Capitolo 5
IL BIOGAS

5.1 Il biogas e il suo utilizzo

Il **biogas** è una miscela di gas prodotti durante il processo di digestione anaerobica a carico di diversi substrati organici. Analizzando in maniera più specifica il biogas prodotto dal processo di digestione anaerobica, è opportuno notare che esso risulta costituito essenzialmente da metano (CH_4, 50÷75% in volume), anidride carbonica (CO_2, 25÷45%) e vapor d'acqua ($H_2O_{(g)}$, 2÷7%), nonché da altri gas presenti in concentrazioni minori, tra cui l'acido solfidrico (H_2S). Il potere calorifico del biogas è funzione del suo contenuto in CH_4. In media può essere considerato pari a 20.000÷24.000 kJ/Nm^3.

La **digestione anaerobica (DA)** è un processo di tipo biologico, che avviene in assenza di ossigeno (anaerobiosi) tramite reazioni biochimiche ad opera di specifici batteri. Tale processo può essere suddiviso in quattro fasi caratterizzate dall'azione di distinti gruppi di batteri anaerobi: idrolisi, acidogenesi, acetogenesi e metanogenesi (a sua volta suddivisibile in metanogenesi acetoclastica e metanogenesi idrogenofila)[54]. In condizioni naturali, la DA avviene in svariati ambienti contraddistinti dalle condizioni più disparate, poiché i batteri che intervengono nella produzione di CH_4 possono operare in un ampio intervallo di condizioni. La DA finalizzata alla produzione di CH_4, invece, viene condotta in appositi impianti in cui si ricerca l'ottimizzazione delle condizioni di processo, tra cui deve essere considerata la velocità delle reazioni biochimiche coinvolte. Quest'ultima dipende strettamente dalla temperatura, per cui l'odierna tecnica impiantistica tende a privilegiare le condizioni mesofile (30÷35 °C) o termofile (55÷60 °C).

Il processo di DA permette di convertire in biogas la sostanza organica presente nei **substrati organici**. Tale conversione può variare entro un ampio intervallo, compreso tra il 40% e il 90% (ed oltre). Le matrici avviabili a DA possono essere di vario tipo e derivare perciò da diversi settori produttivi:

- Settore agricolo: reflui zootecnici (es. liquami suini, bovini, deiezioni avicole da utilizzare con opportune precauzioni[55], ecc.), residui colturali (es. paglia, pula di riso, colletti di barbabietole, ecc.), colture energetiche dedicate (es. mais, sorgo, silomais, triticale, erba, ecc.).
- Settore agroindustriale: scarti organici di macellazione, siero, sottoprodotti orto-frutticoli, fanghi e reflui dell'industria enologica.
- Settore industriale: acque reflue e/o fanghi ottenuti dalla loro depurazione.
- Settore civile: acque reflue e/o fanghi ottenuti dalla loro depurazione, frazioni organiche di rifiuti solidi urbani (FORSU) trattate in maniera specifica ovvero da discarica.

---

[54] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. – FNR. (2009). *Biogas – an introduction*, Media Cologne Kommunikationsmedien GmbH, 2ª edizione, 28 pp.

[55] Attualmente la maggior parte degli studi tecnico-scientifici suggeriscono che le deiezioni avicole vengano avviate a co-digestione anaerobica in percentuali contenute, ovvero con opportuni accorgimenti (es. preliminare diluizione, preventivo strippaggio dell'ammoniaca contenuta nelle deiezioni avicole, ecc.), a causa delle elevate concentrazioni di azoto ammoniacale ($N\text{-}NH_4^+$, $N\text{-}NH_3$) che caratterizzano tali tipologie di reflui. Tali concentrazioni possono inibire i microrganismi, in particolare quelli appartenenti ai gruppi di batteri proteolitici e metanogenici. Sul punto si veda in particolare: Webb A.R., Hawkes F.R. (1985). The anaerobic digestion of poultry manure: Variation of gas yield with influent concentration and ammonium-nitrogen levels. *Agricultural Wastes*, 14(2):1985, pp.135-156; Krylova N.I., Khabiboulline R.E., Naumova R.P., Nagel M.A. (1997). The influence of ammonium and methods for removal during the anaerobic treatment of poultry manure. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 70(1):1997, pp. 99-105; Gelegenis J., Georgakakis D., Angelidaki I., Mavris V. (2007) Optimization of biogas production by co-digesting whey with diluted poultry manure. *Renewable Energy*, 32(13):2007, pp. 2147-2160; Pesta G. (2010). *Monofermentazione – Soluzioni procedurali per la fermentazione efficace della pollina*, 22 pp. Relazione presentata al Convegno 6° INFO BIOGAS, 21 gennaio 2010, Montichiari (BS), TS Energy Group.

Particolare attenzione deve essere posta alle **normative** che regolano l'utilizzazione delle matrici organiche e dei successivi prodotti della DA, denominati digestati, e che possono determinare lo *status* giuridico dello stesso impianto di DA. Si può ad esempio considerare un impianto di DA che utilizzi solo reflui zootecnici in co-digestione con residui colturali e colture energetiche dedicate prodotte nell'azienda agricola dove opera l'impianto di DA stesso. Tale impianto non è soggetto al complesso di norme relative ai rifiuti, purché il digestato prodotto dalla DA possa essere (e venga effettivamente) utilizzato agronomicamente nella stessa azienda di produzione. Viceversa, un impianto di DA che utilizzi in tutto o in parte acque reflue e/o fanghi industriali o civili ovvero FORSU, deve essere considerato un impianto di trattamento di rifiuti. In questo caso, anche i substrati organici in ingresso così come il digestato prodotto della DA ricadono nel campo di applicazione della disciplina sui rifiuti.[56]

Concentrando pertanto l'attenzione sugli **impianti di DA di tipo agricolo e che utilizzano in maniera significativa o esclusivamente reflui zootecnici**, deve essere osservato che il processo di DA, oltre a produrre biogas, può essere convenientemente introdotto nel contesto di un sistema di gestione dei reflui zootecnici a ragione dei molteplici effetti ambientali, agronomici e sanitari che esso origina.

Da un punto di vista ambientale e agronomico, la DA consente di **stabilizzare e deodorizzare i reflui zootecnici**[57], fattore che .deve essere preso in attenta considerazione soprattutto nel caso dei liquami suinicoli, alla luce dell'elevata antropizzazione del territorio della Regione Veneto. Gli effetti della DA sono infatti riconducibili ad un decremento della quantità di sostanza organica, ad una variazione della qualità della sostanza organica, ad un incremento relativo degli elementi fertilizzanti ed infine ad un incremento della disponibilità dell'azoto.[58] Grazie al ruolo svolto dalla DA nella stabilizzazione e deodorizzazione dei reflui, negli anni '80 e in particolare negli allevamenti suinicoli Italiani, si sono diffusi i cosiddetti impianti di DA semplificati, di cui si farà menzione più avanti. Non va comunque dimenticato che la DA determina in particolare la trasformazione di varie forme azotate in ammoniaca ($NH_{3(g)}$). Pertanto, se da un lato la DA appare ridurre le emissioni responsabili degli odori molesti, dall'altro essa comporta la possibilità di maggiori emissioni di $NH_{3(g)}$ che vanno quindi attentamente controllate in modo da ridurne il potenziale impatto negativo sull'ambiente.[59]

Da un punto di vista sanitario, la DA permette di **abbattere la carica patogena presente nei reflui zootecnici**, costituita essenzialmente da *Salmonella* spp. ed *E. coli*. Tale abbattimento è stato evidenziato dopo DA in temofilìa (55÷60°C), la quale permette di ridurre il numero di coliformi fecali di 6÷7 unità logaritmiche ed il numero di *Salmonella* spp. sotto la soglia di rilevabilità.[60] Tuttavia, una diminuzione di analoga entità a carico dei batteri coliformi fecali si è registrata anche in condizioni mesofile (30÷38°C), il che porterebbe a concludere che, almeno in queste ultime con-

---

[56] Sul punto si veda in particolare: Rossi L. (2010). *Biogas in Italia – Quali ostacoli normativi dobbiamo ancora affrontare?*, 20 pp. Relazione presentata al Convegno 6° INFO BIOGAS, 21 gennaio 2010, Montichiari (BS), TS Energy Group.

[57] Per definire la "stabilizzazione" si può fare ricorso al concetto di "stabilità biologica", che indica il grado in cui la sostanza organica facilmente biodegradabile (contenuta in una matrice organica) si è decomposta. In maniera indiretta, la stabilità biologica risulta quindi correlata alle attività microbiche della matrice organica, all'auto-riscaldamento della massa, alla produzione di odori, al grado di igienizzazione ed alla produzione residua di biogas. Sul punto si veda in particolare: Lasaridi K.E., Stentiford E.D. (1996). Respirometric techniques in the context of compost stability assessment: principles and practice. In: de Bertoldi, M. (a cura di), *The Science of Composting. Part 1*. Blakie Academic & Professional, Londra, UK, pp. 567–576; Adani F., Ubbiali C., Generini P. (2006). The determination of biological stability of composts using the Dynamic Respiration Index: The results of experience after two years. *Waste Management* **26(2006)**, pp. 41-48; Adani F., D'Imporzano G., Schievano A. (2008). *Digestato: criteri di valutazione*, 57 pp. Dipartimento Produzione Vegetale,Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Milano.

[58] Sul punto, si veda in particolare: Adani F., D'Imporzano G., Schievano A. (2008). *Op. cit.*

[59] Sul punto, si vedano in particolare: Immovilli A., Valli L., Fabbri C. (2008). La digestione anaerobica riduce gli odori dei liquami. *L'Informatore Agrario*, 64(43):2008 pp. 66-69; Immovilli A., Fabbri C., Valli L. (2008). *Odour and ammonia emissions from cattle slurry treated with anaerobic digestion*, NOSE 2008 – International Conference on Environmental Odour Monitoring and Control, Roma 6-8 Luglio 2008; Whelan M.J., Everitt T., Villa R. (In corso di stampa). A mass transfer model of ammonia volatilisation from anaerobic digestate. *Waste Management*, in corso di stampa.

[60] Sul punto, si veda in particolare: D'Imporzano G., Orzi V., Schievano A. (2009). *Digestato: aspetti ambientali e della salute,* 25 pp. Relazione presentata al Convegno: "Utilizzo agronomico del digestato e tutela dell'ambiente", Milano 8 luglio 2009 in cui si cita il lavoro di: Klinger e Marchaim, 1987.

dizioni processistiche, non dovrebbe essere la temperatura il fattore limitante per lo sviluppo dei batteri patogeni ma, presumibilmente una concomitanza di fattori, quali la competizione microbica, la limitazione del substrato, la produzione di NH_3 endogena e la precedentemente definita stabilizzazione biologica del materiale organico sottoposto a DA.[61] Altri autori addirittura confermerebbero tali riduzioni anche in condizioni psicrofile (5/10÷25°C, caratterizzanti i cosiddetti impianti di DA semplificati).[62] Altri autori ipotizzano che uno specifico ruolo, nella riduzione in particolare di *Salmonella* spp., sia svolto, oltreché dalla temperatura, anche dal pH e dalla concentrazione degli acidi grassi volatili prodotti durante il processo di DA stesso.[63] Altri studi evidenziano come le condizioni mesofile non permettano una significativa riduzione di *Salmonella* spp. al contrario delle condizioni termofile, uniche a garantire la rapida inattivazione di tali batteri.[64]

In generale, se negli impianti di DA vengono utilizzati sottoprodotti di origine animale (SOA), questi sono assoggettati al Regolamento CE 1774/2002, in base la quale i SOA sono distinti in tre categorie. Alla categoria 1 appartengono quei materiali con il più alto rischio per la salute umana, animale e per l'ambiente e che sono pertanto esclusi dall'utilizzo in DA. Alla categoria 3 appartengono quei materiali che sarebbero adatti per l'alimentazione umana, ma che per ragioni commerciali non lo sono più. La Categoria 2 include tutti i sottoprodotti animali non riconducibili alle precedenti categorie, quali i reflui zootecnici, il contenuto intestinale, gli animali non adatti al consumo umano. Se la legislazione nazionale lo permette, è possibile utilizzare i materiali appartenenti alla categoria 2 in DA. I reflui zootecnici, il contenuto intestinale ed il latte possono essere utilizzati senza pretrattamenti, mentre gli altri materiali appartenenti alla categoria 2 devono essere pre-trattati ad una temperatura pari a 133 °C, alla pressione di 3 bar e per un tempo pari a 20 minuti. Infine, i materiali appartenenti alla categoria 3, per poter essere sottoposti a DA, devono subire un trattamento di igienizzazione alla temperatura di 70 °C e per un tempo pari a 60 minuti.[65]

Per quanto riguarda la relazione tra tipologia di substrati organici e quantità di biogas prodotta (o, meglio, potenzialmente producibile), i parametri da considerare per il calcolo di tale quantità sono essenzialmente i seguenti:

- Il contenuto in solidi totali (ST), espresso generalmente come percentuale della quantità di materiale organico tal quale fresco (es. % di ton silomais/ha*anno; % di ton liquame/capo*anno, ecc.). I Solidi Totali (ST), definiti anche sostanza secca (ss), ovvero, in lingua Inglese, *Total Solids* (TS) o *Dry Mass* (DM), possono essere espressi con varie unità di misura, tra cui le più usate sono [%] e [kg]. La relazione che lega i Solidi Totali (ST) con il Tal Quale fresco (TQ) è la seguente: Solidi Totali (ST) [kg] = Tal Quale fresco (TQ) [kg] – Acqua [kg].
- Il contenuto in solidi volatili (SV), espresso generalmente come percentuale del contenuto in ST (% ST). I Solidi Volatili (SV), definiti anche, in lingua Inglese, *Volatile Solids* (VS), *Organic Total Solids* (OTS) ovvero *Organic Dry Mass* (ODM), rappresentano la frazione della sostanza secca costituita da sostanza organica. Tale parametro può essere espresso con varie unità di misura, tra cui le più usate sono [%] e [kg]. La relazione che lega i Solidi Volatili (SV) ai Solidi Totali (ST) e alle ceneri, è la seguente: Solidi Volatili (SV) [kg] = Solidi Totali (ST) [kg] – Ceneri [kg].

[61] Sul punto, si veda in particolare: D'Imporzano G., Orzi V., Schievano A. (2009). *Op. cit.*

[62] Si veda: Côté C., Massé D.I., Quessy S. (2006). Reduction of indicator and pathogenic microorganisms by psychrophilic anaerobic digestion in swine slurries. *Bioresource Technology*, 97(4):2006, pp. 686-691.

[63] Si veda: Salsali H.R., Parker W.J., Sattar S.A. (2006). Impact of concentration, temperature, and pH on inactivation of Salmonella spp. by volatile fatty acids in anaerobic digestion. *Canadian Journal of Microbiology* 52(4):2006, pp. 279–286.

[64] Si veda: Smith S.R., Lang N.L., Cheung K.H.M., Spanoudaki K. (2005). Factors controlling pathogen destruction during anaerobic digestion of biowastes. *Waste Management*, 25(4):2005, pp. 417-425.

[65] Kirchmayr R., Scherzer R., Baggesen D.L., Braun R., Wellinger A. (2003). *Animal By-products and Anaerobic Digestion – Requirements of European regulation (EC) No. 1774/2002.* IEA Bionenergy, Task 37, 24 pp.

Tab. 5.1 - Substrati organici utilizzabili per la DA e loro resa indicativa in biogas.

Substrato	Nm³ biogas/tonnellata SV
Deiezioni animali (suini, bovini, avicunicoli)	200 – 500
Colture energetiche (mais, sorgo zuccherino, erba, ecc.)	550 – 750
Residui colturali (paglia, colletti barbabietole, ecc.)	350 – 400
Scarti organici agroindustria (siero, scarti vegetali, lieviti, fanghi e reflui di distillerie, birrerie e cantine, ecc.)	400 – 800
Scarti organici macellazione (grassi, contenuto stomacale ed intestinale, sangue, fanghi di flottazione, ecc.)	550 – 1.000
Fanghi di depurazione	250 – 350
Frazione organica di rifiuti urbani	400 – 600

Fonte: Piccinini S., Schiff M. (2006). Produrre biogas: investimenti e attrezzature aziendali. Agricoltura, suppl. 30, 2006

- La quantità di biogas prodotto ovvero potenzialmente producibile, espressa generalmente come volume per tonnellata di SV (Nm^3/ton SV).[66] Tale parametro dipende dal tipo di materiale (substrato) utilizzato. Occorre notare che i valori riportati dalla letteratura tecnico-scientifica per specifici materiali (substrati) sottoposti a DA possono subire oscillazioni anche ampie (tab. 5.1). Tale variabilità può dipendere da svariati fattori, quali ad esempio le diverse tecniche (modalità, luoghi, tempi) adottate per la produzione, raccolta/rimozione, stoccaggio del substrato (es. coltura energetica dedicata, reflui zootecnici, ecc.) utilizzato per la successiva DA. Inoltre i valori riportati sono generalmente ottenuti in base a prove di mono-fermentazione. Nella realtà, la co-digestione di più substrati organici è la soluzione gestionale più diffusa. In questo caso la quantità di biogas prodotto può essere maggiore o minore rispetto ai valori riportati, per effetti sinergici o antagonisti dipendenti dalla presenza di più materiali (co-digestione) nella miscela sottoposta a DA.
- La quantità di metano presente nel biogas prodotto dallo specifico substrato organico, espressa generalmente come percentuale (%) (tab. 5.2).

Tab. 5.2 – Percentuale media di metano nel biogas derivato da DA

	CH_4 (% in volume)
Deiezioni bovine	50-60
Deiezioni suinicole	65-75
Deiezioni avicole	65-75
Discariche	30-40

Fonte: Chiumenti A., Chiumenti R., da Borso F. (2008). La digestione anaerobica. Università degli Studi di Udine – Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali.

Negli ultimi anni vi è stata una netta ripresa anche in Italia dell'espansione del numero di impianti per la produzione di biogas a motivo degli indubbi vantaggi economici e ambientali. Ciò è avvenuto sia nel caso di grandi allevamenti o di aziende agricole caratterizzate da una superficie agricola idonea all'approvvigionamento dell'impianto di biogas con materie agricole vegetali e alla successiva utilizzazione agronomica del digestato prodotto, sia in realtà produttive di medie dimensioni. Più limitati sono stati i casi di sistemi di gestione consortile interaziendale. La taglia di impianto che si è maggiormente diffusa è stata quella immediatamente inferiore ad 1 MW_e, limite fissato dalla specifica normativa per poter godere della cosiddetta tariffa onnicomprensiva (28 $€_{cent}$/kWh immesso nella rete elettrica).[67]

[66] 1 Nm^3 di biogas corrisponde al volume di 1 m^3 di biogas prodotto o producibile a condizioni di pressione e temperatura standard (pressione atmosferica pari ad 1 atm e temperatura pari a 0 °C).
[67] Legge 23 luglio 2009, n. 99 "Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia". In *Gazzetta Ufficiale* n. 173, 31 luglio 2009, *Supplemento Ordinario* n. 136.

Tali impianti di DA, grazie all'elevato importo del contributo pubblico, risultano particolarmente equilibrati sia sul piano dell'efficienza produttiva che sul piano dell'impegno finanziario.

Il biogas ottenuto dalla DA può essere utilizzato in diversi modi, che possono essere classificati per complessità tecnologica crescente, corrispondente grosso modo ad un grado di diffusione decrescente, come di seguito presentati.

1. Allo stato grezzo per la produzione di energia termica. Tale utilizzo può avvenire tramite una qualsiasi caldaia purché sia garantito un buon abbattimento dell'umidità e dell'acido solfidrico contenuti nel biogas in uscita dal digestore anaerobico. L'energia termica prodotta può essere successivamente utilizzata per la termostatazione del digestore, allo scopo di garantire la stabilità del processo, mentre il surplus può essere impiegato per le eventuali utenze aziendali.
   Tale utilizzazione è stata predominante negli impianti costruiti per tutti gli anni '80, i cosiddetti impianti semplificati di DA, destinati alla stabilizzazione dei liquami principalmente per motivazioni strettamente ambientali (in particolare per la riduzione delle emissioni olfattive originate dalla tradizionale gestione dei liquami suini). Tali impianti hanno trovato diffusione in pratica sino all'emanazione nel 1992 di una specifica delibera del Comitato Interministeriale Prezzi – la cosiddetta CIP 6 – che ha incentivato la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.[68]

2. L'utilizzazione attualmente più diffusa consiste nella sua opportuna purificazione, ed il successivo impiego come combustibile in co-generatori, cioè motori a ciclo otto o diesel, opportunamente modificati, per la produzione combinata di energia elettrica ed energia termica. La prima viene prodotta dall'alternatore accoppiato dal volano motore, mentre la seconda proviene dal sistema di recupero termico, applicato sul liquido refrigerante e/o sui fumi di scarico. Ciò consente di raggiungere un'efficienza energetica del sistema anche superiore al 90%. Da 1 Nm^3 di biogas è possibile così produrre circa 1,5÷2,0 kWh di energia elettrica e 2,0÷3,0 kWh di energia termica.[69] Occorre notare che l'efficienza (anche superiore al 90%) viene attualmente ancora poco raggiunta in ambito agricolo, in quanto in molti impianti è ancora scarsa l'implementazione dell'uso completo dell'energia termica.

3. Una applicazione del biogas ancora poco presente nel settore agricolo, consiste nella sua utilizzazione, sempre dopo opportuna purificazione come combustibile in impianti di tri-generazion**e**. Quest'ultima è una tecnica di produzione congiunta di energia elettrica, energia termica e frigorie. In questo caso il cogeneratore è abbinato a una macchina frigorifera che consente di produrre acqua refrigerata.

4. Il biogas, dopo opportuna ulteriore purificazione, ***upgrading*** e successiva compressione, può arrivare a raggiungere caratteristiche simili a quelle del gas naturale compresso (CNG), con un contenuto di CH_4 pari al 95÷98%. In questo modo, il biogas, definito a seguito di tali trattamenti "bio-metano", può essere immesso in rete.
   Il trattamento di purificazione necessario per ottenere bio-metano è riconducibile a diverse fasi. La fase di deidratazione consiste nella rimozione di $H_2O_{(g)}$. Durante la fase di desolforazione, la rimozione di H_2S avviene mediante ossidazione biologica ovvero con sistemi fisico-chimici consistenti ad esempio nell'addizione di cloruro ferroso [$FeCl_2$], assorbimento su ossido ferrico [Fe_2O_3], assorbimento su carboni attivi. L'eliminazione di altre componenti indesiderate riguarda, tra altri, sostanze e molecole quali polveri, mercaptani e NH_3. Quest'ultima in particolare può essere strippata e successivamente complessata dal prodotto dell'ossidazione dell'H_2S, con formazione di solfato di ammonio [$(NH_4)_2SO_4$]. Il vero e proprio processo di rimozione della CO_2 o "*upgra-*

[68] Su alcuni elementi storici relativi alle diverse "ondate" che hanno caratterizzato la diffusione della DA nel settore agricolo in Italia, si veda in particolare: Cassitto L., Navarotto P. (2007). *Il processo di Digestione Anaerobica in Italia: storia e prospettive*. 1° Forum Nazionale su "Biogas e Ricerca in Italia", ECOMONDO 2007, Rimini. Sugli impianti di DA semplificati, si veda in particolare: Centro Ricerche Produzioni Animali (CRPA) – Settore Ambiente (2005). Energia dal biogas. Soluzioni possibili per l'azienda zootecnica. *Il Divulgatore*, XXVIII:12, 2005, 51 pp.

[69] CRPA (2008). *Bio*gas: l'analisi di fattibilità tecnico-economica. *Opuscolo CRPA* n. 4/2008, 10 pp.

ding", può avvenire applicando diverse tecnologie. I metodi attualmente più usati per rimuovere la CO_2 sono di tipo fisico (lavaggio con acqua a pressione, adsorbimento a pressione variabile su carboni attivi o PSA) o di tipo chimico (es. lavaggio con monoetanolammina, MEA).
Come si è detto in precedenza, alla fine del processo di trasformazione, il bio-metano ottenuto risulta chimicamente molto simile al gas naturale (NG), quest'ultimo essendo formato per il 90% da CH_4 e per il restante 10% da propano, butano e azoto molecolare [N_2]. I possibili usi del bio-metano sono perciò del tutto equivalenti a quelli dell'NG e cioè come carburante per autoveicoli previa immissione in rete, anche locale, ovvero compressione in bombole, come combustibile per impianti di co-generazione centralizzati, previa immissione in rete, come combustibile per utenze domestiche, previa immissione in rete ed infine come combustibile per uso industriale, sempre previa immissione in rete. Prima dell'immissione in rete, ovvero dell'utilizzo come carburante nelle stazioni di servizio (gas metano per autotrazione), il bio-metano deve molto spesso subire un ulteriore processo di purificazione spinta consistente in trattamenti di: condizionamento (addizione di propano per raggiungere il potere calorifico del gas presente in rete), odorizzazione e ulteriore compressione dipendente dalla compressione a cui si trova il gas con cui il bio-metano è destinato a mescolarsi. In generale deve essere rispettata la compatibilità con le caratteristiche del gas stabilite dalla rete locale ove il bio-metano viene immesso. La compressione risulta estremamente costosa per l'immissione in condotte ad alta pressione (>12 bar), mentre è vantaggiosa solo per condotte a media pressione (da 1 a 12 bar).[70]
Il bio-metano è attualmente ampiamente usato come carburante per autotrazione in Svizzera, Svezia. Austria e – in misura minore – in Germania. Quest'ultimo Paese, in cui la prima stazione di servizio a bio-metano è stata inaugurata nel 2006, è invece caratterizzato da una forte spinta verso grandi impianti di produzione di biogas in cui la successiva produzione di bio-metano è destinata alla rete di trasporto del gas.[71]
L'Italia gode di una situazione potenzialmente molto interessante per quanto riguarda il possibile utilizzo di bio-metano dal momento che il nostro Paese occupa la quarta posizione mondiale in termini di numero di automezzi alimentati a CH_4 (400.000 veicoli concentrati soprattutto in Emilia-Romagna, Marche e Veneto). Inoltre l'Italia, e in particolar modo la Pianura Padana, è caratterizzata da una delle più estese e articolate reti di gasdotti d'Europa.

5. Utilizzazione del biogas dopo opportuna purificazion**e**, utilizzato in turbine a gas, motori a vapore, processi ORC (*Organic Rankine Cycles*), impianti multi-fuel (es. *Kalina Cycles*), motori Stirling.

6. Utilizzazione del biogas dopo opportuna ulteriore purificazione e ***reforming***, finalizzati alla produzione di idrogeno (H_2) da utilizzare in celle a combustibile per la produzione combinata di energia elettrica ed energia termica ad alta efficienza (>60%) e a minori emissioni.

[70] È quindi evidente come in questo modo il bio-metano possa rappresentare un mezzo energeticamente più flessibile, e quindi più efficiente, rispetto al biogas. L'attuale produzione di biogas avviene infatti in impianti decentralizzati, in cui spesso l'energia termica prodotta dal co-generatore non trova modalità efficienti di utilizzazione, ed in cui gli stessi picchi di produzione di biogas – a cui si tende per massimizzare la produzione di energia elettrica in funzione dell'incentivo attualmente garantito – non possono essere molto spesso utilizzati completamente, con conseguenze ambientali ed energetiche negative. Il bio-metano può viceversa essere utilizzato anche in impianti di co-generazione centralizzati e localizzati esattamente laddove la produzione di energia termica può essere utilizzata maggiormente o completamente. D'altra parte non deve essere dimenticato che solo impianti di biogas di dimensioni pari o superiori a 1 MW_e sembrano giustificare gli alti costi di investimento e gestione richiesti dagli impianti di produzione di bio-metano.
[71] In effetti, in base al documento politico di riferimento Tedesco in materia di bio-metano (Programma Integrato per l'Energia e il Clima, *Integrierten Energieund Klimaprogramms* – IEKP), adottato dal Governo Tedesco durante la riunione del 23-24 agosto 2007 a Meseberg (Brandeburgo), gli specifici obiettivi stabiliti per i prossimi decenni in rapporto al consumo di NG in Germania alla data del dicembre 2007, consistono nel raggiungere il 6% di bio-metano consumato rispetto al NG per il 2020, sino a giungere al10% entro il 2030.

5.2 Il biogas in Europa

Non sono disponibili statistiche più aggiornate rispetto a quelle riportate nel rapporto dell'anno scorso. Infatti l'Eurobserv'ER, l'Osservatorio sulle Energie rinnovabili dell'UE non ha reso disponibili aggiornamenti sul biogas nel rapporto "Lo stato dell'energia rinnovabile in Europa " edizione 2008.

Si ritiene comunque utile riportare le tabelle aggiornate al 2007, con gli aggiustamenti complessivamente contenuti nel frattempo eseguiti, per non perdere una sequenzialità e continuità di informazione, astenendosi dal commento dei dati già effettuato nel rapporto precedente. Si fa rilevare che l'aggiustamento dei dati per alcuni paesi ha modificato in modo significativo il valore. Per quanto riguarda la produzione di energia primaria da biogas (tabella 5.3) proveniente da discarica i cambiamenti più significativi hanno riguardato il Regno Unito e la Francia per l'anno 2007, in dimunizione per il primo e in forte aumento per la seconda. Altre variazioni hanno riguardato la Danimarca e il totale degli altri paesi UE. La Francia ha aggiustato i dati riferiti ai fanghi di depurazione con una forte diminuzione del valore. Rispetto a questo tipo di substrato anche la Svezia ha corretto le proprie stime segnalando un notevole aumento.

Tab. 5.3 – Produzione di energia primaria da biogas (in ktep)

	Da discarica			Da fanghi di depurazione			Altra origine			Totale		
PAESI	**2005**	**2006**	**2007(*)**	**2005**	**2006**	**2007(*)**	**2005**	**2006**	**2007(*)**	**2005**	**2006**	**2007(*)**
Germania	573,2	383,3	416,4	369,8	270,2	270,2	651,4	1.011,70	1.696,50	1.594,40	1.665,30	2.383,10
Regno Unito	1.421,00	1.318,50	1.393,10	179	175,6	199				1.600,00	1.494,10	1.59210
Italia	301,7	337,4	357,7	0,9	1	1	40,9	44,8	47,5	343,5	383,2	406,2
Spagna	236,5	251,3	259,6	56,8	48,6	49,1	23,6	19,8	27,3	316,9	319,7	336
Francia	141	150,5	325	75	144	51,3	4	3,6	3,7	220	298,1	380
Olanda	38,8	46	43,2	50,8	48	48	29,4	47,1	82,8	119	141,1	174
Austria	8,3	11,2	10,7	2,7	3,5	2	19,8	103,4	126,4	30,8	118,1	139,1
Danimarca	14,2	10,6	10,2	23,3	21	20,7	54	62	62,6	91,5	93,6	93,5
Polonia	25,1	18,9	19,1	25,3	43,1	43	0,3	0,5	0,5	50,7	62,4	62,6
Belgio	51,1	51	48,1	25,2	17,6	18	7,7	9,1	12,5	84	77,6	78,6
Grecia	20,5	21,2	38	15,5	8,6	9,8				36	29,8	47,8
Finlandia	50,9	26,1	26,4	12,7	10,4	10,3				63,6	36,4	36,7
Repubblica Ceca	21,5	24,5	29,4	31,4	31,1	32,1	2,9	7,8	17	55,8	63,4	78,5
Irlanda	24,9	25,4	23,9	4,8	5,1	7,9	4,5	1,8	1,7	34,2	32,3	33,5
Svezia	10,1	19,1	19,1	18,7	51	52,4	0,9	15,5	19,1	29,7	85,6	90,6
Altri UE 27	7,4	17	20,3	9,6	20,7	24,7	20,5	22,8	35,6	37,5	60,6	80,5
Totale UE	2.946,20	2.711,90	3.040,00	901,5	899,4	839,3	859,9	1.350,00	2.133,10	4.707,60	4.961,20	6.012,4

(*) stime Fonte: EurObserv'ER 2008

La **produzione di elettricità,** anche in questo caso il rapporto sullo Stato delle Energie Rinnovabili ed. 2008 aggiusta alcuni dati del rapporto sul biogas del 2008 di EurObserv'ER, ma senza modificarne il valore statistico generale. Rimangono quindi valide le descrizioni, osservazioni e commenti del nostro precedente rapporto.

Tab. 5.4 – Produzione di energia elettrica da biogas (GWh)

PAESI	Totale		
	2005	2006	2007(*)
Germania	4.708,0	7.446,0	9.520,0
Regno Unito	4.690,0	4.881,1	5.194,7
Italia	1.198,0	1.303,7	1.381,9
Spagna	620,2	666,3	687,1
Francia	483,0	522,7	637,7
Olanda	286,0	361,3	497,4
Austria	69,6	447,1	492,6
Danimarca	274,5	271,2	270,6
Polonia	175,1	160,1	160,1
Belgio	240,0	278,9	279,4
Grecia	179,0	107,9	175,3
Portogallo	34,7	32,6	65,4
Repubblica Ceca	160,8	175,8	222,9
Irlanda	106,0	122,0	118,8
Svezia	54,0	34,7	36,0
Altri UE 27	117,7	170,4	191,9
Totale UE	13.396,6	16.981,8	19.931,9

(*) stime Fonte: EurObserv'ER 2008

Nonostante queste buone performance della filiera del biogas a livello europeo, dovuto allo sviluppo delle colture energetiche e all'utilizzo dei reflui degli allevamenti, le prospettive di raggiungere gli obiettivi del "Piano d'azione Biomasse", previsti dal Libro Bianco sulle energie rinnovabili della Commissione Europea, risultano ancora lontane.

Il Libro prevedeva di raggiungere una produzione di energia primaria pari a 15 Mtep entro il 2010, per il biogas. La produzione stimata nel 2007, pari a 6 Mtep e il trend di crescita ritenuto plausibile prospettano per il 2010 una produzione di energia primaria non superiore agli 8 Mtep, quindi ancora distante dagli obiettivi della Commissione.

5.3 Il Biogas in Italia e nel Veneto

Come abbiamo già ricordato i due principali utilizzi energetici del biogas sono la produzione di calore e di energia elettrica. Il calore viene utilizzato come stabilizzatore della temperatura del digestato e la produzione di acqua calda a vari fini di autoconsumo aziendale o residenziale, ma è ancora sotto utilizzato come fonte energetica. L'energia elettrica è generata utilizzando il biogas come carburante nei motori endotermici e successivamente viene per la maggior parte immessa nella rete elettrica gestita dal Gestore dei Servi Elettrici (GSE), potendo usufruire di tariffe agevolate e premi di incentivazione. Ne scaturisce quindi che Il GSE è la principale fonte di dati per quanto riguarda il numero di impianti, l'energia elettrica prodotta, i substrati organici utilizzati, ecc.[72]

Nell'esame delle statistiche risulta necessario tenere conto che il GSE ha rinnovato nel 2008 il proprio database sugli impianti a energie rinnovabili, ciò ha comportato una riclassificazione degli impianti, per cui ci sono difficoltà di comparazione tra le statistiche presentate. Inoltre non sono state ancora rimosse tutte le inevitabili fallanze nelle operazioni di aggiornamento e quindi qualche dato potrebbe essere successivamente aggiornato.

[72] Alle statistiche del GSE sfuggono comunque tutti i piccoli impianti che per qualche motivo non sono allacciati alla rete elettrica, esempio impianti semplificati per la produzione del solo calore.

Il primo dato che emerge dai dati del GSE è che il biogas continua a crescere anche nel 2008 sia in termini di numero di impianti che di energia prodotta, come mostra la tabella 5.5.

Tab. 5.5 - Produzione lorda degli impianti a Biogas in Italia (in GWh)

Substrato	2004	2005	2006	2007	2008	08/07
da rifiuti	1.038,4	1.052,3	1.176,8	1.247,3	1.355,1	8,6%
da fanghi di depurazione	1,2	3,2	3,3	9,0	14,8	64,4%
da deiezioni animali	18,5	25,7	44,7	53,3	69,8	31,0%
da attività agricole e forestali	112,1	116,8	111,5	137,7	159,8	16,0%
TOTALE	1.170,2	1.198,0	1.336,3	1.447,3	1.599,5	10,5%

Fonte: GSE

Complessivamente la produzione lorda degli impianti a biogas è salita di oltre il 10%, con un incremento quindi di due punti percentuali rispetto alla crescita del 2007. Risulta interessante notare le buone performance degli impianti con substrati di origine agricola. Gli impianti che utilizzano le deiezioni zootecniche hanno incrementato la produzione lorda del 31%, con un notevole salto rispetto all'incremento del 2007. Buona è stata pure la crescita degli impianti che utilizzano substrati vegetali agricoli e forestali, con un più 16%. Ciò ha permesso agli impianti con substrati di origine agricola di incrementare il loro peso nella produzione lorda di energia elettrica, passando dall'11,2 del 2004 al 14,4 del 2008 a discapito principalmente degli impianti da rifiuti, anche se quest'ultimi rimangono saldamente in testa.

Anche i dati relativi alla potenza efficiente degli impianti vanno a confermare la crescita degli impianti che utilizzano il substrato agricolo per la produzione di energia elettrica. La tabella 5.6 evidenzia chiaramente il forte incremento della potenza efficiente negli impianti che utilizzano deiezioni animali, +41% rispetto al 2007.

Tab. 5.6 - Potenza efficiente[73] lorda (in kW) e numero degli impianti a biogas in Italia

Substrato	2005		2006		2007		2008		08/07
	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW	
da rifiuti	150	236.833	176	269.620	183	297.005	193	306.980	3,4%
da fanghi di depuraz.	5	4.714	6	4.280	6	4.714	11	5.822	23,5%
da deiezioni animali	14	6.843	15	8.673	15	8.973	19	12.678	41,3%
da attività agricole e forestali	9	35.483	11	28.993	11	36.443	16	40.168	10,2%
TOTALE	180	283.873	208	311.566	215	347.135	239	365.648	5,3%

Fonte: GSE

Le regioni che stanno spingendo di più sul biogas sono naturalmente quelle dove è particolarmente sviluppato l'allevamento zootecnico e cioè quelle del centro-nord, con in testa l'Emilia Romagna e la Lombardia. In ottima posizione anche il Veneto con l'8% della produzione.

[73] *Potenza efficiente*: massima potenza elettrica che può essere prodotta con continuità durante un intervallo di tempo sufficientemente lungo con un impianto in perfetta efficienza. È lorda se misurata ai morsetti dei generatori elettrici, netta se viene tolta la potenza assorbita dai macchinari ausiliari che fanno funzionare l'impianto stesso e di quella perduta nei trasformatori per levare la tensione.

Tab. 5.7 - Distribuzione regionale della produzione da biogas (2008)

Regione	Percentuale sul totale	Regione	Percentuale sul totale
Valle d'Aosta	0,2	Umbria	2,1
Piemonte	11,4	Lazio	10,4
Lombardia	17,1	Abruzzo	2,2
Trentino-Alto Adige	0,9	Molise	0,3
Veneto	8,0	Campania	4,4
Friuli Venezia Giulia	0,5	Puglia	4,1
Liguria	3,0	Basilicata	0,0
Emilia Romagna	18,4	Calabria	0,7
Toscana	5,1	Sicilia	4,7
Marche	3,1	Sardegna	0,9

Passando ad esaminare più dettagliatamente la situazione riferita al **Veneto** possiamo utilizzare due fonti aggiornate:

- il ***GSE*** che tiene monitorati tutti gli impianti in grado di immettere energia elettrica nella rete distributiva nazionale e che usufruiscono di forme di incentivazione;
- la ***Regione Veneto*** attraverso le domande di contributo alle provvidenze rese disponibili col Piano di Sviluppo Rurale 2007-20013.

La **prima fonte** ci consente di presentare i dati riassunti nella seguente tabella 5.8. Si tratta di impianti che sono inseriti nella banca dati del GSE in quanto sono autorizzati a beneficiare del meccanismo di incentivazione dei Certificati Verdi. Il GSE assegna al Veneto 66 impianti per la produzione di biogas: 34 sono in esercizio e quindi immettono in rete energia elettrica, mentre 32 risultano a progetto in quanto ancora in fase di autorizzazione.

Tab. 5.8 - Impianti a Biogas in Veneto

	al 26/05/2008			al 30/06/2009		
	In esercizio	In progetto	Totali	In esercizio	In progetto	Totali
- da discarica	16	4	20	18	5	23
- da depurazione	3	5	8	6	3	3
- da FORSU	-	-	-	1	0	1
- da rifiuti	-	-	-	6	15	21
- da deiezioni zootecniche	5	8	13	8	7	15
- da attività agricola e forestale (*)	4	5	9	1	2	3
TOTALE BIOGAS	28	22	50	34	32	72

Fonte: estrazione banca dati GSE

(*) Per il 2008 comprendono anche gli impianti con substrato proveniente da FORSU e rifiuti organici agro-industriali con la dicitura nel precedente rapporto"*colture, scarti agro-industriali e rifiuti generici*"

La tabella esprime il tentativo di mettere a confronto i dati del Rapporto 2008 con l'attuale. Per i motivi che abbiamo ricordato in precedenza e cioè la riclassificazione degli impianti e il conseguente rinnovo della base di dati ha comportato un non perfetto allineamento tra i due periodi, ancora in fase di aggiustamento. Per quanto riguarda l'utilizzo della sostanza organica proveniente dal settore agricolo e dall'agro-industria si può comunque evidenziare la continuità di interesse a investire in nuovi impianti. Ci sembra inoltre interessante sottolineare (tab. 5.9) come la potenza totale degli impianti in esercizio, che utilizzano come substrato deiezioni zootecniche, sia raddoppiata non solo per un aumento del numero di impianti (+3), ma anche per un aumento della potenza media che è passata da 0,39 MW a 0,57 MW. Valore che viene confermato anche dagli impianti a progetto nel 2009. Ciò va a configurare un interesse verso una tipologia di impianti di media-piccola dimensione, compresi tra 0,5 e 1 MW, adatti alla realtà di moderne aziende zootecni-

che che possono sostenerne l'impegno sia dal punto di vista finanziario prima – seppure agevolato da contributi – che gestionale poi[74].

Tab. 5.9 – Potenza totale e media in MW degli impianti in Veneto

	al 26/05/2008				al 30/06/2009			
	in esercizio		a progetto		in esercizio		a progetto	
	Potenza totale	Dimensione media	Potenza totale	Dimensione media	Potenza totale	Dimensione media	Potenza totale	Dimensione media
- da discarica	15,03	0,94	2,04	0,51	15,95	0,89	2,31	0,46
- da fanghi di depurazione	0,72	0,24	1,63	0,33	0,00	0,00	0,67	0,22
- da FORSU					1,12	1,12		
- da rifiuti organici. (farine e grasso animale, ecc.)					5,51	0,92	13,14	0,88
- da deiezioni zootecniche	1,95	0,39	5,06	0,63	4,55	0,57	3,42	0,49
- da attività agricola e forestale (*)	3,74	0,94	2,00	0,40	1,00	1,00	2,00	1,00
TOTALE BIOGAS	21,44	0,63	10,73	0,47	28,13	0,75	21,54	0,61

Fonte: estrazione banca dati GSE
(*) Il 2008 comprende anche gli impianti con substrato proveniente da FORSU e rifiuti organici agro-industriali con la dicitura nel precedente rapporto"*colture, scarti agro-industriali e rifiuti generici*"

Diamo di seguito l'elenco degli impianti censiti dal GSE. Per gli impianti in esercizio il numero maggiore di impianti si trovano in provincia di Venezia e Verona, che con gli impianti a progetto risulta la provincia con più impianti. (5). Complessivamente la potenza elettrica dei 15 impianti (in esercizio e a progetto) ammonta a circa 8 MW_e, ottenuta principalmente da 6 impianti con potenza intorno a 1 MW e da 3 impianti da circa 0,5 MW.

Tab. 5.10 – Elenco degli impianti a deiezioni animali in Veneto al 30 giugno 2009

Comune	Prov.	Categoria	Data inizio	Potenza (MW_e)	Producibilità attesa annua con diritto a CV (MWh)	Attività (*)
Padova	PD	Nuovo	n.d.	0,06	500,00	E
Caorle	VE	Nuovo	n.d.	1,00	8.385,00	E
Marcon	VE	Nuovo	14/04/2006	0,80	5.050,00	E
Teglio veneto	VE	Nuovo	02/01/2008	1,06	8.272,00	E
Sandrigo	VI	Nuovo	01/11/2005	0,11	660,00	E
Minerbe	VR	Nuovo	01/05/2007	0,85	6.800,00	E
Valeggio sul Mincio	VR	Rifacimento	15/05/2008	0,13	600,00	E
Zevio	VR	Nuovo		0,54	4.000,00	E
Cortina d'Ampezzo	BL	Nuovo		0,12	830,10	P
Limena	PD	Nuovo		1,06	8.300,00	P
Taglio di po	RO	Nuovo		0,99	7.300,00	P
Zero branco	TV	Nuovo		0,04	300,00	P
Costabissara	VI	Nuovo		0,32	2.097,00	P
Isola rizza	VR	Nuovo		0,46	3.540,00	P
Sorgà	VR	Riattivazione		0,42	3.040,00	P

Fonte: estrazione banca dati GSE. (*) E= esercizio, P=progetto

[74] Diversi di questi impianti sembrano comunque sovradimensionati e in effetti sono sostenuti anche finanziariamente da ditte che utilizzano l'azienda agricola come partner in funzione del sito e di parte del substrato.

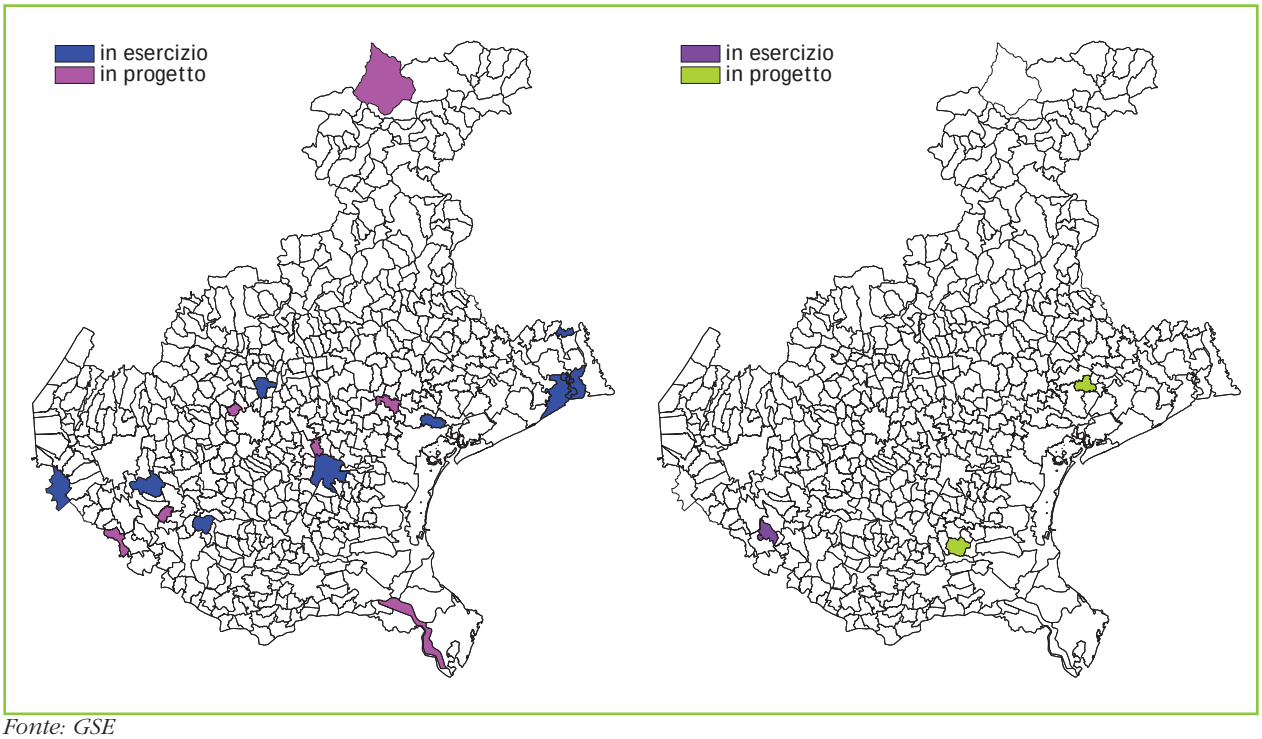
A questo primo gruppo di impianti, con matrice organica principale deiezioni animali, il GSE ha cominciato nel 2009 a classificare, sotto la voce *da attività agricola e forestale*, gli impianti che utilizzano principalmente substrati di origine vegetale provenienti dal settore primario, separandoli quindi dagli impianti che utilizzano materiale organico di scarto o rifiuto, provenienti soprattutto dalle attività di trasformazione agro-industriali.

Tab. 5.11 – Elenco impianti a substrato vegetale di origine agricola e forestale al 30/06/2009

Comune	Prov.	Categoria	Data inizio	Potenza (MW_e)	Producibilità attesa annua con diritto a CV (MWh)	Attività (*)
Salizzole	VR	Nuovo		1,00	7.367,00	E
Bagnoli di Sopra	PD	Nuovo		1,00	7.385,00	P
Monastier di Treviso	TV	Nuovo		1,00	7.500,00	P

Fonte: estrazione banca dati GSE. (*) E= esercizio, P=progetto

Fig. 5.1 - Distribuzione degli impianti a Biogas in Veneto a deiezioni animali (sx) e a prodotti vegetali e forestali (dx)

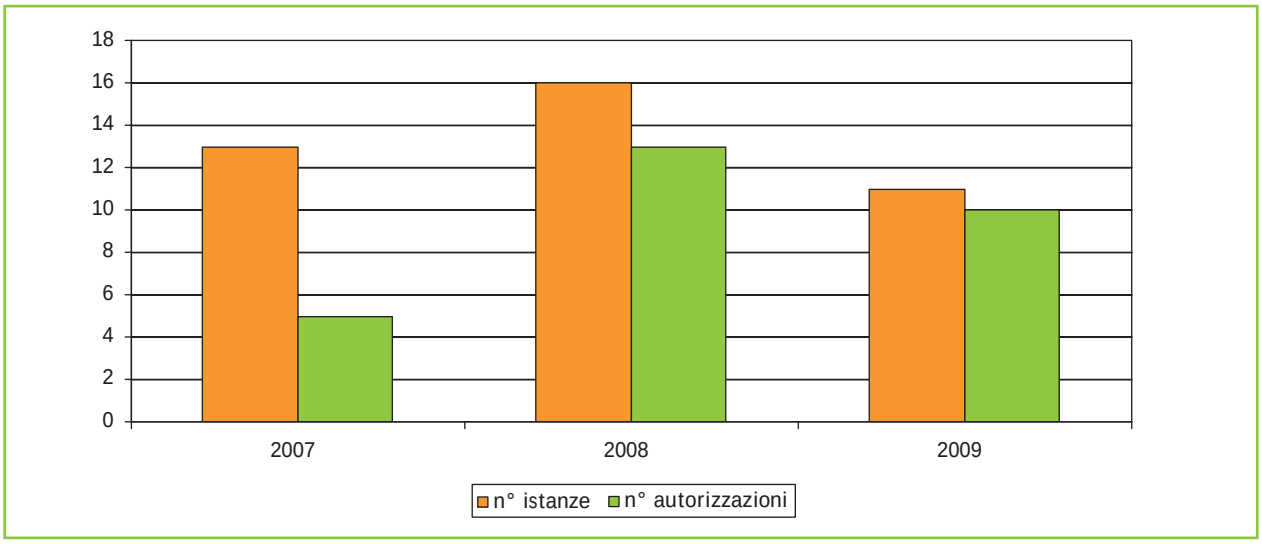


Fonte: GSE

La **seconda fonte** di dati è la Regione Veneto che attraverso le diverse misure del P.S.R. sta favorendo l'espansione delle bioenergie nel settore agricolo. È possibile dare uno stato dell'arte aggiornato ad agosto 2009 (fig. 5.2). Complessivamente sono state presentate 40 domande di contributo suddivise tra il 2007 e l'agosto del 2009, di queste 28 hanno già concluso la fase istruttoria con esito positivo, mentre 12 si trovano ancora in istruttoria.

Nel 2007 sono state presentate 13 domande di cui 5 hanno avuto l'autorizzazione alla costruzione dell'impianto nello stesso anno, mentre gli altri 8 impianti sono stati autorizzati l'anno successivo. Di questi, 2 risultano in esercizio. Nel 2008 le domande complessive sono state 16, di cui 15 hanno ricevuto esito positivo con l'autorizzazione alla costruzione dell'impianto, mentre 1 è ancora in istruttoria. Di questi solo 1 risulta ad oggi (agosto 2009) in esercizio, gli altri sono ancora in costruzione. Nei primi 8 mesi del 2009 le domande presentate sono state 10 e naturalmente si trovano tutte nella fase di istruttoria.

Fig. 5.2 - Istruttoria impianti



Fonte: nostra elaborazione su dati Regione Veneto

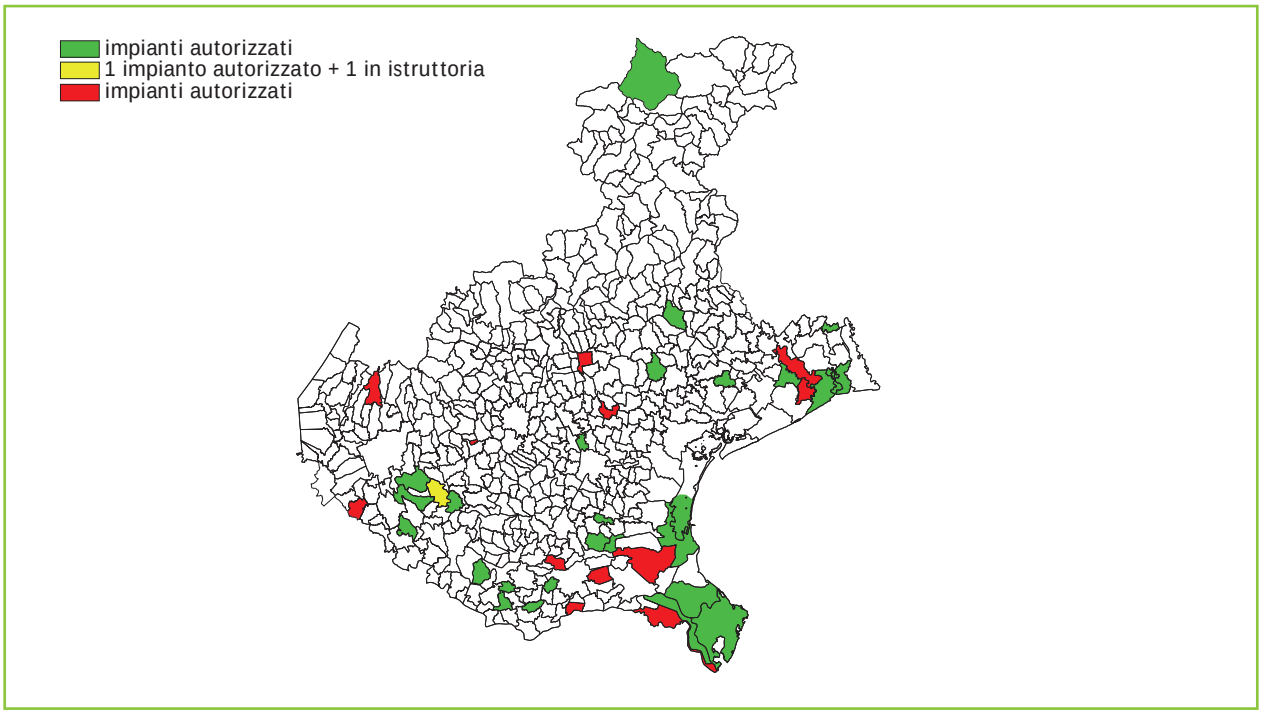
La provincia che ha finora all'attivo il maggior numero di istanze è quella di Rovigo (tab. 5.12), seguita da Verona (9), mentre fanalini di coda risultano Vicenza e Belluno.

Tab. 5.12 - Domande di contributo sulle misure del P.S.R.

	BL	PD	RO	TV	VE	VI	VR	Totale
Istruttorie concluse	1	5	8	4	4	0	6	28
Istruttorie aperte	0	2	3	1	2	1	3	12
Totale	1	7	11	5	6	1	9	40

Fonte: nostra elaborazione su dati Regione Veneto

Fig. 5.3 - Distribuzione delle richieste di contributo al PSR per impianti di biogas



Andando ad esaminare le principali caratteristiche degli impianti, soffermandoci da prima al tipo di biomassa che le domande hanno dichiarato di voler utilizzare, risulta (tab. 5.13) che i reflui zootecnici sono il substrato organico dominante su quasi tutti gli impianti. Sono 28 gli impianti che hanno come matrice principale biomassa di origine animale, la maggior parte di questi utilizza letame e/o liquame bovino con aggiunta di materiale vegetale. Abbastanza numerosi (12) sono anche gli impianti che dichiarano di voler utilizzare solo prodotti vegetali a tal fine coltivati. In questo caso è evidente che la finalità dell'impianto è proprio la produzione di energia elettrica da immettere in rete. Se pure, per adesso, marginali ci sono alcuni impianti che si basano su liquami suini o pollina in abbinata a prodotti vegetali, per garantire un miglior funzionamento del ciclo digestivo.

Tab. 5.13 - Tipo di biomassa utilizzata

Tipo di biomassa	N° impianti
Bovina	1
Bovina + p.a. vegetali	19
Bovina + suina + p.a. vegetali	1
Bovina + suina + pollina	1
Bovina + suina + pollina + p.a. vegetali	2
Suina + p.a. vegetali	1
Suina + cunicolo + p.a. vegetali	1
Pollina + p.a. vegetali	1
Pollina + p.a. vegetali + cippato	1
Prodotti agricoli vegetali	12
Totale	*40*

Fonte: nostra elaborazione su dati Regione Veneto

Per quanto riguarda la provenienza della biomassa risulta una certa prevalenza per una origine totalmente interna (23), anche se quasi un terzo degli impianti dichiara di ritenere indispensabile, per mantenere la stabilità della quota di approvvigionamento necessario alle dimensioni dell'impianto, far ricorso anche a biomassa acquistata. L'integrazioni viene fatta nella maggior parte dei casi con introduzione di materiale vegetale acquistato e va a rinforzare la disponibilità soprattutto degli impianti che utilizzano prodotti vegetali dedicati o di reflui bovini.

Interessante notare che ci sono due impianti che dichiarano la provenienza esclusivamente esterna della biomassa. Si tratta di impianti che fanno capo a una *multiutility* e a una società mista pubblico-privato per la produzione e la distribuzione di energia elettrica.

Tab. 5.14 – Provenienza della biomassa

Origine	N° impianti
Tutta interna	23
Tutta esterna	2
Mista	15
Totale	*40*

Fonte: nostra elaborazione su dati Regione Veneto

Continuando con l'esame delle caratteristiche tecniche degli impianti risulta utile classificarli per il valore della potenza elettrica (MW), a questo riguardo tutti gli impianti sono di dimensioni medio-piccole quasi mai superiori a 1 MW, in linea con il limite degli incentivi. Infatti abbiamo che ben 32 impianti sono compresi tra 0,5 e 1 MW, in verità la maggior parte di questi ha una potenza di poco inferiore a 1 MW e qualcuno si colloca sulla fascia di poco superiore a 0,5 MW. (Tab. 5.15). Solo due impianti sono superiori al MW. Dei 6 impianti di dimensione fino a 0,5 MW ben 3 si collocano al limite superiore della classe. Questo va a delineare le due principali categorie dimensionali degli impianti installati e cioè di potenza pari a 0,5 MW o da 1 MW.

Tab. 5.15 - Classificazione degli impianti per potenza elettrica (MW)

Potenza elettrica	N. impianti
Fino a 0,5 MW	6
Tra 0,5 e 1 MW	32
Oltre 1 MW	2

Fonte: nostra elaborazione su dati Regione Veneto

Per quanto riguarda la produzione di energia elettrica prodotta, le dichiarazioni sulle caratteristiche degli impianti consentono la seguente classificazione per classi. Come si può notare nella tabella 5.16 oltre il 60% degli impianti produce un quantitativo di energia elettrica compresa tra i 7.000 e i 9.000 MWh/a, la fascia comunque più diffusa , quasi il 50% degli impianti, è quella tra i 7.500 e i 8.500 MWh/a.

Tab. 5.16 - Produzione di energia elettrica

Quantità	N. impianti
Fino a 3.000 MWh/a	3
Da 3.000 a 7.000 MWh/a	11
Da 7.000 a 9.000 MWh/a	25
Non disponibile	1
Totale	40

Fonte: nostra elaborazione su dati Regione Veneto

Gli impianti a biogas oltre all'energia elettrica rendono disponibile una elevata quantità di calore (energia termica) che attualmente è scarsamente utilizzata. In genere c'è un certo reimpiego in azienda (es. stabilizzazione temperatura del digestato, riscaldamento delle stalle o altri edifici utilizzati per le lavorazioni, ecc.) o per le necessità del riscaldamento domestico. Buona parte viene comunque dispersa nell'ambiente. I dati tecnici degli impianti presentati con le istanze indicano un rendimento medio per l'energia termica intorno all'11%. La maggior parte degli impianti ha una potenza termica nominale che si colloca nella fascia intorno a 2 MW, alla quale corrisponde una potenza effettiva che si aggira intorno a 1 MW (Tab. 5.17).

Tab. 5.17 - Potenza termica nominale ed effettiva degli impianti

Potenza termica nominale	N. impianti	N. impianti	Potenza termica effettiva
Inferiore a 1 MW	3	3	Fino a 0,5 MW
Da 1 a 2 MW	7	15	maggiore di 0,5 a 1 MW
Da 2 a 2,5 MW	23	20	Oltre 1 MW fino a 1,5 MW
Da 2,5 a 3 MW	7	1	Oltre 1,5 MW
		1	Non disponibile
Totale	40	40	Totale

Fonte: nostra elaborazione su dati Regione Veneto

La quantità di energia termica annua prodotta suggerisce di classificare gli impianti su quattro classi dimensionali. Le classi più numerose sono quelle centrali con valori ben distribuiti all'interno delle classi, che risultano inoltre non conseguenti alla produzione elettrica .

Tab. 5.18 - Produzione di energia termica

Produzione di energia termica	N. impianti
Fino a 4.000 MWh/a	3
Da 4.000 a 7.000 MWh/a	17
Da 7.000 a 10.000 MWh/a	15
Oltre 10.000 MWh/a	5
Totale	40

Fonte: nostra elaborazione su dati Regione Veneto

Per concludere la prestazione dei dati di fonte regionale, nella tabella successiva, viene dato l'elenco degli impianti con le loro principali caratteristiche. Elenco che risulta aggiornato al 30 agosto del 2009.

La maggior parte di questi impianti non sono ancora inseriti nel database del GSE e quindi non hanno ottenuto il numero IAFR in quanto o le domande non sono ancora state presentate o sono in fase di istruttoria.

Tab. 5.19 - Elenco degli impianti a biogas cha hanno presentato domanda di contributo

LOCALIZAZIONE IMPIANTO		PROCEDIMENTO AMM.VO				CARATT. IMPIANTO					BILANCIO ENERGETICO	
Comune	Prov.	Istanza	Stato	Anno	Pot. Termica n. (MW)	Pot. Termica e. (MW)	Pot. Elettrica (MW)	Biomassa aziendale	Biomassa esterna	% sost. vegetale	Q. energia elettrica (MWh/a)	Q. energia termica (MWh/a)
Caorle	VE	2007	A	2007	2,044	1,44	0,99	liquame b. + p.a. vegetali dedicati		61%	8.059	5.168
Limena	PD	2007	A	2007	2,6	1,4	0,99	liquame b. + p.a. vegetali dedicati	p.a. vegetali dedicati	57%	8.495	4.792
Teglio Veneto	VE	2007	A	2007	2,06	1,09	1,06	Pollina	p.a. vegetali dedicati	50%	8.776	9.025
Oppeano	VR	2007	A	2007	2,403	1,4	0,99	liquame b. + p.a. vegetali dedicati		51%	8.720	8.970
Albaredo d'Adige	VR	2007	A	2007	0,55	0,32	0,23	letame b. + p.a. vegetali dedicati		31%	1.886	2.687
Chioggia	VE	2007	A	2008	2,1	1	0,99	p.a. vegetali dedicati	p.a. vegetali dedicati	100%	6.974	7.427
Limena	PD	2007	A	2008	2,6	1	0,99	Liquame e letame b.	Liquame e letame b.	9%	7.900	4.000
Torre di Mosto	VE	2007	A	2008	1,563	0,672	0,5	liquame b. + p.a. vegetali dedicati	p.a. vegetali dedicati	74%	n.d.	4.080
Bagnolo di Po	RO	2007	A	2008	1,341	0,75	0,537	liquame s. + p.a. vegetali dedicati		93%	4.000	5.600
Cortina d'Ampezzo	BL	2007	A	2008	0,305	0,181	0,124	liquame b. + p.a. vegetali dedicati		20%	996	2.452
Monastier	TV	2007	A	2008	2,3	1,2	0,99	Liquame e letame b. + sottoprodotti	p.a. vegetali dedicati	37%	8.000	5.600
Pincara	RO	2007	A	2008	2,783	1,4	0,99	Liquame + letame b. + liquame s. + pollina		61%	8.000	12.200
Terrassa Padovana	PD	2007	A	2008	2,087	1,088	0,999	liquame b. + p.a. vegetali dedicati		59%	8.000	4.800
Bagnoli di Sopra	PD	2008	A	2009	2,395	1,244	0,99	liquame b. + p.a. vegetali dedicati		71%	7.850	6.223
Canda	RO	2008	A	2009	2,4	1,044	0,994	p.a. vegetali dedicati	p.a. vegetali dedicati	100%	8.588	7.757
Taglio di Po	RO	2008	A	2009	2,053	0,887	0,834	Liquame e letame b. + sottoprodotti		31%	6.847	7.067

LOCALIZAZIONE IMPIANTO		PROCEDIMENTO AMM.VO				CARATT. IMPIANTO					BILANCIO ENERGETICO	
Comune	Prov.	Istanza	Stato	Anno	Pot. Termica n. (MW)	Pot. Termica e. (MW)	Pot. Elettrica (MW)	Biomassa aziendale	Biomassa esterna	% sost. vegetale	Q. energia elettrica (MWh/a)	Q. energia termica (MWh/a)
Porto Tolle	RO	2008	A	2008	2,964	1,304	0,99	p.a. vegetali dedicati	p.a. vegetali dedicati	100%	8.101	8.272
Costa di Rovigo	RO	2008	A	2008	2,035	0,835	1	Liquame b.	p.a. vegetali dedicati	61%	6.400	7.000
Ronco all'Adige	VR	2008	A	2008	2,45	1,47	0,98	p.a. vegetali dedicati	p.a. vegetali dedicati	100%	7.832	11.750
Salizzole	VR	2008	A	2008	2,443	1,44	0,999	p.a. vegetali dedicati + idrobios		54%	7.600	1.600
Susegana	TV	2008	A	2008	2,143	0,703	0,716	Liquame bufalino + p.a. vegetali dedicati		79%	5.075	4.575
Zevio	TV	2008	A	2009	1,309	0,48	0,537	liquame b. + p.a. vegetali dedicati		54%	4.296	3.840
Salizzole	VR	2008	A	2009	2,403	1,404	0,99	liquame b. + p.a. vegetali dedicati		76%	7.992	9.912
Porto Viro	RO	2008	A	2009	2,096	1,235	0,835	liquame b. + p.a. vegetali dedicati		47%	6.847	7.060
Paese	TV	2008	A	2009	0,52	0,51	0,33	liquame e letame b. + p.a. vegetali dedicati		67%	2.706	4.186
Porto Viro	RO	2008	A	2009	2,497	1,124	0,99	p.a. vegetali dedicati		100%	7.992	8.992
Agna	PD	2008	A	2009	2,6	0,941	0,855	p.a. vegetali dedicati	p.a. vegetali dedicati	100%	7.000	7.000
Castagnaro	VR	2008	A	2009	1,079	0,552	0,526	p.a. vegetali dedicati		100%	4.211	4.526
Ariano Polesine	RO	2008	I		2,4	0,587	0,999	p.a. vegetali dedicati		100%	7.992	4.696
Vescovana	PD	2009	I		1,219	0,889	0,498	liquame b. + p.a. vegetali dedicati			8.325	4.500
Zemenghedo	VI	2009	I		2,606	1,229	0,997		liquame b. + p.a. vegetali dedicati	85%	8.778	7.963
Guarda	RO	2009	I		2,442	1,729	1,124	p.a. vegetali dedicati		100%	7.480	4.120
Loria	TV	2009	I		1,3	0,8	0,5	Pollina + p.a. vegetali dedicati	Cippato	34%	4.000	6.432

LOCALIZAZIONE IMPIANTO		PROCEDIMENTO AMM.VO				CARATT. IMPIANTO					BILANCIO ENERGETICO	
Comune	**Prov.**	**Istanza**	**Stato**	**Anno**	**Pot. Termica n. (MW)**	**Pot. Termica e. (MW)**	**Pot. Elettrica (MW)**	**Biomassa aziendale**	**Biomassa esterna**	**% sost. vegetale**	**Q. energia elettrica (MWh/a)**	**Q. energia termica (MWh/a)**
Camposampiero	PD	2009	I		2,4	1,105	0,99		Liquame + letame b. + liquame s. + pollina + p.a. vegetali	35%	8.000	10.000
Sant'Anna d'Alfaedo	VR	2009	I		2,462	1,236	0,99	Liquame + letame b. + liquame s. + pollina	p.a. vegetali dedicati	2%	8.010	10.000
Ronco all'Adige	VR	2009	I		2,405	1,105	0,999	p.a. vegetali dedicati		100%	7.984	8.800
San Stino di Livenza	VE	2009	I		2,462	nd	0,999	Liquame + letame b. + p.a. vegetali		30%	8.000	4.700
Villadose	RO	2009	I		2,405	0,9	0,999	p.a. vegetali dedicati		100%	8.031	7.236
Cavarzere	VE	2009	I		2,5	1,105	0,99	zootecnia + p.a. vegetali dedicati			7.992	12.000
Nogarole Rocca	VR	2009	I		1,301	0,65	0,526	letame s. e cunicolo + liquame s. + p.a. vegetali	letame s. e cunicolo	47%	4.100	4.378