

La valorizzazione energetica delle biomasse

La produzione sostenibile dell'energia necessaria per la crescita economica e il miglioramento generale delle condizioni di vita rappresenta una delle maggiori sfide che l'umanità nel suo complesso si troverà a dover sostenere nei prossimi anni, soprattutto in considerazione della necessità di dover far fronte ai cambiamenti climatici in atto e futuri.

Per quel che riguarda in particolare il contesto italiano ed europeo, la diffusa consapevolezza, recepita anche a livello politico e legislativo, dell'importanza della bioenergia ha portato negli anni ad una situazione particolarmente favorevole alla valorizzazione energetica delle biomasse e, conseguentemente, ad un costante incremento del contributo di questa fonte energetica.

La produzione di bioenergia è quindi nel nostro Paese una realtà diffusa e consolidata, che si avvale di una pluralità di materie prime, sia residuali che provenienti da colture dedicate, e della disponibilità di tecnologie mature e affidabili.

La quantità di energia prodotta, pari a 5,77 Mtep (milioni di tonnellate equivalenti di petrolio) nel 2009, rappresentava il 28% della produzione totale di energia da FER nell'anno, ma è importante notare che tale quantità corrisponde ad una percentuale abbastanza limitata (19-24% circa) rispetto alla potenzialità stimata (24-30 Mtep/anno - ITABIA, 2009).

Fra le diverse tipologie di biomasse utilizzabili a fini energetici, anche la frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU) è certamente molto

interessante, sia per l'ampia disponibilità, sia per i vantaggi ambientali conseguenti alla sua valorizzazione per il recupero del biogas e la produzione di energia elettrica e/o termica, piuttosto che al puro e semplice conferimento in discarica. Secondo una recente stima, realizzata dall'ENEA nell'ambito dell'Atlante Nazionale delle Biomasse, esiste in Italia un enorme potenziale energetico (1.330 milioni di Nm³ di biogas nel 2006) attualmente sfruttato solo in minima parte, producibile dalla digestione anaerobica della FORSU, tenuto conto non solo della frazione umida proveniente dalla raccolta differenziata dei rifiuti urbani, ma anche della frazione residua nel rifiuto indifferenziato potenzialmente recuperabile.

Di conseguenza, trovare soluzioni praticabili, economicamente valide e replicabili al problema della valorizzazione energetica della FORSU rappresenta per il nostro Paese un obiettivo di primaria importanza, che dovrebbe essere supportato anche con adeguati meccanismi di incentivazione, non solo economica, ma anche, ad esempio, con lo snellimento delle procedure autorizzative. Non va infine trascurata la possibilità, attualmente oggetto di specifiche iniziative di ricerca e dimostrazione, di produrre biogas mediante la codigestione di FORSU e colture energetiche dedicate ad elevato tenore zuccherino (come ad esempio il topinambur) prodotte nelle immediate vicinanze o direttamente presso le discariche, in modo da favorire in prospettiva il ripristino e/o il recupero produttivo delle relative aree utilizzate.

Recupero di biogas

dalle frazioni umide dei rifiuti solidi urbani e speciali non pericolosi

Con questa relazione si intende presentare il panorama italiano riguardante il trattamento delle frazioni organiche dei rifiuti solidi urbani e speciali non pericolosi (FORSU), in relazione agli indirizzi normativi volti a favorire il recupero di materia ed energia dai rifiuti, impedire lo smaltimento di materiale organico putrescibile nelle discariche controllate e limitare il loro utilizzo ai soli residui prodotti da eventuali pretrattamenti meccanici (scarti non riciclabili, inerti, ecc.).

In particolare, vengono esposti gli sviluppi tecnologici dei processi di codigestione anaerobica e le principali realizzazioni italiane di valorizzazione energetica delle FORSU, mediante tecnologie di recupero del biogas a scopi energetici. L'interesse per questi processi dipende sia dalle innovazioni apportate alle tecniche di codigestione anaerobica, sia all'introduzione e allo sviluppo dei sistemi di raccolta differenziata delle frazioni umide putrescibili dei RSU (umido domestico, scarti mercatali, residui organici delle mense e dei centri commerciali di distribuzione, ecc.) e di quelli speciali non pericolosi (fanghi di depurazione, liquami zootecnici, residui agroindustriali, ecc.).

Gli sviluppi tecnologici dei processi anaerobici

L'evoluzione tecnologica riscontrata negli impianti di digestione anaerobica, ha visto l'affermarsi di diversi processi e reattori anaerobici, che si basano soprattutto su differenti concentrazioni di sostanza secca nel digestore. Altre innovazioni riguardano invece il processo anaerobico, che è stato studiato e applicato

in digestori bistadio, a fasi separate acidogenica e metanogenica. I diversi processi anaerobici si possono suddividere in due principali gruppi:

- Digestione ad umido (wet digestion), in quanto utilizzano un processo con concentrazione di solidi totali nel digestore inferiore al 10%; si tratta della tecnologia tradizionale applicata soprattutto a fanghi di depurazione e liquami zootecnici.
- Digestione a secco (dry digestion), che utilizzano invece un processo con concentrazione di solidi totali nel digestore superiore al 20%, cioè con digestori in grado di lavorare con concentrazioni di sostanza secca variabili dal 20% al 40%.

I processi a secco consentono di ridurre i volumi di reazione e di risparmiare energia per il riscaldamento dei reattori e per la disidratazione del materiale digerito; per contro richiedono un maggior consumo energetico per l'alimentazione e l'agitazione dei solidi nel digestore.

Oltre ai due gruppi suddetti, anche se meno diffusi, esistono processi di Digestione a semi-secco (semi-dry digestion), nei quali la concentrazione di sostanza secca nei digestori si mantiene nell'intervallo del 12-18%.

Le rese di conversione energetica variano, a seconda del tipo di substrato trattato, da 100 a 300 Nm³ di biogas per tonnellata di materiale alimentato.

Il biogas ha un p.c.i. di 4.500-5.500 kcal/Nm³, in funzione della miscela trattata, con un contenuto di metano del 55-70% in volume.

Le principali tecnologie di "wet, dry e semi dry-fermentation" e quelle di digestione anaerobica a bistadio, attualmente disponibili, sono le seguenti:

- Bio-Stab (tedesca), digestori al 25-30% di secco in fase mesofila;
- Bekon (tedesca), digestori a batch al 25-30% di secco in fase mesofila;
- BTA (tedesca), digestori bistadio con filtro anaerobico secondario e digestione monofasica al 10-12% di secco;
- Dranco (belga), digestori al 20-40% di secco in fase termofila;
- Entec (austriaca), digestori al 10-12% di secco in fase mesofila;
- Kompogas (svizzera), digestori al 25-30% di secco in fase termofila;
- Linde-KCA (tedesca), digestori al 15-45 % di secco in fase mesofila o termofila;
- MESEFO (italiana), digestori a batch al 25-30% di secco in fase mesofila;
- Paques (olandese), digestori bistadio con filtro anaerobico secondario;
- Valorga (francese), digestori al 25-35% di secco in fase mesofila.

Le motivazioni tecniche e gli incentivi economici

Le sperimentazioni scientifiche, condotte negli ultimi anni, hanno dimostrato quali possono essere i vantaggi che derivano dal trattamento congiunto di più residui organici per via anaerobica, ottenendo altresì migliori rese specifiche del processo di digestione e anche la riduzione dei costi di investimento e di esercizio degli impianti.

L'organizzazione delle raccolte differenziate delle frazioni umide dei rifiuti solidi urbani e speciali, secondo metodi più rigorosi, ha potuto consentire di alimentare gli impianti di digestione anaerobica con substrati idonei alle diverse esigenze operative.

Inoltre, lo sviluppo dei processi di fermentazione anaerobica delle FORSU possono dare un deciso contributo alla reale applicabilità delle direttive che impediscono il deposito in discarica di rifiuti organici, se non preventivamente trattati e resi inerti.

La funzione della digestione anaerobica a tal fine non va vista come alternativa, ma piuttosto come un pro-

cesso sinergico ai sistemi di normale compostaggio anaerobico.

Un altro possibile vantaggio, non ascrivibile solo a fattori tecnici, che i sistemi di codigestione delle FORSU possono vantare, è il fatto che essi in molti casi richiedono unicamente delle integrazioni e/o delle modifiche agli impianti di depurazione e/o di compostaggio esistenti, con conseguente maggior grado di accettazione territoriale.

Queste motivazioni tecnico-gestionali hanno consentito la realizzazione di sistemi coordinati e integrati di gestione delle FORSU, dei fanghi di depurazione e di altri residui biodegradabili, all'interno dei quali la codigestione anaerobica assume un peculiare ruolo, ambientale ed energetico.

Per incentivare lo sviluppo delle tecnologie di produzione e di utilizzo energetico del biogas, negli anni Novanta fu utilizzato il cosiddetto provvedimento CIP 6/92 che consentiva la cessione in rete dell'EE prodotta a tariffe intorno alle 300 lire/kWh. A partire dal 2002, l'incentivazione economica si basa sul mercato dei cosiddetti CV (Certificati Verdi), che hanno una durata di 12 anni, elevabile per il biogas a 16 anni.

Inoltre, in un'ottica di sostenibilità ambientale, queste realizzazioni possono accedere alla tariffa onnicomprensiva di 0,28 euro/kWh prodotto, per impianti di taglia contenuta entro 1 MW di potenza elettrica. Tali sistemi, seppur complessi, stanno riscontrando da qualche tempo un crescente interesse da parte di investitori pubblici e privati che da una corretta gestione delle FORSU possono ottenere buoni margini di guadagno, sia dalla vendita di energia "verde", sia dal ritiro del rifiuto organico. Si fa presente, infatti, che ad oggi il conferimento in discarica delle FORSU si attesta su prezzi elevati, che oscillano tra i 90 e i 170 euro a tonnellata, secondo un gradiente che aumenta dal Nord al Sud d'Italia.

Gli impianti italiani di codigestione anaerobica

L'attenzione nei confronti delle tecnologie di codigestione anaerobica, applicata alle frazioni umide dei rifiuti, ha trovato riscontro in diverse realizzazioni avviate da aziende pubbliche e private di servizi ambientali.

In particolare, l'interesse per lo sfruttamento delle potenzialità energetiche delle FORSU e di altre frazioni ad elevato contenuto organico, è confermato dalla realizzazione e dallo sviluppo di importanti e significativi impianti, i principali dei quali sono riportati nella Tabella 1.

Nella Tabella sono riportate le principali caratteristiche

tecniche e gestionali degli impianti, ricavate in parte dal Rapporto CIC 2011 e dalla banca dati Itabia del 2011.

Potenziali sviluppi e prospettive future

Le stime sulla raccolta differenziata dei RSU variano a seconda delle macroaree geografiche nazionali con-

Regione Comune (Provincia)	Ente o società proprietaria	Tipologia delle frazioni umide	Tecnologia di codigestione	Capacità autorizzata (t/anno)	Quantità di rifiuti trattati (t/anno)	Biogas recuperato (Nm ³ /anno)	Recupero energetico (MWh/anno)	Sito Internet		
Piemonte										
Pinerolo (TO)	Acea Pinerolese SpA	FORSU+altri (a)	Wet - CSTR	81.000	58.300	4.600.000	39.300	aceapinerolese.it		
Casal Cermelli (AL)	Bioland Srl	FORSU + altri	Wet	30.000	n.d.	n.d.	n.d.	bioland.name.it		
Fossano (CN)	San Carlo Srl	FORSU + fanghi	Semi-dry	32.000	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Druento (TO) (in appalto)	Cidiu SpA	FORSU + altri	n.d.	45.000	n.d.	n.d.	n.d.	cidiu.to.it		
Lombardia										
Montello (BG)	Montello SpA	FORSU + altri	Wet - CSTR	180.000	83.578 (1)	12.045.820 (1)	19.552,3 (1)	montello-spa.it		
Castellone (CR)	Biofor Energia Srl	FORSU, liquami	Wet - BTA	100.000	n.d.	n.d.	12.800	biogaslombardia.it		
Villanova del Sillaro (LO)	n.d.	FORSU	Semi-dry	30.000	29.820 (1)	n.d.	n.d.	n.d.		
Voghera (PV)	ASM Voghera SpA	FORSU	Wet	23.000	n.d.	n.d.	n.d.	asmvoghera.it		
Veneto										
Bassano del Grappa (VI)	Etra SpA	FORSU + altri (b)	Dry - Valorga	52.500	40.237 (1)	5.465.050 (1)	8.179 (1)	etraspa.it		
Composampiero (PD)	Etra SpA	FORSU + altri (c)	Wet - Linde	53.500	30.447 (1)	219.023 (1)3.384 (1)		etraspa.it		
Este (PD)	S.E.S.A. SpA	FORSU + altri (b)	Wet	115.000	108.715 (1)	10.963.003 (1)	24.628 (1)	sesaeste.it		
Lozzo Atestino (PD)	Consorzio Agrilux	FORSU + altri (b)	Wet	76.000	58.337 (1)	2.001.315 (1)	4.723 (1)	n.d.		
Treviso	Comune di Treviso	FORSU + fanghi	Wet	3.000	1.287 (1)	82.549 (1)	25 (1)	comune.treviso.it		
Villa Bartolomea (VR)	Villa Bioenergie Srl	FORSU + altri	Semi-dry	36.000	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Isola della Scala (VR)	n.d.	FORSU	Wet	10.000	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Trentino Alto Adige										
Lana (BZ)	Eco-center SpA	FORSU	Wet	15.000	12.900	n.d.	2.300	eco-center.it		
Emilia Romagna										
Cesena (FC)	Romagna Compost Srl	FORSU + altri (b)	Dry - Bekon	30.000	30.000	2.600.000	5.200	romagnacompost.it		
Sardegna										
Villacidro (CA)	Cons.ind. Villacidro	FORSU	Wet - BTA	40.000	n.d.	n.d.	n.d.	civillacidro.it		
Campania										
Caivano (NA) (in collauda)	Cons.Ener.Alternative	FORSU + altri (a)	Dry - Bekon	30.000	n.d.	n.d.	n.d.	cea.na.it		
Salerno (appaltato)	Comune di Salerno	FORSU + altri	n.d.	30.000	n.d.	n.d.	n.d.	comune.salerno.it		
Numero di impianti: 20				-	-	1.012.000	453.621 (2)	37.976.760 (2)	120.091,3 (2)	-

LEGENDA:

- (1) Dati ricavati dal Rapporto RSU - ISPRA Ed. 2009
- (2) Totali riferiti solo alla somma dei dati riportati nella tabella
- (a) Residui mercatili, deiezioni alimentari scadute e scarti agroindustriali
- (b) Fanghi biologici, verde e scarti agroindustriali
- (c) Fanghi biologici, verde e deiezioni zootecniche

TABELLA 1 - Elenco dei principali impianti di codigestione anaerobica delle FORSU con recupero di biogas in funzione e in costruzione al 31 dicembre 2011



FIGURA 1 - Romagna Compost Srl, impianto di Cesena (FC) (by-courtesy of Herambiente Srl)



FIGURA 2 - Impianto di Cesena, biofiltro (by-courtesy of Herambiente Srl)



FIGURA 3 - Ecocenter SpA, impianto di Lana (BZ) (by-courtesy of Ecocenter SpA)

siderate (Nord, Centro e Sud) e per le FORSU risultano comunque di difficile quantificazione.

Secondo il Rapporto Rifiuti Urbani 2009 dell'ISPRA, la raccolta differenziata (RD) nel 2008 ha raggiunto, a livello nazionale, la percentuale del 30,6% della produzione totale dei rifiuti urbani, ammontante a circa 32 milioni di tonnellate all'anno.

Rispetto al 2007, anno in cui tale percentuale si assestava al 27,5% circa, si osserva, dunque, un'ulteriore crescita, sebbene non vengano ancora conseguiti né l'obiettivo fissato dalla normativa per il 31 dicembre 2008 (45%), né quelli previsti per il 2007 ed il 2006 (rispettivamente 40% e 35%).

I target di raccolta differenziata fissati dal DLGS 152/2006 e dalla legge 27 dicembre 2006, n. 296 sono, infatti, i seguenti:

- almeno il 35% entro il 31 dicembre 2006;
- almeno il 40% entro il 31 dicembre 2007;
- almeno il 45% entro il 31 dicembre 2008;
- almeno il 50% entro il 31 dicembre 2009;
- almeno il 60% entro il 31 dicembre 2011;
- almeno il 65% entro il 31 dicembre 2012.

Tuttavia, la situazione appare notevolmente diversificata nelle tre macroaree geografiche; infatti, mentre il Nord, con una percentuale pari al 45,5%, supera l'obiettivo del 45% fissato dalla normativa, il Centro, con il 22,9% ed il Sud, con il 14,7%, risultano ancora decisamente lontani da tale target.

I dati relativi alla RD della frazione organica (verde da sfalci + frazioni umide), evidenziano, rispetto al 2007, un incremento di oltre 430 mila tonnellate (+14,8% circa), a fronte di crescite più contenute fatte rilevare nel precedente periodo 2004-2007 (mediamente circa 230 mila tonnellate di crescita annua).

A livello di macroaree geografiche si riscontra, tra il 2007 ed il 2008, un aumento di circa 270 mila tonnellate nel nord Italia ed incrementi di circa 80 mila tonnellate nel Centro e nel Sud.

In valore assoluto la raccolta delle frazioni umide e del verde si attesta, nel 2008, a circa 2,4 milioni di tonnellate nel Nord ed a circa 450 mila tonnellate sia nel Centro che nel Sud.

In conclusione, si può affermare che le prospettive di sviluppo e larga applicazione delle tecnologie per la valo-



FIGURA 4 - Consorzio Industriale Villacidro, impianto di Villacidro (CA)
(by-courtesy of Consorzio)



FIGURA 5 - Etra SpA, impianto di Camposampiero (PD)
(by-courtesy of Etra SpA)

rizzazione energetica delle FORSU e di altre biomasse, mediante processi di codigestione anaerobica con recupero di biogas, sono legate a diversi fattori di carattere organizzativo e, in primo luogo, ad un efficiente sistema di raccolta differenziata presso i singoli cittadini e i grandi centri di produzione e distribuzione dei generi alimentari (mercati, mense, centri commerciali, ecc.). Tuttavia, da una parte, devono essere ancora migliorati alcuni aspetti legati all'affidabilità delle tecnologie di codigestione anaerobica e soprattutto alla loro convenienza economica, quest'ultima fortemente dipendente dagli incentivi sulla cessione dell'energia elettrica prodotta; dall'altra parte, esistono alcuni problemi di

natura organizzativa delle raccolte differenziate, le quali potrebbero condizionare sia le fasi di trasporto e stoccaggio delle frazioni umide, sia le fasi finali di trattamento e di valorizzazione energetica del biogas da esse recuperabile.

Principali riferimenti bibliografici

- [1] Biotec S.r.l.: *Digestione anaerobica BTA*, Lista referenze Biotec, Dicembre 2007.
- [2] Cecchi F., Merzagora W. e Bolzonella D., *La digestione e codigestione anaerobica di rifiuti organici e fanghi di depurazione*, Milano, Convegno Itabia-Fiper, 12 Marzo 2008.
- [3] Cecchi F., Battistoni P., Pavan., Bolzonella D.: *Digestione Anaerobica*. In "Linee Guida per la progettazione, realizzazione e gestione degli impianti a tecnologia complessa per lo smaltimento dei rifiuti urbani", Capitolo F. Hyper Editore, Padova, pag. 89-118, 2007.
- [4] Commissione Europea-DG XVII: *A guide to successful industrial implementation of biomethanation technologies in the E.U.*, Institut Wallon, Namur (B), September 1994, pp.112
- [5] Consorzio Italiano Compostatori: *L'integrazione tra la digestione anaerobica e il compostaggio*, Comitato Tecnico-GdL Digestione Anaerobica, Coordinatore S. Piccinini, Novembre 2006.
- [6] Consorzio Italiano Compostatori: *Biogas e compost da rifiuti organici selezionati*, Comitato Tecnico-GdL Digestione Anaerobica, Coordinatore W. Giacetti, Ottobre 2011.
- [7] EniTecnologie S.p.A.: *Smaltimento e valorizzazione per via biologica di materiali ad alto contenuto di sostanza organica derivabile dai rifiuti solidi urbani*, Rapporto interno, pp. 78, 1994.
- [8] IEA Bioenergy: *Biogas from municipal solid waste: overview of system and markets for anaerobic digestion of MSW*, Report AD-MSW Activity Group, pp. 24, 1994.
- [9] IEA Bioenergy: *System and markets overview of anaerobic digestion*, Report Anaerobic Digestion Activity, pp. 21, 1997.
- [10] ISPRA: *Rapporto Rifiuti Urbani 2009*, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Marzo 2010.