

# PRODUZIONE DI METANOLO DAI GAS DI ACCIAIERIA: IL PROGETTO EUROPEO FRESME

Giulia Borghi<sup>1</sup>, Lucia Rigamonti<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Milano.

**Sommario** – L'industria siderurgica rappresenta una fonte significativa di emissioni di CO<sub>2</sub> antropogenica e, soprattutto nelle acciaierie integrate, una elevata quantità di CO<sub>2</sub> viene emessa dalla centrale elettrica, dove i gas di altoforno ricchi di carbonio e altri gas di scarico vengono bruciati in ciclo a vapore o in ciclo combinato gas-vapore per ottenere energia elettrica. Le acciaierie a ciclo integrato ben si prestano quindi all'applicazione di tecnologie che prevedano la cattura, stoccaggio e successivo utilizzo della CO<sub>2</sub>, tecnologie che contribuiscono al raggiungimento degli ambiziosi obiettivi della Comunità Europea sulla riduzione delle emissioni e l'uso di energie rinnovabili e nel 2030. In questo contesto si inserisce il progetto FReSMe (*From Residual Steel Gases to Methanol*), finanziato dall'Unione Europea all'interno del programma di ricerca e innovazione Horizon 2020: il progetto mira a dimostrare la fattibilità della pratica di cattura dei flussi di CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub> dai gas di scarico delle acciaierie, con cui produrre metanolo impiegabile per il trasporto marittimo. La diffusione di questa nuova tecnologia nel campo industriale permetterebbe di ottenere contestualmente due obiettivi, ovvero la riduzione delle emissioni del processo di produzione di acciaio da ciclo integrale da un lato e l'utilizzo di un combustibile rinnovabile al posto di uno fossile dall'altro.

**Parole chiave:** cattura e utilizzo di CO<sub>2</sub>, metanolo, acciaieria, gas serra, impatti ambientali

## METHANOL PRODUCTION FROM BLAST FURNACE GASES: THE EUROPEAN PROJECT FRESME

**Abstract** – Iron and steel industry represents a significant source of anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions and, especially in integrated steel mills, a high quantity of CO<sub>2</sub> is emitted from the power plant, where carbon-rich blast furnace gases and other residual gases are burned to produce electricity by means of a steam cycle or a gas-steam combined cycle. Integrated steelworks are well suited to the application of carbon, capture, storage and subsequent utilization of CO<sub>2</sub>, technologies that contribute to the achievement of the ambitious European Community objectives concerning the reduction of emissions and renewable energy utilization in 2030. The FReSMe (*From Residual Steel Gases to Methanol*) project, funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme, deals with this topic. In particular, the project aims to demonstrate the feasibility of CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub> capture from residual steel

gases by turning them into methanol suitable for ship transportation. The spread of this new technology in the industrial sector would allow the reduction of greenhouse gases emitted from integrated steelworks and together the use of a renewable fuel instead of a fossil one.

**Keywords:** carbon capture and utilization, methanol, steel-making, greenhouse gases, environmental impacts

Ricevuto il 10-7-2018; Accettazione finale il 20-7-2018

## 1. INTRODUZIONE AL PROGETTO FRESME: FROM RESIDUAL STEEL GASES TO METHANOL

Dopo l'Accordo di Parigi (UNFCCC, 2015), l'interesse verso tecnologie che possano garantire riduzioni consistenti di gas serra è cresciuto costantemente. Molte analisi evidenziano come gli ambiziosi obiettivi della politica internazionale sul clima firmati a Parigi, volti a mantenere l'aumento della temperatura globale ben sotto i 2 °C rispetto ai livelli preindustriali, richiedano che le emissioni di gas serra siano ridotte a ritmi molto elevati nelle prossime decenni (Rogelj et al., 2015; Rockstrom et al., 2017). Uno dei settori più energivori, a cui sono connesse emissioni di gas serra tra le più elevate, è quello siderurgico: essendo la produzione di acciaio primario basata sull'impiego di combustibili fossili (come il carbone in ingresso alla sezione di cokeria) e sull'utilizzo di elettricità, i quantitativi emessi di CO<sub>2</sub> rilasciati in atmosfera sono ingenti e contano per circa il 5% delle emissioni mondiali totali (Gazzani et al., 2015).

Il progetto FReSMe (*From Residual Steel gases to Methanol*) nasce con l'obiettivo di dimostrare l'applicabilità di una tecnologia innovativa in grado di recuperare e utilizzare i gas di scarico dell'industria siderurgica, ricchi di carbonio e idrogeno, per la produzione di un combustibile ecosostenibile come il metanolo, impiegabile per il trasporto navale al posto dei tradizionali combustibili fossili. La messa in pratica di tecniche di cattura e utilizzo della CO<sub>2</sub> (CCU - *Carbon Capture and Utilization*) si allinea con gli obiettivi che l'Unio-

\* Per contatti: Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano. Tel 02.23996415; Fax 02.23996499. lucia.rigamonti@polimi.it

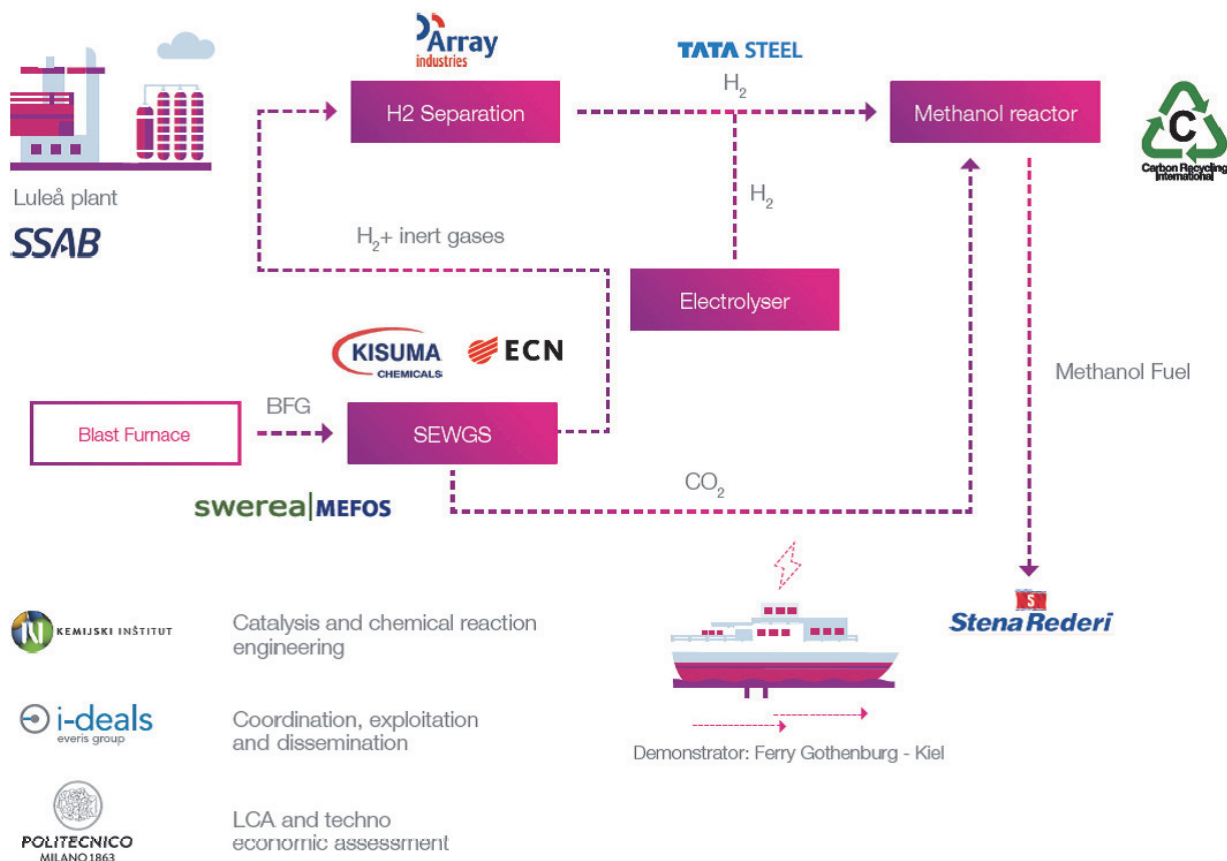


Figura 1 – Schema della tecnologia FReSMe di trattamento dei gas residui da acciaieria per la produzione di metanolo e partner europei coinvolti

ne Europea (UE) si è prefissata per il 2030 in merito alla riduzione delle emissioni di gas serra e all'utilizzo di energie rinnovabili; per questo, la realizzazione del progetto FReSMe è stata identificata come strategica dalla Commissione Europea per promuovere la riduzione dell'impronta carbonica delle realtà produttive industriali più impattanti. Il progetto è stato finanziato dall'UE nell'ambito di Horizon 2020 (H2020), il Programma Quadro dell'UE per la ricerca e l'innovazione relativo al periodo 2014-2020. H2020 si propone di contribuire, in particolare, alla realizzazione di una società basata sulla conoscenza e sull'innovazione, orientata verso le grandi priorità indicate dall'Agenda europea per il 2020, ossia crescita intelligente, sostenibile e inclusiva. Il progetto FReSMe è stato preparato in risposta alla call LCE-25-2016: *Utilisation of captured CO2 as feedstock for the process industry* (Commissione Europea, 2017).

La tecnologia presentata nel FReSMe può essere considerata un'evoluzione e integrazione di due tecnologie proposte da altri due progetti finanziati dall'UE: il primo, STEPWISE, incentrato sulla sperimentazione di una tecnica innovativa di cat-

tura della CO<sub>2</sub> e il secondo, MefCO<sub>2</sub>, che si propone di produrre metanolo a partire dalla CO<sub>2</sub> catturata. Con il FReSMe ci si è posti l'obiettivo di unire le due tecnologie (per questo alcuni partner dei progetti STEPWISE e MefCO<sub>2</sub> si ritrovano anche nel FReSMe), dimostrare la loro applicabilità nel settore siderurgico e valutare se sia effettivamente una pratica sostenibile per l'ambiente in termini di riduzione degli impatti ambientali rispetto alle tecnologie convenzionali.

Il progetto FReSMe è iniziato nel 2016, terminerà nel 2020 e coinvolge 11 partner europei tra cui aziende e gruppi di ricerca suddivisi in 7 gruppi di lavoro. La realizzazione del progetto comprende le seguenti fasi principali: *i)* analisi di laboratorio a supporto del miglioramento della tecnologia, sia per quanto riguarda la cattura e il trattamento di affinamento dei gas di acciaieria sia per la produzione di metanolo; *ii)* modellazioni e simulazioni per ottimizzare i processi; *iii)* realizzazione di un impianto pilota e di una campagna di test presso il sito di Luleå (SE), dove si trova l'acciaieria primaria che fornisce i gas di scarico per la sperimentazione; *vi)* analisi del ciclo di vita (LCA – *Life Cycle Assessment*) del processo per valutare l'effetti-

va riduzione degli impatti ambientali rispetto alle tecnologie tradizionali, con particolare attenzione alla categoria di impatto del riscaldamento globale; v) dimostrazione finale dell'utilizzo del metanolo prodotto per l'alimentazione di un traghetto passeggeri nella linea Gothenburg (SE) – Kiel (DE).

## 2. LA TECNOLOGIA FRESME

La Figura 1 riporta lo schema di trattamento FReSMe dei gas di scarico di acciaieria per l'ottenimento di metanolo impiegabile per il trasporto navale e i partner europei coinvolti nella realizzazione del progetto.

L'impianto pilota è in fase di realizzazione presso l'istituto di ricerca svedese Swerea MEFOS, nei pressi dell'acciaieria a ciclo integrale di Luleå (SE) di proprietà dell'azienda SAAB. La prima unità di trattamento dei gas di scarico è il SEWGS (*Sorption Enhanced Water - Gas Shift*), soluzione tecnologica innovativa di cattura della CO<sub>2</sub> pre-combustione che si basa sull'utilizzo di un reattore in cui contemporaneamente avviene la reazione di spostamento del gas d'acqua (reazione WGS – *water gas shift*) e la cattura della CO<sub>2</sub> tramite l'utilizzo di un materiale adsorbente cataliticamente attivo (Gazzani et al., 2015; Allam et al., 2005). All'uscita da questa unità si hanno pertanto un flusso ricco di CO<sub>2</sub> e un flusso ricco di idrogeno e altri gas inerti (principalmente azoto). La tecnologia SEWGS applicata alla cattura della CO<sub>2</sub> da gas di scarico da acciaieria è l'oggetto principale del progetto STEPWISE, tutt'ora in corso: la colonna pilota (vedi Figura 2) è situata presso il sito di Swerea MEFOS a Luleå e i risultati delle campagne di test che si stanno tenendo in questi mesi saranno utilizzati per ottimizzare al meglio il processo. Il centro di ricerca che si sta occupando delle sperimentazioni del processo SEWGS applicato al contesto siderurgico è l'ECN (*Energy research Centre of the Netherlands*), che trasferirà l'esperienza ottenuta con il progetto STEPWISE al FReSMe. Il materiale adsorbente impiegato nel SEWGS è prodotto dall'azienda olandese Kisuma Chemicals, coinvolta anch'essa sia nel progetto STEPWISE che nel FReSMe.

Dopo il trattamento dei gas di altoforno nell'unità SEWGS, il flusso ricco di idrogeno necessita di essere purificato dall'azoto: a tale scopo si utilizzerà la tecnologia di separazione con membrane. La progettazione di questa sezione è affi-



Figura 2 – Tecnologia SEWGS (*Sorption Enhanced Water Gas Shift*) per la separazione del flusso ricco di CO<sub>2</sub> dal flusso ricco di H<sub>2</sub> dai gas di scarico dell'acciaieria

data all'azienda olandese Array Industries. Sia il flusso ricco di CO<sub>2</sub> che quello ricco di idrogeno sono prodotti in discontinuo dall'unità SEWGS, quindi in entrambi i casi è previsto l'inserimento di un'unità che omogenizzi i flussi per il successivo inserimento nel reattore di produzione di metanolo e di un compressore che attribuisca la giusta pressione. Inoltre, siccome il contenuto di idrogeno nei gas di acciaieria è il fattore limi-

tante per la produzione di metanolo, per sfruttare interamente il contenuto di carbonio è necessario aggiungere al processo dell'idrogeno, che sarà prodotto tramite elettrolisi dell'acqua. Infine, entrambi i flussi entreranno nell'unità di produzione del metanolo, che si basa sull'utilizzo di materiale catalitico per la sintesi del combustibile. Il miglioramento delle prestazioni del sistema di produzione di metanolo dalla CO<sub>2</sub> catturata a valle di processi industriali è l'oggetto del progetto MefCO<sub>2</sub>, la cui tecnologia è stata sviluppata dall'azienda islandese CRI (*Carbon Recycling International*), in collaborazione con il centro di ricerca sloveno NIC (*National Institute of Chemistry*) per lo studio del materiale catalitico ideale per il processo. L'utilizzo del metanolo prodotto dall'impianto pilota verrà utilizzato per il trasporto navale per conto della Stena Rederi (SE).

Altri partner del progetto sono il Politecnico di Milano e in particolare il Dipartimento di Energia per la valutazione tecnico-economica e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale – Sezione Ambientale per la valutazione delle prestazioni ambientali della tecnologia FReSMe tramite analisi del ciclo di vita (LCA); Tata Steel (NL) che fornirà supporto tecnico nella fase di test della tecnologia SEWGS con gas di scarico provenienti da acciaierie diverse rispetto a quella di Luleå, di proprietà dell'azienda stessa; infine i-deals, società spagnola, per il coordinamento dei vari gruppi di lavoro e la diffusione dei risultati associati al progetto.

### 3. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Allam T., Chiang R., Hufton J., Middleton P., Weist E., White V. (2005) Development of Sorption Enhanced Water Gas Shift Process. Carbon Dioxide for Storage in Deep Geologic Formations - Results from the CO<sub>2</sub> Capture Project.

Commissione Europea (2017) Horizon 2020 – Work programme 2016-2017 - 10. "Secure, Clean and Efficient Energy" <http://ec.europa.eu/>

Gazzani M., Romano M. C., Manzolini G. (2015) CO<sub>2</sub> capture in integrated steelworks by commercial-ready technology and SEWGS process. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 41, 249-267.

MefCO<sub>2</sub> project. [www.mefco2.eu](http://www.mefco2.eu)

STEPWISE project. [www.stepwise.eu](http://www.stepwise.eu)

Rockstrom J., Gaffney O., Rogelj J., Meinshausen M., Nakicenovic N., Schellnhuber H.J. (2017) A roadmap for rapid decarbonization. Emissions inevitably approach zero with a "carbon law". *Science*, 355, 1269-1271.

Rogelj J., Luderer G., Pietzcker R.C., Kriegler E., Schaeffer M., Krey V., Riahi K. (2015) Energy system transformations for limiting end-of-century warming to below 1.5 °C. *Nature Climate Change*, 5, 519-528.

UNFCCC (2015) Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change, doc. FCCC/CP/2015/L.9, 12 December. [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)

### RINGRAZIAMENTI

Il progetto FReSMe è stato finanziato dal programma Horizon 2020 dell'Unione Europea, grant agreement n. 72750.

