



Ricerca di Sistema 2011/12

Roma 28/29 Novembre 2012

ENEA Sede, Via Giulio Romano, 41 - Roma

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"

Studi sull'Utilizzo Pulito dei Combustibili Fossili Cattura e Sequestro della CO₂ c/o Sotacarbo

Ing. Paolo Deiana – UTTEI COMSO



Laboratorio Processi per la Combustione Sostenibile

28 Novembre 2012

Sustainable Combustion Processes
Laboratory



- Introduzione
- Inquadramento attività nella cornice dell'AdP
- Le tecnologie, gli impianti e i materiali usati
- Il ruolo e le attività di ENEA c/o Sotacarbo
- Le attività c/o Casaccia
- Conclusioni

La compartecipata Sotacarbo S.p.A.

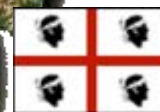


Società Tecnologie Avanzate Carbone

è stata costituita nel 1987 in attuazione dell'art. 5 della legge 351/85 "Norme per la riattivazione del bacino carbonifero del Sulcis" con la finalità di sviluppare tecnologie innovative ed avanzate nell'utilizzazione del carbone.

Azionariato:

- **50% ENEA**
- **50% Regione Sardegna**

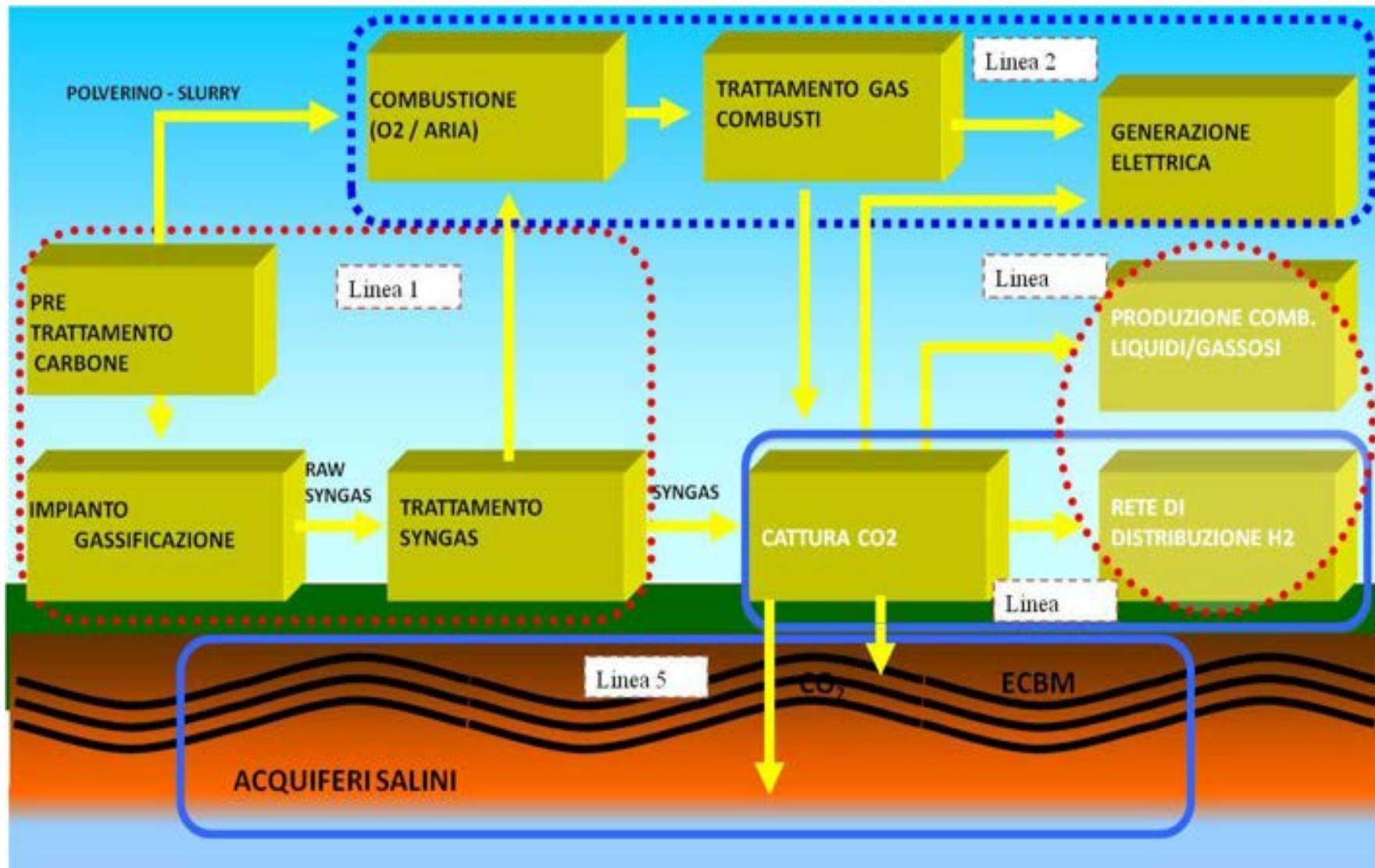


ENEA



**Bacino
Carbonifero
Sulcis**

I processi e le tecnologie di riferimento



RdS: Obiettivi PAR 2011 e attività Sotacarbo

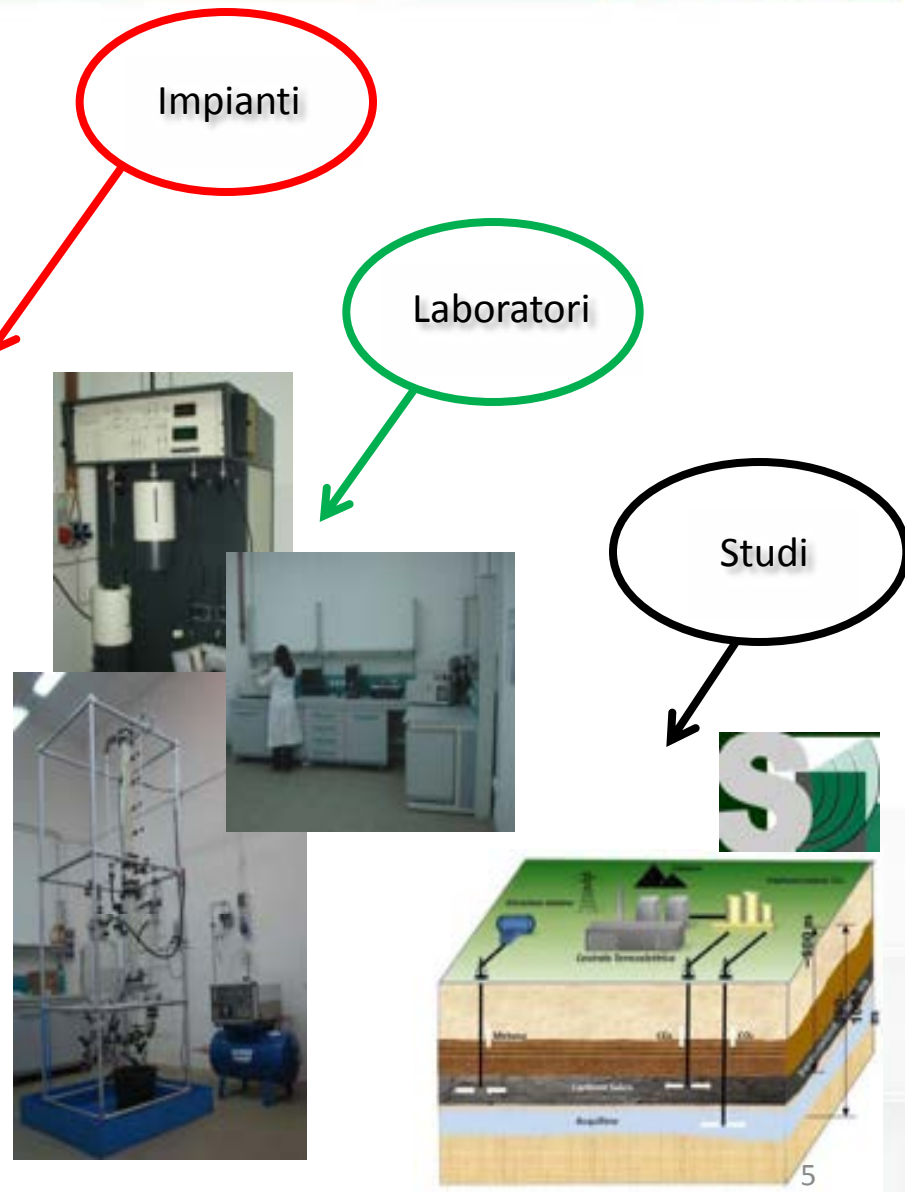
Linea di attività A:
Produzione e trattamento
combustibili gassosi e liquidi
da carbone



Linea di attività B:
Aumento dell'efficienza delle
tecnologie di cattura della
CO2 con produzione di
elettricità "zero emission"



Linea di attività C:
Tecnologie di sequestro e
utilizzo della CO2 e
progettazione di un
impianto dimostrativo
completo



Obiettivi PAR 2011 e Linee di Attività



		Descrizione obiettivo
UNICA Dip. Ing. Meccanica UNICA Dip. Scienze Chimiche UNIROMA1 Dip. Ing. Chimica	→ Linea A: produzione e trattamento combustibili gassosi e liquidi da carbone	A1: Sperimentazione e ottimizzazione di impianti di gassificazione
		A2: Studi e test su processi avanzati di gassificazione/pirolisi carbone Sulcis
POLIMI Chimica	→	A3: Analisi del processo Coal ToLiquid
UNICA Dip. Ing. Chimica	→ Linea B: delle tecnologie di cattura della CO2 con produzione di elettricità "zero emission"	B1: Cattura della CO2 ad elevata temperatura (Zecomix)
		B2: Studi sui processi di cattura della CO2 con solventi (ammine)
		B3: Sviluppo di bruciatori avanzati per combustione di syngas ricco di H2
		B4: Ottimizzazione processo di ossi-combustione di polverino di carbone
UNICA Dip. Ing. Meccanica UNIROMA1 CER1	→ Linea C: tecnologie di della di un impianto dimostrativo completo	C1: Studio cinetico e termodinamico della reazione di metanazione
		C2: Aggiornamento dimostrativo SULCIS con sequestro CO2 zona del Sulcis
		D: Comunicazione, diffusione dei risultati

*Sperimentazione e
ottimizzazione di impianti
di gassificazione*

Diagnostica e stabilità di funzionamento
Ottimizzazione funz.(scarico ceneri, caricamento carbone)
Sviluppo sensoristica e controllo di processo

*Trattamenti di clean-up
del syngas*

Abbattimento del tar e delle ceneri
Depolverazione con sistemi WESP
Desolforazione con solventi liquidi
Desolforazione con sorbenti solidi ZnO alta temperatura

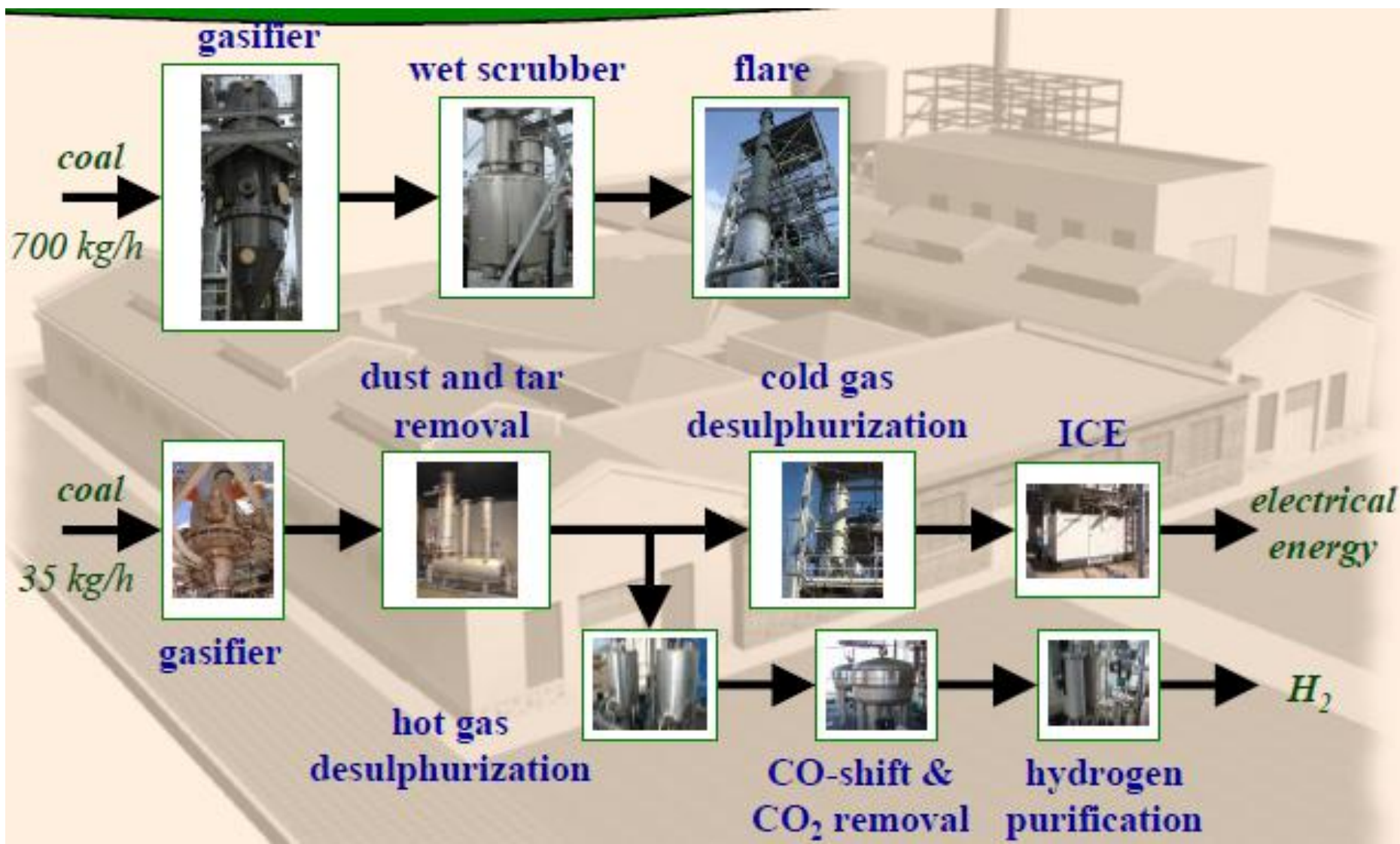
*Sperimentazione di
processi di cattura della
CO₂ con solventi*

Cattura con ammine e con nuovi solventi
Rigenerazione termica dei solventi
CO-shift integrato, PSA e produzione di H₂

*Studi e aggiornamento
progetto SULCIS*

Studio di applicabilità del processo di co-gassificazione
Studio progettuale sistema di combustione a polverino
Aggiornamento dimostrativo CCS Sulcis

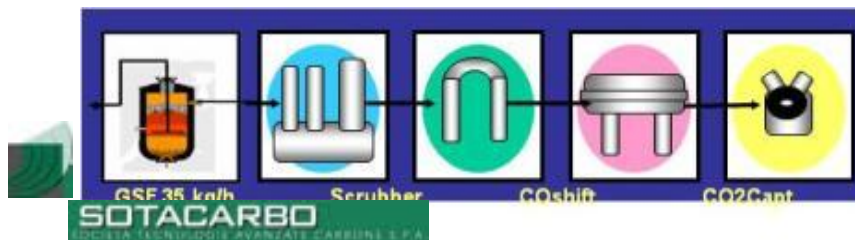
Impianto di gassificazione e trattamento syngas



La sperimentazione impianti di gassificazione

Nell'ambito del progetto sono state effettuate 26 prove sperimentali per un totale di 420 ore, e test di verifica di funzionamento dei nuovi sistemi inseriti nell'impianto, per un totale di 80 ore.

- 13 test di valutazione delle prestazioni processo di gassificazione
- 2 test di verifica di funzionamento dell'elettrofiltro
- 8 test di valutazione delle prestazioni dell'impianto in generazione elettrica
- 3 test di valutazione delle prestazioni in produzione di idrogeno
- 2 test di valutazione dell'efficienza di desolforazione a freddo, impiegando ammine, nella colonna a riempimento progettata come II stadio di desolforazione a freddo
- 1 test di combustione con cattura della CO₂ sui fumi
- 3 test di co-gassificazione carbone e biomasse
- 3 test di rigenerazione ammine
- 4 test di assorbimento CO₂ e rigenerazione ammine con gas simulato
- 2 test di assorbimento CO₂ e rigenerazione ammine con syngas



Sperimentazione impianti di gassificazione



**Preriscaldamento
Colonna
Rigenerazione**



**Nuovo
Gasometro**

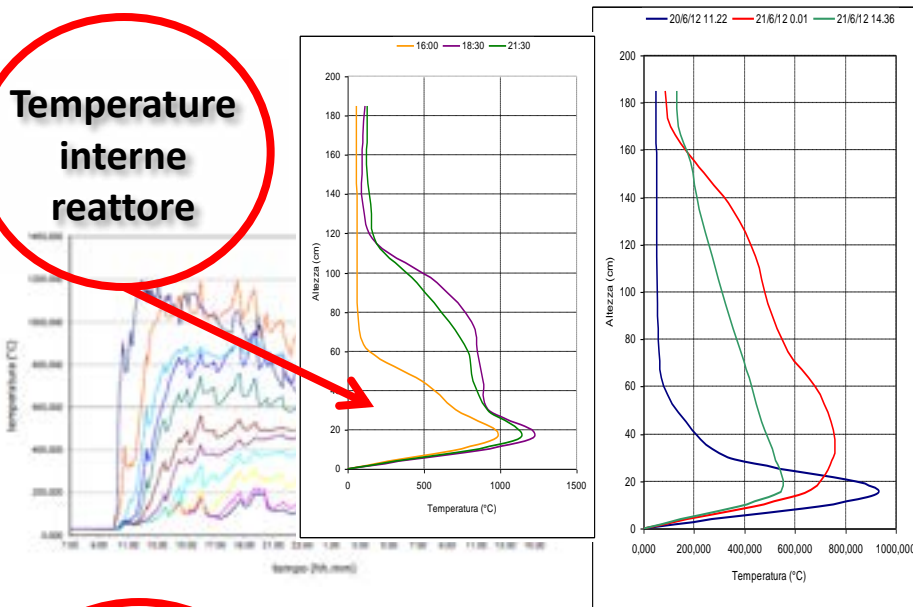


**Nuovo
Analizzatore Gas**

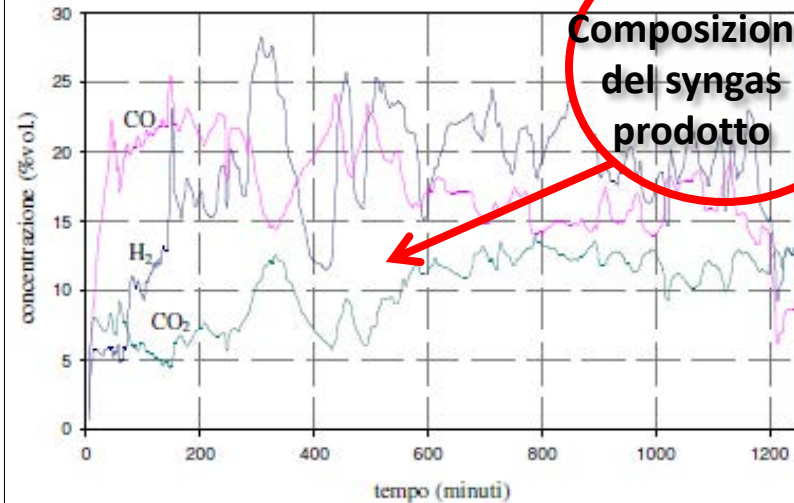
	<i>Data</i>	<i>Obiettivo principale della prova</i>	<i>Combustibile impiegato</i>
1	27/10/2011	Test preliminare gassif. carbone Usibelli	Carbone Usibelli (Alaska)
2	10/11/2011	Gassificazione carbone Usibelli	Carbone Usibelli (Alaska)
3	16/11/2011	Gassificazione carbone Usibelli	Carbone Usibelli (Alaska)
4	14/12/2011	Funzionamento motore	70% carbone sudafricano + 30% pellet legno
5	02/02/2012	Gassificazione e motore	Carbone Usibelli (Alaska)
6	05/04/2012	Gassificazione e motore	90% carbone Usibelli + 10% carbone Sulcis
7	03/05/2012	Gassificazione e motore	Carbone russo
8	09/05/2012	Test preliminare di biogassificazione	Cippato di legno locale (pinus pinea)
9	07/06/2012	Gassificazione e motore	95% carbone Usibelli + 5% carbone Sulcis
10	14/06/2012	Gassificazione e linea a caldo	95% carbone russo + 5% carbone Sulcis
11	20/06/2012	Test di gassificazione di lunga durata (36 ore)	95% carbone russo + 5% carbone Sulcis
12	28/06/2012	Gassificazione e linea a caldo	95% carbone russo + 5% carbone Sulcis
13	05/07/2012	Gassificazione e linea a caldo	80% carbone sudafricano + 20% pellet di legno
14	12/07/2012	Gassificazione ed elettrifiltro	80% carbone russo + 20% carbone Sulcis
15	19/07/2012	Test di gassificazione di lunga durata (36 ore)	60% carbone russo + 40% carbone Sulcis
16	26/07/2012	Gassificazione e rimozione CO ₂ linea a freddo	60% carbone russo + 40% carbone Sulcis
17	02/08/2012	Gassificazione e rimozione CO ₂ linea a freddo	60% carbone russo + 40% carbone Sulcis

Ottimizzazione di processi, sistemi e componenti

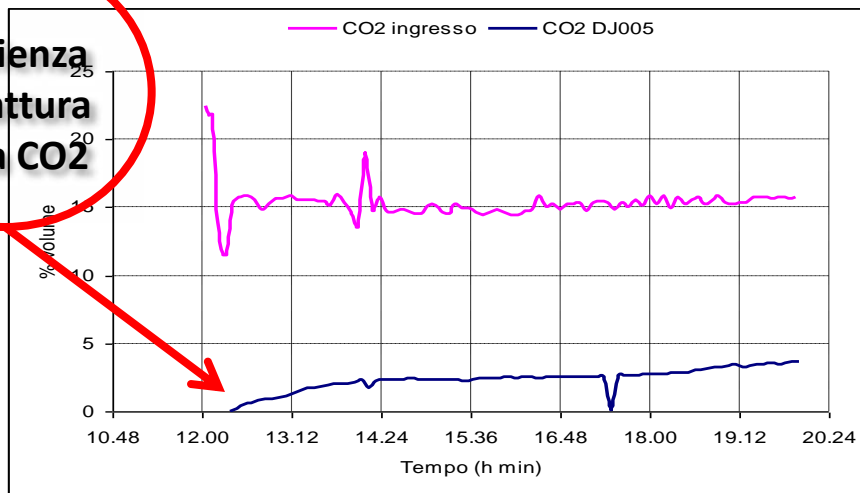
Temperature
interne
reattore



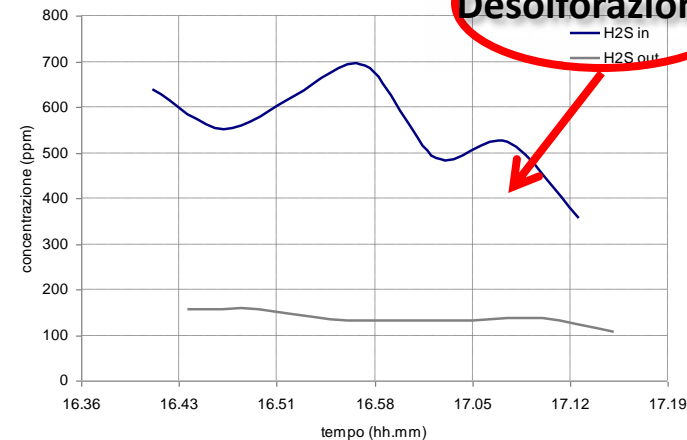
Composizione
del syngas
prodotto



Efficienza
di Cattura
della CO2

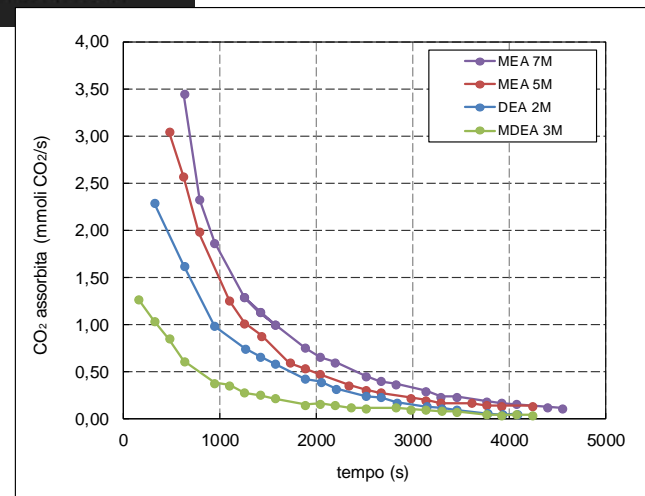
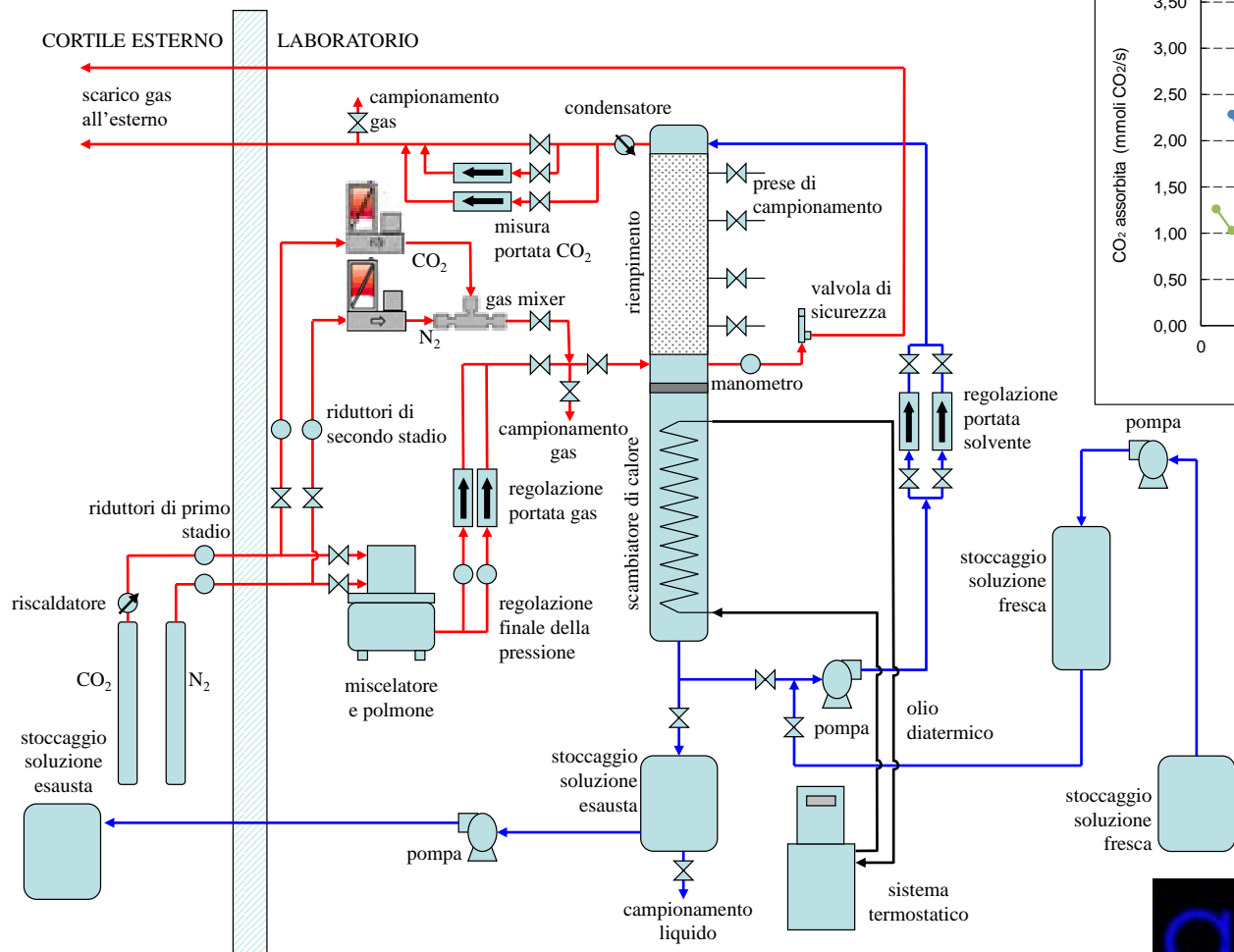


Desolforazione



Il laboratorio GAIA: testing solventi cattura CO2

(Greenhouse-gas Absorption In Amine-based solvents)



Il laboratorio GAIA : testing solventi cattura CO2



	Portata gas (Nm ³ /h)	CO ₂ in ingresso (%)	Portata liquido (dm ³ /h)	L/G (kg _{solv} /kg _{gas})	Eff. rimoz. CO ₂ (%)	Densità (kg/m ³)	pH	caricamento (mol _{CO2} / mol _{solv})
1	2,0	5	20	7,8	97,91	1025	10,68	0,103
2	2,5	5	20	6,3	96,85	1026	10,72	n.d.
3	3,0	5	20	5,2	94,23	1031	10,64	n.d.
4	2,0	15	20	7,4	95,58	1049	10,17	0,290
5	2,5	15	20	5,9	89,50	1063	10,04	0,290
6	3,0	15	20	4,9	85,20	1064	10,06	0,290
7	2,0	30	20	6,8	89,28	1080	9,75	0,380
8	2,5	30	20	5,5	64,83	1096	9,39	0,446
9	3,0	30	20	4,6	48,08	1102	9,34	0,468

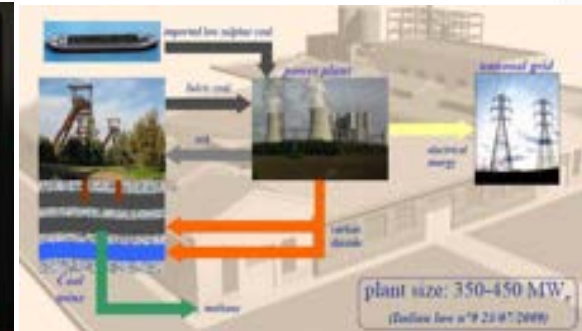
Densità (kg/m ³)	pH	caricamento (mol _{CO2} / mol _{solv})
1030	10,05	n.d.
1030	10,03	n.d.
1030	10,00	n.d.
1030	9,70	n.d.
1029	9,75	n.d.
1031	9,66	n.d.
1037	9,50	n.d.
1037	9,50	n.d.
1038	9,50	n.d.

Tabella 7.2. Risultati dei test a ciclo aperto con MEA 5M.

...erto con MDEA 3M.

Confrontando, a parità di condizioni operative, le efficienze di rimozione della CO₂ appare evidente come la MEA sia di gran lunga il solvente più efficace tra quelli esaminati, con valori massimi di efficienza pari al 97,9% nel caso della concentrazione 5M e al 98,7% nel caso della concentrazione 7M. La DEA non consente invece di superare un'efficienza di rimozione della CO₂ pari al 60,5% mentre la MDEA non raggiunge nemmeno il 10%.

1. Studio tecnico-economico sull'applicabilità del processo di co-gassificazione di carbone e biomasse con produzione di energia elettrica nel preesistente impianto di gassificazione Sotacarbo da 5 MWt
2. Studio e analisi progettuale per la realizzazione presso il C.R. Sotacarbo di un sistema di combustione a polverino di carbone integrato con sistemi di cattura della CO2 Postcombustione
3. Aggiornamento dello studio relativo all'impianto dimostrativo a carbone con cattura e confinamento geologico della CO2



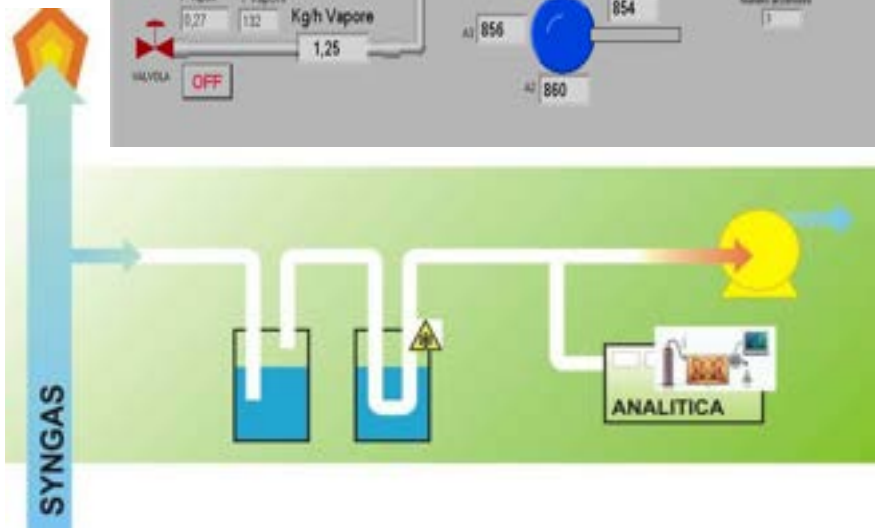
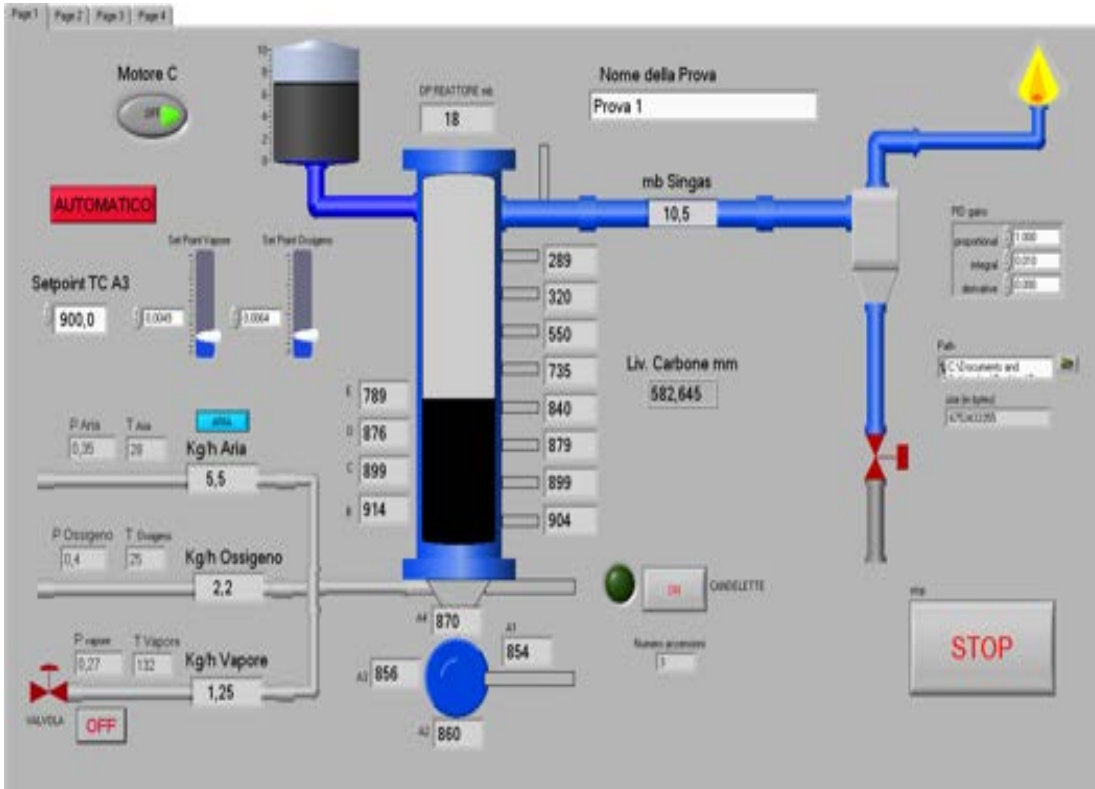
1. Modifiche e migliorie degli impianti per la gassificazione del carbone
2. Acquisizione e prima sperimentazione di un nuovo sistema di analisi syngas
3. Caratterizzazione dei sistemi di campionamento e analisi del syngas
4. Sperimentazione gassificazione e co-gassificazione
5. Sperimentazione sistemi di pulizia e trattamento gas
6. Produzione di energia elettrica e idrogeno
7. Sperimentazione dei processi di cattura della CO₂ con ammine
8. Sperimentazione della rigenerazione dei solventi a base di ammine
9. Messa a punto, modifiche e migliorie di un impianto prova da laboratorio per la cattura della CO₂ e la rigenerazione termica dei solventi
10. Valutazione e misura dei principali parametri di interesse in un sistema di cattura della CO₂ e di rigenerazione di solventi liquidi a base di ammine
11. Studio tecnico-economico sulla applicabilità del processo di co-gassificazione di carbone e biomasse con produzione di energia elettrica nel preesistente impianto di gassificazione Sotacarbo da 5 MWt
12. Studio e analisi progettuale per la realizzazione presso il C.R. Sotacarbo di un sistema di combustione a polverino di carbone integrato con sistemi di cattura della CO₂ postcombustione
13. Aggiornamento dello studio relativo all'impianto dimostrativo a carbone con cattura e confinamento geologico della CO₂

Le attività in Casaccia c/o l'impianto GESSICA

E' stato realizzato c/o C.R. ENEA Casaccia il nuovo impianto Generatore Sperimentale di Syngas da Carbone(GESSICA)



Le attività in Casaccia c/o l'impianto GESSICA



- La gassificazione del carbone è un processo noto che comunque abbisogna di ottimizzazioni e sviluppi per meglio interfacciarsi con la cattura della CO₂
- Sono state condotte nell'ultimo anno sperimentazioni per oltre 400 ore tra gli impianti Enea e Sotacarbo
- ENEA opera in questo campo con attività di R&S su diverse scale (studi, lab, impianti) a supporto dei progetti CCS
- Gli obiettivi sono importanti: riduzione costi, aumento efficienza
- Sviluppi futuri (SEN): progetti EU CCS, centro di eccellenza tecnologico, laboratorio naturale storage CO₂, ottimizzazione impianti piattaforma pilota, impianti e labs c/o Casaccia

Grazie per la cortese
attenzione



www.enea.it

paolo.deiana@enea.it

