

## **WP3: Sviluppo della filiera del biogas (WP leader: CREA-PCM BUTTAZZONI L.)**

### **3.1 Descrizione WP**

Una delle principali filiere agro-energetiche italiane è quella del biogas. L'utilizzo di scarti agricoli per la produzione di biogas offre significativi vantaggi ambientali in termini di produzione di calore e di energia, e di potenziale riduzione di gas a effetto serra. In tale contesto particolare attenzione deve essere posta nelle fasi operative attinenti l'alimentazione e l'efficienza dei biodigestori e la gestione e la distribuzione del digestato. Attualmente il 57,9% degli impianti a biogas utilizza la classica co-digestione fra effluenti zootecnici, sottoprodotti agroindustriali e colture dedicate, il 29% utilizza solo effluenti ed il 13,1% colture energetiche e/o sottoprodotti agroindustriali. La filiera energetica del biogas è in continua evoluzione per adattarsi alle nuove normative/incentivi ed alle esigenze di mercato. Risulta pertanto essenziale recuperare le biomasse di scarto agricole attualmente non utilizzate e sviluppare soluzioni tecniche finalizzate alla risoluzione di problematiche legate alla valutazione dei potenziali metanigeni, all'alimentazione dei biodigestori, alla valorizzazione e smaltimento del digestato e all'analisi di sistemi per l'incremento delle rese in biogas. Il WP3 affronta quindi il problema sia del recupero delle biomasse residuali per la produzione e la valorizzazione di colture dedicate, sia degli aspetti meccanici ed impiantistici per la valorizzazione del digestato per la filiera del biogas.

L'industria del biogas ha avuto notevole espansione in Europa dove la produzione di energia è aumentata del 31% tra il 2010 ed il 2011. La Germania produce quasi il 61% del biogas europeo, sperimentando una rapida crescita (tasso medio annuo superiore al 18% nel periodo 2001-2010). Elettricità e calore, attraverso la cogenerazione o in altro modo, sono le principali forme di recupero di biogas nella UE.

Gli impianti di biogas in Europa sono suddivisi in categorie in base al tipo di substrato digerito, la tecnologia applicata o la dimensione. Quelli che utilizzano letame in codigestione con altri scarti agricoli sono classificati come "agricoli".

In Italia le informazioni più recenti indicano che sono attualmente operativi, o in via di completamento, 994 impianti di biogas funzionanti con materiale organico di origine agro-zootecnica (dati censimento CRPA 2013). Circa il 58% opera in codigestione di effluenti zootecnici con colture energetiche (mais, sorgo, triticale, altro) e residui dell'agroindustria. Quasi tutti gli impianti sono localizzati nelle regioni del nord dell'Italia ed utilizzano tecnologia tedesca (Continuous Stirred Tank Reactor, CSTR) producendo sia energia termica che elettrica (cogenerazione). Pochi impianti producono solo calore, che viene utilizzato in azienda. Gli impianti esistenti operano generalmente in condizioni di mesofilia (35-40 °C) con tempi di ritenzione mediamente di 30-40 gg.

Il biogas prodotto può essere utilizzato sia grezzo che raffinato nei seguenti processi:

- produzione di calore e/o vapore (il più basso valore di utilizzo della catena);
- produzione di energia elettrica con produzione combinata di calore ed elettricità (CHP);
- trasporto (tecnologia in via di sviluppo);
- immissione nelle condotte del gas naturale (tecnologia disponibile ma non pienamente regolamentata);
- celle a combustibile a stato solido (tecnologia in via di sviluppo).

Il tipo di impianto di biogas più diffuso in Europa è quello a digestione anaerobica (DA) assicurata da vari batteri che trasformano biomasse in biogas. Il biogas è una miscela di metano (CH<sub>4</sub> 50-70%), anidride carbonica (CO<sub>2</sub> 30-50%), azoto (N 1-5%) e solfuro di idrogeno (H<sub>2</sub>S 0,1-0,5). Il processo di DA può essere suddiviso in quattro stadi fermentativi all'interno del reattore: idrolisi, acidogenesi, acetogenesi e metanogenesi.

Nei processi di idrolisi/acidificazione i polimeri organici sono suddivisi in molecole più semplici ( $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2$ ) e producono diverse quantità di acidi grassi volatili (AGV) e alcoli, che sono metabolizzati nella successiva fase di acetogenesi/metanogenesi. La digestione è diversa in base alla capacità dei microrganismi di degradare materie prime complesse.

Separando il processo della Digestione Anaerobica (DA) in due stadi distinti (2 digestori) e calibrando diversamente per ciascun digestore alcuni parametri operativi, quali il tempo di ritenzione idraulico ed il pH, è possibile ottimizzare i processi metabolici produttori di acidi grassi volatili e idrogeno in un primo reattore, e produrre metano in un secondo reattore, il tutto con l'aumento delle rese in biogas e della stabilità di processo (Liu et al. 2006, Ueno et al. 2007).

In questo senso esistono ampi margini di miglioramento dell'efficienza della digestione anaerobia attraverso l'intervento sulla selezione dei ceppi microbici, sulle condizioni di esercizio dell'impianto, sull'impiego di inoculi e sulla separazione e separata ottimizzazione delle fasi di fermentazione.

La digestione anaerobica dei reflui zootecnici lascia come residuo il cosiddetto digestato, cioè il substrato di fermentazione oramai esaurito dal punto di vista della produzione di biogas ma ricco in sostanze fertilizzanti per le piante.

La conoscenza della composizione e delle condizioni di utilizzo del digestato prodotto dai diversi substrati di fermentazione agricoli ed agroindustriali, sia come fertilizzante che come ammendante dei terreni è una condizione essenziale per lo sviluppo del settore. Dopo un percorso non agevole e non sempre lineare, è oggi generalmente accettato l'utilizzo a fini agronomici del digestato proveniente da effluenti zootecnici più o meno arricchiti da biomasse vegetali. È oggi necessario proseguire gli studi sulle caratteristiche e le modalità di impiego di nuovi substrati di fermentazione (frazione organica dei residui solidi urbani, scarti dell'industria agroalimentare, ecc..) anche tenendo presente le implicazioni etiche di una competizione tra colture per uso alimentare e coltivazioni a scopo energetico. In questo senso il presente Work Package comprende anche substrati non direttamente collegati agli allevamenti ma utili a sostenere, anche ai fini normativi, la differenziazione dei materiali di fermentazione.

Il digestato prodotto dalla digestione anaerobica, non va inteso come rifiuto ma rappresenta una preziosa risorsa la cui valorizzazione è importante ai fini della redditività della filiera agricola. Parte degli attuali problemi ambientali legati alla destinazione impropria dei rifiuti organici, deriva dalla mancata chiusura del ciclo naturale degli elementi con il conseguente impoverimento del suolo in elementi nutritivi e sostanza organica. Va ricordato inoltre che i canoni della gestione sostenibile delle risorse devono necessariamente prevedere il riciclo dei materiali di scarto. L'utilizzazione agronomica dei biodigestati è di particolare interesse per il ritorno al suolo di biomasse e scarti che dal suolo hanno avuto origine primaria e chiudere così il ciclo degli elementi nutritivi.

La stabilizzazione dei reflui zootecnici, inoltre, è particolarmente interessante anche dal punto di vista della tutela delle acque nei confronti della lisciviazione dei nitrati e della conseguente eutrofizzazione. A seguito del recepimento della Direttiva Nitrati, infatti, le quantità di azoto applicabili al suolo sono significativamente ridotte, con il conseguente aggravio dei costi per il trattamento dei reflui a carico dell'impresa zootecnica.

Il biodigestato è un materiale dalle ottime potenzialità fertilizzanti, in grado di fornire un significativo apporto di elementi minerali e potrebbe rappresentare un potenziale ammendante utile al mantenimento della fertilità, anche per l'azione che svolge la sostanza organica nel migliorare le proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo.

La separazione solido/liquido, cui è generalmente sottoposto il liquame digerito (biodigesto), genera una frazione chiarificata che contiene un'alta percentuale di azoto minerale in forma ammoniacale ed una frazione solida con un'elevata percentuale di sostanza organica parzialmente stabilizzata. La frazione chiarificata potrebbe essere usata per fertilizzare le colture, in luogo dei concimi di sintesi, avendo un alto coefficiente di utilizzo. La frazione solida, contenente sostanza organica già parzialmente stabilizzata, potrebbe essere ulteriormente stabilizzata in modo da ottenere un ammendante a composizione certa e costante in cui l'azoto è legato alla componente organica e

quindi a lento rilascio. È possibile ottenere una buona costanza della composizione dei materiali in uscita intervenendo sull'effluente in entrata al trattamento e regolando i parametri di processo. Di particolare interesse economico potrebbe essere l'individuazione e la produzione di innovativi formulati fertilizzanti le cui componenti derivino dai biodigestati.

### *Valenza Economica*

L'innovazione, rispetto allo stato dell'arte, consentirà di perseguire i seguenti obiettivi: utilizzare esclusivamente residui invece che colture energetiche per la produzione di biogas, venendo incontro alle direttive della Commissione Europea e della legislazione Italiana.

In effetti, la Commissione Europea ha adottato strategie per condurre l'economia europea verso un più grande e più sostenibile uso di risorse rinnovabili. La strategia della Commissione, come testimonia il suo *Action Plan "Innovating for Sustainable Growth: a Bioeconomy for Europe"*, sottolinea la necessità di una economia più innovativa ed a "bassa emissione", che sappia unire la domanda per un'agricoltura sostenibile e per l'uso di risorse biologiche rinnovabile per scopi industriali, assicurando al contempo protezione della biodiversità e dell'ambiente in generale.

L'Europa, infatti, necessita di una transizione da un'economia basata sull'uso di risorse fossili ad una basata sulle rinnovabili e, in maniera ancora più urgente, degli scarti. La raccomandazione della Commissione è quindi di trasformare gli scarti in risorsa per creare un'economia del "pieno riciclo" in accordo con la milestone che si aspetta per il 2020 "*waste is managed as a resource*".

In linea con queste direttive, in Italia, l'ultimo decreto sulle rinnovabili (DM 6 luglio 2012) assegna in particolare maggiori incentivi per l'energia prodotta da biogas derivante da scarti e non da colture energetiche, che possono essere ammesse solo per un massimo del 30%, pena l'esclusione dall'incentivo stesso.

La Tabella 1-A del DM citato in particolare elenca, tra le sostanze che hanno diritto ad un maggior incentivo i "sottoprodotti di origine animale derivanti dalla fabbricazione di prodotti destinati al consumo umano, compresi ciccioli, fanghi da centrifuga o da separatore risultanti dalla lavorazione del latte", tra i quali è possibile annoverare la scotta, che fa parte dei prodotti di nostro interesse.

L'aumento di incentivo al 2013, per impianti da 600 kW ad 1 MW è di 178 €/kWh rispetto a 140 €/kWh che vengono erogati per gli altri prodotti di origine biologica e addirittura per piccoli impianti (< 300 kW) l'incentivo è di 236 rispetto ai 180 €/kWh. La maggiore entità di incentivazione per impianti piccoli è naturalmente dovuta al maggior costo specifico dell'impianto (per unità di potenza prodotta) richiesto per piccoli impianti rispetto a quelli di taglia maggiore. Questo WP si ripromette di massimizzare l'utilità economica degli impianti sperimentando sistemi che:

- riducano i tempi di ritenzione dei substrati con conseguente riduzione dell'investimento iniziale, solitamente molto elevato;
- aumentino, a parità di volume di reattore, la produzione di metano di circa il 25 %;
- producano una discreta quantità di idrogeno, che potrebbe anche essere unita con quella di metano (bio-idrometano) per produrre un biogas ancor più ricco;
- contribuiscano ad avviare la cosiddetta "economia dell'idrogeno".

In particolare un'azione si focalizzerà sulla cinetica del processo di DA di rifiuti organici agrozootecnici al fine di aumentare l'efficienza della produzione di biogas. Un'altra invece sarà incentrata sulla progettazione e realizzazione di un prototipo per la produzione di inoculi microbici misti utilizzabili in qualsivoglia impianto di biogas di tipo CSTR che lavori in mesofilia. Inoltre, nell'ambito del progetto MiPAAF SOS-ZOOT, scheda MAREA, cui hanno partecipato CREA ING e CREA PCM è stato progettato, realizzato, quindi installato presso l'azienda del CREA PCM, un impianto pilota di digestione anaerobica a doppio stadio nel quale avviene una produzione separata di idrogeno e metano a partire da liquami e scarti caseari. La task in questione si pone l'obiettivo di rivedere il prototipo e superare le criticità emerse migliorandone sostanzialmente le performances intese come ampliamento della gamma di substrati (biomasse) impiegabili, e di aumentarne la

flessibilità ampliando della possibilità di variare i parametri di processo. Verrà poi valutata la risposta delle comunità microbiche dei suoli all'apporto di masse residue (digestati) da impianti per la produzione di biogas con particolare riferimento alle colture da energia, allo scopo di: valutare l'impatto dei digestati sulle componenti biologiche della fertilità dei suoli; individuare materiali organici e pratiche che possano massimizzare le componenti biologiche funzionali dei suoli (incremento di crescita delle colture, repressività verso i patogeni radicali) in modi da aumentare il valore economico dei digestati finali degli impianti che lavorano secondo le procedure di autocontrollo basate sui principi del sistema HACCP in conformità alle disposizioni comunitarie. Altro obiettivo specifico, consisterà nella valutazione, in prove di laboratorio ed in vaso, dell'efficacia agronomica di biodigestati ottenuti da diverse materie prime di origine zootecnica addizionate o meno con altre biomasse organiche cercando di individuare biodigestati potenzialmente utilizzabili per la formulazione di preparati commerciali per uso agronomico. Ultima azione riguarderà la caratterizzazione chimica e fisica dell'ingestato e del digestato con costituzione di un data base ed utilizzo dei dati per il feed-back all'impianto utilizzando il pastazzo di agrumi come matrice alternativa per la produzione di biogas.

**WP leader:**

**Luca Buttazzoni** - UO CREA-PCM, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 19).

**3.2 Articolazione WP**

WP3: Sviluppo della filiera del biogas (WP leader: CREA-PCM BUTTAZZONI L.)

Task 3.1: Recupero di sottoprodotti agroindustriali per processi di valorizzazione energetica (Task Leader Antonella Chiariotti – CREA-PCM)

Task 3.2: Produzione d'inoculi per digestori anaerobici (Task Leader Rosa Marchetti – CREA-SUI)

Task 3.3: Nuovo prototipo di digestore a due stadi (Task Leader Serafino Concetti – CREA-PCM)

Task 3.4: Impatto dei biodigestati sulle comunità microbiche dei suoli agrari (Task Leader Luisa Maria Manici – CREA-CIN)

Task 3.5: Valutazione dell'efficacia agronomica dei digestati anaerobici e loro valorizzazione per l'uso agricolo (Task Leader Anna Benedetti – CREA-RPS)

Task 3.6: Utilizzo del pastazzo di agrumi e di altre biomasse residuali tipiche mediterranee come matrici alternative per la produzione di biogas (Task Leader Simona Fabroni – CREA-ACM).