



Ricerca di Sistema elettrico

Progettazione e realizzazione di una nuova unità per l'assorbimento della CO₂

G.Cali, P.Deiana, D.Marotto, C.Bassano

PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA UNITÀ PER L'ASSORBIMENTO DELLA CO₂

G.Cali, D.Marotto (Sotacarbo)
P.Deiana, C.Bassano (ENEA)

Settembre 2016

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano annuale di realizzazione 2015

Area: Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente

Progetto: B.2 Cattura e sequestro della CO₂ prodotta dall'utilizzo di combustibili fossili

Obiettivo: Produzione di energia elettrica da combustibili fossili, cattura e sequestro della CO₂

Responsabile del Progetto: ing. Stefano Giammartini, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione *"Produzione di combustibili gassosi, gassificazione del carbone e cogassificazione delle biomasse"*.

Responsabile scientifico ENEA: ing. Paolo Deiana

Responsabile scientifico Sotacarbo: ing. Enrico Maggio

Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE.....	5
2 PROGETTAZIONE.....	7
2.1 DEFINIZIONE DELLA TAGLIA E SPECIFICHE TECNICHE INIZIALI.....	7
2.2 SCHEMA DELL'IMPIANTO E SUA CONFIGURAZIONE.....	8
2.3 MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO.....	12
3 INSTALLAZIONE E COLLAUDO DELL'IMPIANTO.....	15
3.1 COLLAUDO FUNZIONALE.....	16
4 CONCLUSIONI.....	18

Sommario

L'obiettivo riguarda la messa a punto di tecnologie per la decarbonizzazione effettuata in pre-combustione (sul syngas grezzo o su una miscela di CO₂ e N₂ simulante syngas) e in post-combustione (decarbonizzazione effettuata sui prodotti della combustione).

Nel documento sono descritte le fasi di definizione del nuovo impianto di assorbimento della CO₂, di progettazione (di base e di dettaglio) e di realizzazione dell'opera presso la piattaforma pilota Sotacarbo.

Nel lavoro sono descritte le modalità di funzionamento della colonna di assorbimento in integrazione all'impianto di rigenerazione del solvente esistente nella piattaforma pilota.

1 Introduzione

Il Ministero dello Sviluppo Economico e l'ENEA hanno stipulato un Accordo di Programma in base al quale è concesso il contributo finanziario per l'esecuzione delle linee di attività del Piano Triennale 2015-2017 della Ricerca e Sviluppo di Interesse Generale per il Sistema Elettrico Nazionale.

Il presente report tecnico afferisce al Piano Annuale di Realizzazione 2015, per quanto attiene all'Area "Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente"; nello specifico, si riferisce all'obiettivo della parte B1, del progetto B.2 "Cattura e sequestro della CO₂ prodotta dall'utilizzo di combustibili fossili".

I temi sviluppati nell'ambito dell'accordo di collaborazione tra ENEA e SOTACARBO S.p.A. afferiscono al "Polo Tecnologico per il Carbone Pulito nell'Area del Sulcis", recentemente costituito con accordi siglati dalla Regione Autonoma della Sardegna e MiSE. Tali attività sono finalizzate al perseguimento di un doppio interesse strategico, che si concretizza nel contribuire efficacemente alla riduzione delle emissioni italiane di CO₂ e nel consentire al sistema industriale nazionale di competere in campo internazionale con i principali attori tecnologici nel prossimo futuro. In particolare riguardano lo sviluppo e la messa a punto di studi e applicazioni sperimentali funzionali alla dimostrazione, nel sito del Sulcis nel Sud-Ovest della Sardegna, delle soluzioni tecnologiche più mature applicate ad impianti di produzione energetica equipaggiati con cattura e stoccaggio della CO₂.

In particolare, l'attività sperimentale di assorbimento della CO₂ dal syngas con solventi liquidi a base di ammine, è stata condotta presso l'impianto Pilota della piattaforma sperimentale di Sotacarbo, prevede in primo luogo modifiche impiantistiche e integrazione della strumentazione. Le sezioni di assorbimento della CO₂ e di rigenerazione dei solventi sono state opportunamente modificate ed equipaggiate con nuova strumentazione per migliorare la flessibilità impiantistica e il monitoraggio del processo (con la possibilità di verificare la densità on line).

Sono stati successivamente effettuati test sperimentali in differenti condizioni operative e con l'impiego di differenti solventi. Sono stati infine analizzati ed elaborati i dati sperimentali ottenuti nel corso dei test al fine di valutare le prestazioni dei processi di assorbimento della CO₂ e di rigenerazione dei solventi.

Come previsto c'è stata una significativa partecipazione di personale ENEA (tecnici e ricercatori) alla pianificazione e conduzione delle esperienze (rif. Task a.1 delle attività del Polo Tecnologico – Parte B2, a responsabilità ENEA).

L'unità di assorbimento di CO₂ con solventi a base amminica, oggetto del presente documento, è stata realizzata nella piattaforma pilota Sotacarbo e verrà utilizzata per l'assorbimento della CO₂ e lavorerà in ciclo chiuso con la colonna di rigenerazione delle soluzioni esauste utilizzate durante i test sperimentali effettuati sull'impianto pilota.

L'impianto pilota Sotacarbo è costituito principalmente da una sezione di gassificazione e da due linee di trattamento del syngas.

La sezione di gassificazione è costituita da un reattore di gassificazione a letto fisso up-draft, progettato e costruito da Ansaldo Ricerche e successivamente modificato da Sotacarbo. Esso è equipaggiato con una serie di apparecchiature ausiliarie per lo svolgimento delle varie funzioni a supporto della gassificazione, quali la produzione e l'immissione degli agenti gassificanti, il caricamento del combustibile e il controllo dei parametri di processo. La sezione di trattamento del syngas è costituita, invece, da due linee distinte, una dedicata alla produzione di energia elettrica ed una dedicata alla produzione di H₂.

Il syngas grezzo, in uscita dal gassificatore, attraversa tre colonne poste in serie: uno scrubber, un precipitatore elettrostatico ad umido ed una colonna di desolfurazione utilizzando una soluzione acquosa di soda. In questa prima fase avviene il raffreddamento del syngas, la rimozione di polveri e tar ed, eventualmente, una prima desolfurazione (necessaria nel caso di gassificazione di carboni con alto tenore di zolfo).

In seguito a questo primo trattamento, la corrente di syngas viene suddivisa, una parte (circa 20-25 Nm³/h) viene inviata alla linea di trattamento a caldo, la restante parte, alla linea di produzione di energia elettrica.

Qui, il syngas incontra un secondo stadio di desolforazione a freddo, utilizzando tipicamente una miscela di soda e ipoclorito di sodio in soluzione acquosa, ed infine alimenta un motore a combustione interna dotato di elettrogeneratore.

Lungo la linea di trattamento a caldo, il gas viene compresso, riscaldato (fino a circa 350-400 °C) ed inviato a un sistema di desolforazione a caldo, una volta desolfato, attraversa, una sezione integrata di CO-shift e assorbimento della CO₂ ed, infine, viene inviato all'unità di purificazione dell'idrogeno.

L'unità di desolforazione a caldo comprende due reattori (utilizzati alternativamente) 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.

La sezione di separazione della CO₂ è costituita da due reattori a bolle in cui avviene l'assorbimento della CO₂ presente nel syngas attraverso solventi a base amminica (MEA 3M, MEA 5M) ed integrata alla sezione di CO-shift. Quest'ultima è costituita da due diversi stadi in cui avviene la reazione di shift a temperature diverse: lo stadio di shift di alta temperatura a circa 350 °C e quello di bassa a circa 250 °C .

Infine, il syngas viene purificato in una unità PSA (pressure swing adsorption) da cui viene estratto con una concentrazione di idrogeno massima pari al 98% (dai test sperimentali effettuati).

2 Progettazione

2.1 Definizione della taglia e specifiche tecniche iniziali

L'unità di assorbimento della CO₂, oggetto del presente documento, è stata progettata per raggiungere i seguenti obiettivi: effettuare test di assorbimento della CO₂ con solventi a base amminica, operare a pressione ambiente ma con la predisposizione di funzionare a elevata pressione, operare a circuito chiuso con la colonna di rigenerazione già presente sull'impianto Pilota.

In generale tale impianto è molto flessibile e semplice da utilizzare e non necessita di lunghi periodi di accensione e spegnimento. Le principali specifiche che caratterizzano l'impianto sono le seguenti:

- Pressione di esercizio: 20 bar / 1 bar;
- Tipologia: colonna riempimento con più strati;
- Efficienza di assorbimento sul componente CO₂ pari al 90%;
- Bocchelli laterali per monitoraggio della temperatura e della composizione;
- Bocchelli superiori per l'attacco dei misuratori di pressione e di temperatura;
- Demister;
- Sistemi di sicurezza necessari (disco di rottura /valvole di sicurezza);
- Piping per il gas equipaggiato con misuratori di portata, misuratori di pressione, temperatura;
- Piping per il liquido equipaggiato con misuratori di portata, misuratori temperatura e con bocchelli per il prelievo di campioni per analisi offline;
- Misuratore di delta p per ciascun strato di riempimento
- Termocoppie a differenti livelli per poter avere la distribuzione della temperatura lungo l'intera altezza della colonna.

La colonna di assorbimento della CO₂, è realizzata con tecnologia a riempimento con più stadi e può operare sia a pressione atmosferica sia alla pressione di 20 bar, mantenendo in ogni caso una efficienza minima di rimozione della CO₂ del 90%. Le condizioni di progetto dei flussi in ingresso e in uscita utilizzate per la progettazione dell'unità di rigenerazione sono le seguenti come riportate in Tabella 1:

Tabella 1. Specifiche tecniche iniziali utilizzate per la progettazione della colonna di assorbimento

Caratteristiche della miscela gassosa in ingresso		
Portata totale gas	kg/h	25
Composizione miscela da bombole		
CO ₂	% vol	5 - 20
N ₂	% vol	Complemento a 100
Composizione syngas impianto pilota (dry basis)		
CO	% vol	18 - 24
CO ₂	% vol	7 - 10
H ₂	% vol	12 - 20
N ₂	% vol	35 - 55
CH ₄	% vol	1 - 3
H ₂ S	% vol	< 1.3
COS	% vol	< 0.2
O ₂	% vol	< 2.5

Per quanto riguarda le soluzioni da utilizzarsi, può essere testato con soluzioni amminiche di MEA 3M, MEA 5M e MDEA e solventi fisici della tipologia Selexol. L'impianto mantiene un rapporto L/G di circa 4 kg_{liq}/kg_{gas} in tutte le condizioni di funzionamento. Le specifiche tecniche riportate, sono state condivise ed elaborate con il contributo dei tecnici ENEA.

2.2 Schema dell'impianto e sua configurazione

La progettazione di dettaglio del sistema è stata affidata alla Hysytech S.r.l. che ha studiato e definito, in diverse fasi, le soluzioni ottimali per l'integrazione fra l'impianto di assorbimento della CO₂ e l'unità di rigenerazione; le attività di progettazione sono state svolte in collaborazione con i tecnici Sotacarbo ed ENEA. Riportiamo in Figura 1 lo schema dell'impianto di assorbimento della CO₂, integrato all'impianto di rigenerazione esistente presso la piattaforma Sotacarbo.

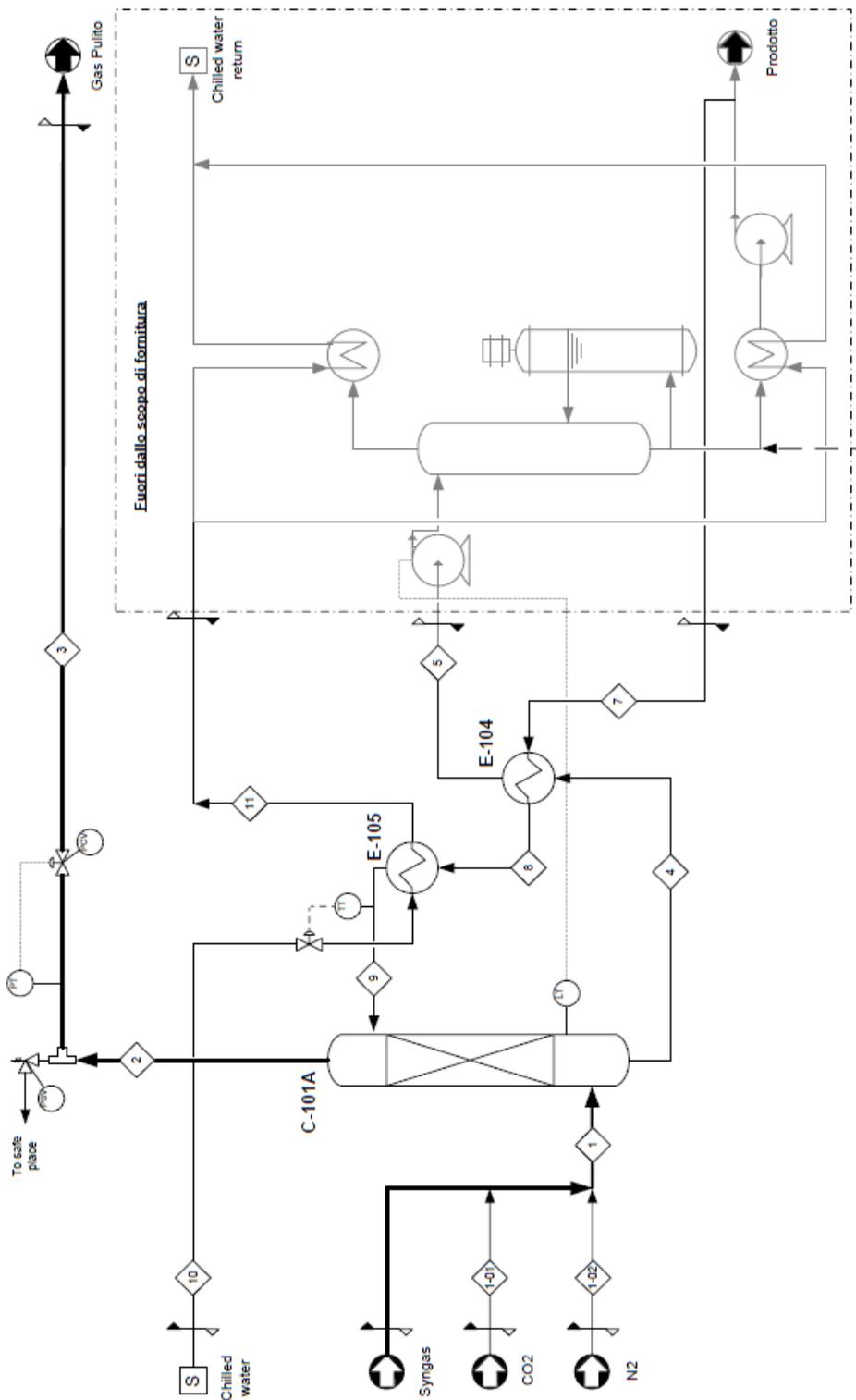
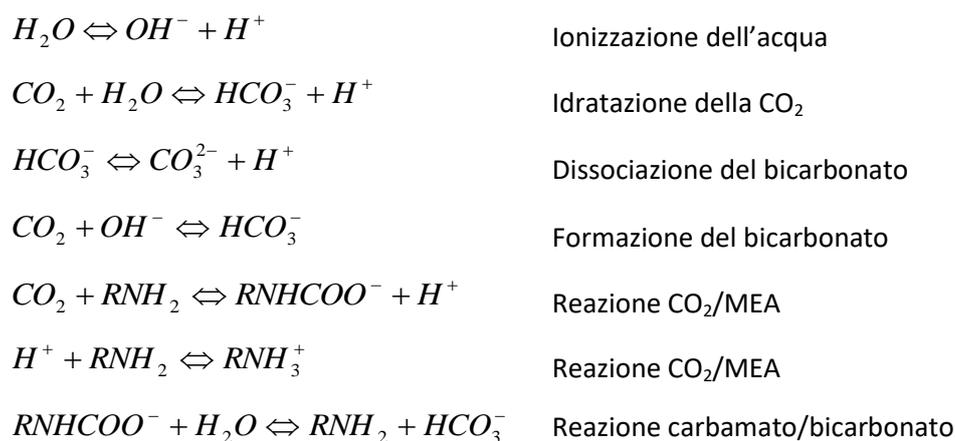


Figura 1. Schema impiantistico della colonna di assorbimento per la CO₂

L'impianto è costituito da una colonna a riempimento C-101A dell'altezza di circa 3000 mm, avente due corpi di riempimento dell'altezza di 600 mm ciascuno; il diametro della colonna è pari a 168 mm. Lo schema fluidodinamico prevede che il gas entri dal fondo della colonna in controcorrente rispetto al solvente che viene nebulizzato dagli ugelli posizionati in testa alla colonna. L'assorbimento della CO₂ nel solvente liquido avviene dove si ha la massima superficie di contatto e cioè nei corpi di riempimento.

La reazione chimica dell'assorbimento con solventi a base amminica, avvenenti all'interno della colonna, è esotermica quindi sviluppa del calore; per completezza riportiamo di seguito le reazioni chimiche relative all'assorbimento di CO₂ in MEA (Hikita et al., 1977; Dang e Rochelle, 2001; Edali et al., 2007; Kim et al., 2009):



in cui R rappresenta il gruppo CH₂-CH₂OH.

Il gas entrante nella colonna di assorbimento potrà essere:

- un gas simulato, per il quale l'impianto è provvisto di misuratori di portata di CO₂ e N₂ con valvola di regolazione automatica per regolare i flussi dei due gas,
- syngas reale, per il quale l'impianto è provvisto di valvole manuali di ingresso.

Per maggiore completezza è stato riportato il layout nella seguente immagine in 3D dell'impianto (Figura 2) e una foto relativa all'impianto, reso su Skid, realizzato da Hysytech S.r.l. (Figura 3).

In maniera sintetica vengono di seguito elencati i principali componenti dell'unità di assorbimento della CO₂ (C101), come mostrato in Figura 1.

- Riempimento.
- Sistema di distribuzione della soluzione assorbente.
- Piatti di sostegno del riempimento.
- Piatti di distribuzione gas da trattare.
- Sistema di controllo del livello.
- Sistema di controllo della pressione.
- Sistema di recupero calore - Economizzatore E-104.
- Raffreddatore E-105.

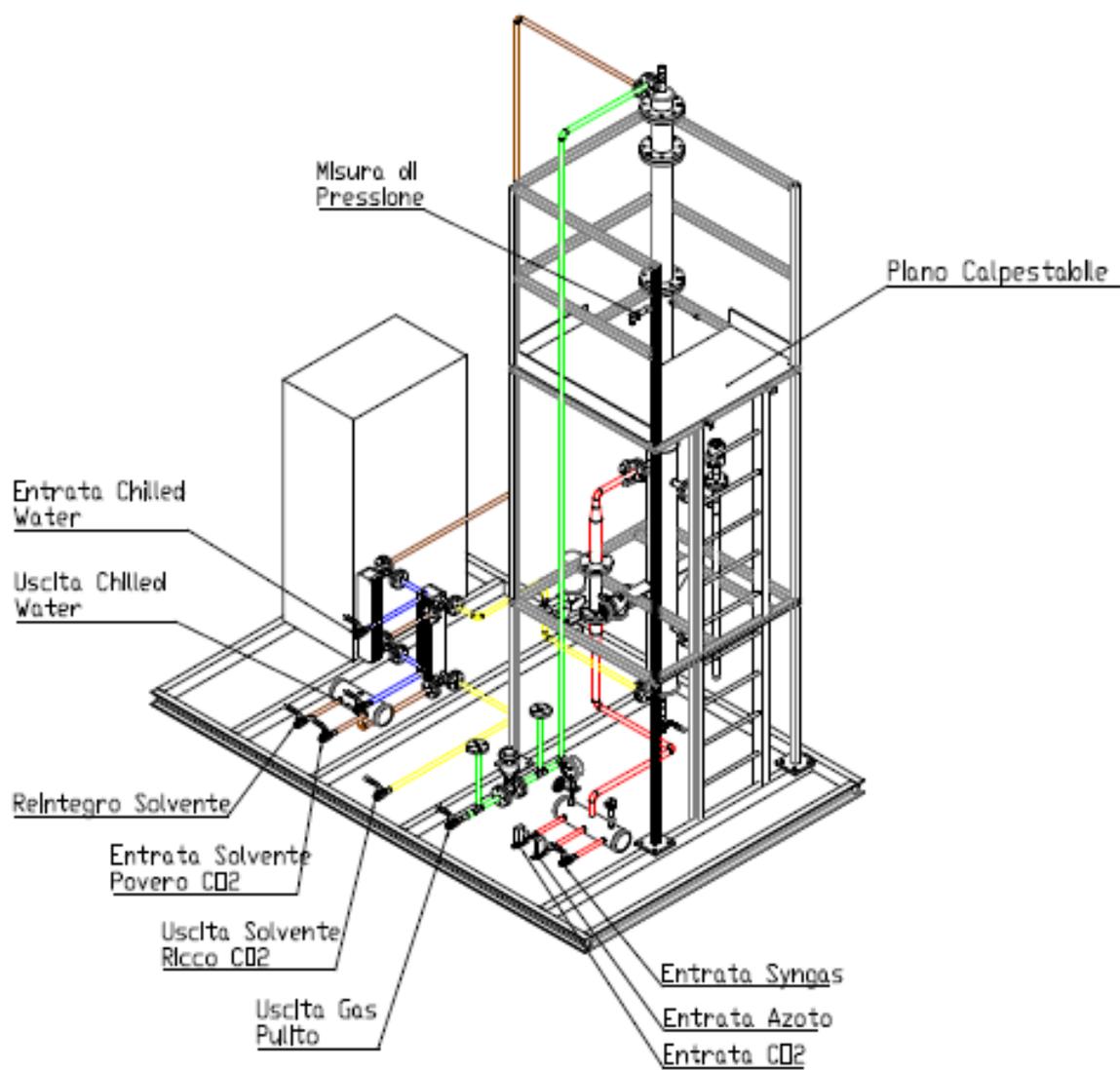


Figura 2. Layout generale della nova colonna di assorbimento della CO₂



Figura 3. Colonna di assorbimento della CO₂

La colonna di assorbimento funziona a circuito chiuso con la colonna di rigenerazione dunque il solvente saturo di CO₂ uscente dalla colonna di assorbimento entra nella colonna di rigenerazione.

Nella Figura 4 è riportato il layout generale dell'integrazione fra l'impianto di assorbimento della CO₂ e l'impianto di rigenerazione esistente presso la piattaforma Sotacarbo.

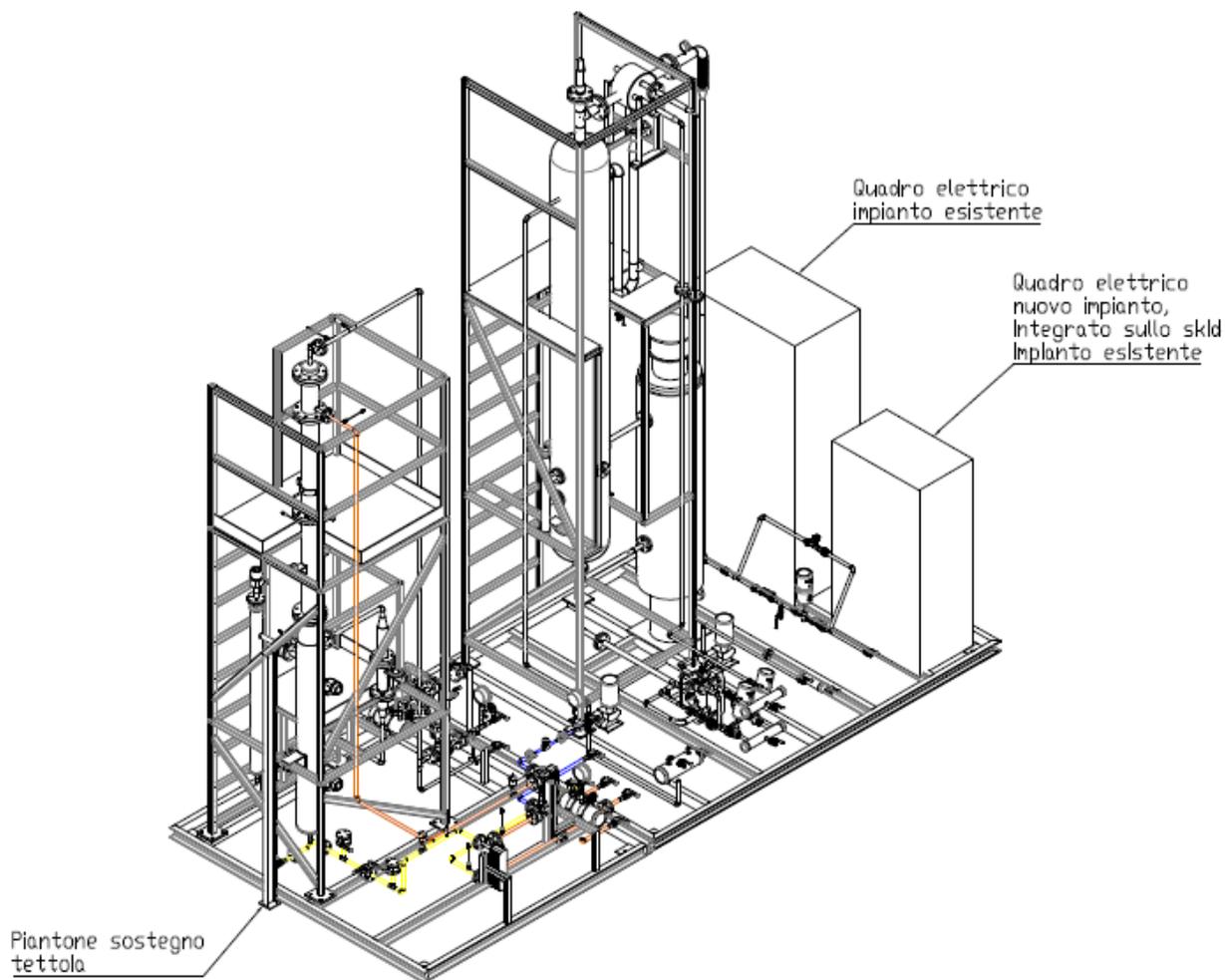


Figura 4. Layout dell'integrazione fra colonna di assorbimento della CO₂ e colonna di rigenerazione del solvente

2.3 Modalità di funzionamento

L'unità di assorbimento della CO₂ è stata progettata al fine di poter operare a circuito chiuso con la colonna di rigenerazione esistente, dunque il solvente saturo di CO₂ uscente dalla colonna di assorbimento viene inviato nella colonna di rigenerazione secondo lo schema in Figura 1. Il solvente rigenerato proveniente dall'impianto esistente (unità di rigenerazione solvente) è inviato tramite la pompa di scarico dello stesso alla colonna di assorbimento (C-101) realizzata con opportuno riempimento, che ha il compito di favorire l'assorbimento della CO₂ presente in un flusso di gas (syngas) proveniente da un impianto di gassificazione del carbone o simulato da bombole e composto da una miscela di CO₂ e N₂. Inoltre il solvente rigenerato, prima di essere inviato in colonna di assorbimento, è opportunamente raffreddato da due scambiatori in serie (E-104; E-105). Il primo di essi (E-104), garantisce un recupero termico di circa il 50 per cento ed è operato tra soluzione calda, povera di CO₂, proveniente dall'impianto di rigenerazione e soluzione ricca di CO₂ fredda, in uscita dal fondo della colonna di assorbimento. Il secondo scambiatore (E-105), completa il raffreddamento del solvente. La colonna di assorbimento ed i componenti ad essa correlati sono progettati per operare fino a 0,49 barg, con la predisposizione per operare fino a 20 barg. La colonna di assorbimento è adatta ad operare con portata totale di gas di 25 kg/h di gas trattata e 100 kg/h di liquido proveniente dall'impianto esistente. Il sistema di controllo dell'impianto è costituito da un quadro elettrico dedicato e integrato dell'unità di assorbimento con alcuni segnali provenienti e diretti verso il quadro elettrico dell'unità di rigenerazione del solvente esistente.

Gli impianti, integrati fra loro, sono stati progettati in modo da poter lavorare secondo sue diverse modalità, “integrata” ed “esistente”:

- Nella modalità “esistente” l’impianto di rigenerazione funziona secondo le sue specifiche, come precedentemente concepito.
- Nella modalità “integrata” alcuni attuatori, pompe e contatti elettrici presenti nell’impianto di rigenerazione vengono interfacciati con il nuovo quadro di controllo dell’impianto di assorbimento.

Di seguito sono riassunti i principali loop di controllo dell’impianto ed è descritta l’integrazione tra i due sistemi di controllo.

Controllo della portata di liquido

In ingresso all’impianto è installato un misuratore in grado di verificare la portata di liquido in arrivo alla colonna. La portata di liquido viene regolata mediante un controllore PID che riceve in ingresso il valore misurato dal misuratore di portata del liquido e agisce sulla pompa di scarico del solvente rigenerato installata all’interno dell’impianto esistente (che funziona da pompa di carico per la colonna di assorbimento). Attraverso un opportuno selettore, installato a fronte del quadro elettrico dell’unità di rigenerazione, è possibile cambiare la variabile controllata dal controllore di livello esistente sull’impianto di rigenerazione. Impostando il selettore su “Integrata” il valore di velocità dell’inverter della pompa di scarico del solvente rigenerato (che funziona da pompa di carico per il liquido in ingresso alla colonna) viene regolato in base alla portata letta dal misuratore in ingresso all’impianto.

Misura della portata di gas

L’impianto è provvisto di un misuratore di portata posto in ingresso alla colonna di assorbimento C-101.

Controllo di livello della colonna di assorbimento C-101

L’impianto è provvisto di una misura di livello che viene visualizzata su un apposito controllore a fronte del quadro elettrico dell’unità di assorbimento. Il livello di liquido viene regolato mediante un controllore PID che riceve in ingresso il valore misurato dal misuratore di livello e agisce sulla pompa di carico del solvente installata all’interno dell’impianto esistente. Attraverso un apposito selettore, installato a fronte del quadro elettrico dell’unità di rigenerazione, è possibile cambiare la variabile controllata dal controllore esistente nell’impianto di rigenerazione. Impostando il selettore su “Integrata” il valore di velocità dell’inverter della pompa di carico dell’impianto di rigenerazione viene regolato in base al valore di livello misurato nella colonna C-101.

Controllo del reintegro della colonna di stripping impianto esistente

L’impianto esistente è provvisto di una misura di livello e alcune segnalazioni di allarme che sono visualizzati come spie a fronte del quadro elettrico della stessa unità di rigenerazione. La valvola di reintegro del solvente dell’impianto esistente viene comandata in automatico ogni volta che il livello nella colonna di stripping scende al di sotto della prima soglia di allerta. È anche possibile azionare la valvola in maniera manuale attraverso un opportuno selettore a fronte quadro locale dell’unità di assorbimento.

Controllo della pressione della C-101

L’impianto è provvisto di una misura di pressione che è visualizzata su un controllore a fronte del quadro di controllo dell’impianto di assorbimento. Impostando il valore di set di lavoro della colonna, il controllore regola la fuoriuscita di gas pulito dall’impianto andando ad azionare una valvola di contropressione.

Controllo della temperatura del liquido in C-101

L’impianto è provvisto di diverse termocoppie per monitorare le prestazioni del recuperatore termico E-104 e del raffreddatore E-105. La regolazione della temperatura di ingresso della soluzione povera in colonna è impostato attraverso un controllore posto sulla linea della soluzione povera in ingresso alla colonna di assorbimento. Impostando il valore desiderato della temperatura, il controllore modula la portata di acqua di raffreddamento in ingresso allo scambiatore E-105 agendo sull’apertura di una valvola di controllo.

Misure di temperatura e pressione sulla colonna di assorbimento

L'impianto è provvisto di diverse termocoppie e sensori di pressione installati sulla colonna con l'obiettivo di misurare le perdite di carico dei letti di assorbimento e l'andamento termico del processo.

Syngas simulato

A monte del misuratore di portata di gas sono installati due mass flow controller che hanno l'obiettivo di iniettare nel sistema una miscela di CO₂ e N₂ in grado di simulare il syngas prodotto dal processo esistente.

3 Installazione e Collaudo dell'impianto

L'unità di rigenerazione delle ammine è stata consegnata e installata presso la piattaforma sperimentale Sotacarbo nel mese di Settembre (dal 12/09/2011 al 15/09/2016).

Le verifiche sulla fornitura sono state effettuate eseguendo:

- Il collaudo funzionale, con la verifica delle singole apparecchiature e dell'intero impianto, in data 23/08/2016 a Torino, presso la sede della ditta fornitrice Hysytech S.r.l.;
- Il collaudo prestazionale, con la verifica dello start-up e delle prestazioni dell'impianto, dal 14/09/2016 al 15/09/2016, presso la piattaforma sperimentale Sotacarbo.

L'impianto è stato assemblato su uno skid realizzato appositamente e consegnato insieme all'impianto stesso. Nella Figura 5 è visibile il dettaglio del posizionamento dell'impianto di assorbimento, posto in accoppiamento all'impianto di rigenerazione esistente.



Figura 5. Posizionamento della colonna di assorbimento della CO₂

Lo skid riportato in Figura 5 è stato ancorato, mediante l'utilizzo di quattro tiranti in acciaio, ad una piattaforma in cemento armato appositamente realizzata. La struttura della colonna è fissata allo skid di base tramite 16 bulloni M16.

Dopo aver fissato la struttura di base, è stata posizionata e fissata la struttura portante della colonna ed è stato installato il quadro di regolazione e controllo con relativi collegamenti elettrici, inoltre è stato realizzato il piping di collegamento per l'integrazione dei due impianti, nello specifico:

- Linea d'uscita della MEA rigenerata (povera di CO₂) dall'unità di rigenerazione solventi verso l'ingresso della colonna di assorbimento della CO₂,
- Linea d'uscita della MEA (ricca di CO₂) dalla colonna di assorbimento della CO₂ verso l'ingresso dell'unità di rigenerazione solventi,
- Linea di alimentazione da gas da bombole con installazione dei misuratori di CO₂ e N₂ (ingresso gas in colonna di assorbimento CO₂),
- Linea di invio del syngas dall'impianto Pilota Sotacarbo alla colonna di assorbimento CO₂ con installazione del misuratore syngas.

Si riporta, di seguito, un'immagine complessiva dell'integrazione fra impianto di assorbimento della CO₂ e unità di rigenerazione MEA (Figura 6).



Figura 6. Impianto di assorbimento CO₂ e rigenerazione MEA

3.1 Collaudo funzionale

Il collaudo funzionale si è svolto a Torino il 23/08/2016, presso la sede del fornitore (Hysytech S.r.l.). In una prima fase del collaudo è stata effettuata un'ispezione visiva delle apparecchiature dell'impianto e dei relativi collegamenti elettrici e meccanici. Successivamente è stato effettuato il controllo dimensionale dell'impianto e la corrispondenza con quanto indicato nella progettazione di dettaglio. Infine, è stata verificata la corretta realizzazione del piping per i fluidi di servizio all'impianto: acqua, aria compressa e solvente. Successivamente a questa prima fase sono state verificate le strumentazioni della colonna e la loro rispondenza al progetto, poi sono state analizzate le logiche di funzionamento rispetto a quanto previsto da progetto e al manuale di funzionamento. È stata effettuata infine un'ispezione visiva del quadro di regolazione e controllo dell'impianto. Il collaudo ha avuto esito positivo ed ha portato all'approvazione della spedizione della apparecchiatura presso la Piattaforma Pilota Sotacarbo.

3.2 *Collaudo prestazionale*

Il collaudo prestazionale si svolgerà presso la piattaforma sperimentale Sotacarbo il 26-27-28/09/2016. In una prima fase del collaudo sarà effettuata una verifica del funzionamento del quadro di regolazione e controllo e della sua comunicazione con le apparecchiature e strumentazioni della colonna di assorbimento CO₂; successivamente sarà effettuato il controllo della comunicazione con la colonna di rigenerazione ed il funzionamento degli impianti integrati a circuito chiuso. Infine sarà effettuato un test finale sulle prestazioni della colonna di assorbimento CO₂, utilizzando gas da bombole e ammina 5M come solvente in assorbimento; in questo test specifico verrà verificata l'efficienza della colonna di assorbimento CO₂ e la sua rispondenza alle specifiche tecniche decise in fase di progettazione e dichiarate dal costruttore.

4 Conclusioni

Nel corso dell'annualità corrente Sotacarbo ha progettato, realizzato ed installato una nuova colonna di assorbimento della CO₂ con delle specifiche utili al suo funzionamento integrato con l'unità di rigenerazione dei solventi in circuito chiuso.

Grazie a questa nuova apparecchiatura sarà possibile, previa integrazione con le altre unità dell'impianto Pilota attraverso alcuni ausiliari (compressore syngas e linee piping di connessione in pressione, non previste nel progetto attuale ma implementabili in futuro), eseguire test di assorbimento dell'anidride carbonica:

- In post-combustione, con fumi di scarico reali,
- In pre-combustione, con syngas reale.

La colonna di assorbimento della CO₂ è stata predisposta per poter funzionare anche in pressione 10-30 bar, in futuro tramite l'aggiunta di alcuni ausiliari questa possibilità è realizzabile.

Grazie alla particolare geometria interna della colonna sarà possibile utilizzare le seguenti tipologie di solventi:

- MEA 3M,
- MEA 5M,
- MDEA,
- Solventi fisici della tipologia Selexol

Sarà inoltre possibile, grazie alla capacità della colonna di lavorare in pressione, utilizzare ammine secondarie e terziarie.

In conclusione, grazie alla nuova unità di assorbimento della CO₂, Sotacarbo sarà in grado di effettuare diverse tipologie di sperimentazione e testare varie tipologie di solventi in diverse condizioni di funzionamento.