



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Sperimentazione in continuo dei processi di gassificazione

A. Pettinau, C. Frau



Report RdS/2010/7

Indice

Premessa	2
1. Introduzione	4
2. La sezione di gassificazione dell'impianto pilota Sotacarbo	7
2.1 Il reattore di gassificazione	7
2.2 Apparecchiature ausiliarie	9
2.3 Sistema di campionamento e analisi	11
2.4 Sviluppi e adattamenti apportati nel corso del progetto	11
3. Obiettivi della sperimentazione	14
3.1 Procedure di start-up e shut-down	14
3.2 Fase operativa	15
4. Organizzazione della campagna sperimentale	16
4.1 Programmazione e obiettivi delle singole prove	16
4.2 Combustibile impiegato	18
5. Procedure di start-up e shut-down dell'impianto	22
5.1 Procedura di start-up	22
5.2 Procedura di shut-down	26
6. Prestazioni "standard" del processo di gassificazione	30
6.1 Proprietà del syngas	30
6.2 Profili termici	31
6.3 Valutazione delle prestazioni globali	32
7. Prestazioni in differenti condizioni operative	38
7.1 Condizioni di massima potenzialità dell'impianto	39
7.2 Gassificazione con miscele di carbone Sulcis e Sudafricano	39
7.3 Co-gassificazione di carbone e biomasse	40
7.4 Gassificazione con aria arricchita in ossigeno	42
8. Test di gassificazione con miscele di CO₂ e O₂	43
8.1 Generalità sul processo di gassificazione con CO ₂ e O ₂	43
8.2 Obiettivi generali della ricerca	46
8.3 Valutazione delle prestazioni dell'impianto	46
8.4 Composizione tipica del syngas	47
8.5 Profili termici	48
8.6 Valutazione delle prestazioni globali	49
8.7 Conclusioni sui test di gassificazione con miscele di CO ₂ e O ₂	51
9. Altri test effettuati	53
10. Conclusioni e possibili sviluppi futuri	54
11. Riferimenti	55

Sperimentazione in continuo dei processi di gassificazione

1. Introduzione

Nell'ambito delle attività di ricerca per lo sviluppo di un processo di gassificazione del carbone e trattamento del syngas per una produzione di idrogeno ed energia elettrica a emissioni estremamente ridotte di agenti inquinanti e di anidride carbonica, Sotacarbo ha recentemente sviluppato una piattaforma pilota (figura 1.1) comprendente due impianti di gassificazione in letto fisso up-draft (tecnologia Wellman-Galusha) e una linea per la depurazione e lo sfruttamento energetico del syngas.



Figura 1.1. La piattaforma pilota Sotacarbo.

In particolare, le sperimentazioni di cui è oggetto il presente documento sono state effettuate nella sezione di gassificazione dell'impianto pilota della piattaforma.

Tale impianto, oltre alla sezione di gassificazione, comprende due differenti linee di trattamento del syngas, dedicate una alla produzione di energia elettrica e una al trattamento a caldo del syngas per la produzione di idrogeno.

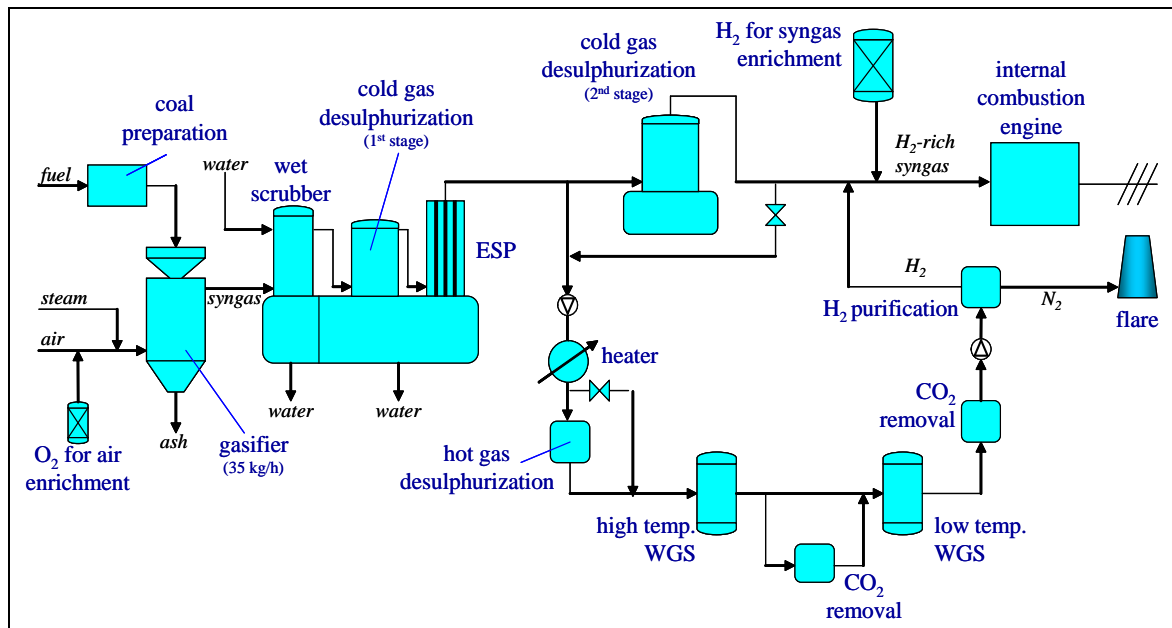


Figura 1.2. Schema di flusso semplificato dell'impianto pilota.

In particolare, con riferimento alla figura 1.2, il syngas proveniente dal gassificatore viene inviato a una unità compatta che è composta da tre differenti colonne: una torre di lavaggio (scrubber) per il raffreddamento del syngas e la prima rimozione di polveri e tar; un primo stadio di desolfurazione a freddo (necessario per il funzionamento con carboni ad alto tenore di zolfo), utilizzando una soluzione acquosa di soda; un precipitatore elettrostatico (ESP) per la rimozione delle polveri e del tar residui.

A valle del precipitatore elettrostatico, nelle condizioni nominali di funzionamento, il syngas può essere inviato completamente al secondo stadio di desolfurazione a freddo, utilizzando una miscela di soda e ipoclorito di sodio in soluzione acquosa e, successivamente, a un motore a combustione interna da circa 24 kW (elettrici) per la produzione di energia elettrica.

Una porzione del syngas prodotto, pari a circa 20-25 Nm³/h, può essere inviata, in alternativa, alla linea di trattamento a caldo del syngas per la produzione di idrogeno. In tale linea il gas è riscaldato (fino a circa 350-400 °C) e inviato a un sistema di desolfurazione a caldo, seguito da un sistema integrato di CO-shift e assorbimento della CO₂, seguito dall'unità di purificazione dell'idrogeno. In particolare, l'unità di desolfurazione a caldo comprende due reattori, in configurazione lead-leg, riempiti con un sorbente a base di ossido di zinco, che consentono una rimozione accurata (fino a 1 ppm) dei composti dello zolfo presenti nel syngas. L'unità di CO-shift

