



Progetto 2.2: Tecnologie innovative per l'utilizzo pulito di combustibili fossili, cattura e sequestro della CO₂

Risultati nell'annualità 2008/2009

Attività previste per l'annualità 2011



Le sfide della ricerca sulle tecnologie CCS

1) *Applicare le attuali tecnologie di cattura della CO₂ agli impianti di produzione di energia*

I^a generazione

- Post-comb: solventi amminici
- Pre-comb: catalizzatori di water-gas shift e solventi a base di glicoli
- Oxy-comb: impianti PC o a letto fluido con ASU criogenico

Realizzazione dei dimostrativi europei (2015-2020)

2) *Ridurre i costi della cattura della CO₂ (40 €/tonn ?)*

II^a generazione (2020-2030)

- Post-comb: solventi amminici di II^a generazione
- Pre-comb: sorbenti solidi
- Oxy-comb: oxy-fuel GT, purificazione CO₂
- Integrazione in impianti esistenti

III^a generazione (2030 ed oltre)

- Post-comb: sorbenti solidi e membrane
- Pre-comb: sorbenti solidi per cattura CO₂ e H₂S, membrane ad a.t.
- Oxy-comb: chemical looping, membrane
- Nuovi cicli ad elevata integrazione

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

Impianto SOTACARBO



Impianto ZECOMIX



Impianto IDEA



Impianto ISOTHERM (ITEA-Sofinter)



<p>Linea di attività A: Produzione e trattamento combustibili gassosi e liquidi da carbone</p>	A1: Sperimentazione e ottimizzazione di impianti di gassificazione
	A2: Studi e test su processi avanzati di gassificazione/pirolisi carbone Sulcis
	A3: Analisi del processo Coal To Liquid
<p>Linea di attività B: Aumento dell'efficienza delle tecnologie di cattura della CO2 con produzione di elettricità "zero emission"</p>	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
<p>Linea di attività C: Tecnologie di sequestro e utilizzo della CO2 e progettazione di un impianto dimostrativo completo</p>	C1: Studio cinetico e termodinamico della reazione di metanazione
	C2: Pre-fattibilità impianto dimostrativo con sequestro CO2 zona del Sulcis
	D: Comunicazione, diffusione dei risultati

Obiettivi PAR 2008-2009: contratti universitari (17)



UNICA Dip. Ing. Meccanica
UNICA Dip. Scienze Chimiche
UNIROMA1 Dip. Ing. Chimica
UNIROMA2 Tecn. Chimiche

UNIROMA2 Dip. Ing. Civile

UNIPISA Dip. Ing. Chimica
POLIMI Chimica

UNIVAQ Dip Chimica

UNIROMA3 Dip. DIMI

UNIROMA1 Dip. DMA
POLIMI Dip. DCMIC

UNINapoli Federico II Dip. DIC
UNIPISA Dip. Ing. Chimica

UNIROMA1 Dip. Chimica

UNICA Dip. Ing. Meccanica
UNICA Geingegneria
UNIROMA1 CERi

Descrizione obiettivo	
Linea A: produzione e stoccaggio di gas sintetici da carbone	A1: Sperimentazione e ottimizzazione di impianti di gassificazione
	A2: Studi e test su processi avanzati di gassificazione/pirolisi carbone Sulcis
	A3: Analisi del processo Coal To Liquid
Linea B: aumento dell'efficienza delle tecnologie di cattura della CO2	B1: Cattura della CO2 ad elevata temperatura (Zecomix)
	B2: Studi sui processi di cattura della CO2 con solventi (ammine)
Linea C: sviluppo di tecnologie di conversione di elettricità "zero emissioni"	B3: Sviluppo di bruciatori avanzati per combustione di syngas ricco di H2
	B4: Ottimizzazione processo di ossi-combustione di polverino di carbone
Linea D: sviluppo di tecnologie di conversione di CO2 e progettazione di un impianto dimostrativo	C1: Studio cinetico e termodinamico della reazione di metanazione
	C2: Pre-fattibilità impianto dimostrativo con sequestro CO2 zona del Sulcis
Linea E: comunicazione e diffusione dei risultati	D: Comunicazione, diffusione dei risultati



Obiettivi PAR 2008-2009: contratto Sotacarbo



Linea di attività	Descrizione obiettivo
Linea A: sperimentazione e ottimizzazione di impianti di gassificazione	Sperimentazione e ottimizzazione di impianti di gassificazione
	A2: Studi e test su processi avanzati di gassificazione/pirolisi carbone Sulcis
	Analisi del processo Coal To Liquid
Linea B: sperimentazione in laboratorio dei processi di cattura della CO2 con solventi	B1: Cattura della CO2 ad elevata temperatura (Zecomix)
	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
Linea C: definizione preliminare impianto dimostrativo a carbone con confinamento geologico	C1: Studio cinetico e termodinamico della reazione di metanazione
	Pre-fattibilità impianto dimostrativo con sequestro CO2 zona del Sulcis
	D: Comunicazione, diffusione dei risultati

<p>Linea di attività A: Produzione e trattamento combustibili gassosi e liquidi da carbone</p>	<p>A1: Sperimentazione e ottimizzazione di impianti di gassificazione</p>
	<p>A2: Studi e test su processi avanzati di gassificazione/pirolisi carbone Sulcis</p>
	<p>A3: Analisi del processo Coal To Liquid</p>
<p>Linea di attività B: Aumento dell'efficienza delle tecnologie di cattura della CO2 con produzione di elettricità "zero emission"</p>	<p>B1: Cattura della CO2 ad elevata temperatura (Zecornix)</p>
	<p>B2: Studi sui processi di cattura della CO2 con solventi (ammine)</p>
	<p>B3: Sviluppo di bruciatori avanzati per combustione di syngas ricco di H2</p>
	<p>B4: Ottimizzazione processo di ossi-combustione di polverino di carbone</p>
<p>Linea di attività C: Tecnologie di sequestro e utilizzo della CO2 e progettazione di un impianto dimostrativo completo</p>	<p>C1: Studio cinetico e termodinamico della reazione di metanazione</p>
	<p>C2: Pre-fattibilità impianto dimostrativo con sequestro CO2 zona del Sulcis</p>
	<p>D: Comunicazione, diffusione dei risultati</p>

A1 Sperimentazione impianti di gassificazione

Sperimentazione dei processi di gassificazione e di cleanup e trattamento del syngas c/o impianti ENEA e Sotacarbo per circa 500h di avviamenti a caldo

Report:

2 di ENEA, Gassificazione e su cleanup e trattamento syngas

8 di **SOTACARBO**, Sperimentazione, migliorie e inserimento di nuova strumentazione, sistemi di lavaggio e depolverazione elettrostatica, campionamento e analisi tar, produzione di energia elettrica e H₂, cattura della CO₂ in impianto, **progettazione, realizzazione e sperimentazione della rigenerazione dei solventi**, valutazione tecnico economica dei processi oggetto della sperimentazione

DIMECA, UniCA, Analisi e modellazione di processi di Shift-conversion del CO in CO₂ integrati con impianti IGCC con rimozione della CO₂

Dip. Scienze Chimiche, UniCA, Studio e sviluppo di processi e materiali innovativi per il trattamento di syngas da carbone

Dip. Ing. Chim. Mat. e Amb. UniRoma1, Sviluppo di dispositivi per la rimozione di tar e particolato contenuti nel syngas proveniente da impianti di gassificazione

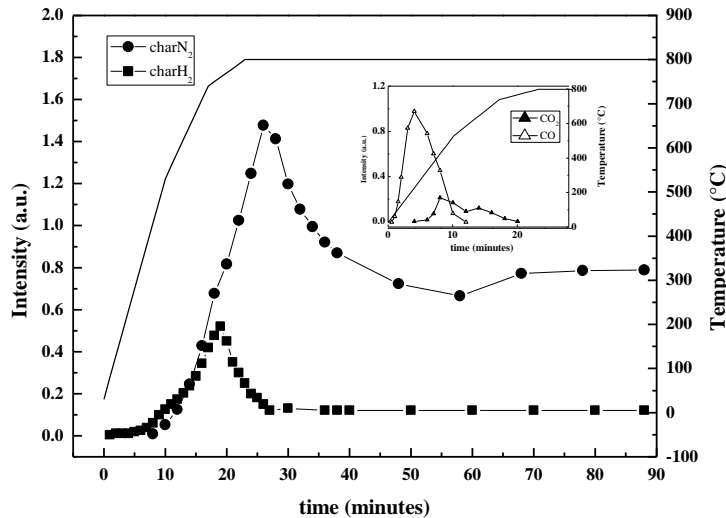
Dip. Scienze e Tecn. Chim., UniRoma2, Studio e caratterizzazione dei principali composti provenienti dalla gassificazione del carbone



<p>Linea di attività A: Produzione e trattamento combustibili gassosi e liquidi da carbone</p>	A1: Sperimentazione e ottimizzazione di impianti di gassificazione
	A2: Studi e test su processi avanzati di gassificazione/pirolisi carbone Sulcis
	A3: Analisi del processo Coal To Liquid
<p>Linea di attività B: Aumento dell'efficienza delle tecnologie di cattura della CO2 con produzione di elettricità "zero emission"</p>	B1: Cattura della CO2 ad elevata temperatura (Zecornix)
	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
<p>Linea di attività C: Tecnologie di sequestro e utilizzo della CO2 e progettazione di un impianto dimostrativo completo</p>	C1: Studio cinetico e termodinamico della reazione di metanazione
	C2: Pre-fattibilità impianto dimostrativo con sequestro CO2 zona del Sulcis
	D: Comunicazione, diffusione dei risultati

A2 Studi e test su processi avanzati di gassificazione e pirolisi

utilizzo efficiente di carboni ad alto contenuto di tar e zolfo (Sulcis)



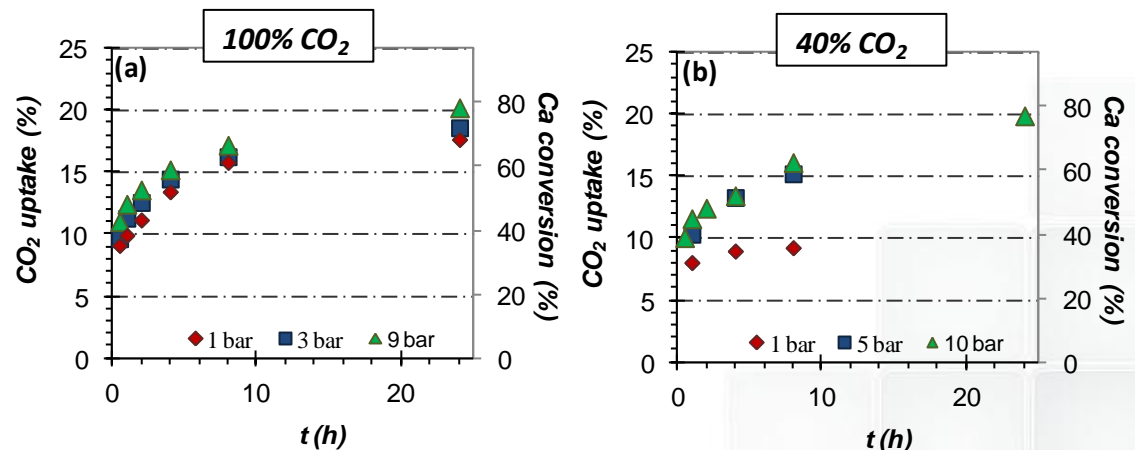
Evoluzione nel tempo di CH₄ durante il processo di idrogassificazione a 800 °C e pressione di 50 bar

Analizzata la conversione termica (pirolisi) del carbone del Sulcis in atmosfera di N₂ e H₂ per ottenere un residuo solido (char) ottimizzato per la produzione di metano. Successivamente il char ottenuto nelle varie atmosfere è stato sottoposto a un processo di idrogassificazione a 800°C e pressione di H₂ di 5.0 MPa. La reattività è risultata essere maggiore per il char prodotto in atmosfera inerte, con conversione del 36%.

utilizzo residui solidi in processi di carbonatazione

Dip. Ing. Civile, Uniroma 2

Si è concentrata l'attenzione su scorie di acciaieria. le rese di carbonatazione ed il sequestro di CO₂ si mantengono su valori piuttosto elevati anche operando con una miscela di composizione analoga a quella del syngas. Tale risultato sembra suggerire che la capacità di sequestro sia legata alla pressione parziale di CO₂ indipendentemente dalla sua concentrazione in fase gas, e rende pertanto fattibile l'integrazione degli step di cattura e sequestro di CO₂ in una unica fase.



Sequestro di CO₂ e resa di carbonatazione (a) CO₂ pura; (b) miscela CO₂-N₂ (tipo Syngas)

<p>Linea di attività A: Produzione e trattamento combustibili gassosi e liquidi da carbone</p>	A1: Sperimentazione e ottimizzazione di impianti di gassificazione
	A2: Studi e test su processi avanzati di gassificazione/pirolisi carbone Sulcis
	A3: Analisi del processo Coal To Liquid
<p>Linea di attività B: Aumento dell'efficienza delle tecnologie di cattura della CO2 con produzione di elettricità "zero emission"</p>	B1: Cattura della CO2 ad elevata temperatura (Zecornix)
	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
<p>Linea di attività C: Tecnologie di sequestro e utilizzo della CO2 e progettazione di un impianto dimostrativo completo</p>	C1: Studio cinetico e termodinamico della reazione di metanazione
	C2: Pre-fattibilità impianto dimostrativo con sequestro CO2 zona del Sulcis
	D: Comunicazione, diffusione dei risultati

A3 Analisi del processo Coal to Liquids

1. Analisi e modellazione del processo
2. Studio dello State of the Art e proposta di una realizzazione integrata nell'impianto Piattaforma Pilota
3. Modellistica del reattore Fisher-Tropsch
4. Sintesi di catalizzatori a base di Fe
5. Sperimentazione in mini impianto (~250h)



CTL



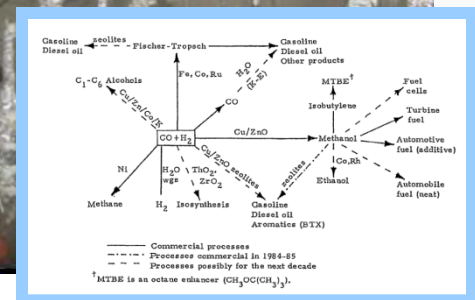
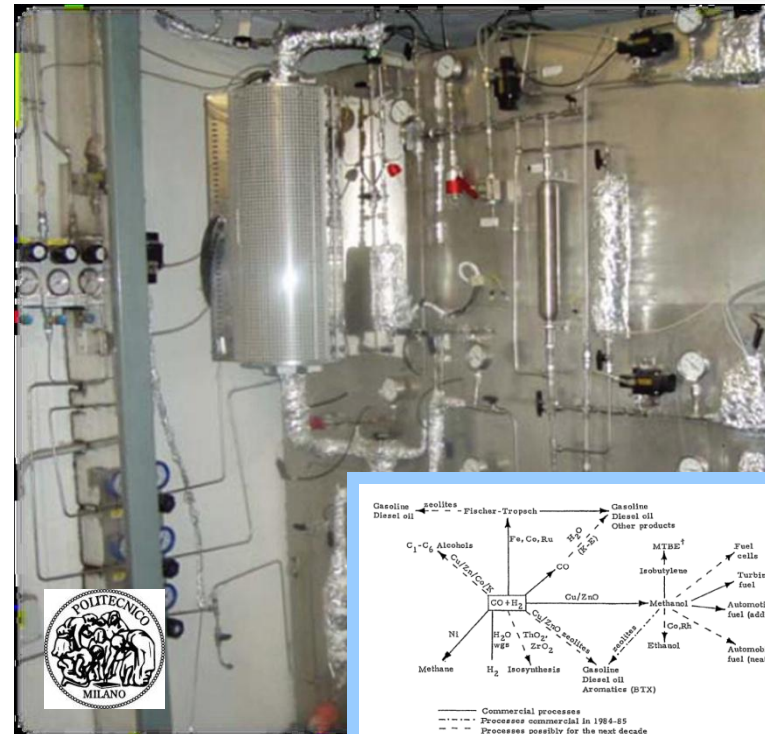
Report:

ENEA, Analisi e modellazione di impianti Coal To Liquids

SOTACARBO, Stato dell'arte delle tecnologie CTL e valutazione della possibile integrazione negli impianti della Piattaforma Pilota Sotacarbo

Dip. Energia POLIMI, Analisi e sperimentazione del processo di produzione di combustibili liquidi da carbone

Dip. Ing. Chimica e Mat. UNIPISA, Analisi e modellazione di processi e componenti per la produzione di syngas e combustibili liquidi da carbone



Obiettivi PAR 2008-2009



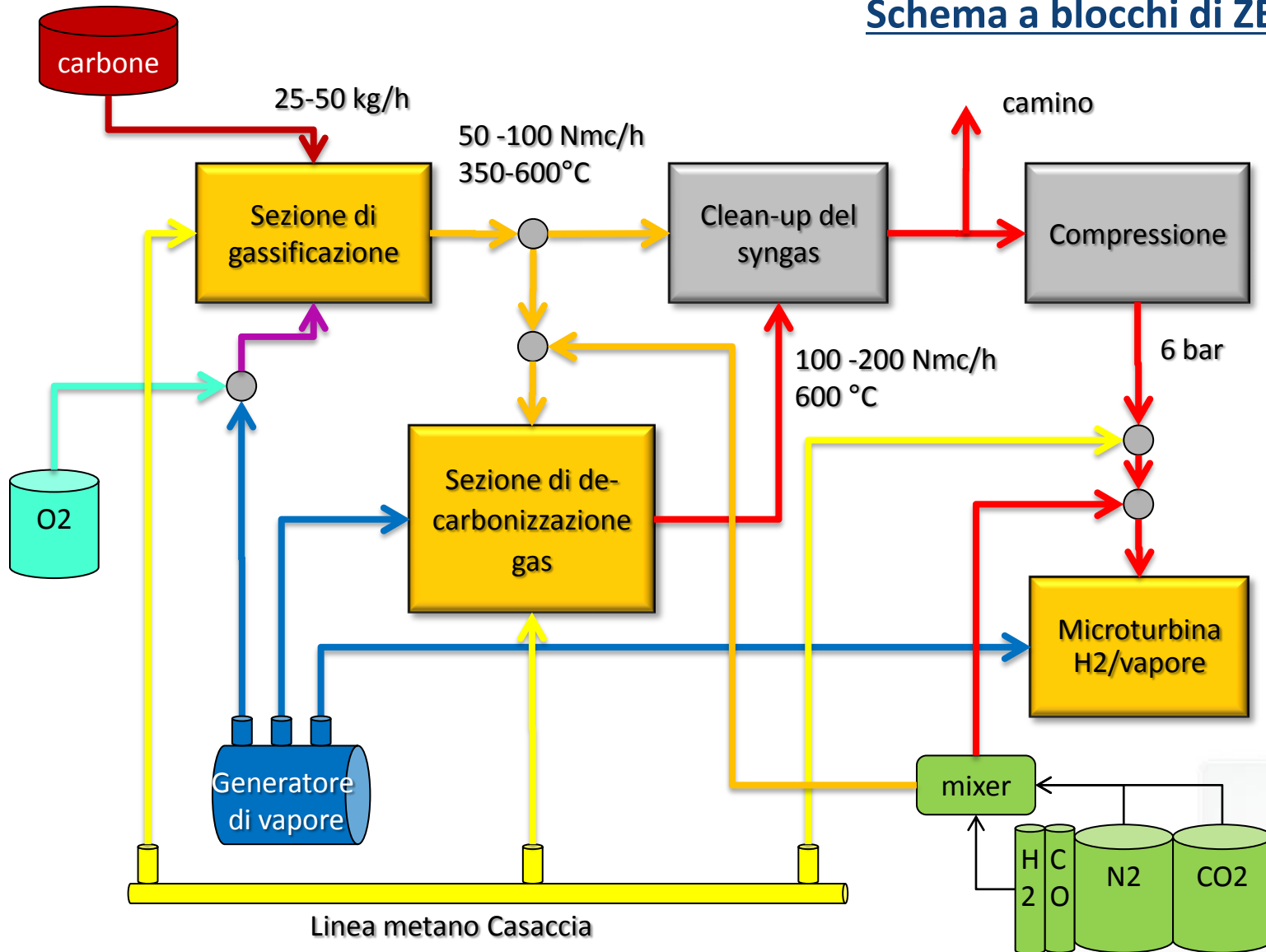
Linea di attività A: Produzione e trattamento combustibili gassosi e liquidi da carbone	A1: Sperimentazione e ottimizzazione di impianti di gassificazione
	A2: Studi e test su processi avanzati di gassificazione/pirolisi carbone Sulcis
	A3: Analisi del processo Coal To Liquid
Linea di attività B: Aumento dell'efficienza 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
Linea di attività C: Tecnologie di sequestro e utilizzo della CO2 e progettazione di un impianto dimostrativo completo	C1: Studio cinetico e termodinamico della reazione di metanazione
	C2: Pre-fattibilità impianto dimostrativo con sequestro CO2 zona del Sulcis
	D: Comunicazione, diffusione dei risultati

B1 cattura della CO₂ ad elevata temperatura con sorbenti solidi a base di ossido di calcio

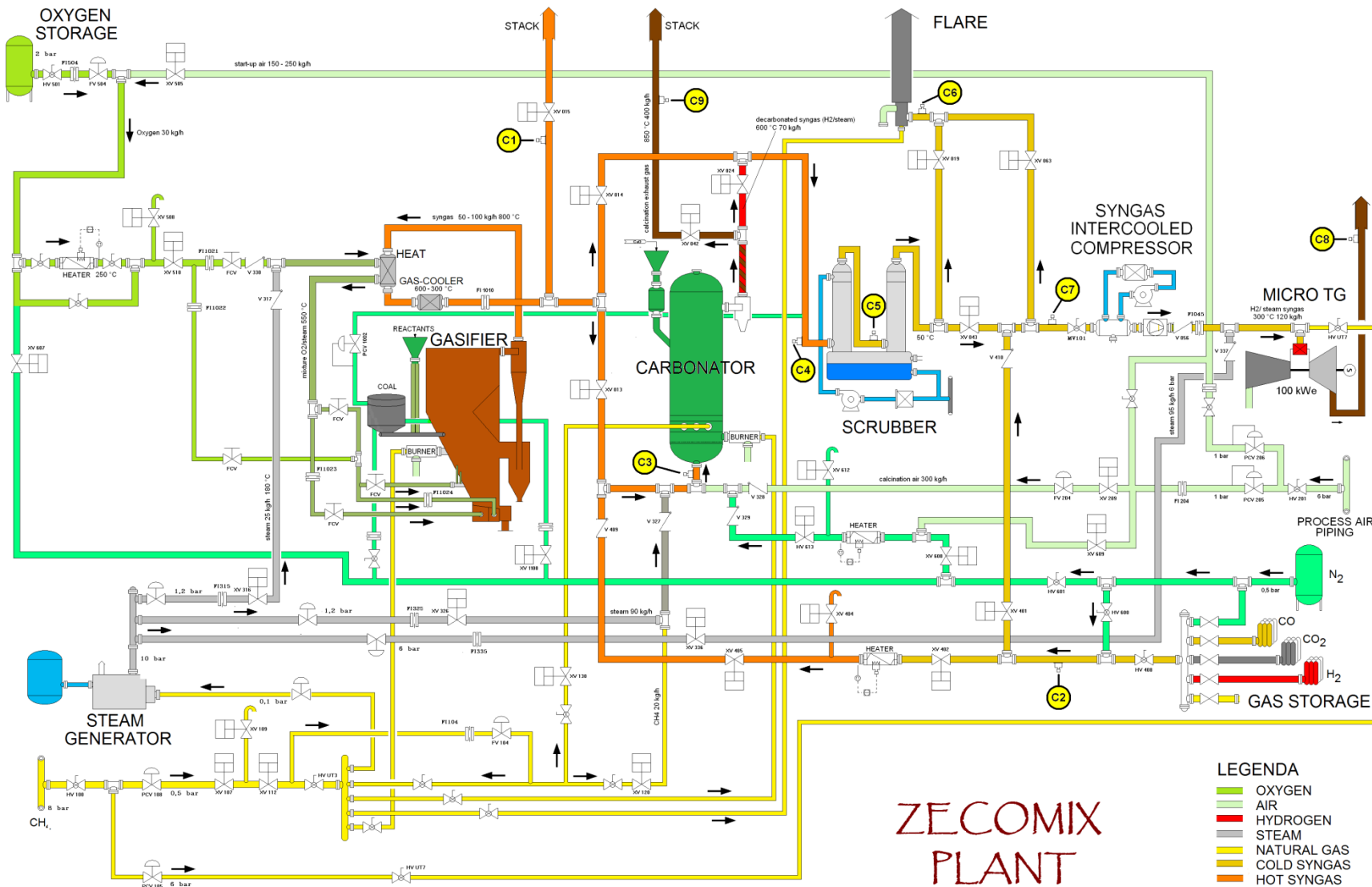


B1 cattura della CO2 ad elevata temperatura con sorbenti solidi a base di ossido di calcio

Schema a blocchi di ZECOMIX



B1 cattura della CO2 ad elevata temperatura con sorbenti solidi a base di ossido di calcio



ZECOMIX PLANT

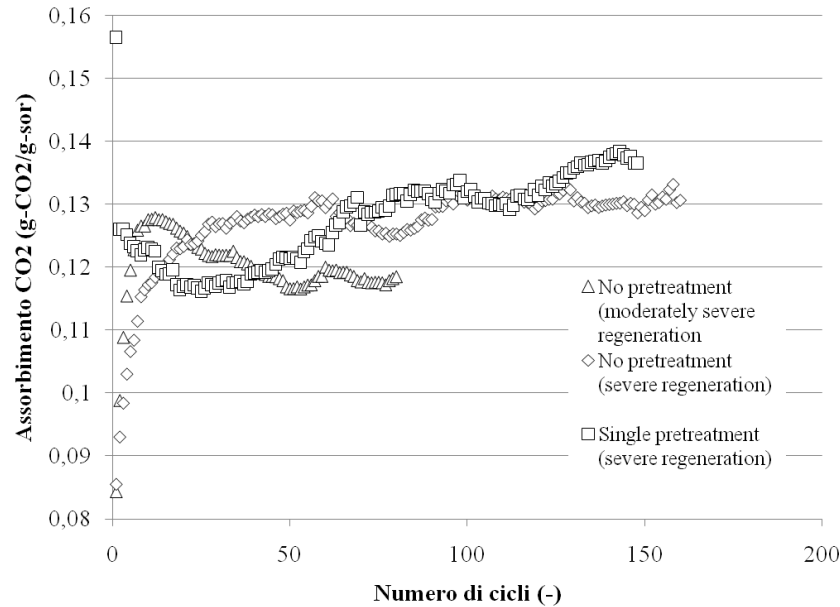
Zero Emission COal Mixed Technology

- LEGENDA**
- OXYGEN
 - AIR
 - HYDROGEN
 - STEAM
 - NATURAL GAS
 - COLD SYNGAS
 - HOT SYNGAS
 - WATER
 - FLUE GAS
 - NITROGEN
- (C)** SAMPLING POINTS

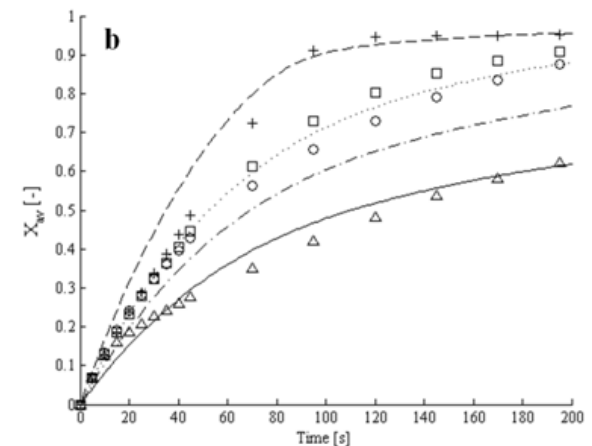
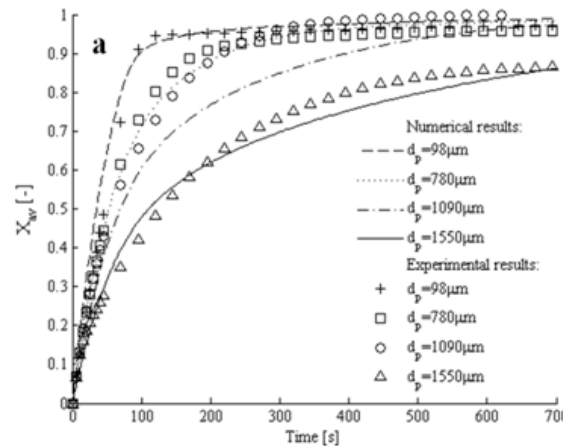
B1 cattura della CO₂ ad elevata temperatura con sorbenti solidi a base di ossido di calcio

Messa a punto sorbente e modellistica

Assorbimento della CO₂ del materiale con 75 % di fase attiva in funzione dei cicli di separazione/rigenerazione. In condizioni di rigenerazione severa (1000 °C 86% CO₂) il sorbente analizzato ha mostrato un buon grado di rigenerabilità.



Confronto tra risultati numerici (linea continua) e dati sperimentali (punti) quando viene usato lo schema geometrico cluster-cluster aggregate: (a) durante l'intero processo; (b) nei primi 200 secondi.

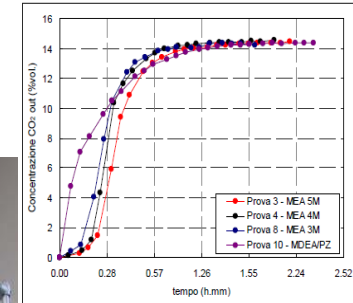
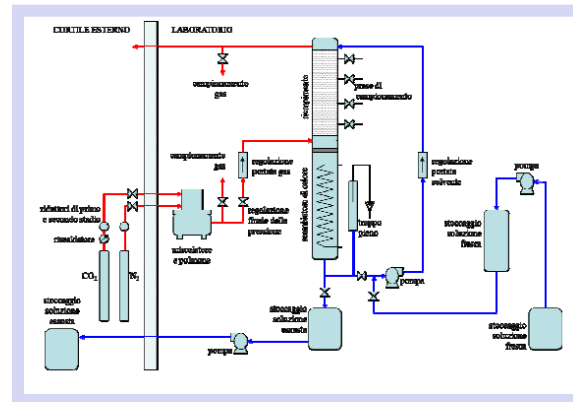


<p>Linea di attività A: Produzione e trattamento combustibili gassosi e liquidi da carbone</p>	A1: Sperimentazione e ottimizzazione di impianti di gassificazione
	A2: Studi e test su processi avanzati di gassificazione/pirolisi carbone Sulcis
	A3: Analisi del processo Coal To Liquid
<p>Linea di attività B: Aumento dell'efficienza delle tecnologie di cattura della CO2 con produzione di elettricità "zero emission"</p>	B1: Cattura della CO2 ad elevata temperatura (Zecornix)
	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
<p>Linea di attività C: Tecnologie di sequestro e utilizzo della CO2 e progettazione di un impianto dimostrativo completo</p>	C1: Studio cinetico e termodinamico della reazione di metanazione
	C2: Pre-fattibilità impianto dimostrativo con sequestro CO2 zona del Sulcis
	D: Comunicazione, diffusione dei risultati

B2 Studi sui processi di cattura CO2 con solventi

1. Messa a punto di un laboratorio prova per la sperimentazione dei processi di cattura della CO2 con solventi chimici a base di ammine (MEA, MDEA, MEA+PZ)
2. Sperimentazione del processo a saturazione
3. Sperimentazione del processo a ciclo aperto
4. Analisi e valutazioni

solvente	$\text{moli}_{\text{CO}_2}/\text{moli}_{\text{MEA}}$
MEA 5M - Prova 2	0,502
MEA 4M - Prova 4	0,525
MEA 3M - Prova 8	0,533



Report:

SOTACARBO, Messa a punto di un impianto prova per la caratterizzazione dei processi di cattura della CO2 tramite solventi liquidi a base di ammine e sperimentazione dei processi di cattura

Obiettivi PAR 2008-2009



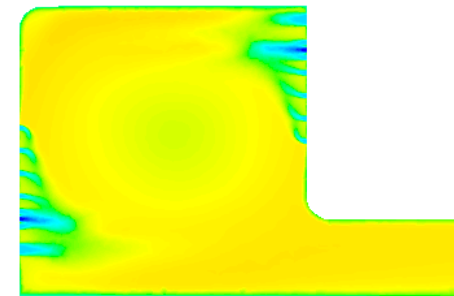
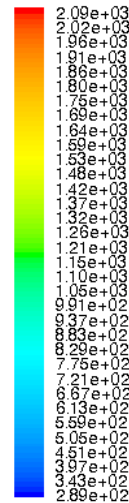
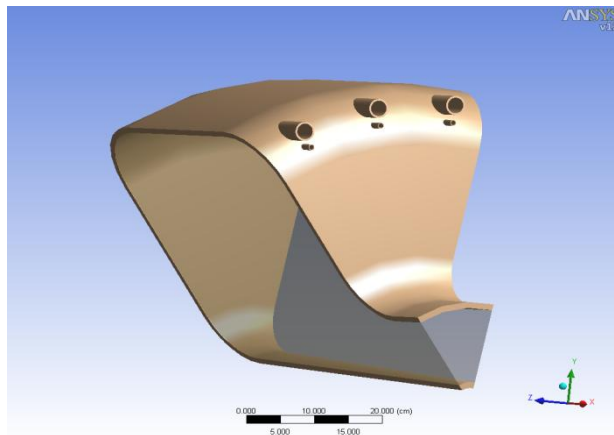
Linea di attività A: Produzione e trattamento combustibili gassosi e liquidi da carbone	A1: Sperimentazione e ottimizzazione di impianti di gassificazione
	A2: Studi e test su processi avanzati di gassificazione/pirolisi carbone Sulcis
	A3: Analisi del processo Coal To Liquid
Linea di attività B: Aumento dell'efficienza delle tecnologie di cattura della CO2 con produzione di elettricità "zero emission"	B1: Cattura della CO2 ad elevata temperatura (Zecornix)
	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
Linea di attività C: Tecnologie di sequestro e utilizzo della CO2 e progettazione di un impianto dimostrativo completo	C1: Studio cinetico e termodinamico della reazione di metanazione
	C2: Pre-fattibilità impianto dimostrativo con sequestro CO2 zona del Sulcis
	D: Comunicazione, diffusione dei risultati

B3 Sviluppo di nuovi bruciatori avanzati per la combustione di syngas ricchi di H₂

Sviluppo di un nuovo bruciatore avanzato per turbogas, di tipo Trapped Vortex (TVC) per la combustione stabile, efficiente, e a basse emissioni di syngas ricchi di idrogeno (fino ad idrogeno puro) provenienti da impianto operanti in modalità “pre-combustion”.

a) attività numerica di simulazione e progettazione

Messa a punto di un modello di bruciatore TVC per applicazioni industriali



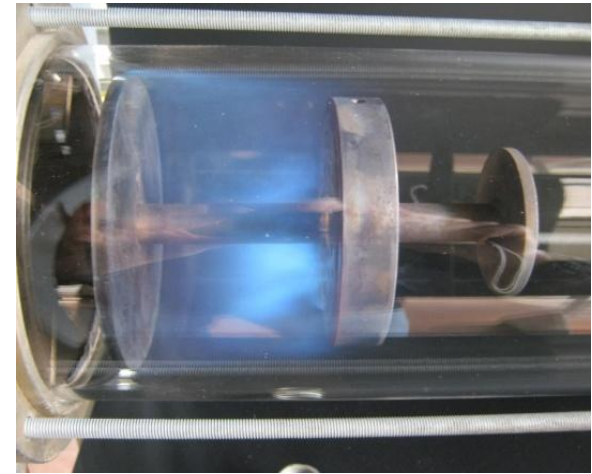
Modello di bruciatore TVC di 3° generazione e simulazioni numeriche

b) sperimentazione a supporto della modellazione

Sperimentazione su un modello “didattico” di bruciatore TVC per determinazione regole di scalatura

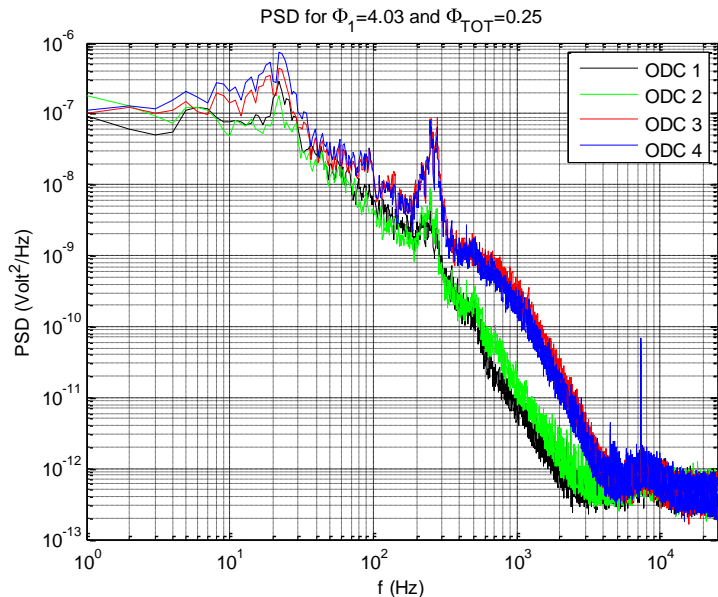
- Sperimentazione a freddo (collaborazione con il **Dip. Ing. Meccanica e Industriale -DIMI di Roma Tre**)

B3 Sviluppo di nuovi bruciatori avanzati per la combustione di syngas ricchi di H₂



Condizioni di combustione senza fiamma (Flameless)

Modello di bruciatore TVC per analisi sperimentali parametriche



Spettri di energia cinetica per analisi di stabilità ottenuti utilizzando strumentazione speciale ENEA

- **Sperimentazione a caldo su impianto MICOS – ENEA**
Individuazione delle condizioni più stabili (combustione Flameless) sulla base di analisi ottiche parametriche, condotte con strumentazione speciale ENEA

Obiettivi PAR 2008-2009



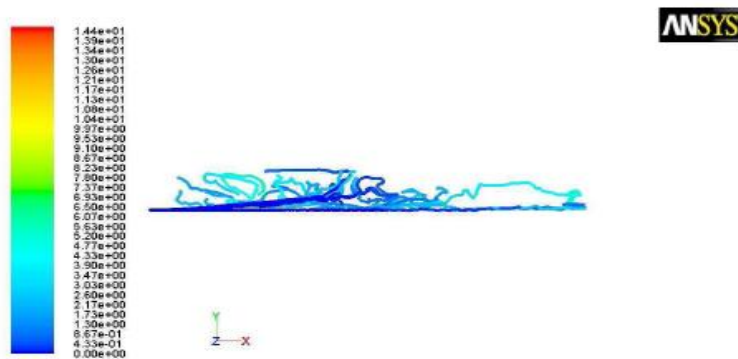
Linea di attività A: Produzione e trattamento combustibili gassosi e liquidi da carbone	A1: Sperimentazione e ottimizzazione di impianti di gassificazione
	A2: Studi e test su processi avanzati di gassificazione/pirolisi carbone Sulcis
	A3: Analisi del processo Coal To Liquid
Linea di attività B: Aumento dell'efficienza delle tecnologie di cattura della CO2 con produzione di elettricità "zero emission"	B1: Cattura della CO2 ad elevata temperatura (Zecornix)
	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
Linea di attività C: Tecnologie di sequestro e utilizzo della CO2 e progettazione di un impianto dimostrativo completo	C1: Studio cinetico e termodinamico della reazione di metanazione
	C2: Pre-fattibilità impianto dimostrativo con sequestro CO2 zona del Sulcis
	D: Comunicazione, diffusione dei risultati

B4 Ottimizzazione del processo di ossi-combustione di polverino di carbone

Simulazione numerica

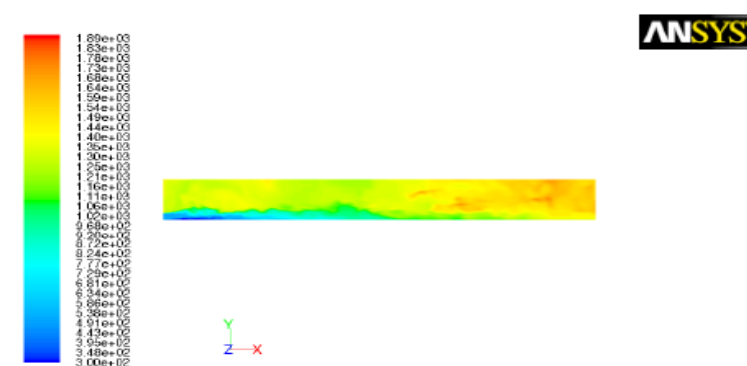
Simulazioni CFD RANS e LES - sviluppo di strumenti numerici per la simulazione non stazionaria di flussi multifase in dispositivi di combustione di interesse industriale (rif.:combustore ISOTHERM di ITEA: combustione di un getto di slurry e vapore, interazione di questo con i prodotti di combustione).

- complessità geometrica dei dispositivi → sviluppo di tecniche numeriche multigriglia, e di tecniche per connettere zone a diversa risoluzione (collaborazione con il **Dip. di Ingegneria Meccanica ed Aerospaziale (DIMA) dell'Università di Roma "La Sapienza"**)
- sviluppo di modellistica multifase (solido-liquido-gas) per la combustione di slurry (**collab. con DIMA**)
- integrazione dei modelli nel codice LES proprietario HeaRT – ENEA



Particle Traces Colored by Particle Residence Time (s) (Time=3.1800e+00) Sep 14, 2011
ANSYS FLUENT 12.1 (3d, dp, pbns, spe, LES, transient)

*Traiettorie di particelle fini di slurry
il colore indica il tempo di residenza*



Contours of Static Temperature (k) (Time=3.1800e+00) Sep 16, 2011
ANSYS FLUENT 12.1 (3d, dp, pbns, spe, LES, transient)

Campo istantaneo di temperatura

B4 Ottimizzazione del processo di ossi-combustione di polverino di carbone

Cinetica chimica - Modellazione della cinetica chimica relativa a volatilizzazione e ossidazione di carbone Sulcis (collab. **Dip. Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica del Politecnico di Milano**)

- definizione di un unico modello cinetico basato su meccanismo dettagliato (59 specie e 70 reazioni);
- Sviluppo di un modello cinetico semplificato *One Step* specifico per ciascun carbone, per applicazione in codici CFD commerciali (es. Fluent). Per il suo tramite, con un solo atto reattivo, si riesce a descrivere l'evoluzione temporale dei composti idrocarburici, dei composti azotati e dei composti solforati.
- Studio teorico-sperimentale della comb. Flameless (Collab. con **Dip. Ing. Chim. – UNINA**)

Attività sperimentale

Acquisizione di dati su impianti sperimentali oxy-coal "IPFR" e "FOSPER" di Staz. Sper. IFRF-(LI) (collab. **Dip. Ing. Chimica, Chim. Ind. E Scienza dei Mat. UNIPISA** e con Società **EN.SY.EN srl**).

Finalità molteplici:

- Produzione di dati chimico-fisici (Imp.IPFR) relativi ai processi di volatilizzazione e combustione del "char" in condizioni "oxy". (dati utili alla validazione dei modelli chimico-fisici parallelamente sviluppati);
- Caratterizzare la dinamica del processo (Imp. FOSPER); analisi di stabilità in ossi-combustione ; sviluppo diagnostica on-line per monitoraggio e controllo (strumentazione ottica ODC - brevettato ENEA);

Impianto IPFR
IFRF-Livorno



Impianto
FOSPER
IFRF-Livorno

Obiettivi PAR 2008-2009



Linea di attività 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
	A3: Analisi del processo Coal To Liquid
Linea di attività B: Aumento dell'efficienza delle tecnologie di cattura della CO2 con produzione di elettricità "zero emission"	B1: Cattura della CO2 ad elevata temperatura (Zecornix)
	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
Linea di attività C: Tecnologie di sequestro e utilizzo della CO2 e progettazione di un impianto dimostrativo completo	C1: Studio cinetico e termodinamico della reazione di metanazione
	C2: Pre-fattibilità impianto dimostrativo con sequestro CO2 zona del Sulcis
	D: Comunicazione, diffusione dei risultati

Metanazione - Allestimento dell'apparato sperimentale. Studi sull'effetto della concentrazione della CO₂ e dell'H₂ nella miscela di alimentazione, sulla resa finale della reazione.

Valutazione degli effetti di avvelenamento, da parte di composti solforati sul catalizzatore.

Assorbimento con nuovo solvente - Assorbimento della CO₂ tramite nuovo solvente (brevetto ENEA) che fa uso di resorcina in ambiente basico.

essa a punto di un processo consistente in :

1. Assorbimento della CO₂ mediante reazione a caldo (100 – 200 °C) con resorcina in una soluzione acquosa di un idrossido alcalino (NaOH o KOH). Il prodotto della reazione è acido diidrossibenzoico (resorcinico).

2. Interruzione del flusso di CO₂ e aumento della temperatura (200 – 300 °C) per desorbire la CO₂ e ripristinare la resorcina.

La reazione di desorbimento può essere effettuata sia nello stesso reattore di assorbimento che in altro ambiente; inoltre può essere effettuata sia direttamente sul prodotto della carbosilazione (il sale dell'acido resorcinico) che sull'acido resorcinico (solido) ottenuto per acidificazione della miscela di reazione.

Sono state studiate le condizioni sperimentali del ciclo di assorbimento/desorbimento di CO₂, caratterizzando la capacità di assorbimento (rapporto molare fra la CO₂ assorbita e la resorcina presente) e l'efficienza di assorbimento (rapporto molare fra la CO₂ assorbita e quella inviata).

Obiettivi PAR 2008-2009



Linea di attività 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
	A3: Analisi del processo Coal To Liquid
Linea di attività B: Aumento dell'efficienza delle tecnologie di cattura della CO2 con produzione di elettricità "zero emission"	B1: Cattura della CO2 ad elevata temperatura (Zecornix)
	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
Linea di attività C: Tecnologie di sequestro e utilizzo della CO2 e progettazione di un impianto dimostrativo completo	C1: Studio cinetico e termodinamico della reazione di metanazione
	C2: Pre-fattibilità impianto dimostrativo con sequestro CO2 zona del Sulcis
	D: Comunicazione, diffusione dei risultati

C2 Studio di un impianto con tecnologie CCS

1. Studio di fattibilità per la realizzazione dell'impianto Sulcis CCS
2. Modellazione e valutazione comparazionale delle tecnologie USC e IGCC integrate con sistemi CCS
3. Analisi della potenzialità di stoccaggio di CO₂ del bacino del Sulcis
4. Rete di monitoraggio dei siti di storage CO₂

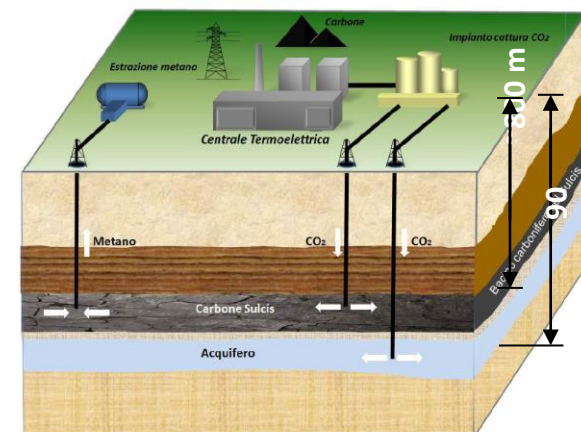
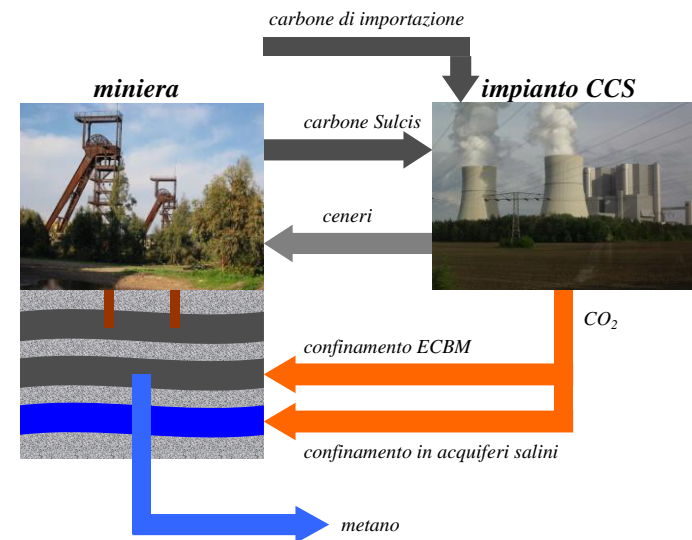
Report:

SOTACARBO, Stato dell'arte delle tecnologie CCS e proposta di una configurazione impiantistica per un impianto dimostrativo a carbone

DIMECA, UniCA, Analisi e modellazione dei processi di conversione termica del carbone con trattamento e conversione degli effluenti gassosi prodotti

Dip. Geoling. e Tecn. Amb., UniCA, Primo studio delle potenzialità di confinamento della CO₂ all'interno del bacino minerario del Sulcis

CERI (Centro Ric., Previsione e Prevenzione e Controllo Rischi Geologici), UniRoma1, Studi e sperimentazioni relativi al confinamento geologico della CO₂ in bacini carboniferi profondi e acquiferi salini



Obiettivi PAR 2008-2009



Linea di attività 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
	A3: Analisi del processo Coal To Liquid
Linea di attività B: Aumento dell'efficienza delle tecnologie di cattura della CO2 con produzione di elettricità "zero emission"	B1: Cattura della CO2 ad elevata temperatura (Zecornix)
	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
Linea di attività C: Tecnologie di sequestro e utilizzo della CO2 e progettazione di un impianto dimostrativo completo	C1: Studio cinetico e termodinamico della reazione di metanazione
	C2: Pre-fattibilità impianto dimostrativo con sequestro CO2 zona del Sulcis
	D: Comunicazione, diffusione dei risultati

Organizzazione del Convegno: **“Cattura e Sequestro della CO₂; stato dell’arte e prospettive”** - Centro Congressi Fiera di Roma: 14 – 16 settembre 2011; Organizzato da ENEA e CO₂ Club nell’ambito della manifestazione **ZERO Emission 2011**.

Principali *topic* :

- Il punto di vista istituzionale sulle CCS
- Gli aspetti internazionali
- Le tecnologie di cattura e sequestro
- I progetti pilota e dimostrativi
- La caratterizzazione dei siti
- Il monitoraggio e il rischio connessi ai siti

Attività di coordinamento programmatico in ambito internazionale, svolte a supporto dei Ministeri competenti, partecipazione ai seguenti organismi:

- *CSLF (Carbon Sequestration leadership Forum)*;
- *EERA (European Energy Research Alliance)*;
- *Piattaforma tecnologica ZEP (Zero Emission Fossil Fuels Power Plants)*;
- *SET Plan (Strategic Energy Technologies)*. Partecipazione al CCS EII Team (CCS European Industrial Initiatives);
- *COSCO (COal and Steal COmmittee)*;
- *Global CCS Institute*;
- *IFRF (International Flame research Foundation)*;
- *Accordo con organismi di ricerca su CCS della Korea*.

Obiettivi PAR 2011



Linea di attività A: Produzione e trattamento combustibili gassosi e liquidi da carbone	A1: Studio fasi di lavaggio, desolforazione, depolverazione e rimozione tars; migliorie impiantistiche
	A2: studio materiali per il cracking del tar (dolomite, olivina) e desolf. "in situ"; sperimentazione su pirolisi in Trisaia;
	A3: studio e definizione configurazione impiantistica processo integrato prod. CTL e cattura CO2; progettazione banco prova lab.
Linea di attività B: Aumento dell'efficienza delle tecnologie di cattura della CO2 con produzione di elettricità "zero emission"	B1: prosecuzione studi su sorbente innovativo (oltre i 500 cicli); conclusione collaudi e prime prove operative su impianto Zecomix
	B2: tests di assorbimento con diverse ammine e caratt. nuovo solvente (resorcina); analisi processi applicati ad impianti a gas naturale
	B3: sperimentazioni su nuovo bruciatore TV e studi modellistici RANS e LES
	B4: analisi numeriche comparative di sistemi ossicomb. sia atmosferici che pressurizzati; ottimizzazione dei parametri di funzionamento
Linea di attività C: Tecnologie di sequestro e utilizzo della CO2 e progettazione di un impianto dimostrativo completo	C1: allestimento impianto da laboratorio per la realizzazione di un processo continuo di metanazione con accumulo del metano prodotto
	C2: studio delle tecnologie di fissaggio della CO2 con metodi chimici: utilizzo ceneri e rifiuti industriali
	C3: ottimizzazione progettuale impianto dimostrativo a carbone con cattura e confinamento geologico CO2 mediante ECBM e acquiferi salini

Principali differenze tra impianti SOTACARBO e ZECOMIX



	SOTACARBO	ZECOMIX
gassificatore	a <u>letto fisso</u> alimentato ad <u>aria</u>	a <u>letto fluido</u> alimentato ad <u>ossigeno</u>
temperatura syngas	350 C	800 C
desolforazione	a 300 C con ossidi di zinco (I° stadio) ed a 50 C con soluzione acqua e soda (II° stadio)	interno gassificatore con additivi a base di dolomite (I° stadio) ed a 600 C con sorbenti solidi in reattore a letto fluido (II° stadio)
cattura CO2	con ammine a 50 °C	a 600 °C con sorbenti solidi in reattore a letto fluido
produzione di energia elettrica	motore a combustione interna	microturbina ad idrogeno/vapore
altri obiettivi	test su dispositivi di scarico ceneri	test di gassificazione integrata con desolforazione e cracking del tar
	test su filtri elettrostatici	test di decarbonizzazione su reflui gassosi di varia composizione;
	test su reattore di CO-shift	test su combustori innovativi idrogeno/ossigeno