

Task 5.8: Centro dimostrativo per la produzione aziendale di biogas e biometano e l'utilizzo in motorizzazioni sperimentali (gruppi elettrogeni, trattrici)

5.8.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina)

In tempi recenti è iniziato un processo di evoluzione tecnologica del tradizionale impianto per la digestione anaerobica di liquami e scarti di lavorazione agroalimentare e la produzione di biogas in una nuova tipologia definita a "a doppio stadio". Nell'ambito del progetto MiPAAF SOS-ZOOT, scheda Marea, è stato realizzato un impianto pilota di digestione anaerobica a doppio stadio nel quale avviene una produzione separata di idrogeno e metano. Il processo è stato già provato in laboratorio e l'impianto, per il quale è in corso una domanda di brevetto, ha dato risultati incoraggianti anche in termini di interesse da parte dell'industria. La messa a punto e ottimizzazione del citato impianto pilota costituisce materia di lavoro della task 3.3 del presente progetto, con l'obiettivo di migliorarlo e portarlo ad un livello pre-industriale.

La ricerca oggetto della presente task prende spunto dall'esistenza del suddetto impianto pilota, per andare ad esaminare le possibilità di utilizzo in azienda dei prodotti del digestore a due stadi: biometano (bio-CH₄) e bio-idrogeno (bio-H₂). Il metano è classicamente impiegato per l'alimentazione di motori combustione interna, sia a benzina che Diesel (è in corso la sua graduale introduzione in trattrici agricole "bi-fuel"). L'idrogeno è un gas altamente infiammabile. Tale caratteristica lo rende interessante in quanto, opportunamente inserito nel ciclo di un motore a combustione interna, esso è in grado di migliorare l'efficienza della combustione, con benefici sul rendimento energetico e sulla qualità delle emissioni. Tale applicazione richiede una serie di valutazioni tecniche che saranno oggetto della presente task, il cui obiettivo finale è la realizzazione di un impianto dimostrativo basato sul digestore a doppio stadio di cui alla task 3.3 e su un utilizzatore della miscela metano-idrogeno (motore) per la produzione di energia elettrica, termica e meccanica. L'impianto fornirà informazioni di tipo scientifico, tecnico ed economico circa le possibilità applicative in varie realtà aziendali, con particolare riferimento al corretto dimensionamento, in relazione alle disponibilità di materiale da avviare al digestore e alle esigenze energetiche da soddisfare.

5.8.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)

Task leader:

Daniele Pochi - UO CREA-ING, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 21).

Partecipanti:

Roberto Fanigliulo - UO CREA-ING, (vedi Task 1.1).

Francesco Gallucci - UO CREA-ING, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 22).

Collaborazioni esterne:

- Prof. Giancarlo Chiatti (Dipartimento di Ingegneria - Università degli studi di Roma TRE). Professore ordinario di "Macchine a Fluido" –Studio delle problematiche scientifiche relative al settore delle macchine, con particolare riferimento ai motori a combustione interna e ai sistemi di combustione industriale.

- Ing. Fulvio Palmieri (Dipartimento di Ingegneria - Università degli studi di Roma TRE) - Ricercatore esperto di "Macchine a Fluido". Ambiti di ricerca: Caratterizzazione sperimentale e

modellazione dettagliata dei componenti dei sistemi di iniezione; Caratterizzazione sperimentale e modellazione dettagliata di componenti oleodinamici e pneumatici.

- Dott. Ettore Guerriero (CNR-IIA Istituto Inquinamento Atmosferico del CNR, Roma), Ricercatore Esperto di analisi chimiche e di emissioni inquinanti, produzione di biogas e upgrading a biometano.
- Dott. Benedetti P (CNR-IIA Istituto Inquinamento Atmosferico del CNR, Roma), Ricercatore - Esperto di analisi chimiche e di emissioni inquinanti.

Pubblicazioni

- Chiatti G, Palmieri F, 2013. Hole Cross Section Shape Influence on Diesel Nozzle Flow. In: Proceedings of SAE World Congress and Exhibition, Detroit, MI (USA) 2013. 2013-01-1609, Detroit, MI (USA), Aprile 2013.
- Chiatti G, Chiavola O, Palazzoni M, Palmieri F, 2015. Diesel Spray Modeling Under Off-Axis Needle Displacement. In: Proceedings of SAE World Congress and Exhibition. 2015-01-0922, Detroit, USA.
- De Blasiis MR, Di Prete M, Guattari C, Veraldi V, Chiatti G, Palmieri F, 2014. Influence of highway traffic flow condition on pollutant emissions of diesel passenger cars using driving simulator. In: Proceedings of TRB 2014 Annual Meeting, Washington DC, USA. Washington DC, USA, 2014.
- Pochi D, Fanigliulo R, Paganom, Grilli R, Fedrizzi M, Fornaciari L, 2013. Dynamic-energetic balance of agricultural tractors: active systems for the measurement of the power requirements in static tests and under field conditions. Proc. 10th Conference of the Italian Society of Agricultural Engineering "Horizons in agricultural, forestry and biosystems engineering". Viterbo, Italy, September 8-12, 2013. Journal of Agricultural Engineering 2013, XLIV(s1),e84, 415-420.
- Santoro G, Pochi D, 1995. Utilizzo di metilesteri di oli vegetali come combustibili per trattori agricoli. Rivista di Ingegneria Agraria, 26(3), 175-183.

5.8.3 Obiettivi della task

L'obiettivo generale della task è la realizzazione di un centro dimostrativo dell'applicabilità, nell'azienda agricola, della tecnologia innovativa basata su digestore a due stadi, per la produzione di energia e il miglioramento del bilancio energetico dell'azienda stessa.

Il centro dimostrativo consisterà di tre elementi principali: la prima è l'impianto a due stadi che sarà messo a punto nella task 3.3; il secondo elemento sarà costituito da un impianto upgrading utile al miglioramento del combustibile che andrà ad alimentare la cogenerazione, riguardante il terzo ed ultimo elemento, basata su un motore a scoppio modificato per essere alimentato con bio-metano purificato o in miscela con bio-idrogeno.

Obiettivi specifici

- Messa a punto di un sistema per l'upgrading del biogas (metano e idrogeno), in grado cioè di abbattere in maniera significativa il contenuto di CO₂, solfuri, acqua ed altri interferenti in tracce, consentendone l'utilizzo diretto in azienda e/o l'immissione in rete.
- Realizzazione di un sistema in grado di utilizzare una miscela di bio-metano e bio-idrogeno come combustibile per la produzione di energia elettrica e termica.
- Integrazione fra digestore a due stadi e sistema di cogenerazione e avvio della fase di produzione di energia.

5.8.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

D.5.8.1 - Linea 1: Realizzazione di un sistema per l'upgrading del biogas, in grado cioè di abbattere in maniera significativa il contenuto di CO₂ ed acqua, consentendone l'utilizzo diretto in azienda. I due gas provenienti da due digestori non sono puri ma contengono percentuali variabili acqua, acido solfidrico, altre impurità e di CO₂. Per non compromettere l'efficienza della combustione e il rendimento del motore, queste sostanze sono normalmente eliminate tramite trattamenti chimici: quelli che riguardano acqua, H₂S e impurità sono denominati "pulitura"; quelli che mirano all'eliminazione della CO₂ sono detti "upgrading". Al termine del processo il gas giunge a percentuali di metano prossime al 99%. Tali processi sono piuttosto impegnativi dal punto di vista tecnico e finanziario e si adattano bene ad impianti di dimensioni medie e grandi. Nel caso specifico dell'impianto oggetto della task e tenendo conto delle valutazioni sui processi di upgrading provenienti dalla task 3.3, sarà valutata la possibilità di introduzione di un sistema di purificazione e upgrading a basso costo, appropriato per realtà aziendali di piccole dimensioni. Tale processo è stato ideato e messo a punto dall'Istituto per l'Inquinamento Atmosferico del CNR e si basa sulle proprietà del tufo di fissare la CO₂ nel proprio reticolo cristallino. Al termine del processo di purificazione il bio-metano e il bio-idrogeno saranno avviati ad un sistema che consentirà di miscelarli in proporzioni variabili per consentire di individuare la miscela più appropriata per l'utilizzo finale.

D.5.8.2 - Linea 2: Realizzazione di un sistema in grado di utilizzare una miscela di bio-metano e bio-idrogeno come combustibile per la produzione di energia elettrica e termica. Parallelamente alla messa a punto del prototipo di impianto a due stadi, oggetto della task 3.3, sarà qui approntato l'impianto per l'utilizzo dei due gas prodotti. Esso consisterà in un gruppo per la cogenerazione di energia elettrica e termica basato su un motore a combustione interna. Saranno apportate delle modifiche al sistema di alimentazione del motore (iniezione), per consentirne il funzionamento con metano e con miscela metano-idrogeno. L'alimentazione del motore con tale miscela avverrà tramite un dispositivo realizzato in modo da poter regolare le percentuali dei due gas nella miscela e di fornirli al motore con la necessaria pressione. In tal modo, sarà possibile osservare il comportamento del motore ed individuare la miscela in grado di fornire le migliori prestazioni in termini di rendimento. Le valutazioni saranno effettuate attraverso la misura dell'energia elettrica e termica prodotte. In attesa di poter utilizzare i gas prodotti dal digestore a due stadi, i test saranno condotti utilizzando metano e idrogeno di provenienza esterna. Tale attività, che richiederà orientativamente 24 mesi (6 quadrimestri), porterà alla messa a punto di un sistema in grado di utilizzare i gas prodotti dal prototipo di digestore bi-stadio (task 3.3) e sottoposti ad upgrading secondo il metodo sviluppato nella linea 1 (D.5.8.1).

D.5.8.3 - Linea 3: Integrazione fra digestore a due stadi e sistema di cogenerazione e avvio della fase di produzione. Secondo il piano di attività, la messa a punto del digestore a due stadi e del motore modificato per la generazione di energia dovrebbe avvenire contemporaneamente in corrispondenza del sesto quadrimestre. Da tale momento in poi, le attività convergeranno verso la messa in funzione del sistema integrato dimostrativo, che entrerà in produzione fornendo una serie di indicazioni per ulteriori messe a punto. Una volta a regime esso fornirà preziose informazioni di carattere tecnico ed economico. Punto fondamentale sarà stabilire la soglia di convenienza economica della realizzazione di un impianto analogo in relazione alle sue dimensioni, dipendenti a loro volta dalla disponibilità di materiale da fermentazione e dalla quantità di energia che si vuole produrre. Nel quadro dell'attività oggetto della task 3.3, sarà anche studiata la qualità delle emissioni provenienti dalla combustione di biogas e biometano.

Collaborazioni esterne:

Per la realizzazione di quanto appena esposto, è prevista la collaborazione dei seguenti soggetti esterni:

- “Convenzione per attività di ricerca” fra CREA-ING e Dipartimento di Ingegneria - Università degli studi di Roma TRE (linee 1, 2, 4, 5). Gli esperti indicati al punto D.5.8.2 sono in possesso di specifiche competenze in materia di caratterizzazione sperimentale e modellazione dettagliata dei componenti dei sistemi di iniezione, di motori a combustione interna e di sistemi di combustione industriale, utilizzo di combustibili alternativi.
- “Convenzione per attività di ricerca” fra CREA-ING e l’Istituto per l’Inquinamento Atmosferico del CNR per la realizzazione di un originale sistema sviluppato dallo stesso CNR-IIA, per l’upgrading del bio-gas, e per l’esecuzione di attività analitica connessa.
- “Incarico di manutenzione” alla Ditta Carlo Volpi di Monterotondo (linee 1, 2, 3) - I sistemi elettronici ed informatici per il controllo del nuovo impianto saranno integrati con i sistemi già in funzione al CREA-ING che dovranno essere revisionati ed aggiornati. La suddetta ditta collabora da tempo con il CREA-ING ed avendo realizzato ad hoc gran parte delle catene strumentali impiegate, ne conosce le caratteristiche in relazione alle esigenze delle attività di ricerca e prova svolte dal CREA-ING. Tale collaborazione quindi si tradurrà in un risparmio di tempo e di risorse finanziarie e in una maggiore efficienza operativa.

Circa la realizzazione degli impianti sommariamente descritti in precedenza, vista l’elevata specificità applicativa richiesta, sarà valutata l’opportunità di affidarla a ditte specializzate del settore, mediante commessa, in seguito a procedura di gara.

5.8.5. Descrizione degli output della task (deliberabile)

D.5.8.1 Linea 1: Output dell’Attività 1: Realizzazione sistema di purificazione, upgrading e miscelazione del bio-metano e del bio-idrogeno e del sistema di controllo della qualità dei gas da avviare alla combustione.

D.5.8.2 Linea 2: Output dell’Attività: Realizzazione sistema di cogenerazione basato su motore modificato alimentato con miscela di metano e idrogeno: Report e pubblicazione dei risultati dell’attività Metodologie e protocolli di prova.

D.5.8.3 Linea 3: Output dell’Attività: Realizzazione dell’impianto pilota integrato per la produzione e l’utilizzo di bio-metano e bio-idrogeno in azienda: Report e pubblicazione dei risultati dell’attività.

5.8.6. Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt)

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Linea 1, 2	
	2	Linea 1, 2	
	3	Linea 1, 2	D.5.8.1
	4	Linea 1, 2	
	5	Linea 1, 2	
	6	Linea 1, 2	D.5.8.2
	7	Linea3	
	8	Linea3	
	9	Linea3	D.5.8.3
	10	Linea3	
	11	Linea3	
	12	Linea3	

	13	Linea3	
	14	Linea3	
	15	Linea3	

5.8.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive

La realizzazione e messa in funzione dell'impianto dimostrativo è il principale risultato che dovrà dare indicazioni sulle potenzialità del sistema basato sul digestore a due stadi e sull'utilizzo in azienda dei due gas prodotti. Sono attesi riscontri riguardo all'efficienza dell'impianto di upgrading e della combustione della miscela metano-idrogeno. L'individuazione delle più idonee condizioni (grado di purificazione e titolo della miscela) saranno alla base di tutte le valutazioni anche di tipo economico, relative alla possibilità di trasferimento della tecnologia in realtà aziendali di dimensioni e complessità maggiori. Ricadute e benefici riguarderanno quindi i potenziali utilizzatori della tecnologia prodotta, che potrà significativamente contribuire al bilancio energetico dell'azienda.

5.8.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Per quanto riguarda l'aspetto scientifico, i risultati saranno oggetto di pubblicazioni scientifiche internazionali e nazionali. Sarà inoltre valutata l'opportunità della presentazione di memorie in convegni specifici sul tema di interesse.

Il sistema prodotto dalla ricerca potrà rappresentare un know-how importante per il CREA che potrà considerare la possibilità di proteggerne la proprietà intellettuale (brevetto o modello di utilità). Infine, insieme ai partner saranno concordate le modalità di diffusione dei risultati attraverso l'organizzazione di workshop, giornate dimostrative, ecc.

5.8.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 5.8.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 5.8.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.