



Ricerca di Sistema elettrico

Comunicazione e diffusione dei risultati sulle attività ENEA sul P2G/L nell'ambito del WP3

E. Giacomazzi, F.R. Picchia

COMUNICAZIONE E DIFFUSIONE DEI RISULTATI SULLE ATTIVITÀ ENEA SUL P2G/L NELL'AMBITO DEL WP3

E.Giacomazzi, F.R. Picchia – DTE-PCU-IPSE, ENEA

Dicembre 2019

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - I annualità

Obiettivo: *Tecnologie*

Progetto: Tema 1.2 "Sistemi di accumulo, compresi elettrochimico e power to gas, e relative interfacce con le reti"

Work package: WP3 "Power-to-Gas"

Linea di attività: LA3.34 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento sulle attività ENEA su P2G/L e integrazione con sistemi generazione elettrica innovativi - I Anno

Responsabile del Progetto: Giulia Monteleone ENEA

Responsabile del Work Package: Eugenio Giacomazzi ENEA

Indice

SOMMARIO	4
1 SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI R&S SVOLTE NELLA PRIMA ANNUALITÀ.....	4
2 PRODUZIONE DI ARTICOLI SCIENTIFICI, MEMORIE E POSTER A CONGRESSI E WORKSHOP	10
3 PARTECIPAZIONE A LAVORI DI ORGANIZZAZIONI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI	12
4 ACCORDI DI COLABORAZIONE	13

Sommario

Il documento riporta, sinteticamente, le azioni svolte da ENEA nel periodo 01.01.2019-31.12.2019, relative al coordinamento delle attività nell'ambito del Work Package 3, Power to Gas, alla diffusione dei risultati delle attività di ricerca svolte sulle tematiche di interesse del progetto, nonché alle azioni rivolte a favorire il trasferimento tecnologico verso l'industria nazionale che opera nel settore di generazione di energia elettrica e trasporto e distribuzione gas. Tali azioni hanno avuto come risultato: la pubblicazione di articoli e documenti tecnici, la partecipazione a congressi con presentazione di memorie e poster, la stipula di accordi di collaborazione con alcuni dei maggiori stakeholder italiani nei settori che possono essere interessati all'applicazione dei risultati delle attività di R&S ENEA, la partecipazione a riunioni ed eventi di organismi internazionali nel campo dell'energia.

1 Sintesi delle attività di R&S svolte nella prima annualità

Le attività ENEA nel WP3- Power To Gas in questa prima annualità sono state rivolte al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

LA 3.1 - Power-to-Gas: stato dell'arte e definizione delle configurazioni più idonee nel contesto italiano [1/1/2019-31/12/2019]

Le analisi di scenario per i sistemi energetici dei prossimi decenni prevedono un progressivo aumento della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili non programmabili. Affinché questo sia possibile è necessario integrare nel sistema elettrico opportune tecnologie di accumulo su differenti scale temporali. Il P2G rappresenta una delle possibili tecnologie utilizzabili per l'accumulo stagionale su larga scala e una delle possibili tecnologie abilitanti per la transizione energetica sia a livello nazionale che europeo. Difatti mediante la tecnologia P2G è possibile decarbonizzare i settori di uso finale dell'energia, fornire i meccanismi stagionali per immagazzinare, trasportare e distribuire energia anche su lunga distanza, favorire la penetrazione delle rinnovabili non programmabili, aumentare la resilienza del sistema elettrico e la sicurezza energetica.

In questa annualità è stato eseguito un primo passo propedeutico alle attività che saranno svolte nei due anni successivi (LA3.2, LA3.3), avendo come obiettivo finale la valutazione e l'analisi delle performance tecniche, economiche e ambientali di sistemi Power to Gas inseriti in un contesto multi-parametrico che tenga conto di diversi scenari di alimentazione di energia elettrica da fonti rinnovabili, diverse sorgenti di CO₂, differenti utilizzi del gas prodotto. Un ulteriore obiettivo è il benchmark delle prestazioni e dei benefici della tecnologia P2G con quelli relativi ad altre tecnologie di accumulo energetico.

L'implementazione di una tecnologia P2G prevede l'integrazione sinergica di più processi e tecnologie con diverse varianti legate anche all'utilizzo finale. La trasformazione da energia elettrica allo stoccaggio sotto forma di combustibile gassoso avviene attraverso più passaggi. Tra questi si annoverano: la produzione, l'accumulo e l'utilizzo di idrogeno, la cattura e la separazione dell'anidride carbonica necessaria per i processi di metanazione (che possono essere sia catalitici che biologici), il trattamento e la purificazione dei flussi in ingresso ed in uscita, la compressione e l'immissione in rete. Per questo si è eseguita un'analisi approfondita dello stato dell'arte delle tecnologie connesse alle diverse sezioni di processo; è stato fatto l'inventario dei progetti e delle principali realizzazioni a livello europeo, per concludere con la definizione di alcune possibili applicazioni valide per il contesto italiano.

I dettagli e risultati dell'attività sono riportati nel report:

"Power-to-Gas: stato dell'arte e definizione delle configurazioni più idonee nel contesto italiano", C. Bassano, P. Deiana, F. Donato

LA 3.12 - Power-to-Gas/Liquid: studio di catalizzatori commerciali per la sintesi diretta di DME

[1/1/2019-31/12/2019]

L'inserimento dei processi di trasformazione del biossido di carbonio in combustibile, nelle tecnologie P2G/L, rappresenta un elevatissimo valore aggiunto che permette di coniugare l'esigenza della continua disponibilità di energia con il contributo al contenimento delle emissioni di CO₂ in atmosfera. Possibilità che risulta importante laddove non sia realizzabile l'interfacciamento diretto tra le reti elettrica e gas per l'assenza di quest'ultima, e che quindi rappresenta una interessante alternativa di accumulo ottenendo combustibili stoccabili allo stato liquido; tra questi si individuano il metanolo e il DME utilizzabili in settori esterni alla generazione di potenza su larga scala.

Obiettivo finale nel triennio dell'attività di ricerca nell'ambito del progetto consiste nella messa a punto di un processo di sintesi diretta del dimetiletere (DME), un combustibile ossigenato di potenziale interesse sia come carburante per autotrazione che per applicazioni domestiche con un minor impatto ambientale rispetto ai combustibili convenzionali. In particolare saranno studiate tecnologie catalitiche innovative. Il tema è stato affrontato già nel precedente piano triennale della Ricerca di Sistema Elettrico con lo studio approfondito del processo di disidratazione del metanolo in DME e il test di nuovi catalizzatori. L'attività propedeutica delle precedenti annualità nel corso del triennio sarà irrobustita da test intensivi in pressione (fino a 20 bar), apportando delle opportune modifiche sull'apparato sperimentale sul quale sono stati svolti finora i test catalitici sulla disidratazione del metanolo a pressione atmosferica.

Prima di affrontare il problema della sintesi del DME in un processo a singolo step, da miscele gassose H₂/CO₂, l'attività durante il primo anno del PT 2019-21 si è concentrata sullo studio di un'altra classe di catalizzatori per la disidratazione del metanolo, in particolare i materiali silicoalluminati, tra cui la vasta classe delle zeoliti, che sono stati estesamente impiegati a questo scopo e sui quali esiste una vasta letteratura di riferimento. Il materiale è stato studiato (attività catalitica, stabilità e disattivazione) e confrontato con una zeolite commerciale (BEA), tal quale e funzionalizzata con gruppi sulfonici. La ricerca ha portato all'individuazione di catalizzatori, attivi già a temperature inferiori a 100 °C, ponendo le basi per un loro positivo impiego, in forma modificata, nella sintesi diretta del DME da miscele gassose CO₂/H₂.

I dettagli e risultati dell'attività sono riportati nel report:

"Disidratazione del metanolo a DME su materiali silicoalluminati", V. Barbarossa, R. Viscardi, F. Pancrazi

LA 3.24 - Integrazione P2G/sistemi generazione elettrica innovativi: fuel-flexibility – sviluppo sezione H2-AGATUR e sistemi monitoraggio combustione

[1/1/2019-31/12/2019]

Data la natura intermittente della generazione elettrica da vRES e il peso crescente che questa assumerà negli anni a venire, risulta evidente la necessità di accumulare l'eccesso di energia rinnovabile per utilizzarla successivamente dove e quando è necessaria.

L'accumulo di energia elettrica può in prospettiva avvalersi di diverse tecnologie specializzate per capacità e per specifici intervalli temporali, che spaziano dai servizi di rete real-time allo stoccaggio stagionale e strategico. Alcune di queste tecnologie offrono inoltre l'opportunità di incrementare le interconnessioni tra diverse reti (energia elettrica – gas) introducendo l'utilizzo di nuovi vettori per il trasferimento dell'energia; in particolare la sinergia tra la generazione flessibile a gas e la tecnologia di accumulo Power-to-Gas (P2G) consentirebbe di assorbire la totalità dell'eccesso di produzione da vRES e rilasciarlo, al netto dei rendimenti, dove e quando serve. Gran parte delle risorse di flessibilità del sistema elettrico italiano provengono dell'impiego degli impianti turbogas, sia in ciclo combinato (CCGT) che in ciclo semplice (OCGT). Il segmento di mercato dei cicli basati su turbina a gas, con particolare riferimento ai cicli combinati, ha subito una decisa contrazione del loro fattore di carico riducendone la competitività economica e posizionandoli nel settore della fornitura di servizi per la stabilizzazione della rete elettrica.

Tuttavia l'esercizio flessibile dei CCGT e dei OCGT presenta ad oggi delle ricadute negative in termini di costi ed emissioni, dovute sia alla perdita di efficienza ai carichi parziali sia all'esercizio ciclico che riduce sensibilmente la vita utile degli impianti e ne incrementa le emissioni. È quindi necessario ottimizzare il

sistema elettrico, migliorando gli impianti turbogas con ulteriori tecnologie che siano in grado di operare sinergicamente nella fornitura di flessibilità.

Nel triennio il progetto prevede lo studio di nuove tecnologie, di strategie di combustione e nuovi strumenti diagnostici che possano portare ad un esercizio flessibile dei turbogas per il sostegno alla rete elettrica.

L'immissione in rete di gas di composizione variabile, derivante dallo sfruttamento del surplus di energia elettrica da vRES in idrogeno o metano iniettati direttamente nella rete del gas naturale (in proporzioni volumetriche che in prospettiva potrebbero raggiungere il 5-10%) pone dei problemi ai turbogas. Ad esempio, l'aggiunta di idrogeno al gas naturale altera in modo non trascurabile, non solo le proprietà di combustione della miscela ottenuta (velocità di fiamma, ritardo di accensione, limiti di infiammabilità, caratteristiche termo-diffusive, temperature massime raggiunte e NO_x prodotti), ma anche la topologia del fronte di fiamma, la sua stabilizzazione e dinamica. In particolare, si prevede che l'uso di miscele idrogenate nelle moderne Turbine a Gas aumenti il rischio di fenomeni di instabilità termo-acustica, dannosi per l'operatività della Turbina stessa.

Dato il potenziale aumento del rischio di instabilità di combustione, è anche importante monitorare in tempo reale la combustione e identificare, con un certo anticipo, i precursori delle instabilità, in modo da adottare opportune procedure di controllo.

In questo ambito si inserisce lo sviluppo di D.O.E.S., uno strumento la cui realizzazione è partita nel precedente triennio e che potrebbe utilmente monitorare i gas di post-combustione, consentendo in teoria, di associare il regime di combustione allo spettro misurato allo scarico. D.O.E.S. utilizza la spettroscopia ottica di emissione nell'intervallo spettrale che va dall'ultravioletto (UV) al vicino infrarosso (NIR). In origine, lo sviluppo dello strumento riguardava il monitoraggio dell'ossigeno in impianti di ossi-combustione operanti in regimi senza fronte di fiamma, come suggerisce l'acronimo (Detection of Oxygen by Emission Spectroscopy), ma durante il suo sviluppo si è compreso che lo strumento poteva essere in grado di monitorare qualunque altra specie nei gas di post combustione.

In questo triennio si intende quindi arrivare alla completa automazione di D.O.E.S, sia dal punto di vista della gestione e controllo che riguardo il software di analisi on line, per un suo utilizzo in campo.

In questa annualità si è completato:

- lo sviluppo dell'**automatizzazione** dei singoli sottosistemi, (strumenti), componenti D.O.E.S. (Detection of Oxygen by Emission Spectroscopy) e la possibilità di avere il controllo e la lettura dei vari parametri in una sala operativa remota, in modo che possa operare in maniera stand alone e con controllo remoto per lunghi periodi senza danneggiarsi;
- lo sviluppo di una serie di **salvaguardie** rispetto ad aumenti imprevisti ed indesiderati del flusso del gas in ingresso, per rendere il sistema in grado di andare in autoprotezione in caso di regimi dannosi per lo strumento;
- Avvio dello sviluppo di un **algoritmo off-line** capace di identificare le righe, (picchi), di emissione degli spettri acquisiti dei gas, tenendo conto delle intensità relative delle varie specie chimiche componenti la miscela di ingresso.
- Analisi dei tempi caratteristici dello strumento: misura del **tempo di ritardo** che intercorre tra la variazione della concentrazione relativa dei gas che compongono la miscela di scarico in uscita da un impianto, e la misura della variazione dell'intensità delle righe caratteristiche negli spettri di tale miscela.

Allo stato attuale, quindi, lo strumento riesce a monitorare l'andamento dei gas nel tempo, consentendo un'analisi qualitativa online, mentre l'analisi quantitativa, sia per test in laboratorio che su impianti è effettuata off-line.

Parallelamente, nella stessa Linea di Attività sono state definite le specifiche tecniche per la progettazione e la realizzazione del sistema di accumulo e alimentazione della linea idrogeno per la Turbec T100 S3 dell'impianto AGATUR. Il sistema di accumulo e alimentazione ha l'obiettivo di supportare le attività sperimentali relative alla gestione della turbina a gas in regime di fuel-flexibility, con miscele combustibili costituite da gas naturale e idrogeno (GN/H₂). Le attività sperimentali sono finalizzate alla validazione del comportamento della turbina a gas al variare del tenore di H₂ nella miscela combustibile in condizioni di alimentazione statiche e dinamiche. Le condizioni di alimentazione statiche prevedono un tenore di H₂

predefinito e costante nel tempo, mentre le condizioni di alimentazione dinamiche valideranno il comportamento della macchina alimentata con miscele GN/H₂ con tenore di H₂ variabile nel tempo in condizioni controllate, ma con dinamiche rilevanti. Il combustore della Turbec T100 è equipaggiato con un bruciatore pilota (pilot) di tipo diffusivo e un bruciatore principale (main) di tipo premiscelato. Se si esclude la fase di ligh-up, l'apporto energetico del bruciatore pilot è minoritario e la sua funzione è principalmente quella di stabilizzare la fiamma durante le transizioni di carico e ai bassi regimi di potenza, mentre la sua attività è marginale per potenze medio-alte a regime costante. L'alimentazione con miscele GN/H₂ riguarderà pertanto solo il bruciatore main, con l'obiettivo di preservare la stabilità della macchina e massimizzare l'efficacia tecnico-economica della sperimentazione.

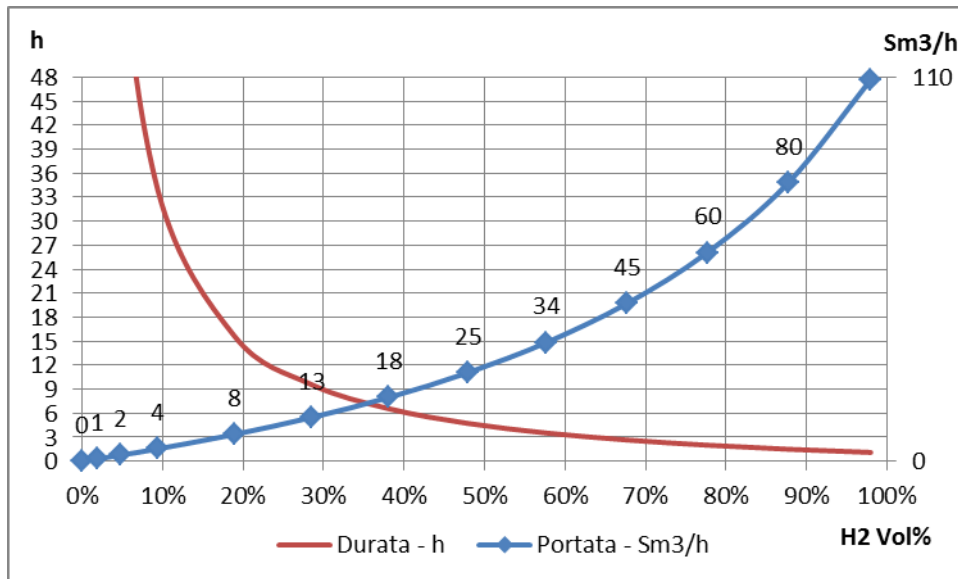


Figura 1. Caratteristiche principali del sistema di accumulo e alimentazione H₂.

Il sistema di accumulo previsto avrà una capacità pari a 120 Sm³ e sarà realizzato mediante l'installazione di un pacco bombole all'esterno della hall tecnologica in cui è collocata la turbina a gas. La rampa gas includerà la linea di connessione tra il sistema di accumulo e la valvola di alimentazione del bruciatore main, unitamente a tutti gli organi di misura, regolazione e controllo necessari all'erogazione in sicurezza dell'idrogeno. Fatte salve specifiche esclusioni dettate dalla normativa sulla sicurezza, tutti gli organi di regolazione saranno predisposti per il controllo remoto. Il sistema di accumulo e alimentazione sarà dotato di organi riduzione della pressione di numero e caratteristiche tali da garantire un'erogazione stabile delle portate richieste ad una pressione compresa tra 5 e 10 bar assoluti, con capacità di regolazione in questo intervallo non inferiore a 0.1 bar.

I dettagli e risultati dell'attività sono riportati nei seguenti report:

Automatizzazione dei singoli sottosistemi di acquisizione e controllo del sistema DOES, C. Stringola, E. Giulietti, A. Gentili, S. Scaglione, D. Zola

Analisi preliminare dei tempi caratteristici del sistema DOES, S. Scaglione, D. Zola, A. Gentili, C. Stringola, E. Giulietti

Specifiche per la realizzazione della rampa H₂ dell'impianto AGATUR, G. Messina

LA 3.26 - Integrazione P2G/sistemi generazione elettrica innovativi: fuel-flexibility- Studi numerici sull'applicazione di ammoniaca in microturbine
[1/1/2019-31/12/2019]

Le attività sperimentali riguardanti il tema della fuel-flexibility per impianti turbo-gas sono svolte da ENEA utilizzando le infrastrutture impiantistiche AGATUR e ZECOMIX realizzate nel centro Casaccia, che sono equipaggiate con due identiche micro-turbine TURBEC T100 (100kW), una delle quali monta un combustore

ARI 100 T2 funzionante in modalità dual-fuel e modificato da ENEA allo scopo di effettuare la sperimentazione. A complementare l'attività sperimentale sono le simulazioni numeriche per lo studio delle condizioni di stabilità della microturbina al variare della composizione del combustibile.

In particolare in questa Linea di Attività si è voluto studiare la possibilità di alimentare il combustore ARI 100 con miscele ammoniacca/idrogeno. L'interesse della ricerca internazionale nei riguardi dell'ammoniaca deriva dal fatto che è considerata un vettore di idrogeno che, rispetto all'idrogeno, presenta molti meno problemi nello stoccaggio e nella distribuzione e può rappresentare un combustibile sostenibile.

Lo scopo dell'attività è stato quello di valutare le performance del combustore in termini di efficienza e di emissioni. Dapprima è stata effettuata un'accurata indagine bibliografica sullo stato dell'arte dell'utilizzo dell'ammoniaca in sistemi di potenza (principalmente motori a combustione interna) e sulle caratteristiche di combustione di tali miscele, per poi condurre analisi attraverso simulazioni numeriche CFD (ANSYS-FLUENT) ed applicando il metodo della rete di reattori ideali.

I risultati dell'attività hanno portato a concludere che il combustore esaminato non è in grado di lavorare con miscele contenenti ammoniaca senza che la produzione di NO_x incrementi fortemente, a meno di non installare a valle apparecchiature per la riduzione catalitica selettiva.

I dettagli e risultati dell'attività sono riportati nel report:

"Indagine esplorativa sull'utilizzo di miscele ammoniacca/idrogeno nel combustore ARI 100 T2 della micro turbina a gas TURBEC T100", A. Di Nardo, G. Calchetti

LA 3.29 - Integrazione P2G/sistemi generazione elettrica innovativi: cicli a sCO₂ ibridizzati con sistemi di accumulo – definizione del ciclo

[01/01/19-31/12/19]

In questa LA sono state definite le specifiche di base dei due turbo-gruppi di un ciclo di potenza a CO₂ supercritica ibridizzato con un sistema di accumulo termico, afferenti rispettivamente alla sezione di potenza e alla sezione di accumulo termico.

La sezione di potenza è concepita per convertire in energia elettrica il calore proveniente da una sorgente ad alta temperatura (esausti di una turbina a gas, campo solare termodinamico, calore di scarto di un processo industriale se compatibile in potenza e temperatura). In questa fase il turbo-gruppo di potenza è stato ipotizzato mono-albero con turbina e compressore connessi meccanicamente ad un generatore elettrico sincrono che, di conseguenza, impone una velocità di rotazione costante. Tale configurazione consente di ridurre al minimo i componenti critici, quali le tenute ed i cuscinetti. Di contro presenta delle rigidità nell'accoppiamento meccanico e fluidodinamico che potrebbero comportare una riduzione dell'efficienza di conversione o, nei casi più vincolanti, la necessità di architetture più complesse (introduzione di un riduttore di giri, arrangiamento del turbo-gruppo in più alberi, o entrambe). La configurazione ipotizzata per le turbomacchine della sezione di potenza è radiale per il compressore e assiale per la turbina, ritenendo la scalabilità verso potenze superiori un requisito essenziale della soluzione tecnologica proposta.

Per il turbo-gruppo della sezione di accumulo si è ipotizzato un compressore radiale alimentato da un motore elettrico con la possibilità di integrare parte della potenza meccanica richiesta con un turbo-espansore radiale trans-critico. Si è ipotizzato un accoppiamento meccanico fisso tra il compressore e il motore elettrico e un giunto di accoppiamento auto-sincronizzante per la connessione del turbo-espansore, che ne consente l'azionamento solo quando le condizioni del fluido di lavoro sono adatte per l'avviamento.

I dettagli e risultati dell'attività sono riportati nei seguenti report:

Definizione preliminare dei turbogruppi per un ciclo di potenza a sCO₂ ibridizzato con una pompa di calore, G. Messina

LA 3.34 - Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento sulle attività ENEA su P2G/L e integrazione con sistemi generazione elettrica innovativi - I Anno

L'attività è consistita in:

- diffusione dei risultati della ricerca attraverso la partecipazione a congressi, workshop e produzione di articoli scientifici su rivista;
- azioni volte al trasferimento tecnologico verso l'industria nazionale del settore, come la stipula di accordi di collaborazione;
- coordinamento dei gruppi di ricerca e rendicontazione economica delle linee di attività a termine nella prima annualità.

Questo stesso documento riporta la sintesi delle attività svolte.

2 Produzione di articoli scientifici, memorie e poster a congressi, workshop

Diverse azioni sono state condotte al fine di diffondere e valorizzare i risultati ottenuti con le attività di R&S svolte nell'ambito dell'intero Progetto. Tali azioni hanno avuto come risultato la pubblicazione di articoli e documenti tecnici e la partecipazione a congressi con presentazione di memorie e poster.

Articoli pubblicati su rivista:

Autori	Titolo	Rivista
C.Bassano, P.Deiana L.Lietti , C.G. Visconti	<i>P2G movable modular plant operation on synthetic methane production from CO2 and hydrogen from renewables sources</i>	Fuel 253, pp. 1071-1079 1/10/2019 F= 5,223
A. Porta, L. Falbo, C.G. Visconti, L. Lietti, C. Bassano, P. Deiana	<i>Synthesis of Ru-based catalysts for CO2 methanation and experimental assessment of intraporous transport limitations</i>	Catalysis Today 31/1/2019 IF= 4,888
R. Hernandez-Rivera, G. Troiani, T. Pagliaroli and A. Hernandez-Guerrero	<i>Detection of the Thermoacoustic Combustion Instabilities of a Slot Burner based on a Diagonal-Wise Recurrence Quantification</i>	Physics of Fluids 3/12/2019 IF= 2,84
A. Porta, L. Falbo, C.G. Visconti, L. Lietti, C. Bassano, P. Deiana	<i>Preparation and testing of Ru/Al2O3 catalysts for a compact-scale fixed bed CO2 methanation reactor</i>	Proceeding: 12th Natural Gas Conversion Symposium 2019, Pages 439-442 2-6/6/2020
R. Hernandez-Rivera, G. Troiani, T. Pagliaroli and A. Hernandez-Guerrero	<i>Detection of the Thermoacoustic Combustion Instabilities of a Slot Burner based on a Diagonal-Wise Recurrence Quantification</i>	Physics of Fluids 3/12/2019 IF= 2,84
G. Troiani, M. Marrocco	<i>Fractal analysis of fluorescence images to assess robustness of reference-surface positioning in flame fronts</i>	Combustion Science and Technology 8/1/2020 IF=1,56
V. Barbarossa, R. Viscardi, G. Maestri, R. Maggi, D. Mirabile Gattia, E. Paris	<i>Sulfonated catalysts for methanol dehydration to dimethyl ether (DME)</i>	Materials Research Bulletin 113(2019)64-69. 1/1/2019 IF=3.355

Partecipazioni a workshop e congressi:

Congresso/workshop	Data e località	Partecipazione
ECONOS 2019	6/4/2019 Rouen, Francia	M. Marrocco: Partecipazione con intervento orale "Reconstruction of CARS signals generated by means of chirped laser pulses"
RdS- Diffusione dei risultati e prospettive della ricerca di sistema elettrico	10/4/2019 Roma, Italia	E. Giacomazzi, G. Messina, P. Deiana, S. Stendardo, V. Barbarossa, F.R. Picchia, S. Scaglione, A. Sytchkova : Presentazione di 2 Poster sulle attività nell'ambito della RdS Elettrico
CO2 open Forum : Act now for zero emissions	16/4/2019 Roma, Italia	P. Deiana: Presentazione: "Produzione di combustibili alternativi (e-fuels): le tecnologie P2G e Power2X"
CO2 open Forum : Act now for zero emissions	16/4/2019 Roma, Italia	G. Messina: Presentazione: "Cicli a CO2 Supercritica un salto nel futuro"
Workshop :FROM POWER TO GAS: THE STORE&GO PLANT IN TROIA (FG)	21-22/5/2019 Bari, Italia	P. Deiana : partecipazione
FORUM UNI-CIG - SISTEMA GAS EUROPA: UNA VISTA POLIEDRICA SUL SISTEMA MULTI-GAS	12-13/6/2019 Milano, Italia	P. Deiana: Presentazione: "Le tecnologie Power to Gas per l'utilizzo innovativo delle reti energetiche"
Workshop :IL FUTURO DELLE RINNOVABILI - FUORI DAL CARBONE DENTRO L'INNOVAZIONE ENERGETICA	25/6/2019 La Spezia, Italia	G. Messina:

Congresso/workshop	Data e località	Partecipazione
3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SURFACE SCIENCE (ICASS) 2019	17-20/6/2019 Pisa, Italia	R. Viscardi , Poster: CATALYTIC CONVERSION OF METHANOL TO DIMETHYL ETHER (DME) OVER SUPPORTED SULFONIC ACIDS CATALYSTS
LCS-RNet 11th Annual Meeting	17-18/10/2019 ENEA-Sede, Roma, Italia	P. Deiana: Presentazione:"Power To gas Technologies and Innovative uses of existing energy infrastructures to meet the long term CO2 neutrality goal"
First Italian Conference on Carbon Dioxide Capture and Utilization	4-5-6/12/2019 Bari, Italia	R.Viscardi,V.Barbarossa: "2G: From Hydrogen To Oxygenated Fuels"
Seminario sul Piano Nazionale integrato su Energia e Clima	24/10/2019 Roma, Italia	G. Messina: Presentazione : "I problemi di rete, gli accumuli e la gestione delle FER elettriche"

3 Partecipazione a lavori di organizzazioni nazionali ed internazionali

Oltre alla diffusione e comunicazione dei risultati scientifici e tecnologici, il personale coinvolto nel Progetto ha operato nell'ambito di comitati e gruppi tecnici internazionali, che operano sulle tematiche specifiche del Progetto, in qualità sia di rappresentanti ENEA che di delegati italiani. Nell'ambito di tali comitati e gruppi tecnici sono stati forniti, nei meeting tenuti nel corso dell'annualità, contributi tecnico-scientifici sulle tematiche inerenti il Progetto. Le finalità di tali partecipazioni sono volte sia a presentare la posizione italiana o dell'ENEA sulle strategie di R&S nazionali ed internazionali, sia a cercare di convogliare l'interesse di partner europei su idee di progetti di sviluppo tecnologico per i quali cercare finanziamenti.

In particolare, si è operato all'interno dei seguenti organismi nazionali e internazionali:

- **International Energy Agency (IEA):** WPPF-Working Party on Fossil Fuel (E. Giacomazzi in qualità di delegato nazionale MiSE)
- **European Turbine Network (ETN):** partecipazione ai gruppi di lavoro: idrogeno e cicli a CO₂ supercritica (rappresentanti ENEA: E. Giacomazzi, G. Messina)
- **Carbon Sequestration Leadership forum (CSLF) Technical Group** (P. Deiana in qualità di delegato nazionale)
- **Mission Innovation: Analysis and Joint Research Group** (P. Deiana in qualità di rappresentante ENEA)
- **Sezione italiana del Combustion Institute:** (D. Cecere , in qualità di membro del board)

Nel corso dell'annualità le partecipazioni sono quelle di seguito elencate:

Evento	Data e località	Partecipazione
ETN's 15th Annual General Meeting & Workshop: gruppo tecnico TC1	27-28/3/2019 Pau, Francia	G. Messina, E. Giacomazzi - Presentazione: " Demonstration of Supercritical CO₂ Cycles Technology for Waste Heat Recovery Applications "
IEA-WPPF	26-27/6/2019 Pechino, Cina	E. Giacomazzi - Partecipazione in qualità di delegato nazionale
European Turbine Network workshop	1-2/10/2019 Firenze, Italia	G. Messina, E. Giacomazzi - Partecipazione al Technical Committee 1: Next generation power cycles: supercritical CO ₂ for energy intensive industry and power generation; <u>Presentazione: "ENEA's Activities on sCO₂ GT Cycles" (Cicli, Turbomacchine, Ossi-combustione: cosa imparato e piani futuri)</u>
2019 Annual Carbon Sequestration leadership forum meeting	4-5/11/2019 Parigi, Francia	P. Deiana - Partecipazione al meeting in qualità di delegato nazionale al CSLF
Hydrogen Production with CCS Workshop	06/11/19 Parigi, Francia	P. Deiana - Partecipazione al meeting in qualità di delegato nazionale al CSLF
CCUS with Energy Intensive Industries Workshop	07/11/19 Parigi, Francia	P. Deiana - Partecipazione al meeting in qualità di delegato nazionale al CSLF
IEA WPPF MEETING	9-11/12/2019 Parigi, Francia	E. Giacomazzi - Partecipazione ai lavori IEA al "Working party on fossil Fuel"
IEA - ITALIAN TCP DAY	25/11/2019, Roma	E. Giacomazzi – Moderatore della tavola rotonda del WPPF

4 Accordi di collaborazione

Lo sviluppo di tecnologie, processi e componenti per l'accumulo del surplus di energia elettrica da Fonti Rinnovabili attraverso la produzione di 'Green Gas' in impianti Power to Gas, consente di sviluppare la filiera italiana legata ai fornitori delle tecnologie del sistema: il settore di produzione di energia elettrica da rinnovabile, i DSO e TSO elettrici, il settore di produzione e stoccaggio dell'idrogeno, il settore di cattura della CO₂, il settore di produzione della sezione di metanazione (reattoristica, catalizzatori) ed il settore del trasporto del metano (DSO e TSO lato gas).

Il processo di conversione energetica realizzato con il P2G prevede la sequenza: *energia elettrica – elettrolisi – idrogeno*; questa può continuare con la *metanazione* e la produzione di gas naturale sintetico successivamente immesso nella rete gas, o con la diretta immissione dell'idrogeno nella medesima. La contropartita è rappresentata dall'inevitabile variabilità nel tempo e nello spazio della composizione del combustibile distribuito dalla rete, tema che, già attuale, sarà sempre di maggiore importanza negli anni a venire. Al P2G si aggiungono altre fonti di potenziale variabilità della composizione del combustibile per TG, quali la crescente distribuzione di gas naturale liquefatto (LNG) o di combustibili gassosi a basso potere calorifico come il biogas. Se sembra oramai essere riconosciuto il ruolo delle turbine a gas nella crescente richiesta di *flessibilità operativa*, sembra altrettanto evidente che tale flessibilità si coniuga con i termini *flessibilità di carico* e *flessibilità di combustibile*. I termini citati sono inequivocabilmente legati alla riduzione delle emissioni, nonché all'affidabilità delle macchine stesse. Conseguentemente si ritiene di grande attualità l'esigenza di "knowledge" sull'utilizzo di *miscele combustibili per turbogas alternative al gas naturale* e contenenti, oltre al metano, percentuali significative di idrogeno. Il WP3 si occupa di molti degli aspetti tecnologici riguardanti l'applicazione delle tecnologie P2G.

Con la finalità, insita nella missione di ENEA, di favorire e supportare l'applicazione di tecnologie innovative P2G, nel corso del 2019 il Dipartimento Tecnologie Energetiche ha siglato importanti accordi di collaborazione con società che sono interessate a tali tecnologie.

In particolare, sono stati siglati accordi di collaborazione con:

- Società Gasdotti Italia Spa (SGI)
- SNAM Rete Gas S.p.A.
- NPI

SNAM è il primo gestore del sistema di trasporto del gas in Italia per estensione della rete, con circa 32.500 km di rete di trasmissione nazionale (oltre il 90% dell'intera rete) mentre **SGI** è il secondo gestore di sistemi di trasporto gas in Italia per estensione di rete, con circa 1.600 chilometri di gasdotti ad alta pressione nel Centro-Sud Italia. Ambedue, operando nel settore del trasporto di gas, mediante condotte in alta e media pressione, sin dagli anni '60, hanno sviluppato una considerevole esperienza tecnica e know-how relativi a tecnologie nel campo della progettazione e realizzazione di condotte in alta pressione nonché alle tecnologie connesse alla gestione di reti di trasporto. In virtù di tale know-how, le Società hanno chiesto ad ENEA una collaborazione dal punto di vista scientifico per lo sviluppo di tecnologie innovative riconducibili al settore nel quale operano. A tale scopo si sono formalizzati un accordo con SGI nel Marzo del 2019, ed uno con SNAM all'inizio del 2020, finalizzati a realizzare programmi di comune interesse riguardanti le seguenti tematiche:

- l'accoppiamento delle reti di trasporto di energia elettrica e gas naturale, attraverso le tecnologie del power to gas, al fine di rendere più efficiente il sistema energetico nazionale;
- la produzione e l'impiego di gas diversi dal gas naturale quali biometano, idrogeno e metano di sintesi (e loro miscele) mediante l'applicazione dei processi di elettrolisi dell'acqua e della metanazione;
- l'iniezione dei gas prodotti nella rete di trasporto;
- l'utilizzo innovativo delle infrastrutture gas esistenti;
- il riutilizzo della CO₂ proveniente da processi industriali e sorgenti naturali;
- lo stoccaggio dell'H₂ e della CO₂;

- gli aspetti di sicurezza legati all'utilizzo di combustibili alternativi;
- l'evoluzione della normativa tecnica applicabile alle iniziative suddette.

Un altro importante accordo è stato formalizzato con la **NPI** (Nuovo Pignone International) del gruppo Baker Hughes, che è coinvolta in attività di ricerca e sviluppo per le tecnologie dell'Energia e dell'Oil&Gas ed è leader mondiale del settore, dall'estrazione, al trasporto ed all'uso finale.

L'accordo, formalizzato all'inizio del 2020, è finalizzato a cooperare individuando aree di comune interesse che potrebbero essere oggetto di un impegno congiunto per lo sviluppo di soluzioni tecnologiche innovative su temi quali:

- idrogeno: produzione, trasporto, utilizzo;
- bilanciamento ed integrazione delle reti energetiche, stoccaggio dell'energia, macchine ibride;
- cicli turbogas alimentati a idrogeno e/o ammoniaca a percentuali variabili tra 0% e 100%;
- cicli termodinamici di potenza a CO2 supercritica;
- Power To Gas

L'obiettivo di ENEA è la valorizzazione dei risultati delle proprie ricerche, anche ottenuti all'interno di questo Piano Triennale, in progetti di trasferimento tecnologico di interesse nazionale/internazionale in collaborazione con queste grandi aziende.