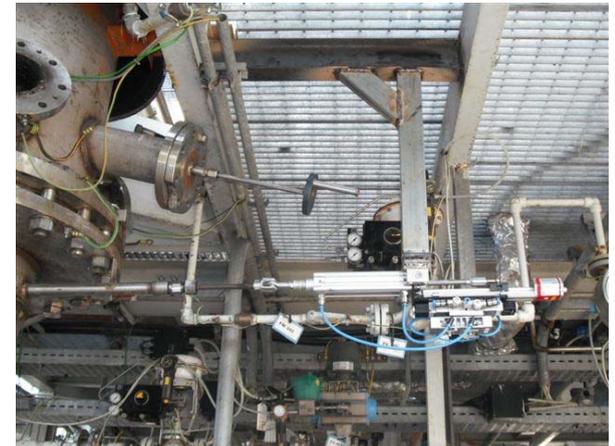


Sistema di Campionamento ed analisi del TAR

Miglioramenti impianto ed inserimento di nuova strumentazione



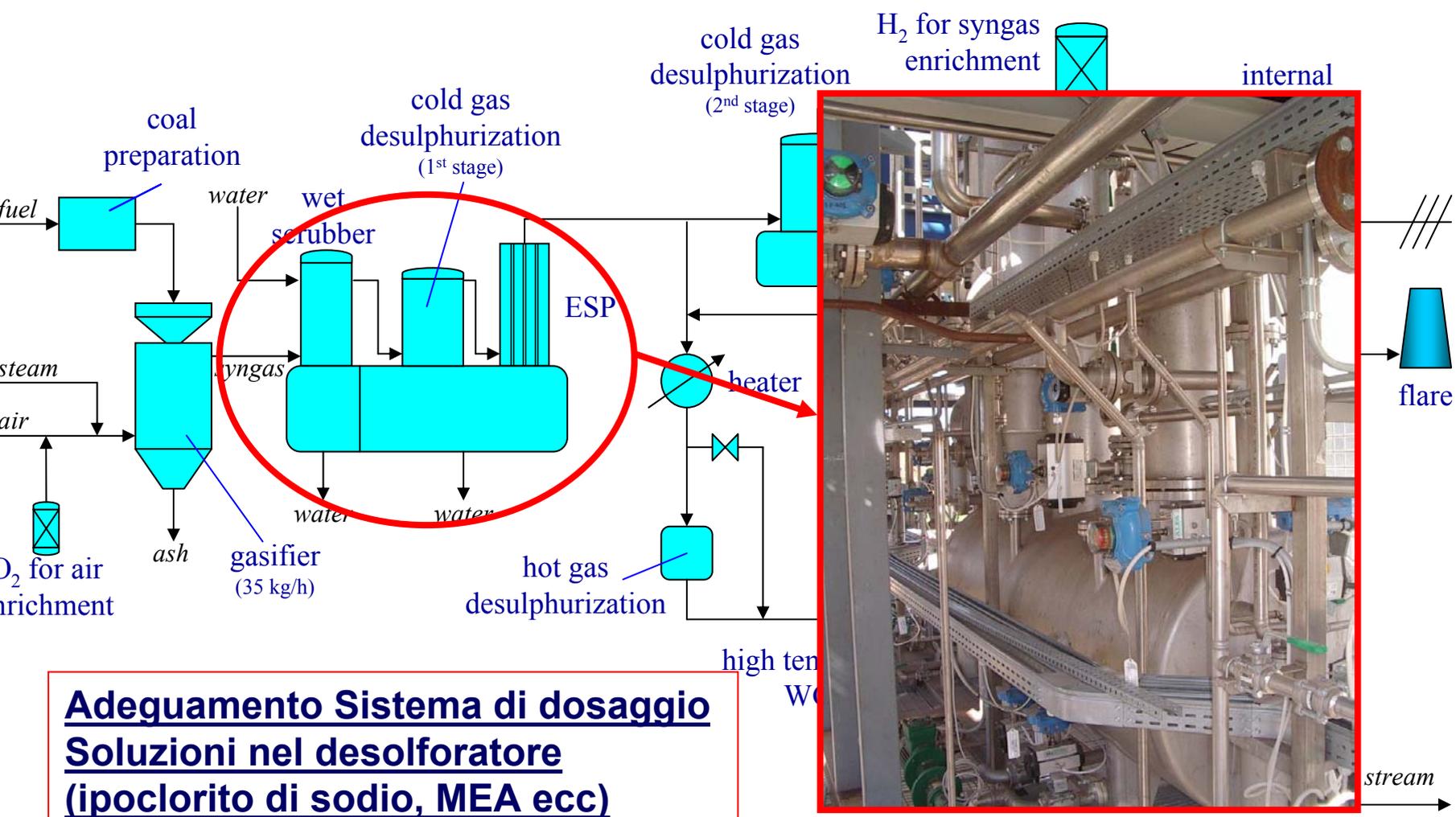
lampade a irraggiamento (in materiale ceramico)



Modifica griglia di Scarico ceneri

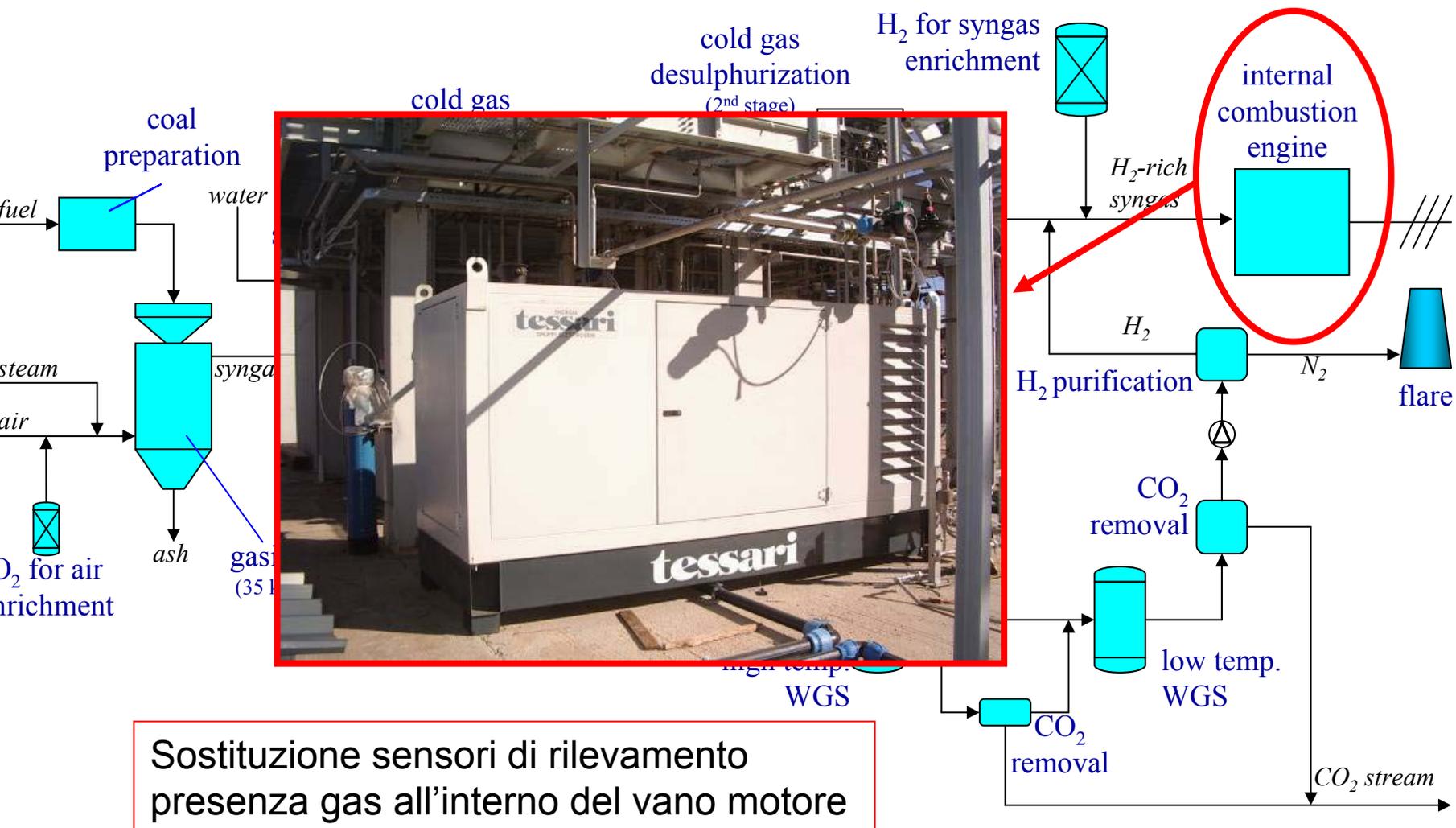
Sistema pneumatico Di movimentazione Griglia di scarico

Miglioramenti impianto ed inserimento di nuova strumentazione

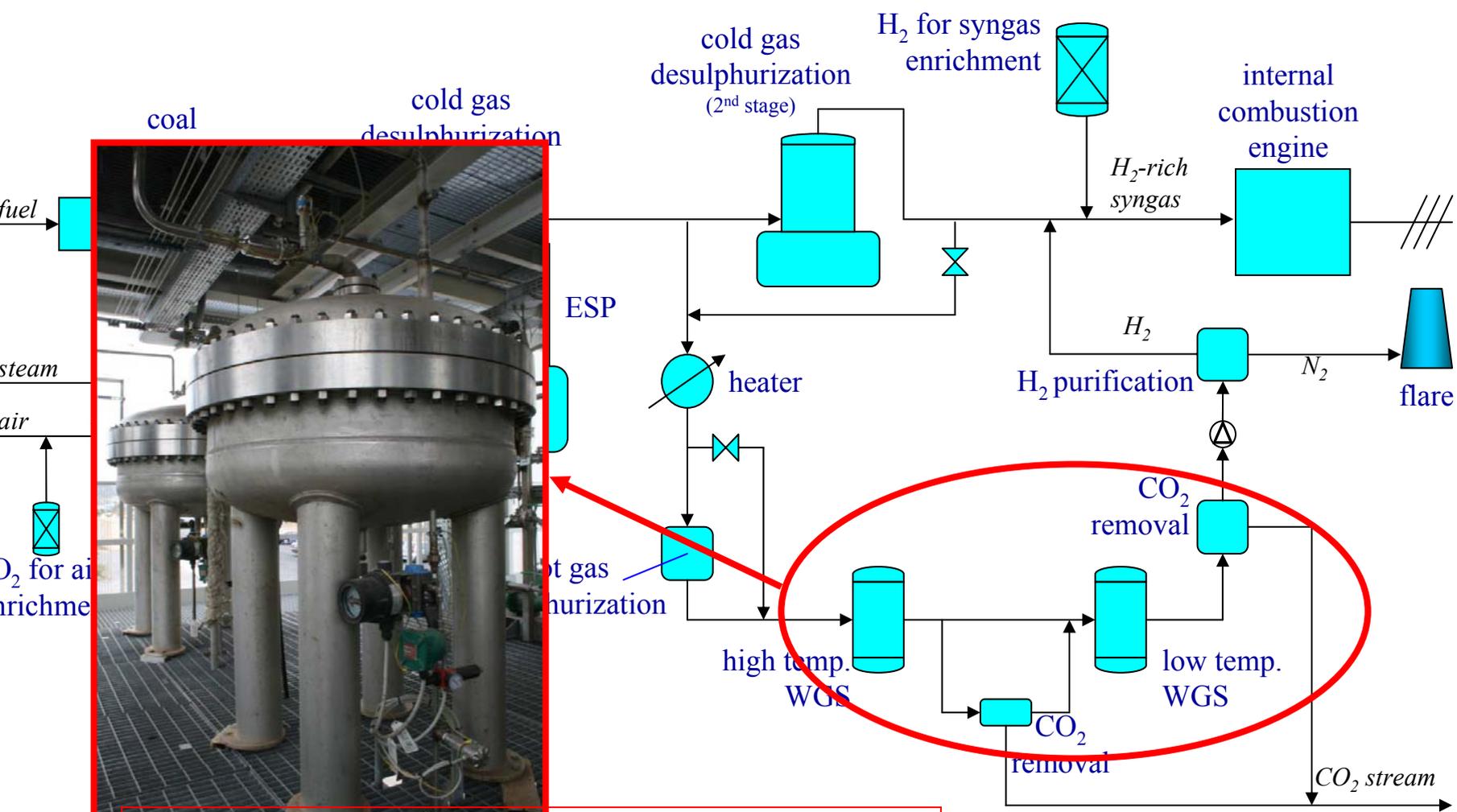


Adeguamento Sistema di dosaggio
Soluzioni nel desolfatore
(ipoclorito di sodio, MEA ecc)

Miglioramenti impianto ed inserimento di nuova strumentazione



Miglioramenti impianto ed inserimento di nuova strumentazione



Adeguamento Sezione di separazione CO₂

Sviluppi futuri
Attività CERSE III annualità

Attività connesse allo
sviluppo tecnologie CCS

Sviluppo attività sperimentali
sulla piattaforma pilota

Sperimentazioni Processi
di cattura CO₂ da Fumi
(post-combustione)

Processo di gassificazione
e trattamento syngas

Sperimentazioni Processi
di cattura CO₂ da Syngas
(pre-combustione)

Sviluppi futuri
Attività CERSE III annualità

Attività connesse allo
sviluppo tecnologie CCS

Sperimentazioni Processi
di cattura CO₂ da Fumi
(post-combustione)

Sperimentazioni Processi
di cattura CO₂ da Syngas
(pre-combustione)



tali

e

Sviluppi futuri
Attività CERSE III annualità

Attività connesse allo
sviluppo tecnologie CCS

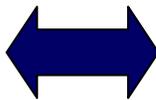
Sviluppo attività sperimentali
sulla piattaforma pilota

Sperimentazioni Processi
di cattura CO₂ da Fumi
(post-combustione)

Processo di gassificazione
e trattamento syngas

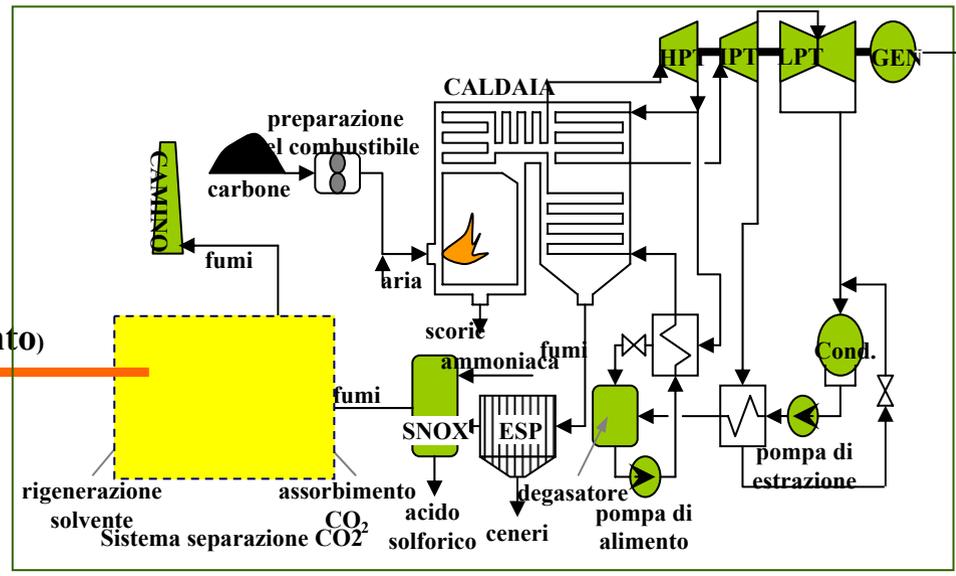
Sperimentazioni Processi
di cattura CO₂ da Syngas
(pre-combustione)

Sperimentazioni pilota su
cattura CO₂

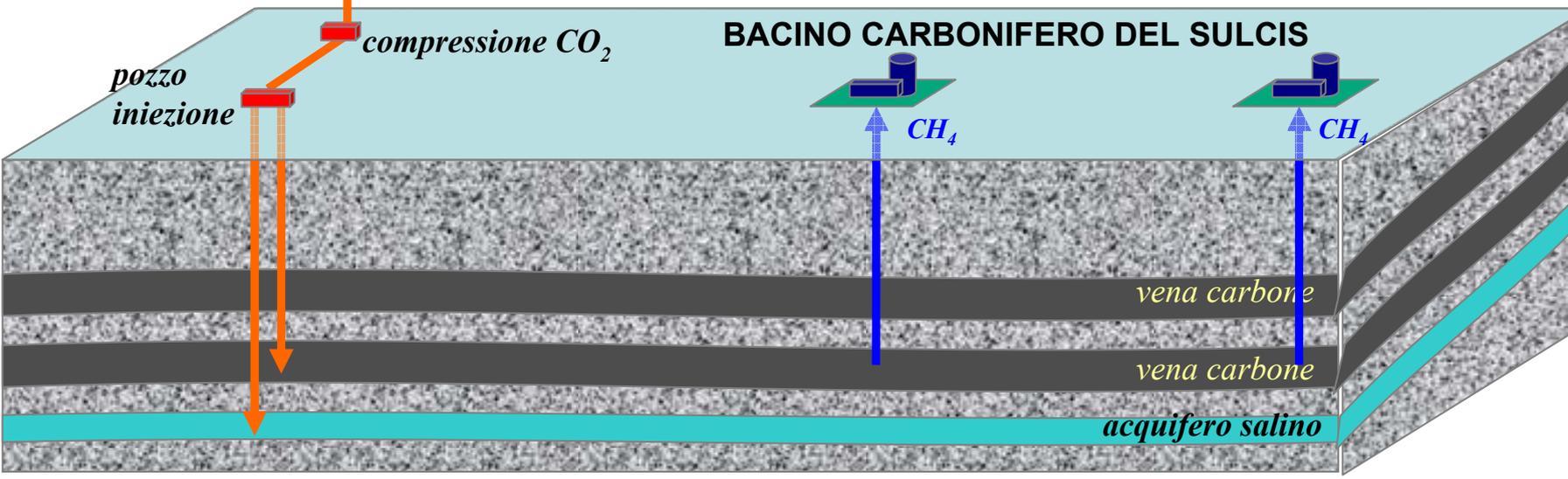


Studio di pre fattibilità di
Centrale nel Sulcis
dotata di CCS

Centrale da 450 MWe



Confinamento geologico CO₂



Grazie per l'attenzione