a cura di Renato Vismara ~ Roberto Canziani Francesca Malpei ~ Sergio Piccinini



Biogas da agrozootecnia e agroindustria



- Normative e autorizzazioni <
 - Incentivi economici 🗸
- Substrati (tipologie, costi e pretrattamenti) ✓
 - Test di laboratorio 🗸

a cura di

Renato Vismara – Roberto Canziani – Francesca Malpei – Sergio Piccinini



IV

BIOGAS DA AGROZOOTECNIA E AGROINDUSTRIA

a cura di Renato Vismara – Roberto Canziani – Francesca Malpei – Sergio Piccinini BIOGAS DA AGROZOOTECNIA E AGROINDUSTRIA

ISBN 978-88-579-0020-9

© 2011 by Dario Flaccovio Editore s.r.l. - tel. 0916700686 www.darioflaccovio.it info@darioflaccovio.it

Prima edizione: febbraio 2011

Biogas da agrozootecnia e agroindustria : tecnologia, applicazioni, utilizzo / a cura di Renato Vismara ... [et. al.]. -

Palermo : D. Flaccovio, 2011. ISBN 978-88-579-0020-9

1. Rifiuti organici – Trattamento. I. Vismara, Renato <1948>.

363.7288 CDD-22 SBN Pal0232643

CIP - Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Stampa: Tipografia Priulla, Palermo, febbraio 2011

Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

L'editore dichiara la propria disponibilità ad adempiere agli obblighi di legge nei confronti degli aventi diritto sulle opere riprodotte.

La fotocopiatura dei libri è un reato.

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le riproduzioni effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dagli aventi diritto/dall'editore.

SERVIZI GRATUITI ON LINE

Questo libro dispone dei seguenti servizi gratuiti disponibili on line:

- le risposte degli autori a quesiti precedenti
- eventuali aggiornamenti e/o errata corrige

INDICE

Presentazione

1. II	biogas nel piano di azione nazionale per le energie rinnovabili e il parco	impi	ant
	Europa e in Italia	•	
Sei	rgio Piccinini, Renato Vismara		
1.1.	Il biogas nel PAN e prospettive di crescita	pag.	1
1.2.	La situazione del biogas in Europa		2
1.3.	La situazione in Italia		3
1.4.	Situazione del biogas in Germania	>>	8
1.5.	Situazione del biogas in Danimarca	>>	9
1.6.	Situazione del biogas in Austria	»	11
	1.6.1. L'impianto di Strem	>>	12
	1.6.2. L'impianto di Bruck-Leitha		13
1.7.	Conclusioni		15
	1.7.1. Le criticità di sviluppo della filiera biogas-biometano	>>	17
Rihli	iografia		17
Бин	одтији	"	1 /
	impianti di biogas rella Rossi Premessa	» »	19 19 21 22
2.5.	La questione "sottoprodotti"		23
Rihli	iografia	»	24
	grafia		24
	a direttiva nitrati: l'incidenza sulla gestione agronomica del digestato	,	-
3.1.	olo Mantovi, Giuseppe Bonazzi La direttiva nitrati	»	25
3.1.	3.1.1. Recepimento della Direttiva nitrati		26
	3.1.2. Digestione anaerobica nella Direttiva nitrati e nelle norme di		۷(
	recepimento		28
3.2.	Il digestato		29
J.L.	3.2.1. L'azoto nel digestato		30
			32
	3.2.2. Separazione solido/liquido	>>	34

Biogas da agrozootecnia i	E AGROINDUSTRI	Д
---------------------------	----------------	---

	3.2.3. Utilizzo agronomico	>>	35
	3.2.3.1. Ottimizzare l'uso agronomico	>>	36
	3.2.4. Norme e incentivi	»	38
Riblio	ografia	>>	40
Dione	S (4) (4)		
	visione della norma UNI 10458 sugli impianti a biogas		
	onio Panvini		
4.1.	La normativa tecnica: uno strumento per aiutare il mercato	»	41
	4.1.1. Introduzione	»	41
	4.1.2. Cosa è una norma tecnica	>>	42
	4.1.3. Alcuni esempi di norme tecniche	»	43
4.2.	La norma tecnica UNI 10458 sugli impianti a biogas	>>	45
	4.2.1. Il contesto	»	45
	4.2.2. I contenuti della UNI 10458:2011	>>	46
	4.2.2.1. Generalità	»	46
	4.2.2.2. Lo scopo e il campo di applicazione della UNI 10458	>>	47
	4.2.2.3. Definizioni	>>	48
	4.2.2.4. La classificazione dei digestori	>>	49
	4.2.2.5. I principali requisiti	>>	50
	4.2.2.6. La fase contrattuale	>>	62
Riblic	ografia	>>	55
	rafia		55
Suogi	, all a		55
5. Inc	centivi economici e business plan per la produzione di biogas		
Ales	ssandro Casula		
5.1.	Introduzione	»	57
5.2.	Gli incentivi economici	»	57
5.3.	La struttura di un business plan	>>	62
5.4.	I dati e i parametri di progetto	>>	64
5.5.	Il conto economico e lo stato patrimoniale	>>	67
5.6.	Le valutazioni rischio-rendimento	»	69
5.7.	Conclusioni	»	73
D .			
0	aziamenti	>>	73
Biblic	ografia	>>	73
o. An		•	
	nalisi dei costi di approvvigionamento della materia prima per la produ	zioı	ıe
	biogas in imprese agro-zootecniche	zioı	1e
Ales	biogas in imprese agro-zootecniche ssandro Ragazzoni	zioı	
	biogas in imprese agro-zootecniche ssandro Ragazzoni Il contesto di riferimento normativo	zioi »	1e 75
Ales	biogas in imprese agro-zootecniche ssandro Ragazzoni Il contesto di riferimento normativo		75
Ales	biogas in imprese agro-zootecniche ssandro Ragazzoni Il contesto di riferimento normativo		

			VII
		Ind	dice
	6.1.3. Le ultime modifiche normative per i sottoprodotti	»	77
	6.1.4. Le nuove linee guida del D.Lgs. 387/2003	>>	80
6.2.	I ruoli dell'agricoltore nella filiera: da produttore di biomassa a fornitore		
	di energia	>>	84
6.3.	I riferimenti teorici del modello di valutazione	>>	85
	6.3.1. Costo colturale	>>	87
	6.3.2. Prezzo di mercato	»	89
	6.3.3. Premium price	>>	91
	6.3.4. Costo di trasporto della biomassa	>>	93
6.4.	Analisi dell'incidenza della materia prima sui costi di gestione dell'impianto	>>	94
6.5.	Alcune note di sintesi	>>	99
Biblio	ografia	»	100
7 11 1	piometano in Europa e i possibili incentivi in Italia		
	udio Fabbri, Sergio Piccinini, Mariangela Soldano		
7.1.	Premessa	>>	103
7.1.	Diffusione del biometano		103
7.3.	Italia leader nei veicoli a metano		104
7.4.	Esempio di impianto operativo di biogas con upgrading a biometano in	"	100
7.7.	Svezia	>>	107
7.5.	Valutazione economica e incentivi		108
7.6.	Conclusioni		112
Riblia	ografia	»	113
	rafia		114
Suogi	<i>uju</i>	//	114
	pologie di substrati per la produzione di biogas: effluenti zootecnici, bio	ma	isse
_	ricole e agro-industriali		
8.1.	ella Rossi Introduzione	»	115
8.2.			116
8.3.	Gli scarti dell'industria della macellazione		118
8.4.	Gli scarti dell'industria di trasformazione dei vegetali	<i>"</i>	119
8.5.	Conclusioni	<i>"</i>	121
Вівію	ografia	»	121
9. Tes	st di laboratorio per valutare la producibilità di biogas		
	na Ficara, Davide Scaglione, Simone Caffaz		
9.1.	Introduzione	>>	123
9.2.	Valutazione del potenziale di biometanizzazione mediante misure di		
	composizione chimica	>>	123
	9.2.1. Stime basate sulla composizione elementare	»	124

	9.2.2.	Stime ba	sate sul contenuto di specifiche classi di sostanze	>>	12
9.3.	Leme	todiche sp	erimentali di valutazione della biodegradabilità anaerobica		
	e della	a producib	ilità di biogas	>>	12
	9.3.1.	Procedu	re standardizzate	>>	12
	9.3.2.	Prove spe	erimentali	>>	13
		9.3.2.1.	Caratterizzazione del substrato (sostanza di prova)	»	13
		9.3.2.2.	Inoculo	»	13
		9.3.2.3.	La soluzione minerale (medium)	>>	13
		9.3.2.4.	Altre condizioni ambientali (temperatura e miscelazione,		
			redox)	>>	13
		9.3.2.5.	Bianchi e controlli	»	13
		9.3.2.6.	Repliche e diluizioni	»	13
		9.3.2.7.	Conduzione della prova	»	13
		9.3.2.8.	Verifica dei risultati	>>	13
		9.3.2.9.	Riproducibilità dei risultati	»	13
		9.3.2.10.	Esempio: prove di degradazione di sostanze organiche a		
			lenta degradabilità	>>	13
9.4.			per la misura della produzione di biogas	»	13
			nanometrici	>>	13
			olumetrici	»	13
			as cromatografici	»	14
	9.4.4.	Sistemi c	commerciali	»	14
		9.4.4.1.		>>	14
		9.4.4.2.	Sistemi volumetrici	>>	14
Bibli	ografia			>>	14
	-			>>	14
	Ü				
10. V	⁷ alorizz	are il sier	ro di caseificazione producendo energia		
E	lena Fice	ara, Frances	sca Malpei, Cecilia Sambusiti		
			'argomento	>>	14
			icazione		14
10.3.			la valorizzazione del siero	»	14
			ome risorsa	»	14
	10.3.2	. Filiere di	i trattamento per la valorizzazione del siero	>>	14
	10.3.3	. Valorizza	azione del lattosio delle proteine e del contenuto energetico	»	1.
			robica del siero o di suoi sottoprodotti	»	1.
10.5.	Scena	ri di valor	rizzazione del siero	>>	1.5
			i calcolo	>>	15
	10.5.2	. Bilanci d	li massa	>>	1.
	10.5.3	. Valutazio	one economica	»	1.
10.6.	Concl	usioni		>>	16
Rihli	ografia			»	10
				<i>»</i>	10
~~~~					

11. T	ipologie e configurazioni impiantistiche		
Re	oberta Salvetti, Francesca Malpei, Roberto Canziani		
11.1.	Introduzione	<b>&gt;&gt;</b>	163
11.2.	Caratteristiche tecniche	<b>&gt;&gt;</b>	165
	11.2.1. Sistema di alimentazione	<b>&gt;&gt;</b>	166
	11.2.2. Sistema di miscelazione	<b>&gt;&gt;</b>	166
	11.2.3. Sistema di scambio termico	<b>»</b>	167
	11.2.4. Stoccaggio, depurazione e combustione del biogas	<b>»</b>	168
11.3.	Tecnologie di fermentazione	<b>»</b>	170
	11.3.1. Processi batch	<b>&gt;&gt;</b>	171
	11.3.2. Processi in continuo	<b>»</b>	171
	11.3.2.1. Reattori plug-flow (o a pistone)	<b>»</b>	172
	11.3.2.2. Reattori completamente miscelati	<b>»</b>	172
	11.3.2.3. Reattori ad alto carico	<b>&gt;&gt;</b>	173
	11.3.2.4. Lagone coperto	<b>&gt;&gt;</b>	174
	11.3.3. Contenuto di solidi	<b>&gt;&gt;</b>	175
	11.3.3.1. Digestione a secco	<b>&gt;&gt;</b>	176
	11.3.3.2. Digestione a umido	<b>&gt;&gt;</b>	176
	11.3.4. Numero di stati	<b>&gt;&gt;</b>	177
	11.3.4.1. Trattamenti monostadio	<b>&gt;&gt;</b>	177
	11.3.4.2. Trattamenti bi-stadio e bi-fase	<b>&gt;&gt;</b>	178
	11.3.5. Temperatura di digestione	<b>&gt;&gt;</b>	179
Riblia	ografia	<b>»</b>	180
	rafia		182
Suogi	ajia	<b>&gt;&gt;</b>	102
12. P	re-trattamenti dei substrati		
	olo Balsari, Simona Menardo		
	Introduzione	<b>»</b>	183
	I composti ligno-cellulosici	<i>»</i>	184
	I pre-trattamenti dei substrati	»	185
12.0.	12.3.1. Pre-trattamenti meccanici	<i>»</i>	186
	12.3.1.1. Macinazione	<i>»</i>	186
	12.3.1.2. Estrusione	<i>"</i>	187
	12.3.1.3. Ultrasuoni	<i>"</i>	188
	12.3.1.4. Forze elettrocinetiche	<i>"</i>	189
	12.3.1.4. Polze elettrochieriene		189
	12.3.2.1 Steam explosion (S.E.)	»	189
	12.3.2.1. Steam explosion (S.E.)	»	190
	12.3.2.2. Pressure Cooking (P.C.)	»	
		<b>»</b>	190
	12.3.3.1. Trattamento con acidi	»	190
	12.3.3.2. Trattamento con basi	<b>»</b>	190
	12.3.3.3. Trattamento Ossidativo	<b>»</b>	191
	1/ 14 Pre-mallamenti niglogici	//	I U I

12.4.	Casi studio di impiego di pre-trattamenti delle biomasse	>>	192
	12.4.1. Pre-trattamenti meccanici	>>	192
	12.4.2. Pre-trattamenti termici	>>	194
	12.4.3. Pre-trattamenti chimici	>>	197
	12.4.4. Pre-trattamenti biologici	<b>&gt;&gt;</b>	198
12.5.	Conclusioni	<b>&gt;&gt;</b>	200
Bibli	ografia	<b>»</b>	201
Sitog	rafia	<b>»</b>	202
13. C	Criteri di dimensionamento		
C	laudio Fabbri, Francesca Malpei		
13.1.	Introduzione	>>	203
13.2.	Stoccaggi alimenti	>>	203
13.3.	Il dimensionamento del processo biologico	>>	208
	13.3.1. Degradabilità e velocità di degradazione	>>	208
	13.3.2. Metodi di dimensionamento	>>	212
13.4.	Stoccaggio effluenti e digestato	>>	220
	13.4.1. Materiali non palabili	>>	220
	13.4.2. Materiali palabili	<b>&gt;&gt;</b>	222
Bibli	ografia	<b>»</b>	224
	rafia		225
14. L	e alternative di utilizzo energetico del biogas		
	mberto Desideri		
	Introduzione		227
	Utilizzo a fini energetici del biogas e del gas da discarica	<b>&gt;&gt;</b>	227
	Problematiche relative all'utilizzo del biogas e del gas da discarica	>>	228
14.4.	Tipologie di danneggiamento dovute alla presenza di contaminanti in		
	motori a combustione interna	>>	229
	14.4.1. Composti solforati	<b>&gt;&gt;</b>	229
	14.4.2. Composti alogenati	>>	230
	14.4.3. Ammoniaca	>>	230
	14.4.4. Composti del silicio e silossani	<b>&gt;&gt;</b>	230
	14.4.5. Particolato solido	<b>&gt;&gt;</b>	231
14.5.	Tecnologie di trattamento per l'uso del biogas nei sistemi di conversione		
	dell'energia	<b>&gt;&gt;</b>	233
	14.5.1. Sistemi primari	<b>»</b>	233
	14.5.2. Sistemi secondari	<b>&gt;&gt;</b>	234
14.6.		<b>&gt;&gt;</b>	234
14.7.	Manutenzione programmata dei motori a biogas e gas da discarica	<b>&gt;&gt;</b>	236
14.8.	Turbine e microturbine a gas	>>	238

ΧI

	16.4.1.1.3. Terzo livello di controllo (controllo dei parametri del		
	processo biologico)	>>	283
	16.4.2. Parametri di controllo.	>>	284
	16.4.2.1. La produzione di biogas	<b>&gt;&gt;</b>	284
	16.4.2.2. Altri parametri di controllo	>>	285
16.5.	Azioni di rimedio	<b>&gt;&gt;</b>	294
Bibli	ografia	<b>»</b>	296
Sitog	rafia	<b>»</b>	297
17. L	e caratteristiche del digestato		
	abrizio Adani, Giuliana D'Imporzano, Andrea Schievano, Gabriele Boccasile		
17.1.		<b>&gt;&gt;</b>	299
17.2.	Proprietà concimanti ed ammendanti che giustificano l'utilizzo del		
	digestato in agricoltura	<b>&gt;&gt;</b>	300
	17.2.1. Il digestato come fertilizzante	>>	300
	17.2.2. Disponibilità dell'azoto contenuto nei digestati: considerazioni		
	generali	>>	303
	17.2.2.1. Modello di mineralizzazione dell'azoto organico: basi		
	teoriche	>>	304
	17.2.2.2. Disponibilità della frazione di azoto ammoniacale del		20.4
	digestato	<b>&gt;&gt;</b>	306
	17.2.2.2.1. Modello di volatilizzazione dell'azoto	<b>&gt;&gt;</b>	306
	17.2.2.3. Determinazione dell'azoto disponibile per le colture	»	308
	17.2.2.3.1. Perdite di azoto ammoniacale per volatilizzazione 17.2.2.3.2. Mineralizzazione dell'azoto del sistema suolo	» »	310
	17.2.2.3.3. Mineralizzazione dell'azoto contenuto nel liquame	<i>»</i>	311
	17.2.2.3.4. Scelta e correzione delle costanti $k_r$ e $k_s$	<i>"</i>	312
17 3	Sicurezza ambientale e salubrità del digestato	<i>"</i>	314
	Una proposta di utilizzo del digestato in agricoltura	<i>"</i>	317
	ografia		
Divil	ograjia	<b>»</b>	318
	rattamento del digestato		
	Davide Scaglione, Elena Ficara, Roberto Canziani, Claudio Fabbri, Sergio Piccinini		
	Introduzione	>>	321
	Caratteristiche del digestato	<b>»</b>	322
	Trattamenti di separazione solido/liquido	<b>&gt;&gt;</b>	323
18.4.	Processi biologici di rimozione dell'azoto	<b>&gt;&gt;</b>	327
	18.4.1. Processi biologici convenzionali	<b>&gt;&gt;</b>	328
10.7	18.4.2. Processi biologici innovativi	<b>&gt;&gt;</b>	333
18.5.	Trattamenti chimico-fisici	»	335
	TO A L ARTHODAYVIO OCH AHIHOHIACA	>>	. ).)[

			XII
		Ind	dice
	40.50 E		220
	18.5.2. Evaporazione e concentrazione	<b>&gt;&gt;</b>	338
	18.5.3. Essiccamento		339
			341
10 6	18.5.5. Recupero di ammonio e fosforo		343
		<b>&gt;&gt;</b>	345
Biblio	ografia	<b>»</b>	346
	progetto europeo agro-biogas un nuovo approccio per l'ottimizzazione		
	ella produzione di biogas da agro-zootecnia		
	homas Amon		251
	Il Progetto Europeo Agro Biogas		351
19.2.	Risultati	<b>&gt;&gt;</b>	351
	19.2.1. Database europeo delle tipologie di substrati e metodologia		251
	standard dell'EU Methane Energy Value Model (MEVM)	<b>»</b>	351
	19.2.2. Benchmark di processo: analisi dei punti deboli e sistemi di		
	segnalazione d'allarme precoce (early warning) per il processo di digestione		252
	19.2.3. Dimostrazione delle innovazioni tecnologiche per l'ottimizzazione	<b>»</b>	353
	di processo alla scala di impianto commerciale	<b>&gt;&gt;</b>	353
	19.2.3.1. Ottimizzazione del sistema di alimentazione – QUICKMIX	<i>»</i>	354
	19.2.3.1. Ottimizzazione del sistema di armentazione – QUICKIVIA  19.2.3.2. Ottimizzazione dell'utilizzo di calore mediante il Ciclo	<i>&gt;&gt;</i>	334
	Rankine Organico (OCR – Organic Rankine Cycle)		355
	19.2.3.3. Ottimizzazione dell'utilizzo del calore mediante	<b>&gt;&gt;</b>	333
	l'integrazione di dispositivi di consumo del calore	<b>&gt;&gt;</b>	357
	19.2.3.4. Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra mediante	″	331
	la copertura della vasca di stoccaggio del digestato	<b>»</b>	359
	19.2.4. Valutazioni economiche ed ambientali	<i>"</i>	362
10 3	Conclusioni e prospettive	<i>"</i>	365
		″	
	aziamenti	<b>&gt;&gt;</b>	366
Sitogi	rafia	<b>&gt;&gt;</b>	366
<b>20 T</b>			
	CA per diversi scenari di utilizzo del biogas		
	ucia Rigamonti, Francesca Punzi, Mario Grosso		267
	Il biogas: trattamenti e possibili utilizzi	<b>&gt;&gt;</b>	367
	Approccio metodologico		368
20.3.	Scenari analizzati: analisi di inventario		371
	20.3.1. Scenario 1		372
	20.3.2 Scenari 2 e 3	<b>&gt;&gt;</b>	374
20.4	20.3.3. Scenario 4	<b>&gt;&gt;</b>	376
	Interpretazione dei risultati	<b>&gt;&gt;</b>	377
	Conclusione	<b>&gt;&gt;</b>	382
Biblio	ografia	<b>&gt;&gt;</b>	383

Biogas da agrozootecnia e agroindustria

21. Analisi tecnica di quattro impianti: progetto life seq-cure			
Claudio Fabbri, Sergio Piccinini			
21.1. Premessa		<b>&gt;&gt;</b>	385
21.2. Tipologia di impianti monitorati		<b>&gt;&gt;</b>	386
21.3. I risultati produttivi		<b>&gt;&gt;</b>	391
21.4. Conclusioni		<b>&gt;&gt;</b>	393
Bibliografia		<b>»</b>	394
22. Valorizzazione energetica delle biomasse mediante digestione anae	robica	•	
impianti biogas da scarti di macellazione	Toblea	•	
Daniele Chiodini, Alessandro Massone			
22.1. Premessa		<b>&gt;&gt;</b>	395
22.2. Esperienza AUSTEP: INALCA JBS SPA		<b>&gt;&gt;</b>	396
22.2.1. Descrizione generale		<b>&gt;&gt;</b>	396
22.2.2.Dati di progetto		<b>&gt;&gt;</b>	397
22.2.3. Schema d'impianto		<b>&gt;&gt;</b>	398
22.2.4. Descrizione delle principali sezioni di trattamento		<b>&gt;&gt;</b>	399
22.2.4.1. Ricezione matrici e pretrattamenti		<b>&gt;&gt;</b>	399
22.2.4.2. Digestione anaerobica		<b>&gt;&gt;</b>	400
22.2.5. Linea biogas		<b>&gt;&gt;</b>	404
22.2.6. Separazione solido/liquido del digestato		<b>&gt;&gt;</b>	406
22.2.7. Cogenerazione		<b>&gt;&gt;</b>	407
22.2.8. Impianto SBR per il trattamento della frazione liquida del dige		<b>&gt;&gt;</b>	407
22.2.9. Essiccamento		<b>&gt;&gt;</b>	410
22.3. Dati di funzionamento		<b>»</b>	410
Elenco degli autori			415
Liene aega amort		//	TIJ

# **PRESENTAZIONE**

Con l'introduzione di forti incentivi alla produzione di energia elettrica da biogas, si sono moltiplicate in Italia le iniziative per la realizzazione di impianti di digestione anaerobica che utilizzano scarti agrozootecnici e colture dedicate (o entrambi). A marzo 2010, un censimento effettuato dal CRPA contava 273 impianti di cui 199 operativi e ben 74 in costruzione, oltre ad altri 46 alimentati da FORSU e reflui dell'agroindustria (di cui 2 in costruzione). I MWe installati sono passati per gli impianti agrozootecnici da 49 a 140 in soli 3 anni (a questi vanno aggiunti i quasi 300 MWe da biogas da discariche di rifiuti urbani) e, secondo il piano di azione nazionale per le energie rinnovabili recentemente predisposto, si prevede che il settore possa arrivare a 1200 MWe. Nella sola provincia di Cremona le richieste di autorizzazione inoltrare in tutto il 2010 sono state oltre 60, per un totale prossimo a 60 MWe. In base allo sviluppo di questi pochi anni e al potenziale esistente di scarti organici agrozootecnici, agroindustriali e civili e di terreni teoricamente disponibili per colture dedicate, non è velleitario ipotizzare una potenza elettrica anche doppia di quella prevista dal piano.

Il fenomeno italiano segue di qualche anno ciò che è già avvenuto in altri Paesi europei (in primis Germania e Austria), che hanno realizzato e gestito con successo numerosi impianti di produzione di biogas da scarti agrozootecnici, pur in contesti dove gli incentivi economici e le procedure autorizzative differivano e differiscono da quelli italiani.

In Germania, ad esempio, si è stimato che alla fine del 2009 si contino circa 4500 impianti, per una potenza installata di oltre 1500 MWe. Il terreno agricolo destinato a colture dedicate copre circa il 4,4% del totale della superficie agricola tedesca.

La dimensione del fenomeno e, soprattutto, il potenziale di crescita nel prossimo decennio in Italia, hanno spinto i curatori a promuovere questa pubblicazione, mancando nel panorama tecnico italiano un libro che potesse offrire a tecnici, operatori e agricoltori interessati, una sintesi organica degli aspetti non solo tecnici, ma anche normativi, economici ed ambientali, che devono essere considerati già dal momento della pianificazione di una iniziativa di produzione di biogas come fonte di energia rinnovabile.

Il libro accoglie i contributi di docenti universitari e professionisti del settore, ita-

XVI

BIOGAS DA AGROZOOTECNIA E AGROINDUSTRIA

liani ed esteri e si propone di fornire un quadro aggiornato delle norme e delle tecnologie che consentono di realizzare e gestire impianti di digestione anaerobica e di sfruttamento energetico del biogas da scarti delle attività agro-zootecniche. Dopo un inquadramento generale, si dedica ampio spazio agli aspetti normativi, economici ed ambientali. Si è anche dedicato ampio spazio ai criteri di dimensionamento e ai criteri di controllo del processo, spesso poco considerati dai tecnici del settore, oltre alle tipologie impiantistiche adottate in Italia e all'estero, ai motori a biogas e alle recenti esperienze di purificazione del biogas per produrre metano puro da immettere in rete. Si valutano anche le necessità ed alternative di trattamento del digestato, con particolare riferimento alla riduzione del contenuto di acqua e alla gestione dei composti azotati, specie laddove sono imposte limitazioni in ottemperanza alle disposizioni della normativa che recepisce la Direttiva Nitrati. Chiudono il libro la presentazione dei risultati del progetto europeo "EU Agro – biogas" e diversi casi di studio italiani.

Milano, febbraio 2011

# 1. IL BIOGAS NEL PIANO DI AZIONE NAZIONALE PER LE ENERGIE RINNOVABILI E IL PARCO IMPIANTI IN EUROPA E IN ITALIA

Sergio Piccinini, Renato Vismara

#### 1.1. Il biogas nel PAN e prospettive di crescita

La digestione anaerobica è una filiera bioenergetica tecnologicamente matura che permette di sfruttare con elevata efficienza indistintamente biomasse vegetali e/o animali, di scarto e/o dedicate, umide e/o secche prevalentemente di origine locale.

Il processo anaerobico dà luogo alla produzione di un sottoprodotto liquido, il "digestato", avente caratteristiche chimico-fisiche simili a quelle di un effluente zootecnico, che può trovare collocazione agronomica nelle immediate vicinanze dell'impianto con un riciclo virtuoso degli elementi fertilizzanti di origine organica affrancando in parte l'azienda agricola dall'acquisto di concimi di sintesi.

In tal modo, gli impianti di codigestione con matrici vegetali, effluenti e sottoprodotti di diversa origine possono raggiungere elevate efficienze anche a ridotte potenze, dando luogo quindi a filiere locali con brevi percorrenze nel trasporto delle biomasse e dei fertilizzanti dalle zone di produzione a quelle di utilizzo.

L'utilizzo di sottoprodotti, il ricorso ad effluenti zootecnici, l'utilizzo di un novero di produzioni vegetali derivanti dalla rotazione dei terreni, la produzione decentrata e il riutilizzo dei digestati sono tutti elementi che concorrono a evidenziare il biogas come la filiera bioenergetica avente:

- la maggiore capacità produttiva in termini di energia primaria per ettaro di superficie agricola utilizzata;
- la maggiore capacità di ridurre le emissioni di CO₂ lungo la filiera.

L'invio alla Commissione UE del Piano di Azione Nazionale (PAN) per le energie rinnovabili in Italia, in attuazione della Dir. 28/2009/CE pone importanti sfide al settore del biogas, con una previsione di crescita di circa 900 MW_e rispetto la potenza installata al 2005, sino all'obiettivo fissato al 2020 di 1.200 MW_e. Nel PAN, inoltre, si evidenzia la necessità di consentire anche in Italia l'integrazione del biogas/biometano nella rete del gas naturale e di prevedere un'apposita tariffa incentivante per tale operazione.

2

In realtà, il settore ha già dimostrato in questi mesi di essere in grado di esprimere un potenziale ancor maggiore. Con l'applicazione in Italia della tariffa di cui alla legge 99/2009, anche nel nostro Paese la produzione di biogas in ambito agricolo ha avuto una rapida crescita, analogamente a quanto già avvenuto in altri Paesi con una situazione agroindustriale simile alla nostra, quali la Germania.

Attualmente, sono operativi o in fase di costruzione circa 280 impianti che utilizzano matrici di origine agricola e/o agroindustriale che, unitamente agli impianti che utilizzano altre matrici organiche e a quelli che recuperano il biogas dalle discariche dei rifiuti urbani, portano a circa 700 il numero di impianti operativi o in fase di costruzione in Italia.

Il potenziale di sviluppo nel breve termine è consistente: stime recenti (elaborazione C.R.P.A.), considerati i quantitativi disponibili di biomasse di scarto e di origine zootecnica utilizzabili in codigestione con biomasse vegetali provenienti da coprodotti e sottoprodotti agricoli e da circa 200.000 ha di colture dedicate (1,6% della SAU italiana), evidenziano un potenziale produttivo pari a circa 6,5 Miliardi di gas metano equivalenti, circa 1'8% del consumo attuale di gas naturale in Italia, un quantitativo pari alla attuale produzione nazionale di gas naturale, un potenziale quindi di circa 3 volte quello proposto dal PAN per il biogas al 2020 (pari a circa 2 miliardi di gas metano equivalenti anno).

Il 30 novembre 2010 il Consiglio dei Ministri ha approvato, in prima lettura, il decreto legislativo sulle fonti rinnovabili che recepisce e attua gli obiettivi fissati dall'Europa e traduce in misure concrete le strategie delineate nel PAN Il decreto mantiene sino a tutto il 2012 l'attuale sistema incentivante per la filiera biogas, recependo le richieste del mondo agricolo di mantenere l'attuale tariffa omnicomprensiva per almeno un triennio (è entrata in vigore nell'agosto 2009). Nei prossimi mesi, dopo l'approvazione definitiva del decreto, si dovranno definire i nuovi incentivi a partire dal gennaio 2013 e l'incentivo da assegnare, quanto prima, al biometano.

#### 1.2. La situazione del biogas in Europa

In Europa la diffusione della digestione anaerobica è cominciata nel settore dei depuratori civili per la stabilizzazione dei fanghi di supero e attualmente si stima siano oltre 1.600 i digestori operativi.

Allo stato attuale, tale tecnologia è considerata una delle migliori per il trattamento delle acque reflue agroindustriali ad alto carico organico e già nel 1994 erano attivi circa 400 impianti di biogas aziendali e consortili, mentre sono circa 5.000 i digestori anaerobici operanti nel comparto agro-zootecnico nei Paesi

dell'Unione Europea, specie in Germania, seguita da Danimarca, Austria, Svezia e Italia.

Per il recupero di biogas dalle discariche per rifiuti urbani, invece, sono attualmente oltre 450 gli impianti in attività in Europa, con una diffusione particolare in Gran Bretagna. A questo tipo di trattamento si sta aggiungendo negli ultimi anni in maniera crescente quello della frazione organica derivante dalla raccolta differenziata dei rifiuti urbani (FORSU), spesso in codigestione con altri scarti organici industriali e con liquami zootecnici. Solo in Danimarca gli impianti centralizzati di codigestione di questo tipo già operanti sono 20 e trattano annualmente circa 2.140.000 t di liquami zootecnici e 400.000 t di residui organici industriali e FORSU.

Secondo un recente censimento, inoltre, in Europa sarebbero circa 170 gli impianti di digestione anaerobica che trattano frazione organica di rifiuti urbani proveniente sia da raccolta differenziata sia da selezione meccanica a valle della raccolta.

Per il 2008 si stima che la produzione di biogas nei Paesi dell'Unione Europea sia stata di circa 7.542 ktep (1 ktep = 1.000 t equivalenti di petrolio): di questi, circa il 39% deriva dal recupero di biogas dalle discariche per rifiuti urbani (EurObserv'ER 2009). Per il 2010 EurObserv'ER prevede una produzione di biogas di 8.200 ktep.

I rifiuti organici prodotti annualmente nei Paesi dell'UE ammontano a circa 2,5 miliardi di tonnellate, dei quali circa il 40% è costituito da effluenti zootecnici e residui agricoli e il resto da rifiuti organici urbani e industriali, fanghi di depurazione e scarti ligno-cellulosici forestali, gli unici non utilizzabili in digestione anaerobica (fonte: IEA Bioenergy task 37, www.iea-biogas.net).

Il Paese dove negli ultimi 15 anni la digestione anaerobica si è maggiormente sviluppata è la Germania, in particolare nel comparto zootecnico (vedi paragrafo 1.4).

#### 1.3. La situazione in Italia

Anche in Italia la produzione di biogas da biomasse esercita una forte attrazione su aziende agricole e zootecniche, che per effetto della crisi sono alla ricerca di forme diversificate di reddito.

A far crescere l'interesse contribuisce la recente approvazione, per gli impianti di taglia non superiore a 1 MWe, di un'incentivazione omnicomprensiva di 0,28 euro/kWh per l'energia elettrica immessa in rete e del coefficiente moltiplicatore 1,8 per i certificati verdi per gli impianti di potenza elettrica installata superiore a 1 MWe (a patto che le matrici utilizzate derivino da una filiera agricola corta o da contratti di filiera).

Questo significa che la produzione di energia elettrica rinnovabile in ambito agro-

4

zootecnico può rappresentare una grande opportunità imprenditoriale, grazie alla possibilità di gestire tutto il valore aggiunto della filiera produttiva, avendo la certezza della vendita integrale di tutta la produzione a un unico acquirente, che è obbligato ad acquistare ad un prezzo garantito per un periodo di tempo prefissato e, generalmente, molto più lungo dei tempi di ritorno dell'investimento.

Da molti anni il C.R.P.A. svolge un'attività di monitoraggio degli impianti di digestione anaerobica operativi su tutto il territorio nazionale, focalizzandosi in particolare su quelli attivi nel settore agricolo, zootecnico e agroindustriale. Il lavoro è finalizzato al mantenimento di un archivio quanto più aggiornato e completo possibile del settore in Italia e delle principali caratteristiche degli impianti. Dall'indagine emerge che negli ultimi anni è cresciuto l'interesse per la co-digestione di biomasse di varia origine e di conseguenza del numero degli impianti che trattano colture energetiche, sottoprodotti dell'agroindustria e FORSU. Questo ha portato a un aumento della dimensione delle strutture e delle meccanizzazioni installate, oltre che della potenza elettrica installata.

A marzo 2010 erano presenti in Italia 319 impianti di biogas nei comparti agrozootecnico, agroindustriale e delle frazioni organiche da raccolta differenziata dei rifiuti urbani; di questi, 273 operano con effluenti zootecnici, colture energetiche e sottoprodotti/residui agroindustriali (impianti agro-zootecnici) (tabella 1.1). Rispetto al 2007, data del precedente censimento, in ambito agro-zootecnico quando questo tipo di impianti erano 154, l'incremento è stato del 77%. Sono invece 14 gli impianti che trattano la frazione organica dei rifiuti solidi urbani, a volte in co-digestione con fanghi di depurazione; sono 32, infine, quelli che trattano esclusivamente reflui provenienti dall'agroindustria.

La maggiore densità di impianti è nella Pianura Padana, dove è presente anche la maggior parte della produzione zootecnica del nostro Paese.

Dei 273 impianti di biogas che operano nel settore agro-zootecnico, il 33% circa, pari a 91 impianti, utilizza solo effluenti zootecnici, mentre il 51%, ovvero 139, co-digerisce gli effluenti zootecnici con colture energetiche e sottoprodotti agroindustriali.

La potenza elettrica installata, come somma fra impianti operativi e in costruzione, è di 140 MWe. Nella maggior parte degli impianti la potenza elettrica installata (tabella 1.2) è compresa tra 500-1.000 kWe.

Per quanto riguarda la tipologia di digestore, la maggioranza degli impianti operanti nel settore agro-zootecnico (155) lavora con digestori con vasche verticali completamente miscelate e coibentate o CSTR (Completely Stirred Tank Reactor). Questa tecnologia è presente soprattutto dove il substrato da digerire ha un contenuto di sostanza secca al carico inferiore al 20%. Sono 63, invece, gli impianti che utilizzano reattori a flusso orizzontale a pistone (PFR, Plug flow reactor).

Attualmente, la maggior parte degli impianti è realizzata con tecnologia straniera,

in particolare sono molto attive in Italia aziende tedesche e austriache. Il panorama dell'offerta sta però modificandosi, grazie a imprese italiane che stanno investendo nello sviluppo di proprie tecnologie, sia per piccoli sia per grandi impianti. Verso questi ultimi, cioè quelli con potenza almeno pari 1 MWe, si sta indirizzando sempre più la richiesta, ma è fondamentale che al momento della scelta l'imprenditore abbia la consapevolezza che deve esserci un corretto equilibrio fra le biomasse disponibili in azienda o nelle immediate vicinanze e utilizzate nell'impianto e il terreno necessario alla gestione agronomica del digestato prodotto.

Settore	Operativo	In costruzione	Totale
Agro-zootecnico ⁽¹⁾	199	74	273(4)
FORSU + fanghi di depurazione ⁽²⁾	14	0	14
Reflui dell'agro-industria ⁽³⁾	30	2(5)	32
Totale	243	76	319

⁽¹⁾ Alimentati con effluenti zootecnici e/o sottoprodotti agroindustriali e/o colture energetiche

Tabella 1.1 Numero di impianti di biogas rilevati al marzo 2010 dal censimento C.R.P.A. suddivisi per settore di attività

Classe di potenza elettrica installata (kWe)	Numero di impianti per classi di dimensione di potenza elei installata		
< 100	49	17,9%	
101 – 500	61	22,3%	
501 – 1.000	100	36,6%	
> 1.000	19	7,0%	
Biogas in caldaia	10	3,7%	
Dato non disponibile	34	12,5%	
Totale	273	100,0%	

Tabella 1.2. Numero di impianti agro-zootecnici per potenza elettrica installata

Relativamente agli impianti di digestione anaerobica per la stabilizzazione dei fanghi di depurazione civile e industriale (realizzati per lo più all'interno di grossi impianti urbani di depurazione delle acque reflue civili e industriali), sulla base di un precedente censimento (Gerli A., Merzagora W., 2000), si stimano più di 120 impianti. Notevole pure il recupero di biogas dalle discariche per rifiuti urbani, che, grazie a circa 232 impianti operativi e circa 306 MW installati (dati APER al settembre 2009), rappresenta, per ora, la principale fonte di biogas da biomasse. Nella mappa rappresentata in figura 1.1 è possibile osservare la distribuzione degli impianti di biogas sul territorio nazionale.

⁽²⁾ Alimentati prevalentemente con F.O.R.S.U e, a volte, fanghi di depurazione

⁽³⁾ Alimentati con acque reflue di processo e di lavaggio di stabilimenti agroindustriali (distillerie, produzione di succhi di frutta, birrerie, ecc.)

^{(4) 2} impianti prevedono anche F.O.R.S.U nella miscela in alimentazione

⁽⁵⁾ I due impianti trattano anche sottoprodotti animali (Categoria C)

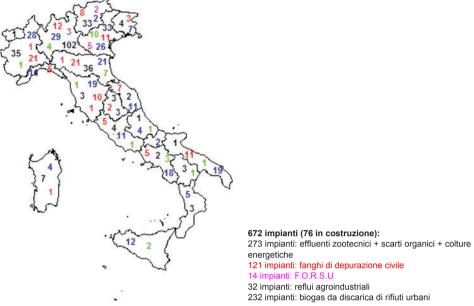


Figura 1.1. Distribuzione degli impianti di biogas sul territorio



Figura 1.2. Impianto biogas Azienda Cominello (MN)



Figura 1.3. Impianto biogas Azienda Federici (CR)



Figura 1.4. Impianto biogas Azienda Fabretti (BO)

#### 1.4. Situazione del biogas in Germania

La Germania è il Paese dell'Unione Europea in cui si è maggiormente diffusa la realizzazione di impianti di biogas, grazie a una serie di opportunità offerte dal Governo già negli anni passati per incrementare la produzione di energia da fonti rinnovabili, così da ridurre la dipendenza dai combustibili fossili. In particolare in Germania, negli ultimi 15 anni, la digestione anaerobica si è sviluppata nel comparto zootecnico, grazie alla politica di incentivazione adottata dal Governo nazionale, che, oltre, a erogare un contributo sull'investimento, riconosce un prezzo per l'energia elettrica da biogas che può arrivare, dal 2009, con l'ultimo atto normativo dell'agosto 2008, fino a 26,7 c€/kWh per un periodo di 20 anni; è stato incentivato con questo ultimo atto, anche il biometano, con l'obiettivo di sostituire il 10% del gas naturale entro il 2030.

Alla fine del 2009, secondo i dati dell'Associazione Biogas tedesca, risultavano in esercizio circa 4.500 impianti, per una potenza elettrica installata superiore a 1.500 MW. Il biogas viene utilizzato soprattutto in cogenerazione. Inoltre, 15 impianti immettono il biometano, dopo la purificazione del biogas, nella rete del gas naturale.

Gli impianti di biogas operanti nel comparto agro-zootecnico sono di taglia medio-piccola, con una potenza elettrica installata media di 0,35 MW.

La Germania ospita sul suo territorio un'ampia diversificazione delle varie tipologie di impianti, che, con le loro caratteristiche (dimensioni, tecnologie utilizzate, substrati trattati), vanno ad inserirsi nelle diverse strutture e realtà socio-economiche delle varie regioni del paese. Ciò ha portato a una più alta concentrazione di grandi impianti nelle zone settentrionali, mentre nelle aree meridionali si localizzano quelli di minore dimensione.

La maggior parte degli impianti opera in co-digestione fra effluenti zootecnici, scarti organici e in particolare colture energetiche quali insilati di mais ed erba, per le ottime rese il primo e per i bassi costi il secondo. È diffusa anche la monodigestione delle colture energetiche, sebbene le caratteristiche di queste matrici rendano più impegnativo il controllo del processo.

Recentemente il C.R.P.A. ha visitato una serie di impianti di digestione anaerobica tedeschi e, di uno di questi si riporta di seguito una descrizione.

L'impianto è localizzato a Goldenstedt nella Bassa Sassonia, regione in cui è stato realizzato il 18% del totale degli impianti a livello nazionale, con una potenza elettrica installata di 350 MW. In questa area è previsto un incremento nei prossimi anni del numero di impianti con potenza elettrica installata inferiore a 200 kW, come risultato della Legge sull'Energia Rinnovabile tedesca che prevede una tariffa più elevata per impianti di biogas di piccola taglia che utilizzano come substrato di alimentazione anche il liquame zootecnico. In Bassa Sassonia esistono infatti 5.100 allevamenti aventi mediamente circa 100 capi bovini da latte che possono sfruttare i nuovi incentivi.

8



Figura 1.5. Impianto biogas Godenstedt (D)

L'impianto di biogas è operativo dal 2005 ed è alimentato esclusivamente da insilati di mais ed erba. La tecnologia impiantistica applicata è ampiamente diffusa in tutta la Germania per la sua semplicità e i bassi costi di realizzazione. È un impianto miscelato e coibentato, costituito da due digestori di circa 3.000 m³ ciascuno e una vasca di stoccaggio, con un tempo di permanenza in digestione di circa 160 giorni. L'impianto opera in mesofilia (circa 40°C) e utilizza circa 30-35 tonnellate al giorno di biomassa. È presente un cogeneratore da 500 kWe che produce energia elettrica e termica. Il calore è utilizzato per il riscaldamento dell'abitazione del gestore. Dal 2007 è stato connesso un impianto di purificazione del biogas che produce biometano da immettere nella rete del gas naturale.

#### 1.5. Situazione del biogas in Danimarca

Interessante è anche la realtà danese, che a seguito della crisi energetica degli anni Settanta è arrivata, nel corso degli anni, a possedere un livello unico di *know-how* nel settore della costruzione e gestione di impianti centralizzati di biogas.

In Danimarca sono presenti (dato del 2009) 60 impianti di biogas aziendali che utilizzano solo effluenti zootecnici o co-digeriscono il 2-5% di scarti organici e 21 impianti centralizzati che impiegano effluenti zootecnici per il 50-60% e scarti organici industriali; inoltre, sono presenti 30 impianti che trattano fanghi di depu-

razione civile e due che utilizzano la frazione organica da raccolta differenziata dei rifiuti urbani (FORSU). La maggior parte degli impianti è di taglia media, con una potenza installata tra 0,6 e 1 MWe, due impianti sono al di sotto di 0,6 MWe, mentre 20 superano 1 MWe di potenza elettrica. Circa l'85% degli impianti opera in termofilia (50-55°C circa) e, di conseguenza, con tempi di permanenza relativamente bassi (inferiore a 20 giorni). Gli impianti di biogas sono situati soprattutto nella zona occidentale del paese dove si trova la maggior parte degli allevamenti. Il numero di impianti di biogas agricoli in Danimarca è destinato ad aumentare come conseguenza di un programma del Governo danese in cui si prevede l'utilizzo del 50% degli effluenti zootecnici nazionali per la produzione di energia entro il 2020.

Attualmente tutti gli impianti centralizzati di biogas danesi operano in co-digestione, sia per incrementare la produzione di biogas sia per ricevere compensi dai fornitori degli scarti organici. Gli impianti ottengono infatti i loro guadagni da tre differenti fonti: 1/3 dalla vendita di elettricità, 1/3 dalla vendita di calore per il riscaldamento locale (teleriscaldamento), 1/3 dalla tariffa di trattamento di scarti agroindustriali e FORSU. Questi derivano per il 20-50% dall'industria alimentare (macellazione, lavorazione del pesce), dall'industria farmaceutica e da scarti di ristoranti, mentre gli impianti aziendali utilizzano in maggior misura gli scarti oleosi derivanti dall'industria alimentare (in particolare dalla lavorazione del pesce e grassi animali).

L'impianto di biogas di Lemvig, visitato dal C.R.P.A., è il più grande in Danimarca. È localizzato nella penisola dello Jutland, una delle regioni con più alta densità di aziende zootecniche. È stato realizzato nel 1992 ed ampliato nel 2007. I proprietari sono una cooperativa di agricoltori che fornisce liquami bovini e suini all'impianto, per un ammontare pari a circa il 25% del carico totale. Ciascun fornitore ritira inoltre l'equivalente digestato che viene trasportato nelle vasche di stoccaggio della propria azienda per essere successivamente utilizzato agronomicamente. Il restante 75% del carico è invece rappresentato da scarti organici e sottoprodotti provenienti dall'industria agroalimentare e dai macelli, oltre che dalla frazione organica dei rifiuti urbani da raccolta differenziata.

La quantità di substrato trattato (nel 2009) è stata di 182.500 tonnellate (pari a 500 tonnellate al giorno). La capacità massima dell'impianto è di 350.000 tonnellate all'anno. Il biogas prodotto viene convogliato, attraverso un sistema di tubature a bassa pressione lungo circa 5 km, all'impianto di cogenerazione di Lemvig (con potenza elettrica installata pari a 3 MW), da cui vengono generati ogni anno circa 21 milioni di kWh di elettricità, immessa in rete, e calore pari a 25 milioni di kWh termici utilizzati da oltre 1.000 famiglie.

L'impianto di biogas è costituito da una zona di ricevimento/pre-trattamento, dove vengono accolti i differenti substrati che giungono mediante camion. Sono presenti quattro digestori, tre del volume di 2.400 m³ ciascuno, e uno (realizzato



Figura 1.6. Impianto biogas di Lemvig (DK)

nel 2007) di 7.100 m³. La temperatura di processo è di 52,5°C e il tempo di permanenza di 26 giorni. L'impianto è inoltre provvisto di tre reattori per l'igienizzazione del digestato. L'impianto di biogas è costato 8,6 milioni di euro (escluso il cogeneratore da 3 MWe).

### 1.6. Situazione del biogas in Austria

Il numero degli impianti di digestione anaerobica in Austria, pari a 380 (dato 2010), è cresciuto rapidamente negli ultimi anni e il continuo interesse per questa tecnologia lascia intravedere un ulteriore aumento degli investimenti.

Circa l'80% degli impianti utilizza il biogas prodotto in cogenerazione e, da un'analisi effettuata nel 2008, risulta che oltre il 40% ha una potenza elettrica installata superiore a 500 kW. Quest'ultimo dato è destinato a crescere ulteriormente, anche grazie alle politiche nazionali come il Green Electricity Act (2006-2011), che regola i prezzi per l'elettricità generata da biomasse per 10 anni, offrendo garanzie di sicurezza per le strategie di investimento a lungo termine. Attualmente, in Austria l'energia elettrica viene pagata fino a 18,5 euro cent/kWh. Circa il 15% degli impianti di biogas è organizzato in cooperative, tutte in attività da dopo il 2000, anno in cui nacquero i primi impianti che poterono beneficiare dei regolamenti fissati dalla legge nazionale sulla liberalizzazione del mercato

dell'elettricità; oltre alla possibilità di usufruire del potenziale energetico del biogas e poter così diversificare i guadagni dell'azienda, l'ottenimento di un digestato di qualità e la riduzione degli odori sono tra le motivazioni che hanno spinto verso l'investimento in tali impianti.

Quasi tutti gli impianti aziendali attualmente in attività operano la co-digestione di effluenti zootecnici con altre matrici organiche. La maggior parte utilizza liquami bovini o suini (questi ultimi in crescita negli ultimi anni). Tra le colture energetiche si utilizzano mais e in misura minore l'insilato d'erba, il sorgo da zucchero e il girasole, principalmente coltivate sui propri terreni, solo raramente acquistate da esterni.

Di seguito viene riportata la descrizione di due impianti di biogas, visitati dal C.R.P.A., localizzati nella regione della Styria, dove sono presenti complessivamente 43 impianti di digestione anaerobica. Di questi, oltre il 90% utilizza il biogas in cogenerazione e la potenza elettrica media installata è di 450 kW.

La maggior parte degli impianti (ovvero 17) ha una potenza elettrica installata pari a 500 kW e solo 2 impianti raggiungono la potenza di 1 MW. Di questi, la prevalenza tratta effluenti zootecnici in co-digestione con colture energetiche e/o scarti organici e opera con processi ad umido in regime di mesofilia.

Le prospettive future per questa regione prevedono la realizzazione di due impianti che trattano fanghi di depurazione in co-digestione con scarti organici e impianti aziendali per la digestione di effluenti zootecnici con piccole quantità di scarti agricoli e colture energetiche. Inoltre, è in pianificazione la realizzazione di un impianto di purificazione del biogas da utilizzare nel settore del trasporto pubblico (un impianto di upgrading è già presente in regione ed è descritto più avanti).

### 1.6.1. L'impianto di Strem

L'impianto visitato a Strem è di tipo consortile e tratta unicamente colture energetiche per produrre energia elettrica e termica senza l'ausilio di liquame zootecnico. Nell'impianto vengono trattate circa 10.000 tonnellate all'anno di insilati di foraggio e mais prodotti dagli stessi agricoltori che gestiscono l'impianto. Il processo di digestione anaerobica viene condotto in due digestori, funzionanti in serie, di 1.500 m³, realizzati in cemento armato, coibentati e miscelati con pale ad asse orizzontale per impedire la formazione di croste o depositi sul fondo vasca. Nel secondo digestore è presente anche un mixer ad elica sommersa. La temperatura di digestione, di 52-53°C, viene garantita da un sistema di riscaldamento all'interno dei digestori collegato al cogeneratore.

Nel secondo digestore è presente il gasometro, costituito da una membrana in materiale plastico a doppio strato con capacità di 300 m³. La produzione stimata di biogas (55% metano) è di 230-250 m³ l'ora, pari a circa 2 milioni di m³ all'anno.



Figura 1.7. L'impianto di biogas di Strem (A)

Dopo una tempo di permanenza di 40-45 giorni il digestato viene sottoposto ad una separazione solido/liquido, per ridurre il volume di stoccaggio della frazione liquida. La frazione solida viene stoccata su una platea in cemento fino al momento del ritiro e utilizzo come ammendante organico. La frazione liquida separata viene in parte ricircolata ai digestori, in parte è pompata in due lagune di stoccaggio (4.000 m³) per poi essere inviata all'utilizzo agronomico.

Il biogas prodotto viene utilizzato in cogenerazione con potenza elettrica di 500 kW, per produrre circa 4 milioni di kWh all'anno, e potenza termica pari a 568 kW. L'impianto autoconsuma circa il 10% dell'energia elettrica e circa il 20-30% di quella termica. L'energia termica residua è immessa nella rete di teleriscaldamento e tramite tubature sotterranee convogliata alle abitazioni del paese. A lato del cogeneratore è stata istallata una caldaia che brucia cippato (materiale di scarto proveniente dalla lavorazione dei boschi e del legno) e fornisce, nel periodo invernale, la quota di calore non coperta dalla cogenerazione a biogas. L'impianto di biogas è costato 2,5 milioni di euro.

#### 1.6.2. L'impianto di Bruck-Leitha

Il secondo impianto, recentemente visitato, è localizzato a Bruck-Leitha ed è di tipo consortile realizzato da dieci soci. All'impianto vengono conferiti annual-



Figura 1.8. L'impianto di biogas di Bruck-Leitha (A)

mente prodotti agricoli-vegetali di scarto (circa 10.000 tonnellate), scarti dell'industria mangimistica (circa 10.000 tonnellate) e grassi animali (circa 10.000 tonnellate) ai sensi del Regolamento CE 1774/2002 sui sottoprodotti animali, che vengono sottoposti al processo di pastorizzazione (a 70°C per 1 ora) prima di essere avviati a digestione anaerobica.

Per i grassi animali, se sono puliti, l'impianto può pagare sino a 10 euro per tonnellata; per gli scarti invece riceve una tariffa di ritiro fino a 80 euro per tonnellata. Tutti questi materiali entrano nell'impianto come rifiuti. Il digestato viene utilizzato in agricoltura, rispettando i limiti analitici richiesti, con un costo medio, se gli appezzamenti su cui si effettua lo spandimento sono lontani dall'impianto, di circa 5 euro per tonnellata.

L'impianto di biogas è costituito da tre digestori primari di 3.000 m³ di volume ciascuno e due vasche di stoccaggio di 5.000 m³ ciascuna. Il processo opera in mesofilia alla temperatura di circa 39°C e ha un tempo di permanenza pari a 90 giorni nei tre digestori primari e 100 giorni nei digestori secondari. Il biogas prodotto (circa 6.500.000 m³ all'anno, pari a 750 m³ all'ora) alimenta in parte due cogeneratori da 835 kWe ciascuno e in parte viene avviato all'impianto di upgrading con la produzione di 100 m³/ora di biometano.

Dal 2007, infatti, è in funzione un impianto sperimentale di upgrading del biogas a membrane. Il prezzo del biometano immesso nella rete del gas naturale è di 60 centesimi di euro al m³, a cui vanno poi aggiunti gli incentivi. Il calore prodotto dal cogeneratore alimenta una rete di teleriscaldamento del vicino paese (distante circa 1,1 km) gestita da cinque dei proprietari dell'impianto di biogas.