

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Analisi e stima quantitativa della potenzialità di produzione energetica da biomassa digeribile a livello regionale. Studio e sviluppo di un modello per unità energetiche

Parte 1 - Metodologia

F. Reale, R. Stolica, M. Gaeta, M. Ferri, M. Sarnataro, V. Vitale





Ente per le Nuove tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Analisi e stima quantitativa della potenzialità di produzione
energetica da biomassa digeribile a livello regionale. Studio e
sviluppo di un modello per unità energetiche

Parte 1 - Metodologia

F. Reale, R. Stolica, M. Gaeta, M. Ferri, M. Sarnataro, V. Vitale



ANALISI E STIMA QUANTITATIVA DELLA POTENZIALITÀ DI PRODUZIONE ENERGETICA DA
BIOMASSA DIGERIBILE A LIVELLO REGIONALE. STUDIO E SVILUPPO DI UN MODELLO PER
UNITÀ ENERGETICHE
PARTE 1 - METODOLOGIA

F. Reale, R. Stolica, M. Gaeta, M. Ferri, M. Sarnataro, V. Vitale (Dipartimento di Energetica
termofluidodinamica applicata e condizionamenti ambientali dell'Università di Napoli Federico
II)

Marzo 2009

Report Ricerca Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Area: Produzione e fonti energetiche

Tema: Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative

Responsabile Tema: Angelo Moreno, ENEA

Hanno collaborato: Nicola Colonna e Vincenzo Alfano (ENEA)

Si ringraziano per la disponibilità:

ISTAT – Dipartimento per la produzione statistica e coordinamento tecnico scientifico (DPTS)

IZS - Istituto Zooprofilattico Sperimentale di Teramo

INDICE

1	Analisi delle potenzialità sul territorio nazionale italiano	5
1.1	Premessa	5
1.2	Obiettivi	6
1.3	Metodologia e Raccolta dati generale	8
1.4	Quadro normativo di riferimento	9
1.5	Biomasse digeribili	14
1.5.1	Vincoli ad uso energetico delle Biomasse	19
1.5.2	Tipologia e qualità dei dati	22
2	Reflui zootecnici	24
2.1	Reflui zootecnici suinicoli	25
2.1.1	Analisi delle fonti e banche dati	27
2.1.2	Metodologia Applicata	31
2.1.3	Organizzazione del database	35
2.2	Reflui zootecnici: bovini e bufalini	40
2.2.1	Analisi delle fonti e banche dati	42
2.2.2	Metodologia Applicata	44
2.2.3	Organizzazione del database	47
3	Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani	60
3.1	Individuazione delle fonti e analisi delle banche dati	61
3.1.1	Analisi dell'affidabilità dei dati	61
3.2	Metodologia di elaborazione dati	62
3.2.1	Produzione dei rifiuti urbani e raccolta differenziata	64
3.2.2	Parametri di calcolo	68
3.2.3	Stima del potenziale di biogas	74
3.2.4	Conclusioni	79
3.3	Organizzazione database	80
4	Reflui civili	83
4.1	Individuazione delle fonti e analisi delle banche dati	84
4.2	Metodologia ed elaborazioni dati	88
4.2.1	Parametri di calcolo	93
4.2.2	Stima della producibilità specifica di biogas	94
4.2.3	Conclusioni	99
4.3	Organizzazione database	100
5	Siero di latte	104
5.1	Analisi delle fonti e banche dati	104
5.2	Metodologia Applicata	105
5.3	Organizzazione database	108

6	Scarti di macellazione	109
6.1	Analisi delle fonti e banche dati	110
6.2	Metodologia Applicata	113
6.3	Organizzazione database.....	119
7	Residui colturali	124
7.1	Analisi delle fonti e banche dati	124
7.2	Metodologia Applicata	125
7.3	Organizzazione database.....	127

INDICE ALLEGATI

1 Database regionale:	Reflui zootecnici: Suini
2 Database regionale:	Reflui zootecnici: Bovini e Bufalini
3 Database regionale:	Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani
4 Database regionale:	Reflui civili
5 Database regionale:	Scarti Agroindustriali - Scarti di macellazione
6 Database regionale:	Scarti Colturali

1 Analisi delle potenzialità sul territorio nazionale italiano

1.1 Premessa

Dopo l'entrata in vigore del Protocollo di Kyoto e dei provvedimenti nazionali nei Paesi sottoscrittori, il tema della riduzione delle emissioni di gas climalteranti è diventato di importanza fondamentale. Insieme con questa consapevolezza ambientale, le recenti crisi energetiche e la prospettiva di un prossimo esaurimento delle fonti fossili hanno spinto i paesi industrializzati a promuovere la produzione di energia da fonti rinnovabili, la generazione distribuita e interventi di efficienza energetica.

Le celle a combustibile rappresentano, nel medio-lungo termine, una delle tecnologie avanzate più promettenti per la generazione distribuita, in virtù degli elevati rendimenti di conversione anche per impianti di piccola taglia, dell'impatto ambientale molto limitato (anche per quanto concerne le emissioni acustiche), della modularità, della possibilità di cogenerazione e della versatilità dovuta all'ampia gamma di combustibili utilizzabili in alimentazione come il metano, il gas naturale, il gas di sintesi ed il biogas.

L'obiettivo generale dell'Accordo di Programma in questo settore è quello di ottimizzare un insieme di tecnologie e processi innovativi da impiegare per la messa a punto di sistemi integrati di tipo cogenerativo basati sulle celle a combustibile, con caratteristiche competitive in termini di prestazioni, costi e durata.

In particolare, per quanto concerne le celle a carbonati fusi (MCFC) saranno messi a punto su piccola scala sistemi integrati in grado di utilizzare combustibili alternativi derivanti da residui, rifiuti, biomasse di origine organica provenienti dai settori agricolo ed agro-industriale, zootecnico e civile (impianti di depurazione delle acque reflue municipali, frazione organica dei rifiuti urbani).

Tra le varie filiere agro-energetiche viene prestata particolare attenzione alla *digestione anaerobica*, processo biologico in assenza di ossigeno attraverso il quale la sostanza organica è trasformata in biogas composto principalmente da metano.

Il recupero di biogas come fonte energetica per le MCFC rappresenta un beneficio ambientale che va dalla riduzione di emissioni di gas serra, tra i quali il metano è uno dei principali, alla sostituzione dei combustibili fossili con una forma di energia rinnovabile e ad un aumento dell'efficienza nella produzione di energia.

1.2 Obiettivi

Il D.E.T.E.C. (Dipartimento di Energetica Termofluidodinamica Applicata E Condizionamenti Ambientali) ha avuto incarico da ENEA di effettuare uno studio sulla potenzialità delle biomasse ai fini della generazione elettrica nelle Regioni Italiane, con disaggregazione regionale (secondo la linea di ricerca: 5.2.5.11 – *Celle a Combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative*) prevedendo la valutazioni dei dati aggregati per categoria di rifiuti/residuo o biomassa presenti al fine di avere una stima di prima approssimazione di quale potrebbe essere il valore aggiunto dell'introduzione delle MCFC nelle catene energetiche basate su biomasse e/o rifiuti e di quali potrebbero essere le ricadute economiche, sociali ed ambientali sul territorio stesso.

Questo al fine di valutare l'importanza dello sviluppo di queste filiere basate su "materia prima" povera e tecnologie ad alta efficienza e basso impatto ambientale, e la capacità e l'utilità di investire nella direzione dell'integrazione delle MCFC in tali filiere.

Analogamente alle fonti tradizionali, come i combustibili fossili, anche per le biomasse si prospettano in linea di principio diverse classi di impiego energetico, associate a differenti filiere tecnologiche. L'ambito applicativo delle biomasse per la generazione di energia elettrica tra i più favorevoli è quello comprensoriale utilizzando biomassa presente entro raggi di trasporto relativamente brevi. Ciò per motivi sia di costi, sia della possibilità di taglie di potenza più adatte per il collegamento in parallelo con la rete elettrica, anche se, utilizzando sistemi come le MCFC con maggiori efficienze dei sistemi tradizionali, è possibile aumentare il raggio del bacino di materia prima ed avere convenienza economica.

Gli impianti di piccole dimensioni (per utenti piccoli e medi), infatti, pongono di solito problemi legati alla variabilità dei carichi energetici e dei costi di funzionamento. Al contrario, impianti di taglia maggiore comportano maggiori costi economici ed energetici di trasporto e immagazzinamento delle biomasse disponibili.

Le deiezioni animali, invece, sono disponibili in grandi quantità solo in centri di raccolta e depurazione. Si tratta, comunque, di prodotti atti ad alimentare in genere potenze limitate, legate ai centri stessi e, in ogni caso, con costi elevati.

L'attività prevede lo studio approfondito delle diverse tipologie di catene energetiche basate su biomasse e rifiuti ad elevato contenuto organico e quindi idonee al trattamento di digestione anaerobica soprattutto per poter disporre delle caratteristiche qualitative e quantitative del biogas prodotto, al fine sia di individuare le successive fasi di clean up e/o di upgrading sia di verificare la compatibilità di detti biogas con le caratteristiche richieste per poterli alimentare in una MCFC.

Finalità principale di questa fase di ricerca è la realizzazione di un *data-base* che organizzi le informazioni quantitative sulle diverse tipologie di biomassa localizzate sul territorio italiano a livello regionale, fornendo inoltre informazioni sulla producibilità media di biogas per ciascuna categoria di biomassa presa in considerazione.

La realizzazione del progetto rientra nell'area 5.2 "Produzioni e fonti energetiche" del decreto MAP di cui fa parte un'ulteriore linea di ricerca parallela (Linea attività 5.2.5.5: *Censimento del Potenziale Energetico Nazionale delle Biomasse*) a cui il DETEC ha fornito un importante contributo.

Tale linea di ricerca ha lo scopo di realizzare il Censimento del potenziale energetico nazionale delle diverse tipologie di biomassa (oltre alle indagini sugli RSU, reflui civili, allevamento zootecnico e prodotti agroindustriali si pone anche l'accento sulle produttività specifiche dei prodotti agricoli, comprese colture energetiche dedicate e short rotation forestry ed altro ancora), con relativo database che si spinga però ad un dettaglio maggiore fornendo l'informazione su scala provinciale. Tale progetto prevede inoltre l'implementazione di una piattaforma software interattiva, operante in modalità GIS, da utilizzare come supporto alle decisioni per la scelta e la localizzazione dei bacini energetici ottimali per produzioni energetiche, tenendo conto degli aspetti logistici, geografici e tecnico economici che riguardano le filiere energetiche da Biomasse.

Le attività del primo anno sono concentrate sulla verifica delle produttività specifiche territoriali delle varie categorie prese in esame.

L'indagine è stata focalizzata sulla individuazione delle migliori informazioni possibili, poiché sulla loro accuratezza si fonda il successivo impianto di calcolo e relativi risultati. Infatti le produzioni sia agricole che forestali, sono conseguenza delle particolari condizioni pedoclimatiche, che come è risaputo sono estremamente diversificate nel contesto geologico italiano, questo rende

estremamente mutevole sul territorio le associazioni forestali e le coltivazioni agricole, con a volte notevole differenziazione produttiva anche sulle stesse specie.

Stessa condizione di differenze territoriali riguardano i comparti RSU e raccolta differenziata, reflui e zootecnia, sui quali è stata fornita una caratterizzazione qualitative e quantitativa a livello provinciale.

FINALITÀ PRINCIPALE DI QUESTA FASE DI RICERCA:

REALIZZAZIONE DI UN DATA-BASE CHE ORGANIZZI LE INFORMAZIONI QUANTITATIVE SULLE DIVERSE TIPOLOGIE DI BIOMASSA FERMENTESCIBILI LOCALIZZATE SUL TERRITORIO ITALIANO A LIVELLO REGIONALE, FORNENDO INOLTRE INFORMAZIONI SULLA PRODUCIBILITÀ MEDIA DI BIOGAS PERCIASCUNA CATEGORIA DI BIOMASSA PRESA IN ESAME.

1.3 Metodologia e Raccolta dati generale

Al fine di organizzare il data-base sulle tipologie di biomassa, sono state individuate le fonti nelle principali attività presenti sul territorio nazionale (agricoltura e zootecnia, agro-industria e attività di gestione dei rifiuti). Per ciascuna di queste fonti sono state individuate le banche dati esistenti e più significative. I dati specifici sulla biomassa potenzialmente avviabile a DA sono stati elaborati e riorganizzati.

E' un'attività complessa, che richiede da un lato una approfondita conoscenza delle biomasse, dall'altro una analisi multidisciplinare che consenta di valutare la reale praticabilità delle diverse opzioni, con riferimento sia agli aspetti di riuso degli scarti e sottoprodotti che a quelli tecnologici ed economici.

L'analisi delle biomasse e la raccolta e verifica di tutti i dati necessari allo studio è stata la fase più lunga e laboriosa del lavoro. Questa fase, preliminare alla vera e propria valutazione, è stata resa difficoltosa dalla necessità di dover interfacciarsi con i differenti detentori dei dati, portatori a loro volta di diverse "culture" del dato, e dalle lacune informative, emerse sin da subito, che solo in parte sono state risolte e, di conseguenza, devono essere a tutti gli effetti considerate delle criticità alle quali gli enti competenti dovranno porre rimedio per dotare la Nazione di strumenti più avanzati di analisi e valutazione.

Il rapporto che segue è incentrato sulla stima del potenziale, cioè delle quantità, di particolari biomasse che nella fase preliminare all'avvio delle attività sono state identificate come interessanti per la digestione anaerobica e maggiormente disponibili sul territorio italiano.

Questo approccio consente valutazioni quantitative e qualitative che sono preliminari a qualsiasi ipotesi di sviluppo di un eventuale filiera.

La stima delle quantità di biomassa fermentescibile presente nel territorio, precisa o solo indicativa, in virtù della qualità ed estensione dei dati disponibili, è un dato indispensabile per qualunque ipotesi di valutazione di producibilità energetica e di intervento. Gli sforzi iniziali sono stati pertanto dedicati alla identificazione delle fonti di dati disponibili e alla loro raccolta ed elaborazione.

Nel seguito, per fasi di approfondimento successivo, verranno presentate le tipologie di biomassa prese in esame, la metodologia di stima e i risultati ottenuti.

1.4 Quadro normativo di riferimento

Biomassa è una locuzione che riunisce una gran quantità di materiali di natura estremamente eterogenea. In generale con tale termine si designa ogni sostanza organica di origine vegetale o animale da cui sia possibile ottenere energia attraverso processi di tipo termochimico o biochimico. Queste sostanze sono disponibili come prodotti diretti o residui del settore agricolo-forestale, come sottoprodotti o scarti dell'industria agro-alimentare, e come scarti della catena della distribuzione e dei consumi finali.

La definizione di biomasse nella normativa italiana appare però abbastanza confusa.

Le diverse fonti legislative ed istituzionali la definiscono in maniera diversa e, spesso, contraddittoria. Di seguito si riporta un'analisi dei principali documenti disponibili nei quali compare una definizione di biomassa.

- Per il **Decreto Ronchi** (D. Lgs. n.22, 5 febbraio 1997) tutte le sostanze residui di lavorazione, anche se di origine vegetale e non trattate, rientrano nella categoria di rifiuto.

Art. 6. Rifiuto: qualsiasi sostanza od oggetto che rientra nelle categorie riportate nell'allegato A e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi.

Nell'allegato A, tra le varie categorie di rifiuti, troviamo:

- Q1 Residui di produzione o di consumo in appresso non specificati;
- Q8 Residui di processi industriali (ad esempio scorie, processi di distillazione, ecc.);
- Q16 Qualunque altra sostanza, materia o prodotto che non rientri nelle categorie sopra elencate.

Il CER (Catalogo Europeo dei Rifiuti) nella sua classificazione prevede le seguenti categorie di rifiuto:

02 00 00: Rifiuti provenienti da produzione, trattamento e preparazione di alimenti in agricoltura, orticoltura, caccia, pesca ed acquicoltura;

02 01 00: Rifiuti delle produzioni primarie;

02 01 02: Scarti animali;

02 01 03: Scarti vegetali;

02 01 05: Rifiuti agrochimici;

02 01 07: Rifiuti derivanti dalla silvicoltura;

03 00 00: Rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di carta, polpa, cartone, pannelli e mobili.

- Secondo la **Legge n.10, 9 gennaio 1991**, (“Norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”), tra le fonti rinnovabili definite all’art.3, comma 3, è annoverata anche la trasformazione dei rifiuti organici ed inorganici o di prodotti vegetali.
- Secondo il **Decreto Bersani** (D.Lgs. 16 marzo 1999, n.79) (“Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica”), fra le fonti rinnovabili è annoverata anche la trasformazione in energia elettrica di prodotti vegetali e rifiuti organici ed inorganici (art.2, comma 15).
- Secondo la **Proposta di Direttiva del Parlamento Europeo** e del Consiglio del 10 maggio 2000 sulla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità, si definisce “biomasse”:
scarti vegetali provenienti dall’agricoltura, dalla silvicoltura e dall’industria alimentare nonchè cascami di legno non trattati e cascami di sughero.

POSIZIONE COMUNE (CE) n.18/2001 definita dal Consiglio il **23 marzo 2001** in vista dell'adozione della direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità, le biomasse vengono così definite:

“la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali ed animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali ed urbani”.

La definizione di biomasse risulta qui più ampia perchè anche i rifiuti possono essere utilizzati come fonti energetiche purchè gli Stati membri rispettino la normativa comunitaria vigente in materia di gestione dei rifiuti.

La digestione della biomasse per il recupero energetico in impianti di digestione anaerobica (DA) sottostà ad una disciplina alquanto articolata, da ricondurre ad una molteplicità di corpi normativi, nonostante nel 2003 il D.Lgs n°387 del 29/12/03, relativo alla promozione di energia elettrica da fonti rinnovabili, abbia cercato di ricondurre tutti i percorsi autorizzativi sotto un'unica disciplina (rilasciata nelle mani delle regione o dell'Ente a ciò delegato, nel rispetto comunque delle norme vigenti in materia di tutela dell'ambiente) allo scopo di razionalizzare e semplificare le procedure per la costruzione e la gestione di impianti alimentati da fonti rinnovabili (IAFR).

L'autorizzazione unica di cui al DLgs 387/03 deve essere richiesta per tutti gli impianti che producono energia elettrica da fonti rinnovabili, e quindi biomasse, siano esse rifiuti, sottoprodotti o prodotti (colture vegetali energetiche, effluenti zootecnici, FORSU, fanghi di depurazione, ecc...)

A partire dal 2000, l'Unione Europea ha proposto un considerevole numero di **strumenti legali per promuovere le fonti rinnovabili e l'efficienza energetica.**

Oltre alle normative locali relative a rilascio di concessioni edilizie, allacciamenti alle reti di servizio pubblico (fognature, acquedotti, etc...), previsioni d'impatto ambientale, etc., occorre far riferimento alle seguenti disposizioni nazionali:

- Parte Quarta (Rifiuti) e Quinta (Emissioni in atmosfera) del DLgs.152/06 (Testo Unico Ambientale – TUA);
- DLgs.387/03, per quanto concerne le fasi di costruzione e di gestione degli impianti;

- Normative regionali recepite dal DM 07/04/07 (ex art. 38 del DLgs. 152/99), Parte Quarta del TUA, per quanto riguarda la disciplina del trasporto;
- Per quanto concerne, infine, l'uso agronomico del digestato occorre far riferimento, a seconda delle matrici avviate a DA, ancora una volta alla Parte Quarta del TUA, al DM 07/04/06 e, nel caso siano interessati fanghi di depurazione, al DLgs 99/92 e/o alle norme regionali di recepimento del medesimo;
- Nel caso poi di avvio alla DA di sottoprodotti di origine animale, diversi dallo stallatico, da latte e dal contenuto del tubo digerente separato da quest'ultimo, si dovrà prestare molta attenzione al Regolamento CE 1774/2002 e successive modifiche e integrazioni che introduce una disciplina di carattere sanitario cui è obbligatorio conformarsi.

Seguono ancora alcune direttive a riguardo:

- Direttiva 2003/30/CE per la promozione dei biocombustibili;
- Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico degli edifici;
- Direttiva 2004/8/CE per la promozione della cogenerazione;
- Direttiva 2001/77/CE per la promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.

Questo è sostanzialmente l'universo nel quale si sta sviluppando la politica dell'U.E. in tema di fonti rinnovabili e risparmio energetico e che andrebbe integrato con le politiche di afforestazione/riforestazione che potrebbero incidere anche in termini di disponibilità di combustibile.

L'atto normativo maggiormente attinente risulta essere il **D.Lgs. 387/2003** con il quale il Legislatore italiano ha finalmente recepito e dato efficacia alla sopra menzionata Direttiva 2001/77/CE.

Le disposizioni contenute nel predetto decreto sono dirette ad incrementare l'impiego delle fonti energetiche rinnovabili nella produzione di elettricità, nonché a promuovere misure idonee a favorire l'aumento del consumo di elettricità da fonti rinnovabili e favorire lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica (impianti con capacità di generazione non superiori a 1 MW elettrico) alimentati sempre dalle suddette fonti, soprattutto in relazione alle aree montane e agricole.

Al fine di incentivare in modo sempre maggiore l'impiego delle fonti rinnovabili, vengono potenziate anche le agevolazioni, introdotte appunto con il decreto, e individuabili sia in termini

economici, attraverso il riconoscimento dell'accesso al regime dei **certificati verdi**, sia in termini amministrativi di accesso alle procedure autorizzative semplificate. Per usufruire di tale meccanismo di incentivazione è necessaria l'iscrizione presso il GSE come "impianto alimentato da fonti rinnovabili – IAFR".

Le novità della Finanziaria 2008

La legge Finanziaria per il 2008 (commi da 143 a 161 dell'articolo 2 della Legge n. 244 del 24 dicembre 2007) modifica in maniera sostanziale il meccanismo d'incentivazione delle energie rinnovabili tramite certificato verde.

Le novità più importanti riguardano il prolungamento del rilascio dei certificati a 15 anni per gli impianti entrati in esercizio dal 1 gennaio 2008, la differenziazione del numero di certificati rilasciati per MWh prodotto per le diverse tecnologie (Tabella 1-1), l'introduzione di tariffe garantite per gli impianti di piccola taglia inferiori ad 1MW (Tabella 1-2), ed infine, e per certi aspetti l'elemento più importante, la modifica del meccanismo di definizione del "prezzo di riferimento" del CV.

Il mercato ha recepito il cambiamento con una sensibile diminuzione dei prezzi di vendita dei CV. Il loro valore tuttavia dovrebbe assestarsi nel lungo periodo ad un livello tale da garantire una remunerazione dell'energia rinnovabile prodotta pari ad almeno 180€/MWh inclusa la cessione dell'energia elettrica.

Fonte ed impianto	Coefficiente
Eolica per impianti di taglia superiore a 200 kW	1
Eolica offshore	1,10
Geotermica	0,90
Moto ondoso e maremotrice	1,80
Rifiuti biodegradabili, biomasse diverse da quelle di cui al punto successivo	1,10
Gas di discarica e gas residuati dai processi di depurazione e biogas diversi da quelli del punto precedente	0,80
Biomasse e biogas prodotti da attività agricola, allevamento e forestale da filiera corta	1,8

Tabella 1-1 Numero di certificati riconosciuti ai produttori per ciascun MWh di energia rinnovabile prodotta

Fonte	c€/kWh
Eolica per impianti di taglia inferiore a 200 kW	30
Geotermica	20
Moto ondoso e maremotrice	34
Idraulica	22
Rifiuti biodegradabili, biomasse diverse da quelle di cui al punto successivo	22
Gas di scarica e gas residuati dai processi di depurazione e biogas diversi da quelli del punto precedente	18
Biomasse e biogas prodotti da attività agricola, allevamento e forestale da filiera corta	30

Tabella 1-2 Tariffa riconosciuta agli impianti rinnovabili di potenza < 1MW

Di notevole interesse risultano poi i **Decreti Ministeriali del 20 luglio 2004** sull'efficienza energetica che hanno sostituito i DM del 24 aprile 2001. Questi provvedimenti mirano, tra l'altro, a creare un vero e proprio mercato di titoli di efficienza energetica, i cosiddetti **certificati bianchi**, con un meccanismo per certi versi simile a quello previsto per i certificati verdi. In tale ambito dovrebbe rientrare anche il teleriscaldamento a biomasse, visto che esso è considerato risparmio di energia primaria e quindi presenta tutte le caratteristiche per far parte delle fattispecie aventi diritto all'emissione di un titolo di efficienza energetica.

1.5 Biomasse digeribili

Le biomasse sono costituite da una grande varietà di strutture molecolari che ne consentono un'ampia gamma di utilizzazioni: innanzitutto il cibo, ma anche materiali (fibre, legname, caucciù ecc.) e prodotti chimici, nonché energia.

Lo spettro degli impieghi delle biomasse cambia nel tempo, in funzione della domanda e della competizione con altre risorse naturali che possono soddisfare gli stessi bisogni. Prima della rivoluzione industriale, le biomasse erano la risorsa fondamentale dell'uomo non soltanto per l'alimentazione ma anche per l'energia (legna e carbone di legna) e per i materiali da costruzione.

Attualmente l'uso energetico è residuale nei Paesi Industrializzati, mentre è ancora predominante nelle regioni rurali dei Paesi in Via di Sviluppo. Analogamente, lo sviluppo dei metalli e dei

materiali inorganici, ceramici e sintetici ha considerevolmente ridotto lo spazio dei prodotti di origine naturale negli impieghi tecnici, chimici e industriali.

Questa evoluzione trova la sua ragione d'essere in una scala gerarchica tra i vari impieghi, basata su un implicito criterio economico. L'esperienza dimostra che il valore attribuito alle biomasse è più alto quando vengono consumate come alimenti, che non quando vengono utilizzate come materiali o come fonti di energia.

Pertanto, nelle condizioni normali di un'economia moderna, non avrebbe ragioni economiche la destinazione d'uso del territorio a colture finalizzate alla produzione di energia. Tuttavia, le eccedenze create nei principali Paesi Industrializzati per alcune produzioni alimentari può lasciare spazio ora alla coltivazione di specie energetiche.

Le biomasse utilizzabili a fini di conversione energetica tramite il processo di digestione anaerobica, sono rappresentate da una qualsiasi materia organica costituita, quindi, da carbonio, azoto, fosforo ed acqua.

Allo stato attuale le matrici di biomasse cosiddette "digeribili" (o fermentescibili) più efficaci ed efficienti da un punto di vista biochimico ed economico per tale processo si dividono in sei grandi famiglie:

1. *Deiezioni zootecniche*

Liquame suino: questo tipo di effluente zootecnico è caratterizzato da un contenuto di sostanza secca o solidi totali (1-6%) e di sostanza organica o solidi volatili estremamente variabile a causa delle differenti tipologie di allevamento comunemente presenti sul territorio.

Liquame bovino: le deiezioni bovine sono spesso rimosse dalle stalle utilizzando raschiatori. L'aggiunta di paglia, spesso effettuata nelle stalle, conduce a variazioni nel contenuto di solidi totali (8-15%). L'effetto di diluizione è minimo rispetto a quello che si ha con le deiezioni suine anche a causa del fatto che normalmente le zone calpestate dal bestiame vengono pulite e risciacquate con basse quantità di acqua. Come nel caso dei suini, anche nelle deiezioni bovine il contenuto di solidi totali dipende fortemente dal sistema di allevamento degli animali.

Deiezioni avicole (pollina): tra le varie deiezioni avicole, la pollina di galline ovaiole è quella che più si presta alla digestione anaerobica, perché l'allevamento in gabbie non prevede l'uso di lettiera. Le deiezioni asportate fresche presentano un contenuto in solidi totali del 18-20% e alto contenuto di azoto. L'ammoniaca, che si libera in presenza di acqua per idrolisi enzimatica, può raggiungere alte concentrazioni e inibire il processo di digestione e dare luogo a forti emissioni

nella fase di stoccaggio del digestato. Inoltre, frequentemente la pollina contiene inerti che sedimentando possono causare problemi operativi e ridurre il volume utile dei reattori.

2. Frazioni organiche di rifiuti solidi urbani:

Nei rifiuti urbani domestici la percentuale di frazione organica umida è compresa in genere tra il 25 e il 35% in peso. La composizione media di questa frazione se derivante da raccolta differenziata secco-umido non differisce in modo sostanziale dall'organico raccogliabile da utenze selezionate, quali mercati all'ingrosso dell'ortofrutta e dei fiori, mercati ittici e rionali, esercizi commerciali di generi alimentari, punti di ristoro (pizzerie, ristoranti, ristorazione collettiva), la presenza di piccole quantità di plastica e vetro è in genere inferiore al 5% sul totale. Queste frazioni organiche presentano un elevato grado di putrescibilità ed umidità (> 65%) che le rendono adatte alla digestione anaerobica.

In particolare tale matrice (FORSU) mostra notevoli vantaggi se utilizzata in codigestione con i fanghi di supero provenienti dagli impianti di depurazione delle acque reflue urbane.

3. Fanghi da impianti di depurazione di acque reflue urbane

Sono il residuo del processo di depurazione delle acque reflue urbane e industriali. Sono costituiti da biomassa batterica e da sostanza inerte, organica ed inorganica. In generale gli obiettivi della digestione anaerobica dei fanghi di depurazione sono: la stabilizzazione della sostanza organica, la distruzione degli eventuali microrganismi patogeni con lo scopo di rendere il residuo consono alle prerogative di legge in tema di smaltimento finale. Ma in concomitanza a tale obiettivo, la digestione anaerobica dei fanghi di supero prodotti dalla depurazione delle acque reflue urbane, comporta anche la possibilità di recuperare energia mediante la produzione di biogas, fonte rinnovabile di energia.

4. Scarti organici e acque reflue dell'agro-industria:

Ingenti quantità di prodotti agricoli sono lavorati nell'industria alimentare.

Tipici sottoprodotti e scarti agro-industriali sono ad esempio, il siero di latte, contenente proteine e zuccheri, scarti dall'industria casearia, dalla lavorazione del pomodoro ed altri ancora. Di interesse per la digestione anaerobica sono anche diversi scarti organici liquidi e/o semisolidi dell'industria della carne (macellazione e lavorazione della carne), quali grassi, sangue, contenuto stomacale, budella (vedi Regolamento CE n. 1774/2002 "Norme sanitarie relative ai sottoprodotti

di origine animale non destinati al consumo umano”). Tali residui, ad esempio, possono essere addizionati come co-substrati nella co-digestione di liquami zootecnici e/o fanghi di depurazione.

5. *Colture non alimentari ad uso energetico:*

La coltivazione di piante specifiche da avviare alla digestione anaerobica per la produzione di biogas può essere, in Europa, una soluzione per ridurre la sovrapproduzione agricola, ma anche una valida alternativa per l'utilizzo di aree incolte e a riposo (set aside) o di aree irrigate con acque recuperate dai depuratori urbani.

Nel corso degli ultimi anni molti studi sono stati effettuati su mais, sorgo, foraggi (ma anche altre colture hanno dimostrato di possedere un buon potenziale di produzione di biogas) per valutarne le caratteristiche ai fini del loro utilizzo energetico e la resa in biogas. Anche le tecnologie impiantistiche attualmente in via di sviluppo sono orientate all'introduzione di tali substrati, sia liquidi che solidi, nel digestore.

L'uso delle colture energetiche come co-substrato, infatti, permette di ottimizzare la produzione di biogas e il riciclo dei nutrienti. Questo perché possono essere prodotte in azienda ed essere addizionate come co-substrati agli effluenti zootecnici direttamente o dopo insilamento e il digestato ottenuto a seguito del trattamento anaerobico può essere utilizzato per fertilizzare le aree agricole in cui le stesse vengono coltivate.

6. *Residui colturali:*

Il settore delle colture alimentari riveste un'importanza notevole per la stima del potenziale di biogas in Italia, sia in virtù delle elevate quantità in gioco, sia per gli elevati valori di producibilità di biogas (500-700 Nm³ biogas/t SV)

L'enorme quantità di residui agricoli è dovuta al fatto che spesso lo scarto (espresso in quintali) risulta essere preponderante rispetto alla produzione, cosa questa, che le rende ampiamente interessanti per la valorizzazione energetica con D.A.

Per quanto riguarda il residuo è opportuno sottolineare che questo ultimo parametro rappresenta il punto chiave di tutta la stima, in quanto i valori dei rapporti sottoprodotto/prodotto nella realtà operativa variano in relazione a molteplici fattori quali: varietà, tecnica colturale, condizioni pedoclimatiche, tecniche di raccolta, aspetti fitopatologici, ecc.

Dal momento che tutti questi fattori nell'ambito del territorio nazionale variano di regione in regione e spesso anche all'interno della stessa regione, fare delle stime risulta tutt'altro che semplice.

Si riportano di seguito i valori medi di producibilità di biogas [6] relativi ai diversi tipi di substrato presi in esame:

Fonte CRPA

MATRICI	m3 biogas/t SV
Deiezioni animali (suini, bovini, avi-cunicoli)	200 -500
Residui colturali (paglia, colletti barbabietole..)	350 -400
Scarti organici agroindustria (siero, scarti vegetali, lieviti, fanghi e reflui di distillerie, birrerie e cantine..)	400 -800
Scarti organici macellazione (grassi, contenuto stomacale ed fanghi di intestinale, sangue, flottazione...)	550 -1000
Fanghi di depurazione	250 -350
Frazione organica rifiuti urbani	400 -600
Colture energetiche (mais, sorgo zuccherino...)	550 -750

Categoria di substrato	<i>ST sul talquale(%)</i>	<i>SV sui ST</i>	<i>media m³ biogas/t SV in D A</i>	
Fanghi di depurazione	5	70	300	
Frazione organica rifiuti urbani	20	90	700	
Deiezioni zootecniche	<i>liquame suino</i>	6	78	355
	<i>letame suino</i>	22	82	450
	<i>liquame bovino</i>	8	76	230
	<i>letame bovino</i>	18	75	250
	<i>liquame avicolo</i>	19	76	300
	<i>letame avicolo</i>	32	75	400
	<i>letame ovino</i>	27	80	370
	<i>letame equino</i>	28	75	300
Residui agroindustria	<i>scarti distillazione mele</i>	2	94	330
	<i>melasse</i>	80	95	300
	<i>siero</i>	5	86	330
	<i>scarti vegetali</i>	12	88	350
	<i>macellazione</i>	15	90	775
	<i>bucchette di pomodori</i>	25	95	400

	<i>scarti frantoi</i>	30	97	450
	<i>vinacce</i>	47	82	300
	<i>lieviti, birrerie</i>	22	96	600
	<i>pastazzo di agrumi</i>	13	97	500
Colture energetiche	<i>insilato di mais</i>	34	86	370
	<i>sorgo zuccherino</i>	30	90	500
	<i>erba</i>	30	70	400
	<i>fieno</i>	89	88	500
	<i>trifoglio</i>	20	80	400
Residui colturali	<i>colletti di barbabietola</i>	15	80	350
	<i>foglie di rapa</i>	15	80	375
	<i>stocchi di mais</i>	86	72	500
	<i>paglia</i>	87	87	390

Tabella 1-3 Parametri caratteristici dei diversi tipi di substrato

Ognuna di queste tipologie di biomassa ha delle proprie peculiarità che la rendono idonea in contesti diversi e per usi finali diversi, per cui, per alcune di esse si procede con il riuso più adatto. Dopo un'attenta analisi, basata sulla maggiore disponibilità e reperibilità nel territorio italiano si è deciso di stimare la potenzialità delle seguenti fonti di biomasse fermentescibili:

- DEIEZIONI ZOOTECNICHE - valutazione della consistenza zootecnica di bovini, bufalini e suini e calcolo del quantitativo di reflui da allevamento;
- FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI;
- FANGHI REFLUI DI IMPIANTI DI DEPURAZIONE CIVILE.
- SCARTI AGROINDUSTRIALI – valutazione dei quantitativi degli scarti di macellazione bovina, bufalina e suinicola e il serio di latte;
- RESIDUI COLTURALI

Ogni biomassa solida è caratterizzata dal suo contenuto di solidi totali, solidi volatili, dalla producibilità di biogas con un certo tenore in metano e dalla stagione di disponibilità e può essere utilizzata tal quale o previo pretrattamento.

Sono state tutte stimate su base statistica.

1.5.1 Vincoli ad uso energetico delle Biomasse

Trasporto biomasse

Questo è uno dei vincoli che coinvolge, anche se in termini diversi, tutte le diverse categorie di biomasse considerate.

Per quanto riguarda il trasporto di effluenti zootecnici da allevamenti esterni all'impianto di biogas, bisogna tener conto delle disposizioni regionali, in attuazione al DM 7/04/06.

Per il trasporto di prodotti agricoli dovrebbe essere sufficiente una normale bolla di accompagnamento.

Anche per il trasporto dei residui della lavorazione di prodotti vegetali, se riconosciuti come "sottoprodotti" ai sensi dell'articolo 183 (comma 1, lettera n) del DLgs. 152/06, dovrebbe essere sufficiente una normale bolla di accompagnamento. Affinchè tali residui siano classificati come sottoprodotti, il loro impiego, senza trasformazioni preliminari, in un altro ciclo produttivo (produzione di metano) deve essere documentato mediante.

- contratto di cessione diretto tra produttore di scarti e titolare dell'impianto. Non è consentita quindi un'occasionale o continuativa cessione ad intermediari. Il percorso del sottoprodotto deve essere tracciabile;
- la cessione deve essere "conveniente" per il produttore del sottoprodotto;
- la qualità del sottoprodotto deve essere periodicamente controllata e in qualche modo deve attenersi a degli standard qualitativi che stabilisce l'impianto (tenore di umidità, contenuto di azoto, presenza di inerti, maturazione del sottoprodotto, etc...).

Per tutte le altre biomasse (FORSU e fanghi reflui civili) occorre far riferimento al formulario di identificazione richiesto dalla normativa per la gestione dei rifiuti (Parte Quarta del DLgs 152/06).

Gli impianti di trasformazione delle materie prime agricole, come ogni altro impianto industriale, sono soggetti a **effetto scala**; in altre parole, vi è una soglia dimensionale minima al di là della quale il costo unitario del prodotto di trasformazione diminuisce al crescere della capacità produttiva dell'impianto.

Ciò si manifesta anche per gli impianti di generazione elettrica da biomasse di tipo centralizzato e comporta che a ogni impianto sia asservita una superficie agricola, che può essere anche abbastanza estesa, in grado da approvvigionare l'impianto della materia prima sufficiente per il suo funzionamento.

Tale fatto comporta, tra l'altro, che gli impieghi energetici centralizzati delle biomasse possono divenire economicamente convenienti purché la coltura (o le colture) da cui deriva la biomassa sia concentrata territorialmente.

La questione si pone, naturalmente, in termini diversi quando la biomassa per uso energetico è uno scarto industriale. In questo caso, infatti, la materia prima da trasformare è già stata precedentemente concentrata presso l'impianto di trasformazione (a esempio: riserie; zuccherifici ecc.). Ne consegue che l'impianto energetico va localizzato il più possibile vicino all'industria stessa, sempre verificando la compatibilità tra taglia minima dell'impianto e quantità di biomassa disponibile. Il costo della raccolta e del trasporto (appesantito dalla generalmente bassa massa volumica dei prodotti) dal campo all'impianto può, pertanto, divenire rilevante e incidere significativamente sull'economicità della produzione.

Stagionalità

Questa è una problematica legata soprattutto alle biomasse di origine agricola. Normalmente, la raccolta si concentra in periodi di tempo dell'ordine di poche settimane (a esempio: la paglia dei cereali tipo frumento in luglio; gli stocchi di mais in ottobre-novembre; i residui di potatura nei mesi invernali), mentre la domanda dei prodotti di trasformazione, come gli alimenti o l'energia, si prolunga lungo l'intero arco dell'anno. Questo "mismatch" temporale tra domanda e offerta ha rilevanti conseguenze economiche. Infatti, qualora l'impianto venisse dedicato specificatamente alla trasformazione immediata di una determinata materia prima agricola, l'investimento relativo verrebbe utilizzato per un breve periodo di tempo nell'anno, in genere coincidente con il periodo di disponibilità del raccolto. Tale tempo, tuttavia, può essere ampliato in funzione della stoccabilità della materia prima stessa o della sua possibilità di essiccazione. Ne consegue che i calcoli economici di un eventuale impianto debbono tenere conto degli investimenti aggiuntivi relativi allo stoccaggio delle scorte, nonché agli opportuni pretrattamenti.

Codigestione

Il trattamento simultaneo di due o più residui organici per via anaerobica è comunemente chiamato co-digestione. Nonostante l'applicazione di questo sistema sia agli albori, la letteratura riporta i vantaggi che talvolta esso offre:

- effetto di diluizione dei composti tossici;
- effetti sinergici sugli organismi;
- migliori rese per unità volumetrica di digestione;

- riduzione dei costi di investimento e di esercizio.

Naturalmente per ciascuna tipologia di biomassa esistono diverse tecnologie che ottimizzano la conversione energetica. Non tutti gli scarti, una volta raccolti, dovranno convergere allo stesso impianto di trasformazione. Pur se potenzialmente sono sostanze digeribili, non è detto che la loro combinazione ottimizzi il processo.

La codigestione di effluenti zootecnici con altri scarti organici al fine di aumentare la produzione di biogas è pratica standard in Europa ormai da diversi anni. La miscelazione di diversi prodotti consente di compensare le fluttuazioni di massa stagionali dei rifiuti e scarti agroalimentari, di evitare sovraccarichi o al contrario carichi inferiori alla capacità stessa del digestore e di mantenere quindi più stabile e costante il processo.

Diversi problemi infatti possono nascere da un utilizzo non congruo delle diverse matrici; un'aggiunta incontrollata di olii e grassi contenuti nello scarto, ad esempio, può determinare un'eccessiva formazione di schiume, mentre rifiuti contenenti considerevoli quantità di inerti, quali sabbia, pietre e terra, possono favorire la formazione di sedimento nel digestore e accumulo di materiali inerti con conseguente riduzione del volume attivo del reattore o blocco di valvole e tubazioni, un quantitativo eccessivo di deiezioni avicole può causare tossicità alla flora metanigena a causa di una concentrazione eccessiva di ammoniaca.

Alcune sostanze (quali percolati, acque reflue, fanghi, oli, grassi e siero) sono facilmente degradabili mediante digestione anaerobica senza richiedere particolari pre-trattamenti, mentre altre (quali gli scarti di macellazione, sostanze ad elevato tenore proteico) necessitano di essere fortemente diluite con il substrato base (effluenti zootecnici liquidi), in quanto possono formare metabolici inibitori del processo, quale ad esempio l'ammoniaca.

1.5.2 Tipologia e qualità dei dati

La qualità della stima dipende dalla tipologia e qualità dei dati utilizzati come input del processo di elaborazione.

Si è cercato, come criterio generale, di utilizzare i migliori dati disponibili e di riportare sempre le motivazioni ed i criteri nelle scelte, in modo da garantire la ripetibilità del processo e la migliore rappresentazione della realtà indagata.

Per ogni specie presa in esame, si sono analizzati dati di produttività con un livello di dettaglio provinciale dove possibile, altrimenti ci si è basati su dati regionali.

L'analisi delle banche dati esistenti e utili si riferisce ad un periodo che va dal 1° gennaio 2006 al 31 dicembre 2006 e riguarda diverse fonti a seconda della biomassa considerata (nei paragrafi seguenti l'analisi banca dati sarà approfondita per ogni singola biomassa).

Quando alcune informazioni, dati o parametri, non erano sufficienti si è ricorso alla consultazione di ulteriori fonti bibliografiche che fornissero valori di riferimento e/o parametri che potessero in qualche misura adattarsi allo scopo del presente lavoro.

Nel caso di stime statistiche come quelle qui effettuate è opportuno fornire in modo trasparente tutti i passaggi e le ipotesi formulate così come i parametri utilizzati. In tal modo pur nell'incertezza di una stima si è in grado di conoscerne i pregi ed i difetti e di valutare se tale stima appare conservativa od ottimistica. Al termine del lavoro le stime saranno riportate nella loro completezza per evidenziare il range di valori che si ottiene e all'interno del quale con buona probabilità si colloca il valore più vicino alla realtà.

2 Reflui zootecnici

Con l'aumento della concentrazione degli allevamenti per far fronte alla progressiva diminuzione dei margini economici, lo smaltimento dei reflui prodotti è diventato un problema sempre più grande. Ciò è da attribuirsi non solo al rischio di contaminazione delle acque sotterranee e di eutrofizzazione dei corpi idrici superficiali, ma anche alle questioni igienico-sanitarie che derivano dalla vicinanza delle attività zootecniche a carattere intensivo con gli insediamenti residenziali o produttivi extra-agricoli. Per molte imprese, la gestione delle deiezioni animali, che un tempo rappresentava una fonte per il mantenimento della fertilità dei terreni, oggi è divenuta una delle problematiche principali.

Tuttavia le aziende spesso non hanno sufficienti spazi per smaltire gli eccessi di deiezioni e dunque in molti casi le attività di spargimento vanno in contrasto con le esigenze di tutela ambientale e di sviluppo turistico.

Data una porzione di territorio caratterizzata da una elevata presenza di allevamenti zootecnici, la possibilità di valorizzare i reflui (stallatico, colaticcio e liquame) in un impianto di digestione anaerobica con produzione di biogas, come anche la scelta relativa alla sua ubicazione sul territorio sono condizionate da diversi fattori. La metodologia presentata di seguito propone alcuni criteri sulla base dei quali è possibile identificare sul territorio dei bacini potenziali per lo sfruttamento del biogas.

Consistenza degli allevamenti zootecnici

Il censimento degli allevamenti, ad esempio espresso in termini di UBA, costituisce il primo passo per valutare la potenzialità e la distribuzione sul territorio della biomassa derivante dalle attività zootecniche.

Le UBA e il collegato rapporto delle UBA per ettaro rappresentano un parametro della politica dell'Unione Europea nel campo delle misure volte a favorire l'estensivizzazione degli allevamenti e dunque la minore pressione ambientale dell'attività zootecnica. Per quanto riguarda le tabelle di conversione necessarie per valutare i quantitativi in UBA dei reflui prodotti dagli allevamenti è possibile fare riferimento al Reg. CEE 950/97.

Va precisato che il numero di capi animali in un certo ambito territoriale, (come può essere l'ambito comunale), non è in grado di esprimere nel miglior modo possibile la reale pressione esercitata dall'allevamento su un certo territorio. Bisogna perciò riferire la presenza animale per

unità di superficie e più precisamente per unità di superficie agricola utilizzata o ancor meglio per unità di superficie agricola foraggera. Tuttavia se l'obiettivo non è tanto la determinazione del carico esercitato da un allevamento sul territorio, ai fini di una valutazione sullo stato di vulnerabilità delle risorse, quanto invece la determinazione del potenziale di reflui zootecnici da inviare al trattamento anaerobico per produzione di biogas e quindi energia, può essere sufficiente la conoscenza del numero di UBA per comune.

Con il presente lavoro si otterrà una stima all'anno 2006, così come richiesto dal progetto, del numero di capi presenti in ogni provincia, suddividendo le aziende per classi di capi allevati e si farà una stima delle potenziali quantità di reflui da essi producibili.

2.1 Reflui zootecnici suinicoli

Il patrimonio suinicolo italiano risulta particolarmente concentrato in tre regioni (Figura 2-1). La Lombardia, da sola, detiene quasi la metà del totale dei capi suini allevati in Italia (circa 9 milioni al 2007), l'Emilia-Romagna il 15% ed il Piemonte l'11% del totale.

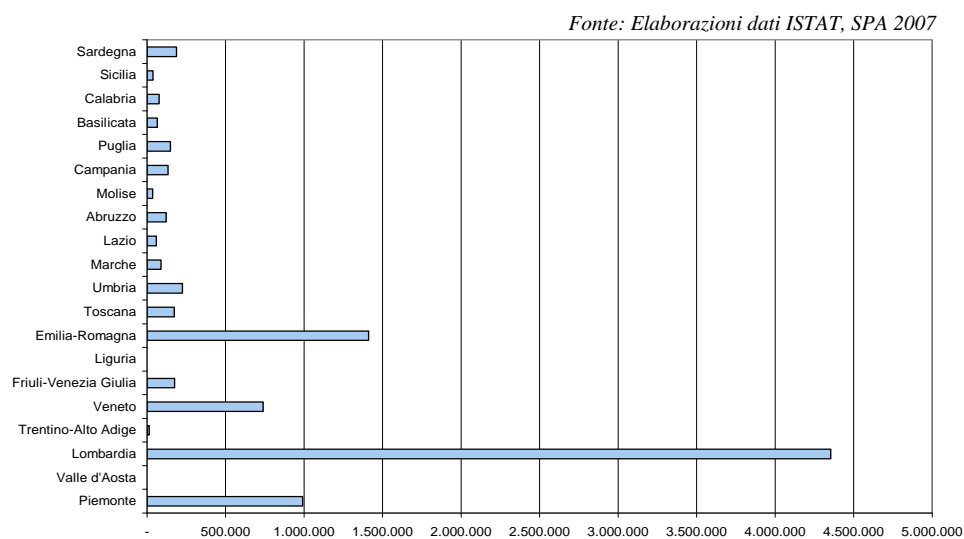


Figura 2-1 Consistenza suinicola (numero capi suini) rilevata al 2007

Al 2007 si registrano circa 100.000 aziende e la maggiore concentrazione si ha nelle regioni centro-meridionali (Figura 2-2), caratterizzate da un elevato numero di piccolissime aziende. Questa caratteristica strutturale del settore è resa evidente dall'analisi per classi di capi (Figura 2-3 e Figura 2-4)

Fonte: Elaborazioni dati ISTAT, SPA 2007

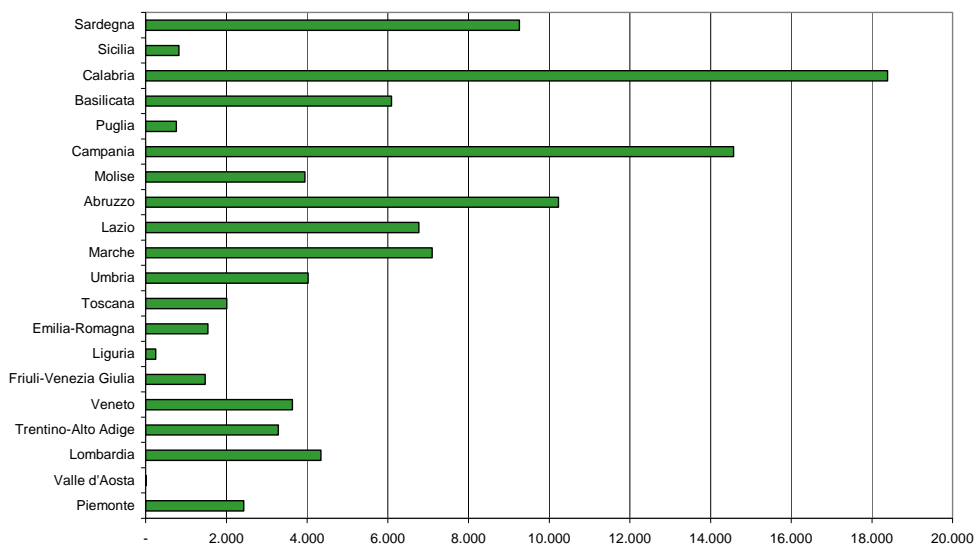


Figura 2-2 Numero di aziende suinicole al 2007

La distribuzione per dimensione aziendale evidenzia, che sussiste un elevato numero di piccole aziende, quasi esclusivamente a conduzione familiare, che allevano da 1 a 2 capi destinati quasi totalmente all'autoconsumo.

Fonte: Elaborazioni dati ISTAT, SPA 2007

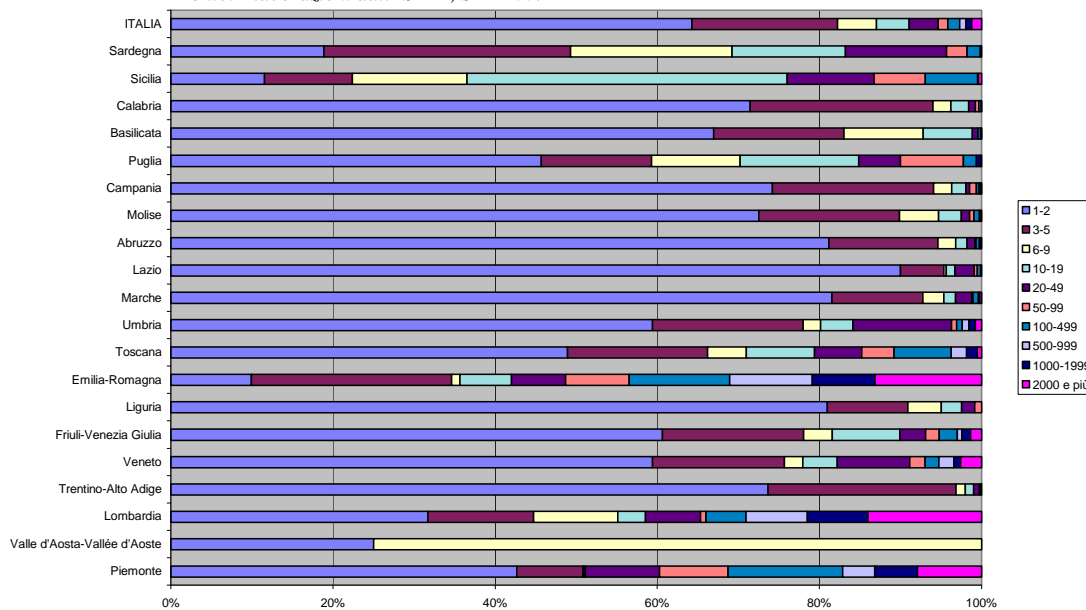


Figura 2-3 Percentuale di aziende suinicole per classi di capi

In Italia le aziende con 1-2 capi sono il 64 % del totale. Quelle con più 2000 capi poco più dell' 1%. Le aziende con più di 2000 capi, possiedono tuttavia ben il 74 % del patrimonio suinicolo italiano, mentre quelle che allevano da 1 a 2 capi soltanto l'1% .

Fonte: Elaborazioni dati ISTAT, SPA 2007

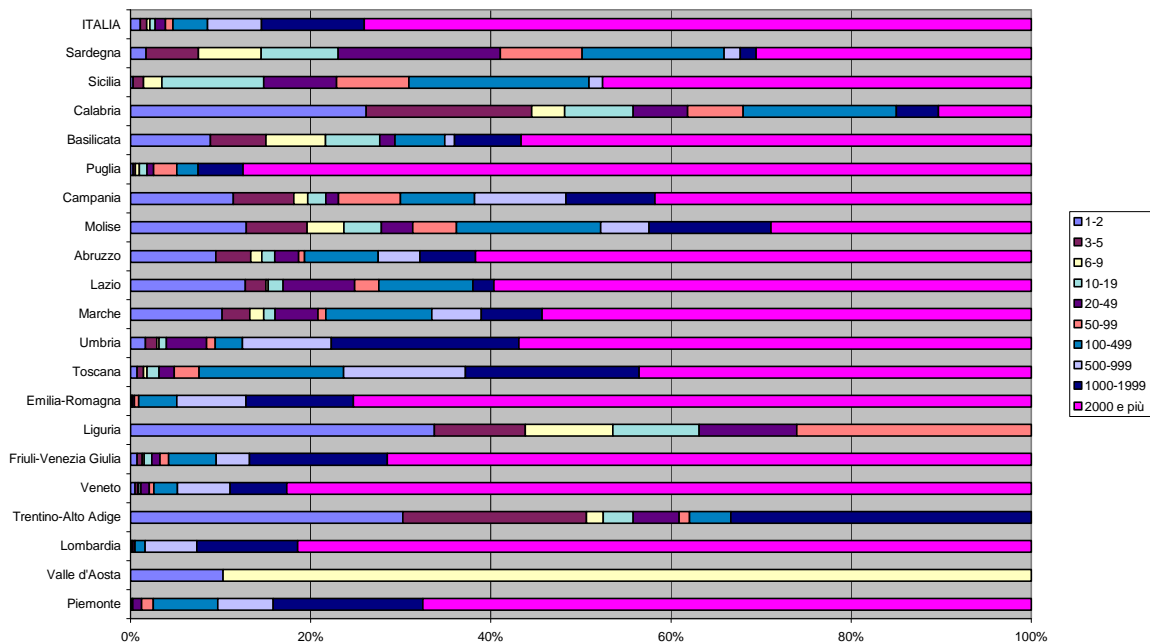


Figura 2-4 Percentuale di capi suini per classi di capi

2.1.1 Analisi delle fonti e banche dati

Le principali fonti di dati disponibili per il settore suinicolo sono, fondamentalmente, le indagini statistiche sulla zootecnia fornite dall'ISTAT [A] e la banca dati nazionale (BDN) dell'anagrafe zootecnica gestita dall'Istituto Zooprofilattico di Teramo (IZS) [1].

Non sono state prese in considerazioni altre banche, come quelle delle associazioni di categoria, in quanto, pur rappresentative del settore, non rispondono alle esigenze di completezza ed ufficialità dei dati richieste dall'indagine.

Le diverse fonti di dati sono state analizzate e confrontate preliminarmente con l'obiettivo di individuare quella o quelle che consentono di rispondere nel modo più completo ed accurato possibile all'oggetto dello studio, nonché ad alcune esigenze specifiche da esso richieste:

- anno di riferimento, il 2006
- livello di dettaglio provinciale.

Fonte	Dettaglio territoriale	Anno/i di riferimento	Dettaglio informativo
ISTAT – Censimenti	comunale	1990, 2000	Per categorie, per classi di capi
ISTAT – SPA	regionale	2003, 2005, 2007	Per classi di capi
ISTAT – Indagini congiunturali	regionale	2002-2007	Per categorie, solo consistenza bestiame
BDN	comunale	2005-2008	Puntuale

Tabella 2-1 Confronto tra le fonti di dati disponibili per il settore suinicolo

Nel grafico che segue sono messi a confronto i dati (numero di capi e/o numero aziende), ove forniti, delle statistiche prodotte dall'ISTAT, di natura e caratteristiche diverse tra loro, con i dati registrati in anagrafe zootecnica per gli anni congruenti, quando disponibili.

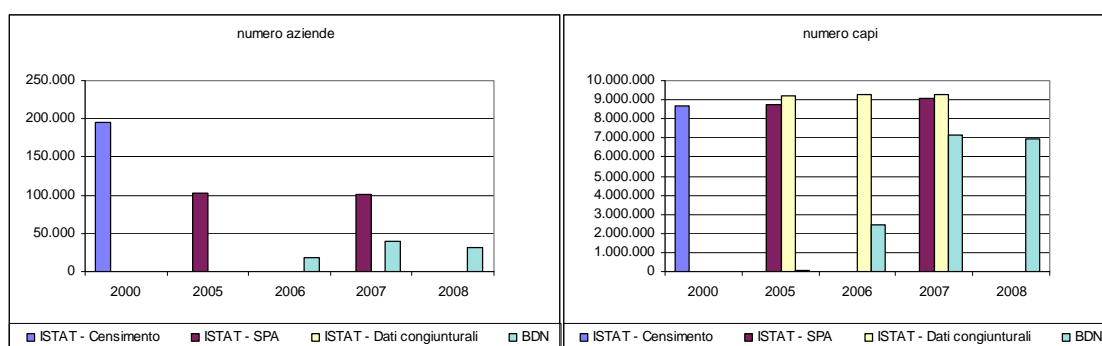


Figura 2-5 Consistenza aziendale e del numero di capi rilevata dall'ISTAT e dalla BDN per gli anni: 2000, 2005, 2007, 2008

Dal confronto emerge una evidente sottostima della consistenza suinicola rilevata dall'IZS in BDN, molto marcata nel numero di aziende: al 2007 risulta, infatti, una sottostima di circa il 20% nel numero di capi e di circa il 60% per quanto riguarda le aziende censite rispetto alla fonte ISTAT (dati sulla struttura e produzione delle aziende agricole - SPA).

Le due fonti di dati risultano assolutamente non confrontabili per gli anni precedenti (al 2006 la sottostima nel numero di capi, unico dato fornito da ISTAT, è maggiore del 70%).

Dovendo però giungere ad un livello di analisi con dettaglio provinciale per l'anno di riferimento 2006, si è deciso comunque di utilizzare la BDN, essendo l'unica fonte di dati in grado di soddisfare entrambe le esigenze, avvalorando e sostanziando tale scelta con un'approfondita analisi della sua organizzazione e delle modalità di funzionamento, anche attraverso contatti con i tecnici ed esperti del centro di elaborazione dati dell'IZS di Teramo.

L'analisi dettagliata dei dati registrati in BDN è rappresentata nel grafico che segue.

Fonte: Elaborazioni dati BDN – IZS, Teramo

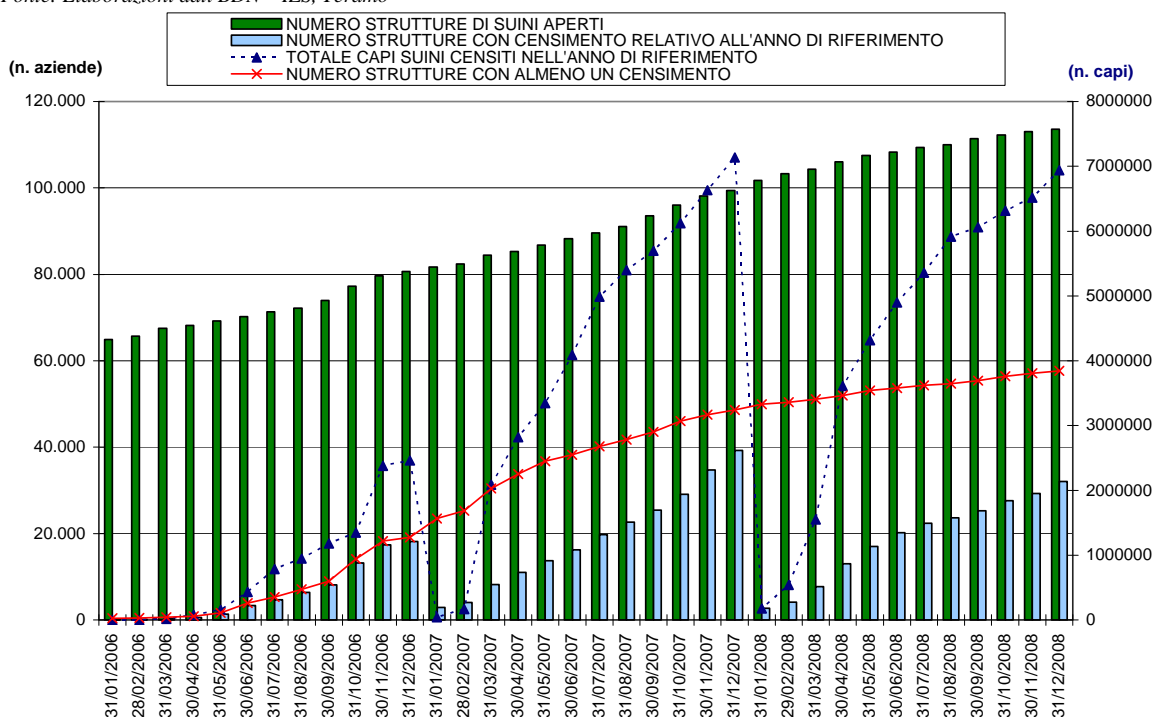


Figura 2-6 Analisi dei dati presenti nella BDN

L'incompletezza evidenziata in precedenza è giustificata dal fatto che l'obbligatorietà di registrazione nella BDN per le aziende suinicole è entrata in vigore soltanto a partire dal luglio 2006 e, ad oggi, l'inserimento non risulta ancora essere a regime.

Al 31/12/2007 (anno per il quale sono disponibili anche dati ISTAT per un confronto diretto) il numero totale di aziende con almeno un censimento è circa la metà delle aziende attive, mentre questa percentuale scende a circa il 40% per le aziende con censimento relativo al 2007.

Pur essendo queste percentuali molto basse, il numero di capi censiti per il 2007 non segue, come ci si potrebbe aspettare, la stessa riduzione percentuale rispetto al dato fornito da ISTAT, ma è del 20% più basso (Figura 2-5). Questa anomalia trova giustificazione nel fatto che le aziende con meno di tre capi, un'elevata percentuale delle aziende suinicole italiane, non sono tenute a registrarsi in BDN, nella quale invece risultano sicuramente censite tutte quelle di grosse dimensioni, come evidenziato precedentemente nell'analisi del settore.

Questa sottostima è indubbiamente sostanziale, ma se si analizza, alla luce del motivo che la determina, può essere accettata ai fini degli obiettivi del presente studio: le aziende piccolissime, infatti, possono essere ragionevolmente escluse nella stima della biomassa valorizzabile energeticamente.

Non potendo utilizzare, come richiesto dallo studio, il 2006 come anno di riferimento, poiché la registrazione in BDN risulta assolutamente incompleta, in quanto appena cominciata, si è ipotizzato di prendere i dati più recenti presenti in BDN e cioè quelli relativi all'anno 2008.

Nel seguito verranno esposti dati relativi al panorama nazionale della consistenza degli allevamenti, per i quali non risultando necessaria la divisione di capi in categorie si è preferito desumerli dai dati ISTAT, che rispetto a quelli IZS, su scala nazionale sono di certo più completi.

2.1.2 Metodologia Applicata

La stima del potenziale energetico traibile dalle deiezioni suinicole segue la metodologia indicata nel seguente schema di flusso.

Naturalmente tale metodologia potrà essere estesa successivamente ad un dettaglio provinciale.

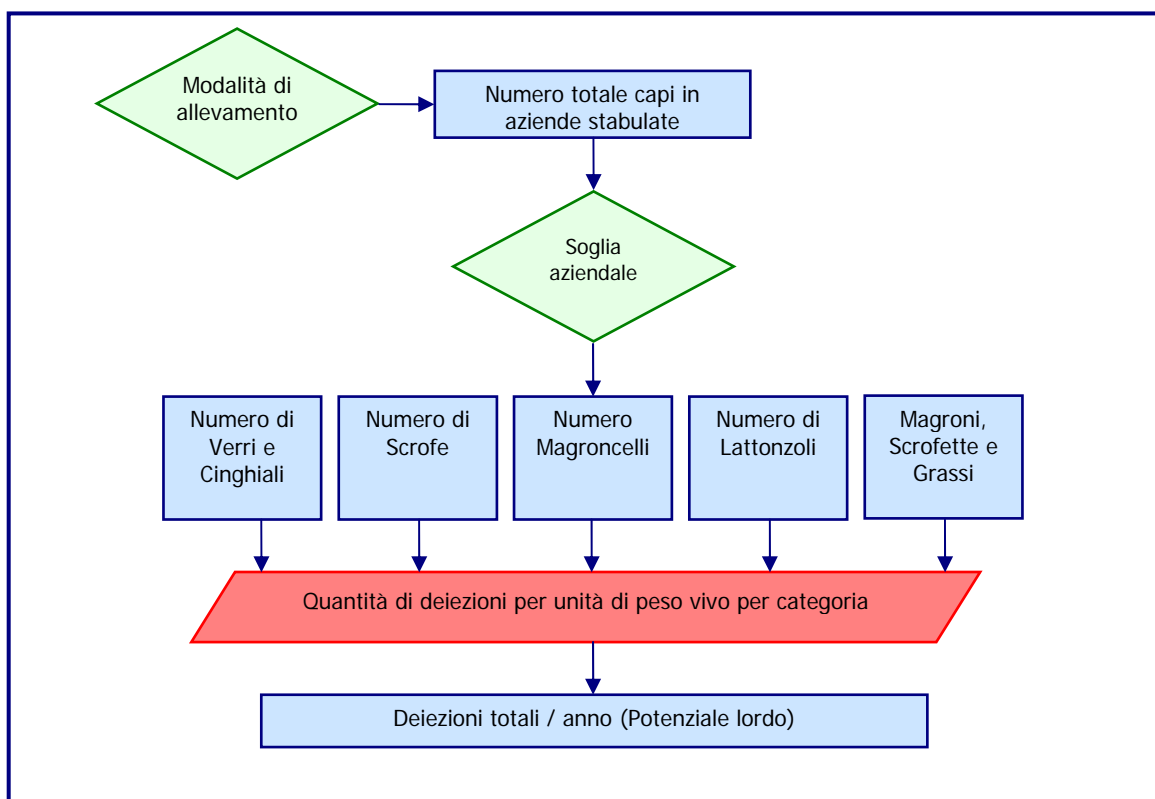


Figura 2-7 Schema di flusso per la stima del potenziale lordo dei reflui suini valorizzabile energeticamente

Il processo di elaborazione dei dati (su fonte BDN - ultimi censimenti rilevati per azienda) prevede una prima selezione in base alla modalità di allevamento per prendere in considerazione esclusivamente le aziende stabulate, per la evidente necessità di concentrazione e raccolta delle deiezioni. In BDN, tuttavia, la modalità di allevamento non risulta sempre essere indicata e quindi lo screening iniziale si limitava ad eliminare dalle successive considerazioni le aziende sicuramente allo stato brado o semibrado.

Un'ulteriore selezione viene poi applicata in base alla soglia aziendale minima, ovvero, al numero minimo di capi suini in grado di alimentare con continuità un impianto aziendale per la

produzione di biogas. Il filtro viene applicato al totale dei capi presenti in azienda, suddivisi per categorie (Verri e Cinghiali, Scrofe, Magroncelli, Lattonzoli, Magroni, Scrofette e Grassi).

Al numero di capi per ciascuna categoria sono infine applicati i parametri che consentono di ottenere la stima delle deiezioni solide e liquide prodotte in un anno.

Di seguito sono analizzati due aspetti particolarmente sensibili nella stima: i parametri e la soglia aziendale.

Parametri di calcolo

Per il calcolo delle deiezioni suinicole si è fatto riferimento ai parametri utilizzati in un recente studio prodotto dall'ISTAT (2006) dal titolo "Waste statistics on agriculture, forestry and fishing sectors" [2].

L'ISTAT utilizza una suddivisione dei suini in cinque categorie in base al peso medio, per ciascuna delle quali fornisce valori di produzione di deiezioni liquide e solide per peso vivo al giorno.

Fonte: ISTAT - Waste statistics on agriculture, forestry and fishing sectors

Categorie ISTAT	Peso medio (kg)	Deiezioni liquide (l / 100 kg peso v. giorno)	Deiezioni solide (kg s.s / 100 kg peso v.giorno)
Verri (Boar)	160	8	0,53
Scrofe da 20 kg a 50 kg	160	12,5	0,53
< 20 kg	50	7	0,35
Da ingrasso (Fattening)	15	2,5	0,73
	100	11	0,44

Tabella 2-2 Parametri per il calcolo delle deiezioni liquide e solide

In BDN vi è una classificazione diversa per le categorie di suini, ma facendo riferimento al peso medio è stato possibile individuare una corrispondenza con la classificazione ISTAT.

Fonte: BDN – IZS, Teramo

Categorie BDN	Peso medio (kg)
Lattonzoli	< 25
Magroncelli	26 - 50
Magroni	51 - 100
Grassi	> 100
Scrofe, scrofette e verri	da riproduzione

Tabella 2-3 Categorie di suini utilizzata in BDN

Fonte: Elaborazioni dati BDN – IZS, Teramo

Categorie BDN	Peso medio (kg)	Deiezioni liquide (l / 100 kg peso v. giorno)	Deiezioni solide (kg s.s / 100 kg peso v.giorno)
Verri*	160	8	0,53
Cinghiali*	160	8	0,53
Scrofe	160	12,5	0,53
Magroncelli	50	7	0,35
Lattonzoli	15	2,5	0,73
Magroni**	100	11	0,44
Scrofette**	100	11	0,44
Grassi**	100	11	0,44

Tabella 2-4 Parametri utilizzati per il calcolo delle deiezioni

* Ai Cinghiali si associano i parametri che ISTAT fornisce per i Verri

** A Magroni, Scrofette e Grassi si associano i parametri che ISTAT fornisce per la categoria "da ingrasso"

Soglie dimensionali per il calcolo del potenziale

Nella stima del potenziale energetico associato alla biomassa proveniente dal comparto zootecnico, un parametro discriminante preso in considerazione è la soglia dimensionale minima aziendale, data dal numero minimo di capi per azienda in grado di alimentare con continuità un impianto per la produzione di biogas. In base alle tecnologie oggi disponibili una soglia dimensionale minima ragionevolmente ipotizzabile è di almeno 500 capi suini.

Analizzando quello che accade al variare di questa soglia per le aziende suinicole italiane, fotografate nello specifico dall'indagine ISTAT – SPA 2007, risulta evidente un aspetto: basta un taglio minimo per ridurre notevolmente il numero di aziende, ma essendo queste come abbiamo detto in precedenza di piccolissime dimensioni, la riduzione del numero di capi è invece minima.

Se consideriamo, per esempio, soltanto le aziende con più di 10 capi suini, notiamo che sulla media nazionale si escludono più dell'85% delle aziende, mentre il numero totale di capi ha una riduzione di appena il 2%. Quando consideriamo la soglia di 500 capi la riduzione aziendale è addirittura più del 95% in media per l'Italia, ma di contro la riduzione nel numero di capi è meno del 10% .

Questa dinamica, giustificata dalle caratteristiche strutturali, tipiche del comparto suinicolo italiano, supporta l'utilizzo di una soglia minima di almeno 500 capi nella stima del potenziale.

Fonte: ISTAT, SPA 2007

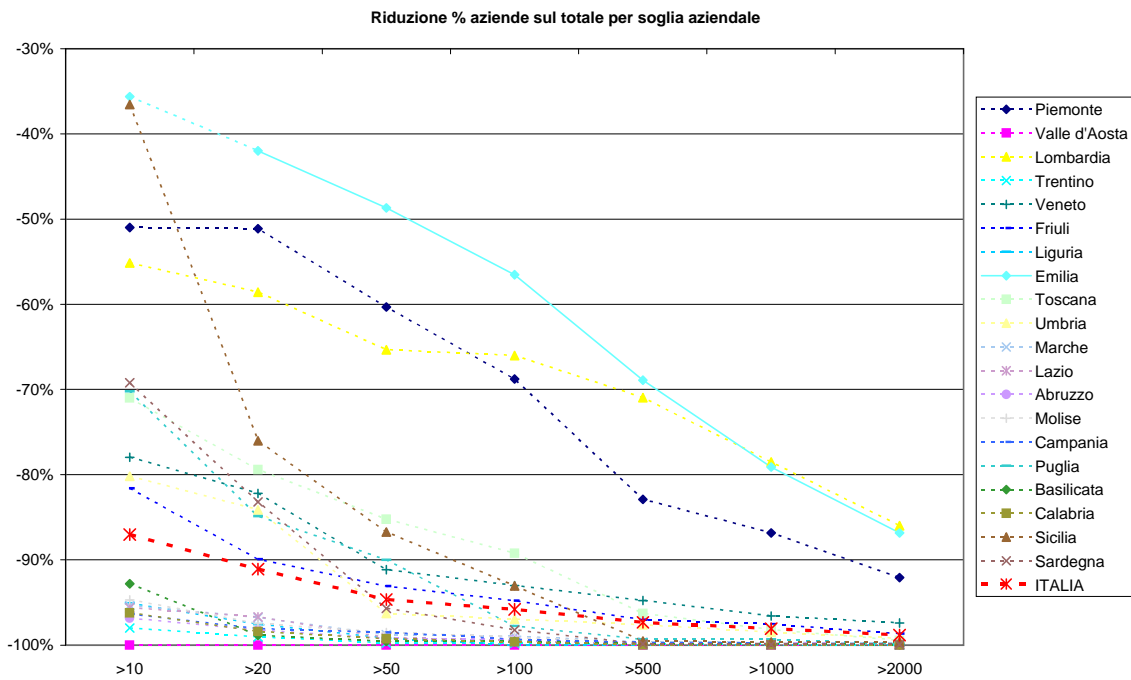


Figura 2-8 Riduzione % aziende sul totale al variare della soglia aziendale

Fonte: ISTAT, SPA 2007

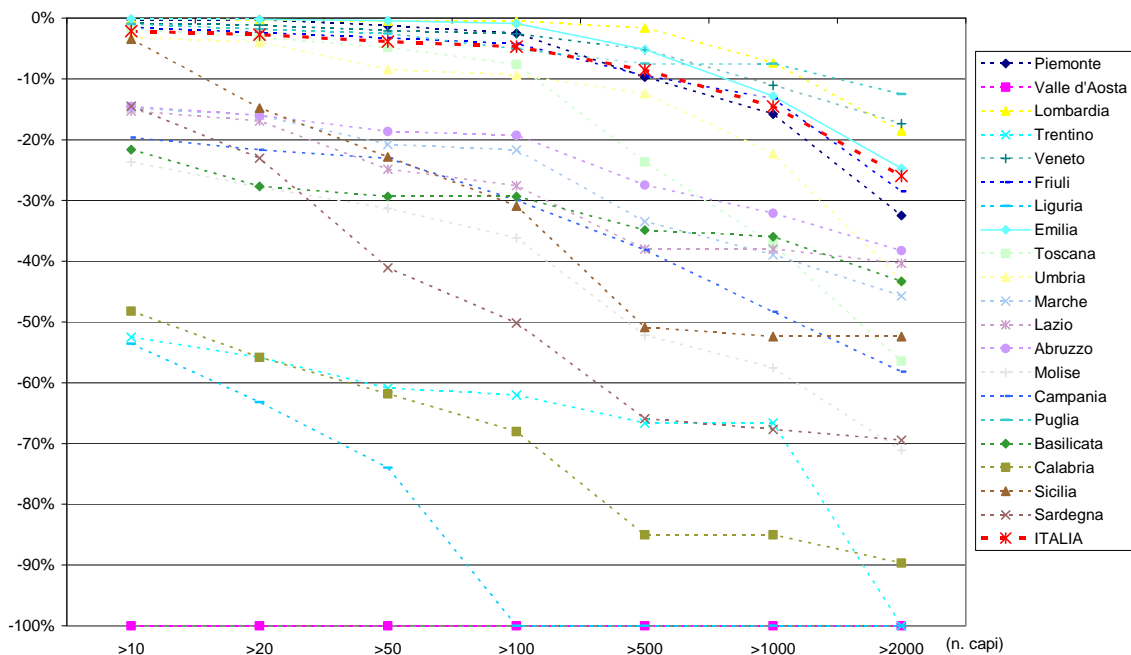


Figura 2-9 Riduzione % dei capi sul totale al variare della soglia aziendale

2.1.3 Organizzazione del database

Si mostra nel seguito un estratto del database: in Tabella 2-6 si riporta per ogni regione il numero di aziende e di capi (distinti per categorie), in Tabella 2-7 dal totale capi ricavato dalla tabella precedente si procede al calcolo delle deiezioni e del biogas secondo i seguenti parametri (Tabella 2-5) giustificati nel paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** che, per comodità si riportano qui di seguito:

	Peso Vivo Medio	DEIEZIONI LIQUIDE			DEIEZIONI SOLIDE		
Suini	[kg]	[l/100kg pv*giorno]	[mc/t pv*anno]	[mc/anno]	[kg/100kg pv*giorno]	[t/t pv*anno]	[t/anno]
SCROFE	160	12,5	45,625	7,3	0,53	1,9345	0,30952
SCROFETTE	100	11	40,15	4,015	0,44	1,606	0,1606
VERRI	160	8	29,2	4,672	0,53	1,9345	0,30952
GRASSI	100	11	40,15	4,015	0,44	1,606	0,1606
LATTONZOLI	15	2,5	9,125	0,136875	0,73	2,6645	0,0399675
MAGRONCELLI	50	7	25,55	1,2775	0,35	1,2775	0,063875
MAGRONI	100	11	40,15	4,015	0,44	1,606	0,1606
CINGHIALI	160	8	29,2	4,672	0,53	1,9345	0,30952

Tabella 2-5 Parametri utili per il calcolo delle deiezioni suinicole

In Tabella 2-8 viene indicato per ogni regione il numero totale di aziende e di capi (nell'ipotesi di escludere dal calcolo tutti quegli allevamenti con un numero di capi < 20) e si procede al calcolo del relativo potenziale di biogas.

Nelle prime due colonne viene indicato la percentuale di aziende e capi che in tale ipotesi non entrano a far parte del calcolo, percentuale valutata sul totale aziende e capi presenti in regione. Nella seconda parte della tabella compaiono il numero e la percentuale di aziende e capi considerati.

Sulla base di questi viene effettuato il calcolo delle deiezioni di cui si indicano quantità e percentuale sul totale potenzialmente presente in regione ed infine si procede al calcolo del biogas.

In **allegato tecnico n°1** (*"Reflui zootecnici: suini*) sono riportati i calcoli relativi a tutte le altre ipotesi di soglia aziendale minima considerata. L'unica vera soglia di interesse tecnico economico, come già accennato, è quella relativa ai 500 capi suini, ma grazie all'utilizzo di un foglio di lavoro Excel si è riusciti ad iterare il procedimento ipotizzando diverse ipotesi di soglia minima aziendale.

Le soglie dimensionali minime aziendali ipotizzate sono:

- Classe di capi > 20
- Classe di capi > 50
- Classe di capi > 100
- Classe di capi > 250
- Classe di capi > 500
- Classe di capi > 750
- Classe di capi > 1000
- Classe di capi > 1600
- Classe di capi > 2000

Lo scopo di un numero così elevato di soglie, non è di certo, quello didattico, bensì quello di fornire, a chiunque ne voglia usufruire, uno strumento versatile e di facile lettura.

Queste elaborazioni infatti potrebbero essere molto utili, ad esempio, quando il presente lavoro verrà utilizzato per spingere l'analisi ad un livello provinciale. Con questo strumento si avrà un'indicazione ben precisa su quali sono le realtà regionali nelle quali vale la pena approfondire l'indagine e lo si potrà fare sulla scorta di informazioni molto dettagliate ed esaustive sul quadro di consistenza degli allevamenti presenti.

Così come ripetuto più volte, lo scopo del presente lavoro è quello di diventare uno strumento sia per la classe politica, che per la classe imprenditoriale, che potrà quindi con maggiore consapevolezza istituire delle linee di intervento e investimento mirate sulla base di un buon sistema informativo.

Le elaborazioni svolte cercano quindi di perseguire la strada appena indicata e verranno riportate in **allegato tecnico n°1** (*"Reflui zootecnici: suini"*).

Fonte: Elaborazioni dati BDN – IZS, Teramo 2008

		Totale Regionale									
		n° Aziende	SCROFE	SCROFETTE	VERRI	GRASSI	LATTONZOLI	MAGRONCELLI	MAGRONI	CINGHIALI	TOT CAPI
NORD	Piemonte	1.199	66.307	8.819	1.028	355.106	198.936	152.682	216.126	145	999.149
	Valle D'Aosta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lombardia	2.293	225.151	56.555	3.103	728.442	626.280	713.929	865.223	158	3.218.841
	Trentino Alto Adige	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Veneto	575	17.280	2.122	218	96.011	78.397	0	57.492	0	251.520
	Friuli Venezia Giulia	55	13.372	5.351	68	12.924	49.268	6.587	6.710	1	94.281
	Liguria	36	15	1	8	40	20	20	33	4	141
	Emilia Romagna	712	62.522	16.440	1.296	238.438	236.702	99.967	245.395	14	900.774
CENTRO	Toscana	619	2.788	351	194	9.866	15.150	1.416	11.790	12	41.567
	Umbria	59	6.060	715	201	22.362	16.814	3.002	5.012	0	54.166
	Marche	1.781	2.207	261	54	6.695	7.722	7.889	14.763	0	39.591
	Lazio	54	899	85	48	4.834	1.153	2.226	6.514	0	15.759
SUD	Abruzzo	1.539	4.853	225	137	5.345	8.685	9.876	17.781	0	46.902
	Molise	125	302	28	37	668	1.016	2.956	7.621	0	12.628
	Campania	2.224	3.492	365	91	3.083	6.739	2.904	5.876	54	22.604
	Puglia	16	82	0	12	90	212	25	625	0	1.046
	Basilicata	29	33	0	5	200	95	40	6.460	1	6.834
	Calabria	184	3.271	197	568	1.049	1.565	1.044	2.567	0	10.261
	Sicilia	435	2.435	111	317	761	3.325	4.569	10.201	157	21.876
	Sardegna	3.292	26.418	3.113	4.041	1.422	19.204	8.902	29.345	140	92.585
Valori Nazionali		15.227	437.487	94.739	11.426	1.487.336	1.271.283	1.018.034	1.509.534	686	5.830.525

Tabella 2-6 Consistenza aziende e consistenza capi divisi per specie – dettaglio regionale (anno 2008)

Fonte: Elaborazioni dati BDN – IZS, Teramo 2008

		Totale Regionale					
		TOT CAPI	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni solide [t/anno]	Biogas da liquame [Nm ³ *10 ⁶ / anno]	Biogas da letame [Nm ³ *10 ⁶ / anno]	Biogas tot [Nm ³ *10 ⁶ / anno]
NORD	Piemonte	999.149	3.040.414	131.725	50,51	10,69	61,21
	Valle D'Aosta	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	Lombardia	3.218.841	9.281.831	406.330	154,21	32,99	187,19
	Trentino Alto Adige	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	Veneto	251.520	762.727	33.543	12,67	2,72	15,39
	Friuli Venezia Giulia	94.281	213.407	10.562	3,55	0,86	4,40
	Liguria	141	491	22	0,01	0,00	0,01
	Emilia Romagna	900.774	2.631.233	115.947	43,72	9,41	53,13
CENTRO	Toscana	41.567	113.556	5.157	1,89	0,42	2,31
	Umbria	54.166	164.091	7.313	2,73	0,59	3,32
	Marche	39.591	114.700	5.000	1,91	0,41	2,31
	Lazio	15.759	55.692	2.318	0,93	0,19	1,11
SUD	Abruzzo	46.902	143.627	6.273	2,39	0,51	2,90
	Molise	12.628	39.686	1.670	0,66	0,14	0,79
	Campania	22.604	67.985	3.061	1,13	0,25	1,38
	Puglia	1.046	3.586	154	0,06	0,01	0,07
	Basilicata	6.834	27.073	1.088	0,45	0,09	0,54
	Calabria	10.261	43.389	1.930	0,72	0,16	0,88
	Sicilia	21.876	70.055	3.058	1,16	0,25	1,41
	Sardegna	92.585	361.914	16.215	6,01	1,32	7,33
Valori Nazionali		5.830.525	17.135.457	751.366	284,69	61,00	345,68

Tabella 2-7 Stima delle deiezioni liquide e solide e delle producibilità di biogas – dettaglio regionale (anno 2008)

Fonte: Elaborazioni dati BDN – IZS, Teramo 2008

		Classe >20 CAPI												
		si trascurano			si considerano									
PROVINCE	Aziende [%reg.]	Capi totali [%reg.]	N° aziende	Aziende [%reg.]	N° capi tot.	Capi tot. [%reg.]	Deiez. liquide [mc/anno]	Deiez. liquide [%reg.]	Deiez. solide [t/anno]	Deiez. solide [%reg.]	Biogas da liquame [Nm ³ *10 ⁶ / anno]	Biogas da letame [Nm ³ *10 ⁶ / anno]	Biogas tot [Nm ³ *10 ⁶ / anno]	
NORD	Piemonte	29,9	0,2	841	70,1	997.127	99,8	3.033.071	99,8	131.400	99,8	50,39	10,67	61,06
	Valle D'Aosta	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00
	Lombardia	43,7	0,2	1.290	56,3	3.213.622	99,8	9.262.931	99,8	405.533	99,8	153,89	32,92	186,82
	Trentino Alto Adige	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00
	Veneto	67,7	0,6	186	32,3	249.943	99,4	756.465	99,2	33.290	99,2	12,57	2,70	15,27
	Friuli Venezia Giulia	38,2	0,2	34	61,8	94.097	99,8	212.772	99,7	10.536	99,7	3,53	0,86	4,39
	Liguria	100,0	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00
	Emilia Romagna	20,8	0,1	564	79,2	899.838	99,9	2.627.652	99,9	115.793	99,9	43,66	9,40	53,06
CENTRO	Toscana	88,0	6,0	74	12,0	39.067	94,0	105.538	92,9	4.791	92,9	1,75	0,39	2,14
	Umbria	52,5	0,4	28	47,5	53.969	99,6	163.336	99,5	7.281	99,6	2,71	0,59	3,30
	Marche	95,2	12,0	85	4,8	34.858	88,0	100.935	88,0	4.406	88,1	1,68	0,36	2,03
	Lazio	57,4	1,1	23	42,6	15.587	98,9	55.027	98,8	2.288	98,7	0,91	0,19	1,10
SUD	Abruzzo	89,8	12,1	157	10,2	41.229	87,9	122.248	85,1	5.396	86,0	2,03	0,44	2,47
	Molise	72,8	5,2	34	27,2	11.970	94,8	37.407	94,3	1.571	94,1	0,62	0,13	0,75
	Campania	95,8	25,4	93	4,2	16.860	74,6	47.109	69,3	2.203	72,0	0,78	0,18	0,96
	Puglia	37,5	7,7	10	62,5	965	92,3	3.252	90,7	139	90,6	0,05	0,01	0,07
	Basilicata	37,9	1,6	18	62,1	6.726	98,4	26.709	98,7	1.072	98,6	0,44	0,09	0,53
	Calabria	72,3	10,1	51	27,7	9.220	89,9	38.381	88,5	1.705	88,4	0,64	0,14	0,78
	Sicilia	60,5	9,6	172	39,5	19.771	90,4	62.006	88,5	2.697	88,2	1,03	0,22	1,25
	Sardegna	89,6	17,0	344	10,4	76.836	83,0	272.148	75,2	12.088	74,5	4,52	0,98	5,50
Valori Nazionali		73,7	0,8	4.004	26,3	5.781.685	99,2	16.926.988	98,8	742.189	98,8	281,22	60,25	341,48

Tabella 2-8 Stima della producibilità di biogas da allevamenti suinicoli con n°capi>20

2.2 Reflui zootecnici: bovini e bufalini

In questo lavoro si parlerà di settore bovino, salvo specifiche, senza fare una distinzione tra bovino e bufalino; qualora la differenza meritasse rilievo, come nel caso del calcolo delle deiezioni liquide e/o solide, queste differenze saranno opportunamente evidenziate.

Il patrimonio bovino e bufalino italiano risulta concentrato in poche regioni italiane (Lombardia, Veneto, Piemonte ed Emilia Romagna) con la Lombardia (1,6 milioni di capi) che detiene da sola il primato essendo in essa concentrato quasi un quarto dell'intero patrimonio nazionale (6,4 milioni di capi), segue il Veneto con il 14%, il Piemonte con il 13% e l'Emilia con 9%.

Fonte: BDN – IZS, Teramo 2006

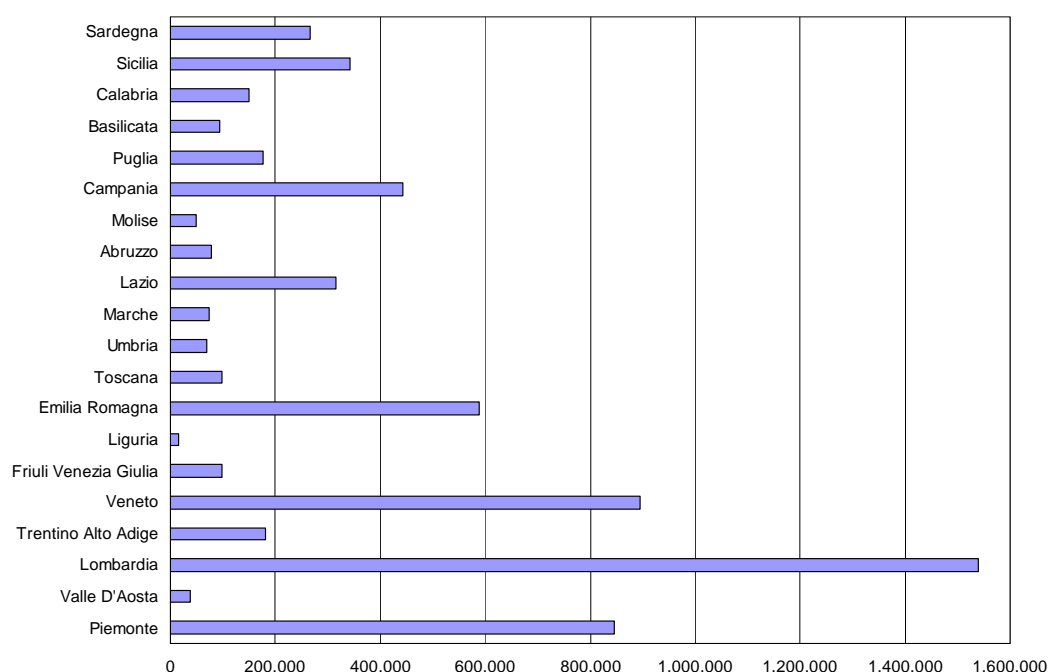


Figura 2-10 Numero capi per regione

Al 2006 si registrano circa 160.000 aziende bovine e la maggiore concentrazione si ha nelle regioni centro-meridionali (Figura 2-11) caratterizzate, come accade anche per gli allevamenti suinicoli, da un elevato numero di aziende di dimensioni molto ridotte.

Questa caratteristica strutturale del settore è resa evidente dall'analisi per classi di capi (Figura 2-12) che segue.

La distribuzione secondo la dimensione aziendale evidenzia, infatti, che sussiste un elevatissimo numero di piccole aziende, quasi esclusivamente a conduzione familiare, che allevano fino ad un massimo di 20 capi bovini.

Fonte: BDN – IZS, Teramo 2006

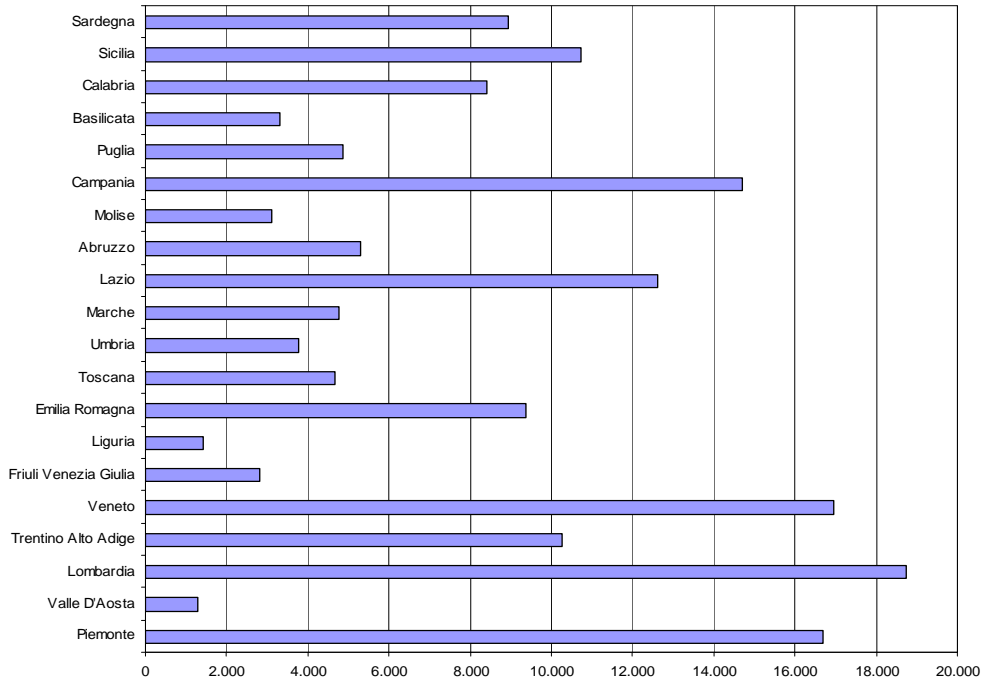


Figura 2-11 Numero aziende per regione

Fonte: BDN – IZS, Teramo 2006

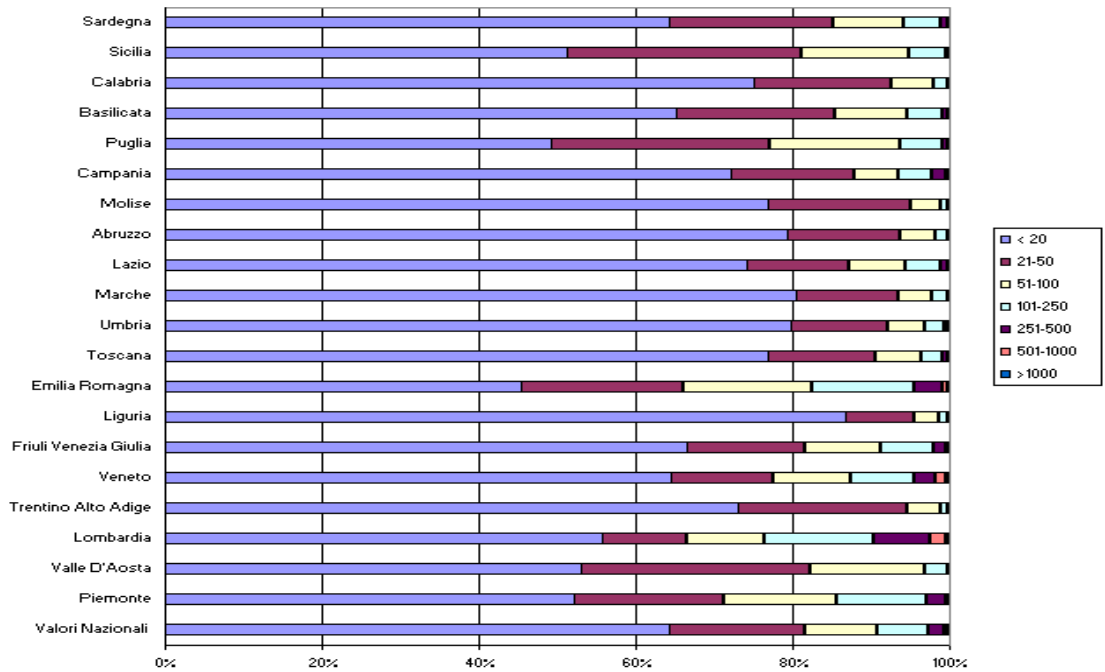


Figura 2-12 Percentuali di aziende bovine e bufaline per classi di capi

Fonte: BDN – IZS, Teramo 2006

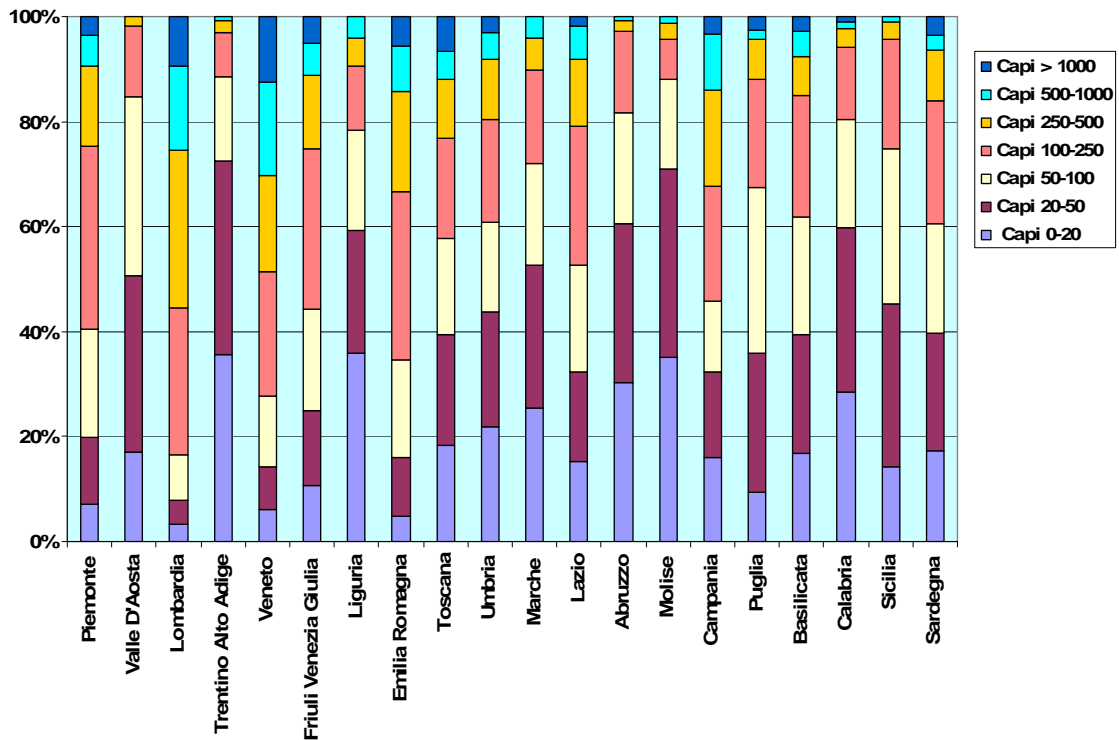


Figura 2-13 Distribuzione capi in allevamenti divisi per “classe di capi”

Dalla Figura 2-13 si evince che, al contrario di quanto osservato per le aziende, il numero di capi totali presente nelle singole regioni è concentrato per lo più in aziende medie. Si osserva che poco più del 60% dell'intero patrimonio bovino è concentrato in aziende con almeno 100 capi, cosa questa, che rende i reflui del comparto bovino molto interessanti ai fini del presente studio.

2.2.1 Analisi delle fonti e banche dati

Le principali fonti di dati disponibili per il settore bovino e bufalino sono, fondamentalmente, le stesse disponibili per il settore suinicolo: le indagini statistiche sulla zootecnia fornite dall'ISTAT [A] e la banca dati nazionale (BDN) dell'anagrafe zootecnica gestita dall'Istituto Zooprofilattico di Teramo (IZS) [1]. Anche per il settore bovino non sono state prese in considerazione altre banche, come quelle delle associazioni di categoria, in quanto, come detto, non rispondono alle esigenze di completezza ed ufficialità dei dati richieste dall'indagine.

Le diverse fonti di dati sono state analizzate e confrontate preliminarmente con l'obiettivo di individuare quella o quelle che consentono di rispondere nel modo più completo ed accurato

possibile alle richieste specifiche dello studio: l'anno di riferimento, il 2006 ed il livello di dettaglio provinciale.

Fonte	Dettaglio territoriale	Anno/i di riferimento	Dettaglio informativo
ISTAT – Censimenti	comunale	1990, 2000	Per categorie, per classi di capi
ISTAT – SPA	regionale	2003, 2005, 2007	Per classi di capi
ISTAT – Indagini congiunturali	regionale	2002-2007	Per categorie, solo consistenza bestiame
BDN	comunale	2005-2008	Puntuale

Tabella 2-9 Confronto tra le fonti di dati disponibili per il settore bovino e bufalino

Si è scelto di utilizzare la BDN con riferimento all'anno 2006 per quanto riguarda la consistenza degli allevamenti bovini, mentre per il calcolo delle deiezioni si farà riferimento a parametri riportati nel lavoro prodotto dall'ISTAT nel 2006 dal titolo "Waste statistics on agriculture, forestry and fishing sectors" [2].

La BDN-IZS per ogni azienda riporta:

- Regione e provincia di appartenenza;
- Data di riferimento all'ultimo censimento effettuato;
- Denominazione e codice ASL di appartenenza;
- Comune, località, indirizzo e C.A.P. dell'allevamento;
- Specie allevata;
- Data di inizio e fine attività;
- Tipologia di allevamento;
- Orientamento produttivo;
- Numero di capi divisi per classi di età.

2.2.2 Metodologia Applicata

La stima del potenziale energetico traibile dalle deiezioni bovine è stata realizzata applicando lo schema di flusso seguente alle singole province:

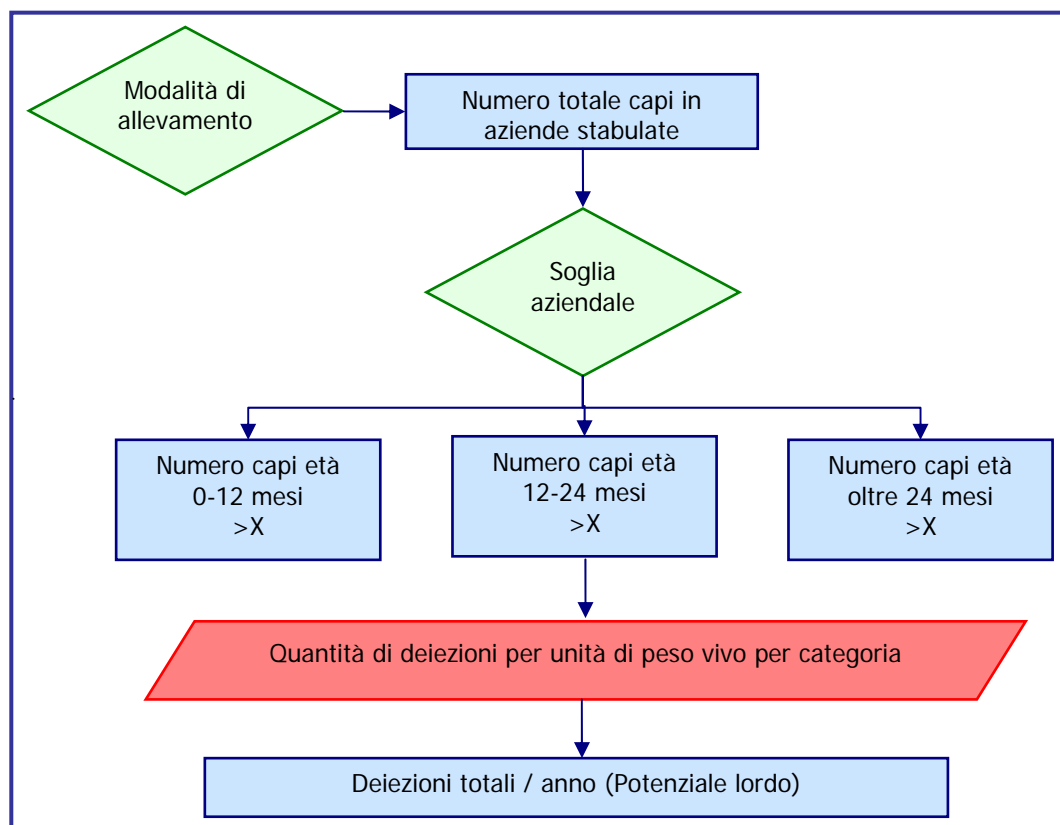


Figura 2-14 Schema di flusso per la stima del potenziale lordo di reflui bovini valorizzabile energeticamente

Per quanto riguarda la **modalità di allevamento** verranno prese in esame solo le aziende per le quali dal database IZS è possibile dedurre una modalità di tipo stabulato, essendo l'unica dalla quale si ha la certezza di poter predisporre una raccolta sistematica delle deiezioni.

Verranno pertanto escluse dal calcolo tutte quelle aziende per le quali la modalità di allevamento adottata sia quella "allo stato brado" e "allo stato semi-brado" e/o non meglio specificata.

Si è fatto uso, anche in questo caso di un foglio di lavoro Excel, nel quale per ogni provincia è stato riportata in forma sintetica una "fotografia" dello stato dell'arte, indicando il numero di aziende (suddivise per classe dimensionale) ed il rispettivo numero di capi (suddiviso per classi di età).

Per quanto riguarda il discorso sulla "soglia aziendale", bisogna fare alcune considerazioni.

Nel seguito si riporterà il quantitativo di deiezioni producibile dall'intero comparto bovino-bufalino, ma ovviamente questo rappresenterà un potenziale del tutto teorico e quindi poco realistico, nel senso che verranno incluse nel calcolo tutte le aziende censite.

Naturalmente nella pratica sarà impossibile predisporre un meccanismo sistematico di raccolta deiezioni da aziende con poche unità di capi.

Volendo rendere il potenziale più vicino alla realtà, si è scelto di ricalcolarlo imponendo una soglia aziendale minima applicando una metodologia del tutto simile a quella messa a punto per il comparto suinicolo.

Ipotizzando una produzione media di biogas al giorno per ogni capo si desume che volendo valorizzare energeticamente il biogas prodotto dalle deiezioni bovine, per produrre 1 kWe si necessita di almeno 10 capi.

Da un'analisi delle tecnologie esistenti sembra ragionevole considerare come taglia minima di energia producibile quella di 40 kWe. Per poter produrre i 40 kWe serviranno almeno 400 capi bovini.

Dato l'elevato grado di dispersione degli allevamenti sul territorio nazionale, eliminare dal conteggio tutti gli allevamenti con un numero di capi inferiore a 400 fa diminuire bruscamente il potenziale.

Questo fornisce un'idea, però, dell'enorme quantità di biogas che nell'ipotesi precedente (considerare tutte le aziende) si era considerata nel potenziale, ma che in realtà non sarebbe mai stato possibile valorizzare.

Come insegna l'esperienza di molti paesi esperti nell'utilizzo delle biomasse non è possibile fare dei ragionamenti standard e applicarli allo stesso modo in ogni contesto. Quando si parla di biomasse bisogna contestualizzare obbligatoriamente l'analisi. L'orientamento dell'utilizzo di questa fonte di energia rinnovabile è certamente quello della codigestione tra biomasse di origine diversa. In quest'ottica anche allevamenti che non rispondono alla soglia minima imposta dalla convenienza economica di valorizzazione energetica possono risultare interessanti. Si può ipotizzare, ad esempio, una riunione in consorzi tra più allevamenti o tra più impianti che trattano biomasse di origine diversa.

Per non rendere nuovamente irrealistico il potenziale stimato, si considerano due ipotesi di taglio aziendale:

- 500 capi per potenziale reale;
- 250 capi nell’ottica di codigestione e/o consorzi.

Nel foglio di lavoro verrà indicata accanto ad ognuna delle categorie il quantitativo stimato di deiezioni solide e liquide prodotte da animali suddivisi per specie e categoria per unità di peso vivo.

Come si evince dalle tabelle non c’è differenza di **deiezioni liquide** tra bestiame da latte e non, mentre la differenza di produzione di deiezioni solide tra animali da latte e altri è poco significativa quindi si è ritenuto opportuno utilizzare un parametro unico suddiviso per età.

Convertendo le unità di misura in maniera congrua al tipo di biomassa considerato e moltiplicando per il peso medio a seconda della categoria di età si sono ottenuti i parametri di conversione utilizzati per il foglio di lavoro.

Parametri di calcolo

Per il calcolo delle deiezioni si è fatto riferimento ai parametri utilizzati in un recente studio prodotto dall’ISTAT (2006) dal titolo “Waste statistics on agriculture, forestry and fishing sectors”. Per il calcolo delle deiezioni da **capi bovini**, l’ISTAT utilizza una suddivisione in tre categorie in base al peso medio, per ciascuna delle quali fornisce valori di produzione di deiezioni liquide e solide per peso vivo al giorno.

Fonte: ISTAT - Waste statistics on agriculture, forestry and fishing sectors

Categorie ISTAT	Peso medio (kg)	Deiezioni liquide (l / 100 kg peso v. giorno)	Deiezioni solide (kg s.s / 100 kg peso v.giorno)
0-12 mesi	200	5,3	0,66
12-24 mesi	400	6,8	0,82
24 mesi in su	650	8,2	1,05

Tabella 2-10 Parametri per il calcolo delle deiezioni bovine liquide e solide

Per il calcolo delle deiezioni da **capi bufalini**, nel lavoro svolto dall’ISTAT il parametro discriminante non è fornito dall’età bensì dal fatto che alcuni capi sono “da latte” mentre altri no. I parametri relativi alla classe bufalina “da latte” sono perfettamente identici a quelli utilizzati per i bovini di età superiore ai 24 mesi, per le altre categorie di bufali sono riportati valori compresi in media tra quelli relativi a bovini di età < 12 mesi e bovini di età compresa tra i 12 e i 24 mesi. Si è scelto di attribuire ai bufali di età > 24 mesi i parametri relativi a quelli “da latte”, mentre, per i bufali di età < 24 mesi sono stati attribuiti valori corrispondenti ad “altri bufali” (e cioè non “da latte”).

Fonte: ISTAT - Waste statistics on agriculture, forestry and fishing sectors

Categorie ISTAT	Peso medio (kg)	Deiezioni liquide (l / 100 kg peso v. giorno)	Deiezioni solide (kg s.s / 100 kg peso v.giorno)
0-12 mesi	300	5,6	0,74
12-24 mesi	300	5,6	0,74
24 mesi in su	650	8,2	1,05

Tabella 2-11– Parametri per il calcolo delle deiezioni bufaline liquide e solide

2.2.3 Organizzazione del database

Dopo diverse strutture adottate si è convenuto ad un file Excel con la seguente architettura:

- ogni riga presenta una provincia con il relativo codice provinciale ISTAT, riferimento geografico corrispondente;
- le colonne sono divise in macrovoci relative al totale capi in funzione della dimensione delle aziende imposte come soglia minima.

All'interno di ogni macrovoce sono state inserite tre categorie che corrispondono alle 3 fasce di età più una categoria che corrisponde alla somma. Le categorie sono state alla fonte suddivise dall'anagrafe bovina e sono necessarie per ottenere un calcolo più preciso del liquame, dato che i parametri sono significativamente diversi per le 3 categorie ma sufficienti a non individuarne ulteriori.

Affianco al numero di capi per categoria sono calcolate tramite i parametri del foglio successivo sia deiezioni liquide che solide separatamente. Successivamente saranno rese omogenee per il calcolo del biogas.

All'interno di ogni macrovoce verranno mantenuti distinti i calcoli di deiezione per i bufali e per i bovini, le cui deiezioni verranno poi sommate nella colonna adiacente.

Si riporta a titolo di esempio una sezione del database che si è preferito dividere nelle tre tabelle seguenti per rendere facilmente leggibili i valori.

La prima elaborazione (Tabella 2-12) riporta per ciascuna regione il numero di aziende zootecniche (di bovini e bufalini) e la relativa somma cumulata di tutti i capi ad esse appartenenti. Si riporta inoltre una stima del potenziale delle deiezioni liquide e solide e la relativa producibilità di biogas ottenibile dalle stesse.

Naturalmente tale elaborazione è riportata per lo più a titolo di dimostrativo, poiché risulta difficile immaginare una gestione dei reflui zootecnici con eventuale recupero energetico (mediante DA), per aziende con una soglia dimensionale relativamente piccola. Ma queste rappresentano la base da cui poi sono state dedotte le elaborazioni successive che mostrano il potenziale in questione in funzione delle diverse soglie dimensionali.

Si è ipotizzato dapprima (Tabella 2-13 Tabella 2-12) di escludere dalla stima solo gli allevamenti con una soglia dimensionale minima numero di capi < 20 fornendo anche una stima sul potenziale che viene trascurato secondo le soglie dimensionali imposte.

Si riporta poi, a seguire, il relativo potenziale che viene invece preso in considerazione secondo la soglia dimensionale scelta (Tabella 2-14)

Naturalmente saranno eseguite, attraverso l'implementazione di un foglio di calcolo Excel, le stesse elaborazioni per le seguenti soglie dimensionali, riportate con dettaglio regionale in nell'**allegato tecnico n° 2** – (*"Reflui zootecnici"*) seguendo la stessa logica impostata nell'analisi del comparto suinicolo:

- Classe > 20 Capi
- Classe > 50 Capi
- Classe > 100 Capi
- Classe > 250 Capi
- Classe > 500 Capi
- Classe > 1000 Capi

Fonte: Elaborazioni dati BDN – IZS, Teramo 2006

		Totale Regione												
		n° Aziende	N° capi bovini	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni solide [t/anno]	N° capi bufalini	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni solide [t/anno]	N° capi tot.	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni solide [t/anno]	Biogas da liquame [Nm ³ *10 ⁶ /anno]	Biogas da letame [Nm ³ *10 ⁶ /anno]	Biogas tot [Nm ³ *10 ⁶ /anno]
NORD	Piemonte	16.696	842.863	9.947.659	1.255.046	2.113	29.743	3.830	844.976	9.977.402	1.258.876	140	42	182
	Valle D'Aosta	1.276	37.235	533.644	67.807	0	0	0	37.235	533.644	67.807	7	2	10
	Lombardia	18.755	1.528.438	18.689.313	2.361.272	11.007	156.036	20.090	1.539.445	18.845.349	2.381.362	264	80	344
	Trentino Alto Adige	10.270	181.749	2.672.334	339.446	6	37	5	181.755	2.672.371	339.451	37	11	49
	Veneto	16.944	893.512	8.585.018	1.071.685	2.141	29.049	3.743	895.653	8.614.067	1.075.428	120	36	157
	Friuli Venezia Giulia	2.808	98.064	1.291.474	163.328	1.134	15.680	2.020	99.198	1.307.154	165.348	18	6	24
	Liguria	1.416	16.328	223.166	28.336	17	224	29	16.345	223.390	28.365	3	1	4
	Emilia Romagna	9.357	587.012	8.097.988	1.025.510	1.043	14.975	1.928	588.055	8.112.963	1.027.437	113	35	148
CENTRO	Toscana	4.668	97.651	1.187.524	149.999	867	13.217	1.699	98.518	1.200.741	151.699	17	5	22
	Umbria	3.766	68.451	836.083	105.749	110	1.421	183	68.561	837.503	105.932	12	4	15
	Marche	4.762	72.224	897.152	113.415	705	10.638	1.368	72.929	907.790	114.783	13	4	17
	Lazio	12.608	256.711	3.630.001	460.907	58.028	904.408	116.231	314.739	4.534.409	577.138	63	19	83
SUD	Abruzzo	5.298	78.586	1.024.926	129.927	38	593	76	78.624	1.025.519	130.003	14	4	19
	Molise	3.122	48.599	638.070	80.876	746	11.862	1.524	49.345	649.932	82.400	9	3	12
	Campania	14.701	198.470	2.654.458	336.455	244.756	3.874.967	497.856	443.226	6.529.425	834.310	91	28	119
	Puglia	4.878	169.980	2.380.932	302.451	7.140	112.460	14.450	177.120	2.493.392	316.901	35	11	46
	Basilicata	3.315	93.697	1.329.578	168.975	1.388	19.609	2.525	95.085	1.349.187	171.500	19	6	25
	Calabria	8.412	149.330	2.288.841	291.458	778	12.125	1.558	150.108	2.300.965	293.017	32	10	42
	Sicilia	10.736	341.310	4.639.458	589.100	418	6.174	794	341.728	4.645.632	589.895	65	20	85
	Sardegna	8.945	266.145	3.865.124	491.454	797	12.081	1.553	266.942	3.877.205	493.007	54	17	71
	Valori Nazionali	162.733	6.026.355	75.412.745	9.533.198	333.232	5.225.298	671.463	6.359.587	80.638.043	10.204.660	1.128	344	1.472

Tabella 2-12 Dati relativi al “Potenziale Totale” – dettaglio regionale

Fonte: Elaborazioni dati BDN – IZS, Teramo 2006

		Classe < 20 CAPI									
		Aziende [%reg.]	Capi bovini [%reg.]	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni solide [t/anno]	Capi bufalini [%reg.]	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni solide [t/anno]	Capi tot. [%reg.]	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni solide [t/anno]
NORD	Piemonte	52,2	7	765.039	96.839	3	597	78	7	765.636	96.916
	Valle D'Aosta	53,1	17	91.397	11.608	-	0	0	17	91.397	11.608
	Lombardia	55,8	3	639.846	80.766	2	2.363	308	3	642.209	81.074
	Trentino Alto Adige	73,1	36	964.882	122.625	100	37	5	36	964.919	122.630
	Veneto	64,5	6	637.178	79.980	5	1.158	150	6	638.336	80.130
	Friuli Venezia Giulia	66,6	11	143.017	18.098	6	512	67	11	143.529	18.165
	Liguria	86,8	36	78.242	9.921	88	185	24	36	78.427	9.945
	Emilia Romagna	45,5	5	375.467	47.470	7	863	111	5	376.329	47.581
CENTRO	Toscana	76,9	18	210.766	26.569	7	933	120	18	211.699	26.689
	Umbria	79,7	22	170.970	21.596	16	204	26	22	171.174	21.623
	Marche	80,4	26	210.674	26.566	8	622	81	25	211.296	26.646
	Lazio	74,1	18	627.550	79.550	4	32.981	4.241	15	660.530	83.790
SUD	Abruzzo	79,3	30	287.206	36.366	100	593	76	30	287.798	36.442
	Molise	76,8	36	215.994	27.341	6	609	78	35	216.603	27.419
	Campania	72,2	35	874.383	110.631	1	19.339	2.488	16	893.722	113.119
	Puglia	49,3	10	220.783	28.006	2	2.156	278	9	222.939	28.283
	Basilicata	65,2	17	206.918	26.252	3	802	103	17	207.720	26.355
	Calabria	75,0	29	657.570	83.742	7	899	115	28	658.469	83.858
	Sicilia	51,1	14	647.753	82.235	14	749	97	14	648.503	82.332
	Sardegna	64,3	17	707.507	90.076	2	272	35	17	707.779	90.111
Valori Nazionali		64,4	11	8.733.140	1.106.236	1	65.873	8.481	10	8.799.014	1.114.717

Tabella 2-13 Aziende, capi e deiezioni trascurate nell'ipotesi di taglio allevamenti con numero di capi < 20

Fonte: Elaborazioni dati BDN – IZS, Teramo 2006

		Classe >20 CAPI												
		N° aziende	Aziende [%reg.]	N° capi bovini	N° capi bufalini	N° capi tot.	Capi tot. [%reg.]	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni liquide [%reg.]	Deiezioni solide [t/anno]	Deiezioni solide [%reg.]	Biogas da liquame [Nm ³ *10 ⁶ /anno]	Biogas da letame [Nm ³ *10 ⁶ /anno]	Biogas tot [Nm ³ *10 ⁶ /anno]
NORD	Piemonte	7.978	47,8	782.953	2.046	784.999	92,9	9.211.766	92,3	1.161.960	92,3	129	39	168
	Valle D'Aosta	598	46,9	30.854	0	30.854	82,9	442.247	82,9	56.199	82,9	6	2	8
	Lombardia	8.295	44,2	1.476.780	10.739	1.487.519	96,6	18.203.140	96,6	2.300.288	96,6	255	78	332
	Trentino Alto Adige	2.763	26,9	117.172	0	117.172	64,5	1.707.453	63,9	216.821	63,9	24	7	31
	Veneto	6.013	35,5	839.115	2.039	841.154	93,9	7.975.731	92,6	995.299	92,5	112	34	145
	Friuli Venezia Giulia	939	33,4	87.546	1.070	88.616	89,3	1.163.625	89,0	147.183	89,0	16	5	21
	Liguria	187	13,2	10.460	2	10.462	64,0	144.963	64,9	18.420	64,9	2	1	3
	Emilia Romagna	5.102	54,5	558.060	974	559.034	95,1	7.736.634	95,4	979.856	95,4	108	33	141
CENTRO	Toscana	1.079	23,1	79.749	804	80.553	81,8	989.042	82,4	125.010	82,4	14	4	18
	Umbria	765	20,3	53.413	92	53.505	78,0	666.329	79,6	84.309	79,6	9	3	12
	Marche	932	19,6	53.737	647	54.384	74,6	696.494	76,7	88.136	76,8	10	3	13
	Lazio	3.261	25,9	210.487	55.852	266.339	84,6	3.873.879	85,4	493.348	85,5	54	17	71
SUD	Abruzzo	1.097	20,7	54.914	0	54.914	69,8	737.721	71,9	93.561	72,0	10	3	13
	Molise	723	23,2	31.307	701	32.008	64,9	433.329	66,7	54.981	66,7	6	2	8
	Campania	4.088	27,8	129.265	243.438	372.703	84,1	5.635.703	86,3	721.191	86,4	79	24	103
	Puglia	2.473	50,7	153.498	6.984	160.482	90,6	2.270.454	91,1	288.618	91,1	32	10	41
	Basilicata	1.152	34,8	77.809	1.342	79.151	83,2	1.141.467	84,6	145.145	84,6	16	5	21
	Calabria	2.100	25,0	106.601	727	107.328	71,5	1.642.496	71,4	209.159	71,4	23	7	30
	Sicilia	5.245	48,9	293.054	361	293.415	85,9	3.997.129	86,0	507.563	86,0	56	17	73
	Sardegna	3.197	35,7	220.102	783	220.885	82,7	3.169.426	81,7	402.896	81,7	44	14	58
Valori Nazionali		57.987	35,6	5.366.876	328.601	5.695.477	89,6	71.839.029	89,1	9.089.943	89,1	1.005	307	1.311

Tabella 2-14 Dati relativi al "Potenziale con soglia dimensionale > 20 capi" – dettaglio regionale

Dall'analisi delle tabelle su riportate si evince che il potenziale totale di produzione di biogas si aggira, per l'Italia intorno a $1,5 \cdot 10^9$ Nm³/anno.

Naturalmente questa cifra ha un significato poco più che simbolico dal momento che per la sua stima si sono considerate intercettabili le deiezioni provenienti dall'intero comparto e cioè prodotte dalla totalità dei capi presenti sul territorio nazionale.

Come anticipato nei paragrafi precedenti, per rendere più realistica la stima, si è proceduto imponendo una soglia minima agli allevamenti via via crescente.

Si è potuto così osservare la riduzione del potenziale di biogas legata per l'appunto alle diverse soglie minime considerate.

Seguendo la logica impostata nei primi paragrafi del capitolo, erano state valutate interessanti allo scopo del presente studio le soglie minime di 250 e 500 capi di cui si riportano i dettagli nelle tabelle successive.

Dopo aver illustrato il format utilizzato per la realizzazione del database si riporta, nelle successive tabelle, l'applicazione della metodologia escludendo dal calcolo, per i motivi prima esposti, gli allevamenti con un numero di capi < 250 (Tabella 2-15 e Tabella 2-16).

In Tabella 2-17 e Tabella 2-18 si ripete il calcolo escludendo gli allevamenti con un numero di capi < 500.

Si può osservare come il potenziale nel caso di soglia minima fissata a 250 capi scenda ad un valore pari a $4,2 \cdot 10^6$ Nm³/anno che rappresenta circa il 30% del potenziale totale ma che rappresenta di certo una percentuale del potenziale effettivamente recuperabile.

Per quanto detto in precedenza la convenienza economica di investimento su tale categoria di biomassa è legata ad una soglia minima di 400-500 capi bovini.

Imponendo questa come soglia si è stimato che il potenziale di biogas è pari a $1,76 \cdot 10^6$ Nm³/anno che pur rappresentando appena l'11% del totale, è comunque un valore al quale è legata una realistica possibilità di valorizzazione energetica.

Le elaborazioni svolte su tutte le altre soglie sono riportate in **allegato tecnico n° 2** – (*“Reflui zootecnici: Bovini e Bufalini”*)

Fonte: Elaborazioni dati BDN – IZS, Teramo 2006

		Classe < 250 CAPI									
		Aziende [%prov.]	Capi bovini [%prov.]	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni solide [t/anno]	Capi bufalini [%prov.]	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni solide [t/anno]	Capi tot. (%prov.)	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni solide [t/anno]
NORD	Piemonte	97,1	75	7.897.948	998.700	12	3.248	419	75	7.901.197	999.119
	Valle D'Aosta	99,8	98	528.092	67.109	#DIV/0!	0	0	98	528.092	67.109
	Lombardia	90,4	45	8.946.978	1.131.159	23	34.277	4.416	45	8.981.255	1.135.574
	Trentino Alto Adige	99,9	97	2.607.159	331.247	100	37	5	97	2.607.195	331.251
	Veneto	95,4	51	5.358.624	674.358	20	5.754	742	51	5.364.378	675.100
	Friuli Venezia Giulia	98,0	75	1.004.523	127.202	65	10.004	1.289	75	1.014.527	128.491
	Liguria	99,7	91	200.491	25.452	100	224	29	91	200.715	25.481
Emilia Romagna	95,5	67	5.615.620	712.414	75	11.423	1.470	67	5.627.043	713.884	
CENTRO	Toscana	99,1	77	949.966	120.181	56	7.698	989	77	957.665	121.170
	Umbria	99,3	80	688.482	87.139	100	1.421	183	80	689.902	87.323
	Marche	99,7	90	797.098	100.757	100	10.638	1.368	90	807.736	102.125
	Lazio	98,8	82	3.028.608	384.666	64	593.673	76.271	79	3.622.280	460.937
SUD	Abruzzo	99,9	97	995.762	126.232	100	593	76	97	996.354	126.309
	Molise	99,8	96	618.019	78.351	100	11.862	1.524	96	629.881	79.875
	Campania	97,8	94	2.474.541	313.617	47	1.844.180	236.855	68	4.318.721	550.472
	Puglia	99,0	90	2.161.321	274.574	47	52.542	6.752	88	2.213.863	281.326
	Basilicata	99,1	86	1.130.133	143.628	33	5.866	757	85	1.136.000	144.385
	Calabria	99,8	94	2.166.385	275.903	58	7.881	1.011	94	2.174.266	276.914
	Sicilia	99,6	96	4.450.482	565.180	100	6.174	794	96	4.456.656	565.974
	Sardegna	98,9	84	3.315.512	421.833	51	6.426	826	84	3.321.938	422.658
Valori Nazionali		97,3	68	54.935.746	6.959.704	49	2.613.920	335.775	67	57.549.666	7.295.479

Tabella 2-15 Aziende, capi e deiezioni trascurate nell'ipotesi di taglio allevamenti con numero di capi < 250

Fonte: Elaborazioni dati BDN – IZS, Teramo 2006

		Classe > 250 CAPI												
		N° aziende	Aziende [%reg.]	N° capi bovini	N° capi bufalini	N° capi tot.	Capi tot. [%reg.]	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni liquide [%reg.]	Deiezioni solide [t/anno]	Deiezioni solide [%reg.]	Biogas da liquame [Nm ³ *10 ⁶ /anno]	Biogas da letame [Nm ³ *10 ⁶ /anno]	Biogas tot [Nm ³ *10 ⁶ /anno]
NORD	Piemonte	487	2,9	207.617	1.857	209.474	24,8	2.076.206	20,8	259.757	20,6	29	9	38
	Valle D'Aosta	2	0,2	620	0	620	1,7	5.552	1,0	698	1,0	0	0	0
	Lombardia	1.807	9,6	844.400	8.524	852.924	55,4	9.864.094	52,3	1.245.788	52,3	138	42	180
	Trentino Alto Adige	14	0,1	5.433	0	5.433	3,0	65.176	2,4	8.200	2,4	1	0	1
	Veneto	776	4,6	433.751	1.711	435.462	48,6	3.249.689	37,7	400.328	37,2	45	14	59
	Friuli Venezia Giulia	56	2,0	24.560	402	24.962	25,2	292.627	22,4	36.857	22,3	4	1	5
	Liguria	4	0,3	1.521	0	1.521	9,3	22.675	10,2	2.884	10,2	0	0	0
	Emilia Romagna	419	4,5	195.379	260	195.639	33,3	2.485.921	30,6	313.553	30,5	35	11	45
CENTRO	Toscana	44	0,9	22.335	385	22.720	23,1	243.076	20,2	30.529	20,1	3	1	4
	Umbria	28	0,7	13.508	0	13.508	19,7	147.601	17,6	18.610	17,6	2	1	3
	Marche	16	0,3	7.472	0	7.472	10,2	100.053	11,0	12.657	11,0	1	0	2
	Lazio	155	1,2	45.280	20.638	65.918	20,9	912.129	20,1	116.201	20,1	13	4	17
SUD	Abruzzo	7	0,1	2.207	0	2.207	2,8	29.165	2,8	3.694	2,8	0	0	1
	Molise	5	0,2	2.099	0	2.099	4,3	20.051	3,1	2.525	3,1	0	0	0
	Campania	320	2,2	12.368	130.598	142.966	32,3	2.210.704	33,9	283.838	34,0	31	10	40
	Puglia	49	1,0	17.499	3.775	21.274	12,0	279.530	11,2	35.575	11,2	4	1	5
	Basilicata	29	0,9	13.367	931	14.298	15,0	213.187	15,8	27.115	15,8	3	1	4
	Calabria	18	0,2	8.508	327	8.835	5,9	126.699	5,5	16.102	5,5	2	1	2
	Sicilia	42	0,4	14.694	0	14.694	4,3	188.976	4,1	23.920	4,1	3	1	3
	Sardegna	96	1,1	42.454	390	42.844	16,0	555.267	14,3	70.349	14,3	8	2	10
Valori Nazionali		4.374	2,7	1.915.072	169.798	2.084.870	32,8	23.088.377	28,6	2.909.181	28,5	323	98	421

Tabella 2-16 Aziende, capi e deiezioni considerate nell'ipotesi di taglio allevamenti < 250 capi

Fonte: Elaborazioni dati BDN – IZS, Teramo 2006

		Classe < 500 CAPI									
		Aziende [%prov.]	Capi bovini [%prov.]	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni solide [t/anno]	Capi bufalini [%prov.]	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni solide [t/anno]	Capi tot. (%prov.)	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni solide [t/anno]
NORD	Piemonte	99,5	91	9.287.232	1.173.169	27	8.027	1.034	91	9.295.259	1.174.203
	Valle D'Aosta	100,0	100	533.644	67.807	#DIV/0!	0	0	100	533.644	67.807
	Lombardia	97,5	75	14.745.500	1.864.410	43	66.415	8.553	75	14.811.915	1.872.963
	Trentino Alto Adige	100,0	99	2.659.407	337.832	100	37	5	99	2.659.444	337.836
	Veneto	98,2	70	6.694.535	840.266	52	15.191	1.957	70	6.709.727	842.223
	Friuli Venezia Giulia	99,5	89	1.174.934	148.729	100	15.680	2.020	89	1.190.614	150.749
	Liguria	99,9	96	213.738	27.141	100	224	29	96	213.962	27.170
Emilia Romagna	99,0	86	7.163.020	908.540	100	14.975	1.928	86	7.177.995	910.468	
CENTRO	Toscana	99,8	88	1.084.531	137.196	100	13.217	1.699	88	1.097.748	138.895
	Umbria	99,8	92	785.683	99.395	100	1.421	183	92	787.104	99.579
	Marche	99,9	96	853.073	107.818	100	10.638	1.368	96	863.711	109.186
	Lazio	99,7	93	3.385.687	429.928	87	795.818	102.254	92	4.181.505	532.182
SUD	Abruzzo	100,0	99	1.017.611	128.998	100	593	76	99	1.018.204	129.074
	Molise	100,0	99	635.395	80.543	100	11.862	1.524	99	647.256	82.067
	Campania	99,4	96	2.529.889	320.624	78	3.063.820	393.553	86	5.593.709	714.176
	Puglia	99,9	96	2.316.710	294.313	85	96.475	12.395	96	2.413.185	306.708
	Basilicata	99,8	92	1.223.165	155.455	100	19.609	2.525	92	1.242.774	157.980
	Calabria	100,0	98	2.238.232	285.032	100	12.125	1.558	98	2.250.357	286.590
	Sicilia	99,9	99	4.593.166	583.240	100	6.174	794	99	4.599.339	584.034
	Sardegna	99,8	94	3.671.733	467.019	100	12.081	1.553	94	3.683.815	468.572
Valori Nazionali		99,3	85	66.806.888	8.457.456	79	4.164.381	535.008	84	70.971.269	8.992.464

Tabella 2-17 Aziende, capi e deiezioni trascurate nell'ipotesi di taglio allevamenti con numero di capi < 500

Fonte: Elaborazioni dati BDN – IZS, Teramo 2006

		Classe >500 CAPI												
		N° aziende	Aziende [%reg.]	N° capi bovini	N° capi bufalini	N° capi tot.	Capi tot. [%reg.]	Deiezioni liquide [mc/anno]	Deiezioni liquide [%reg.]	Deiezioni solide [t/anno]	Deiezioni solide [%reg.]	Biogas da liquame [Nm ³ *10 ⁶ /anno]	Biogas da letame [Nm ³ *10 ⁶ /anno]	Biogas tot [Nm ³ *10 ⁶ /anno]
NORD	Piemonte	90	0,5	77.478	1.534	79.012	9,4	682.143	6,8	84.673	6,7	10	3	12
	Valle D'Aosta	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0
	Lombardia	468	2,5	384.698	6.279	390.977	25,4	4.033.434	21,4	508.399	21,3	56	17	74
	Trentino Alto Adige	2	0,0	1.347	0	1.347	0,7	12.927	0,5	1.615	0,5	0	0	0
	Veneto	297	1,8	270.680	1.028	271.708	30,3	1.904.340	22,1	233.205	21,7	27	8	35
	Friuli Venezia Giulia	14	0,5	11.004	0	11.004	11,1	116.540	8,9	14.599	8,8	2	0	2
	Liguria	1	0,1	683	0	683	4,2	9.428	4,2	1.196	4,2	0	0	0
	Emilia Romagna	93	1,0	84.068	0	84.068	14,3	934.968	11,5	116.969	11,4	13	4	17
CENTRO	Toscana	11	0,2	11.668	0	11.668	11,8	102.993	8,6	12.803	8,4	1	0	2
	Umbria	6	0,2	5.497	0	5.497	8,0	50.399	6,0	6.353	6,0	1	0	1
	Marche	4	0,1	2.949	0	2.949	4,0	44.078	4,9	5.597	4,9	1	0	1
	Lazio	36	0,3	18.175	7.554	25.729	8,2	352.905	7,8	44.956	7,8	5	2	6
SUD	Abruzzo	1	0,0	524	0	524	0,7	7.315	0,7	929	0,7	0	0	0
	Molise	1	0,0	635	0	635	1,3	2.676	0,4	333	0,4	0	0	0
	Campania	81	0,6	8.329	53.606	61.935	14,0	935.716	14,3	120.134	14,4	13	4	17
	Puglia	7	0,1	6.769	1.049	7.818	4,4	80.207	3,2	10.193	3,2	1	0	1
	Basilicata	8	0,2	7.209	0	7.209	7,6	106.413	7,9	13.520	7,9	1	0	2
	Calabria	4	0,0	3.557	0	3.557	2,4	50.608	2,2	6.426	2,2	1	0	1
	Sicilia	6	0,1	3.547	0	3.547	1,0	46.292	1,0	5.860	1,0	1	0	1
	Sardegna	19	0,2	17.037	0	17.037	6,4	193.390	5,0	24.435	5,0	3	1	4
Valori Nazionali		1.149	0,7	915.854	71.050	986.904	15,5	9.666.774	12,0	1.212.197	11,9	135	41	176

Tabella 2-18 Aziende, capi e deiezioni considerate nell'ipotesi di taglio allevamenti < 500 capi

Dalla Tabella 2-19 si evince che trascurando dalla stima le aziende con classe dimensionale minima (>20 capi), sono tagliate fuori un gran numero di aziende (a testimonianza del fatto che in Italia prevale in tale settore una gestione su piccola scala) pari a circa il 64% delle aziende italiane totali.

D'altra parte però questo comporta l'esclusione di solo il 10% dei capi totali (a livello nazionale), quindi, ai fini del presente studio (stima della producibilità di biogas dalle deiezioni zootecniche), questo "taglio" non incide significativamente.

Si può notare che all'aumentare della soglia dimensionale minima imposta (ossia trascurando le aziende con classe dimensionale sempre più ampia) si assiste ad una brusca diminuzione anche del numero di capi presente in ogni regione, incidendo quindi in modo sempre più significativo sulla stima finale (vedi Figura 2-13)

Per completare il quadro descrittivo del comparto bovini bufalino si procede ad un'ulteriore elaborazione (Tabella 2-20) che mostra la consistenza totale di capi bovini e bufalini divisi per regione.

Si nota, come era facile aspettarsi, che la quasi totalità di capi bufalini presenti sul territorio nazionale è concentrata in due regioni, Campania e Lazio, mentre nelle altre regioni italiane la loro consistenza è davvero molto limitata.

La Campania, con la presenza di circa 244.000 bufali, è la regione a cui spetta un indiscusso primato, infatti in essa sono concentrati quasi il 74% di tutti i capi bufalini presenti in Italia.

Il Lazio è l'unica regione, dopo la Campania in cui esiste una quota rilevante di capi bufalini (circa 57.000) pari a poco più del 16 %.

Campania e Lazio nel totale detengono circa il 91% dell'intero patrimonio bufalino nazionale, mentre, oltre alla Lombardia, in cui sono allevati circa 11.000 bufali, e alla Puglia, in cui tale valore scende a 7.000, nelle altre regioni il numero capi bufalini presenti difficilmente supera il migliaio.

Fonte: Elaborazioni dati BDN – IZS, Teramo 2006

		Capi tot.	N° capi 0-20		N° capi 20-50		N° capi 50-100		N° capi 100-250		N° capi 250-500		N° capi 500-1000		N° capi > 1000	
			n°	% reg	n°	% reg	n°	% reg	n°	% reg	n°	% reg	n°	% reg	n°	% reg
Valori Nazionali		6.359.587	664.110	10	917.768	14	1.060.301	17	1.632.538	26	1.097.966	17	615.591	10	371.313	6
NORD	Piemonte	844.976	59.977	7	107.363	13	173.615	21	294.547	35	130.462	15	49.773	6	29.239	3
	Valle D'Aosta	37.235	6.381	17	12.459	33	12.728	34	5.047	14	620	2	0	0	0	0
	Lombardia	1.539.445	51.926	3	68.742	4	135.156	9	430.697	28	461.947	30	247.542	16	143.435	9
	Trentino Alto Adige	181.755	64.583	36	67.413	37	28.717	16	15.609	9	4.086	2	1.347	1	0	0
	Veneto	895.653	54.499	6	74.162	8	119.505	13	212.025	24	163.754	18	159.396	18	112.312	13
	Friuli Venezia Giulia	99.198	10.582	11	14.182	14	19.274	19	30.198	30	13.958	14	6.000	6	5.004	5
	Liguria	16.345	5.883	36	3.796	23	3.123	19	2.022	12	838	5	683	4	0	0
	Emilia Romagna	588.055	29.021	5	65.638	11	109.369	19	188.388	32	111.571	19	50.717	9	33.351	6
CENTRO	Toscana	98.518	17.965	18	20.818	21	18.194	18	18.821	19	11.052	11	5.084	5	6.584	7
	Umbria	68.561	15.056	22	14.888	22	11.831	17	13.278	19	8.011	12	3.368	5	2.129	3
	Marche	72.929	18.545	25	19.847	27	14.184	19	12.881	18	4.523	6	2.949	4	0	0
	Lazio	314.739	48.400	15	53.647	17	64.009	20	82.765	26	40.189	13	19.951	6	5.778	2
SUD	Abruzzo	78.624	23.710	30	23.984	31	16.595	21	12.128	15	1.683	2	524	1	0	0
	Molise	49.345	17.337	35	17.650	36	8.432	17	3.827	8	1.464	3	635	1	0	0
	Campania	443.226	70.523	16	72.368	16	60.007	14	97.362	22	81.031	18	46.753	11	15.182	3
	Puglia	177.120	16.638	9	46.737	26	56.109	32	36.362	21	13.456	8	3.093	2	4.725	3
	Basilicata	95.085	15.934	17	21.447	23	21.465	23	21.941	23	7.089	7	4.460	5	2.749	3
	Calabria	150.108	42.780	28	46.832	31	31.176	21	20.485	14	5.278	4	2.055	1	1.502	1
	Sicilia	341.728	48.313	14	106.191	31	100.947	30	71.583	21	11.147	3	3.547	1	0	0
	Sardegna	266.942	46.057	17	59.604	22	55.865	21	62.572	23	25.807	10	7.714	3	9.323	3

Tabella 2-19 Numero capi divisi per regione e per taglia di allevamento

Fonte: Elaborazioni dati BDN – IZS, Teramo 2006

		N° capi bovini	N° capi bufalini
Valori Nazionali		6.026.355	333.232
NORD	Piemonte	842.863	2.113
	Valle D'Aosta	37.235	0
	Lombardia	1.528.438	11.007
	Trentino Alto Adige	181.749	6
	Veneto	893.512	2.141
	Friuli Venezia Giulia	98.064	1.134
	Liguria	16.328	17
	Emilia Romagna	587.012	1.043
CENTRO	Toscana	97.651	867
	Umbria	68.451	110
	Marche	72.224	705
	Lazio	256.711	58.028
SUD	Abruzzo	78.586	38
	Molise	48.599	746
	Campania	198.470	244.756
	Puglia	169.980	7.140
	Basilicata	93.697	1.388
	Calabria	149.330	778
	Sicilia	341.310	418
	Sardegna	266.145	797

Tabella 2-20 Numero capi bovini e bufalini totali divisi per regione

3 Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani

La direzione strategica verso cui si muove il sistema di gestione dei rifiuti è il miglioramento alla fonte della qualità delle matrici riutilizzabili e la riduzione della quantità dei rifiuti prodotti. Ciò al fine di contenere l'impatto sulla salute umana e l'ambiente e permettere di sviluppare le più appropriate tecnologie di trattamento.

Questo approccio comporta inevitabilmente considerazioni sulle fonti di energia utilizzabili ed il loro riflesso sull'ambiente attraverso un'ampia visione che non si limiti al bilancio locale o addirittura dell'impianto specifico, ma che consideri l'analisi dell'intero ciclo di vita dei materiali utilizzati.

Irrinunciabilmente, quindi, la strategia passa per quella che è ormai prassi dovuta per legge: la raccolta differenziata, il riciclaggio e la valorizzazione delle risorse seconde.

In questo contesto potrà assumere una funzione sempre più importante il trattamento della frazione organica dei rifiuti mediante digestione anaerobica, che consente di abbinare il recupero di materia al recupero di energia.

L'applicazione della digestione anaerobica al trattamento dei rifiuti consente sia di produrre, attraverso il trattamento aerobico del fango digerito, un residuo stabilizzato impiegabile come ammendante organico in agricoltura o per ripristini ambientali, sia di conseguire un notevole recupero energetico, attraverso l'utilizzo del biogas prodotto.

L'aspetto del recupero energetico è senza dubbio quello più interessante, in quanto il biogas prodotto, costituito per la maggior parte da metano (circa il 50-60%), ha un elevato potere calorifico (4000-5000 kcal/Nm³) e pertanto può essere convenientemente convertito in quasi tutte le forme di energia utili: calore, elettricità e cogenerazione (produzione congiunta di elettricità e calore).

Lo scopo del presente paragrafo è quello di realizzare quindi un censimento delle biomasse prodotte dal settore dei rifiuti urbani, in particolare dalla frazione organica, mostrando così la disponibilità di tale biomassa sul territorio italiano (implementando un database che fornisca valori a livello regionale) allo scopo di poter individuare, in definitiva, le possibili catene energetiche, le quali potrebbero avere ricadute economiche, sociali ed ambientali sul territorio stesso.

Saranno dapprima illustrate le fonti consultate esplicitando le relative criticità incontrate così da fornire una valutazione sull'affidabilità dei dati elaborati; seguirà la spiegazione della metodologia utilizzata per le elaborazioni dei dati e per la conversione energetica delle stesse.

3.1 Individuazione delle fonti e analisi delle banche dati

Fonte consultata:

- APAT – Rapporto Rifiuti 2007 (e confronto con le edizioni precedenti 2002 – 2006) [3].

I dati ricavati dal Rapporto Rifiuti sono frutto di un complesso lavoro di acquisizione, elaborazione e validazione, effettuato dall' APAT, attraverso la predisposizione e l'invio di appositi questionari ai soggetti pubblici e privati che, a vario titolo, detengono informazioni relative al settore.

Decisiva, in tal senso, è la collaborazione che da anni si è instaurata tra l'APAT e le Agenzie regionali e provinciali per la protezione dell'ambiente, le Regioni, le Province, gli Osservatori provinciali sui Rifiuti, i Commissari per le emergenze rifiuti, il sistema CONAI, i consorzi di filiera e le associazioni di categoria. Anche le singole Aziende municipalizzate di gestione dei servizi di igiene urbana e i gestori degli impianti di trattamento di rifiuti urbani o speciali, in molti casi, hanno fornito le informazioni necessarie a completare il quadro di riferimento.

Non possono, infine, non citarsi, quali indispensabili fonti di informazione, soprattutto per i rifiuti speciali, le dichiarazioni MUD effettuate, annualmente, dai produttori e gestori dei rifiuti.

3.1.1 Analisi dell'affidabilità dei dati

Si evidenzia che, nonostante l'utilizzo di una metodologia ritenuta dall'APAT ormai consolidata, si è rilevato, salvo rare eccezioni, un ulteriore rallentamento del flusso di informazioni rispetto a quello già evidenziato nei precedenti anni ed i dati pervenuti sono risultati spesso incompleti. In alcuni casi si è, addirittura, riscontrata una assenza totale di informazione.

Per sopperire a tali carenze l'APAT ha dovuto far, quindi, ricorso, in più casi, alla banca dati MUD 2007 (dati 2006) messa a disposizione da Unioncamere che, sebbene disponibile solo in forma provvisoria e quindi incompleta, ha consentito, comunque, di desumere i dati di produzione e di raccolta differenziata per un numero consistente di comuni per i quali non è stato possibile ottenere alcuna informazione per altra via.

In particolare l'utilizzo della banca dati MUD si è reso necessario per l'integrazione dei dati o per l'elaborazione completa delle informazioni relative ai comuni rientranti nei seguenti territori

provinciali: Perugia, Terni, Viterbo, Rieti, Roma, Latina, Teramo, Pescara, L'Aquila, Caserta, Benevento, Napoli, Avellino, Salerno, Taranto, Lecce, Matera, Catanzaro, Reggio Calabria, Trapani, Palermo, Messina, Agrigento, Caltanissetta, Enna, Catania, Ragusa e Siracusa.

Per quanto riguarda, invece, i comuni per i quali non è stato possibile ottenere alcuna informazione, attraverso questionari, contatti diretti ed elaborazioni MUD, i dati sono stati stimati da APAT utilizzando il metodo messo a punto dall'Agenzia per la predisposizione dei precedenti Rapporti, basato sui coefficienti medi di produzione pro capite, applicati secondo criteri di stratificazione in funzione della provincia di appartenenza e della fascia di popolazione.

3.2 Metodologia di elaborazione dati

L'obiettivo dell'indagine è quantificare la disponibilità della frazione organica provenienti dalla raccolta differenziata e dal rifiuto indifferenziato, valutando il loro possibile impiego in processi di digestione anaerobica per la produzione di biogas.

Si è seguita la seguente metodologia:

- individuazione della produzione totale del rifiuto urbano prodotto all'anno 2006 con dettaglio regionale;
- individuazione della quota del rifiuto urbano prodotto dalla raccolta differenziata a livello regionale;
- valutazione della percentuale di sostanza organica proveniente da raccolta differenziata e stima della stessa dal rifiuto indifferenziato;
- calcolo della producibilità di biogas per le due aliquote considerate;
- tabelle riassuntive.

Si riporta di seguito lo schema di flusso utilizzato per la stima della producibilità di biogas da RSU. E' uno schema che sintetizza le fonti utilizzate, le operazioni che sono state svolte per giungere a tale stima e i parametri caratteristici utili allo scopo.

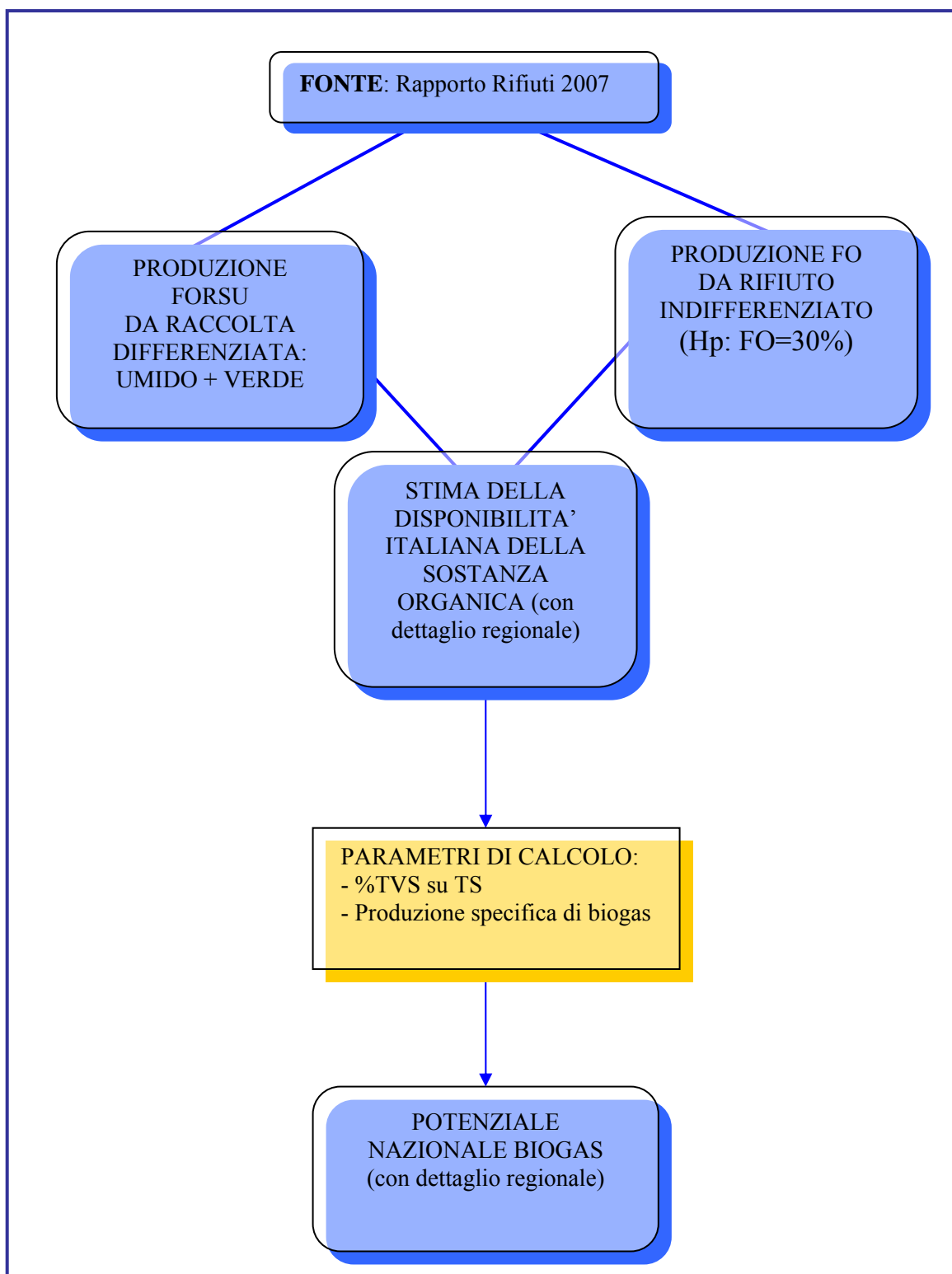


Figura 3-1 Schema di flusso per produzione biogas da RSU

3.2.1 Produzione dei rifiuti urbani e raccolta differenziata

La produzione dei rifiuti urbani, nel 2006, registra un ulteriore aumento di 2,7% (quasi 860 mila tonnellate) rispetto all'anno precedente, raggiungendo 32,5 milioni di tonnellate, ed un pro capite di circa 550 kg/abitante per anno (11 kg/abitante per anno in più rispetto al 2005).

L'aumento più consistente, a differenza di quanto riscontrato nelle precedenti rilevazioni, si osserva per il nord Italia la cui produzione cresce del 3% circa, a fronte di incrementi, per il Centro ed il Sud, rispettivamente pari all'1,8% ed al 2,9% circa.

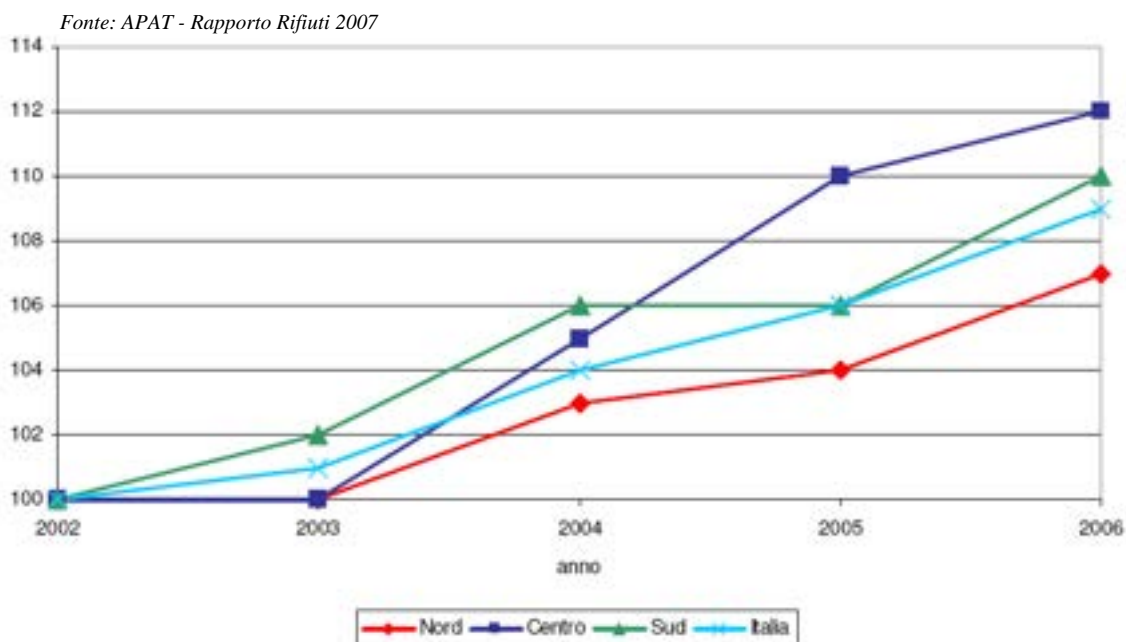


Figura 3-2 Andamento della produzione dei rifiuti urbani per macroarea geografica, anni 2002-2006

Nota: è stato assunto uguale a 100 il valore della produzione dei rifiuti urbani per l'anno 2002.

In valore assoluto, la produzione cresce tra il 2005 ed il 2006 di oltre 427 mila tonnellate al Nord, quasi 134 mila tonnellate al Centro e 298 mila tonnellate circa al Sud, attestandosi, rispettivamente a 14,6 milioni di tonnellate per il nord, 7,4 milioni di tonnellate per il centro, 10,6 milioni di tonnellate per il sud.

Una risposta positiva alle pressioni esercitate dai rifiuti sull'ambiente è data, invece, dalla raccolta differenziata che, nel 2006, raggiunge, a livello nazionale, una percentuale pari al 25,8% della produzione totale dei rifiuti urbani (Tabella 3-1)

Fonte: APAT - Rapporto Rifiuti 200

	2002		2003		2004		2005		2006	
	t*10 ³	%	t*10 ³	%	t*10 ³	%	t*10 ³	%	t*10 ³	%
Nord	4.172	30,6	4.544	33,5	4.974	35,5	5.378	37,9	5.825	39,9
Centro	963	14,6	1.129	17,1	1.270	18,3	1.388	19,2	1.474	20,0
Sud	604	6,3	666	6,7	823	8,1	906	8,8	1.078	10,2
Valori nazionali	5.739	19,2	6.339	21,1	7.067	22,7	7.672	24,2	8.377	25,8

Tabella 3-1 Raccolta differenziata dei rifiuti urbani per macroarea geografica, anni 2002-2006

Tale valore, sebbene evidenzi un'ulteriore crescita rispetto al dato rilevato nel 2005 (24,2%) risulta, tuttavia, ancora sensibilmente inferiore ai target previsti dalla legge 27 dicembre 2006, n. 296.

La legge 296/2006 fissa, infatti, i seguenti obiettivi per la raccolta differenziata:

- a) almeno il 40% entro il 31 dicembre 2007;
- b) almeno il 50% entro il 31 dicembre 2009;
- c) almeno il 65% entro il 31 dicembre 2012.

Fonte: APAT - Rapporto Rifiuti 2007

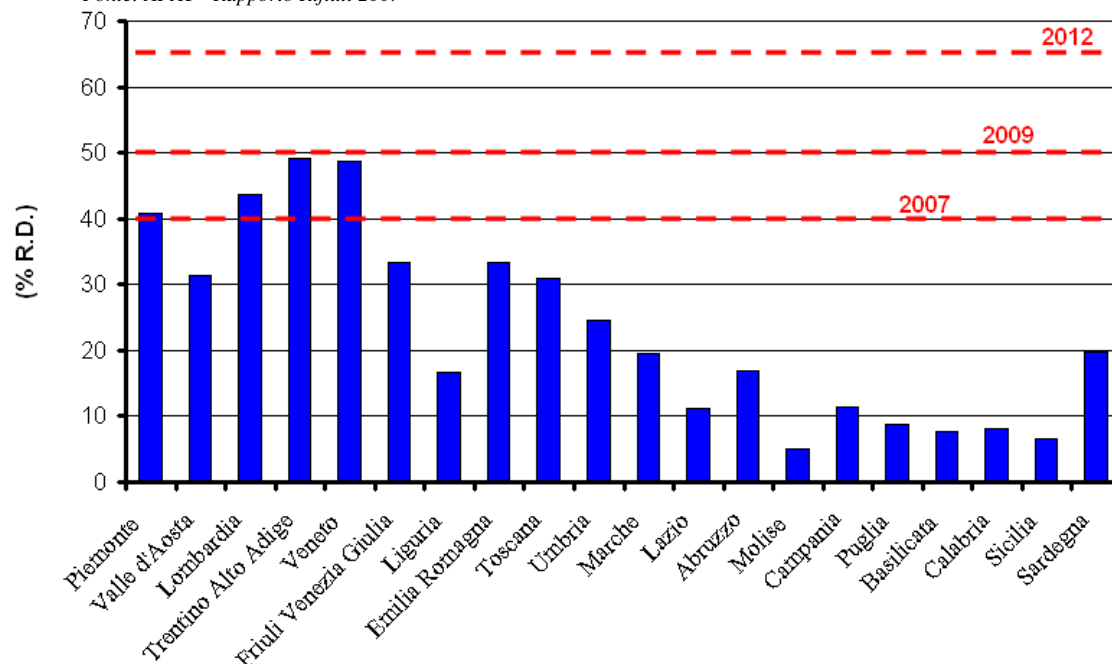


Figura 3-3 Raccolta differenziata dei RSU - percentuale per regione. Anno 2006.

La situazione appare, tuttavia, decisamente diversificata passando da una macroarea geografica all'altra: infatti, mentre il Nord, con un tasso di raccolta pari al 39,9%, raggiunge in pratica, con un anno di anticipo, l'obiettivo del 2007, il Centro ed il Sud, con percentuali rispettivamente pari al 20,0% ed al 10,2%, risultano ancora decisamente lontani da tale obiettivo.

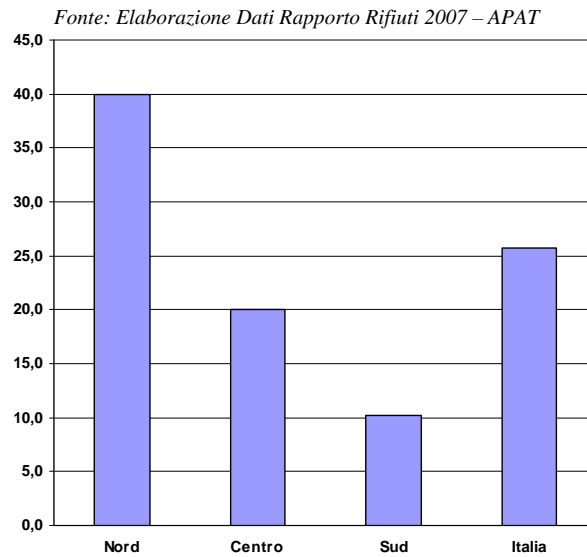


Figura 3-4 Raccolta differenziata dei RSU – percentuale per Macroarea. Anno 2006.

Destano maggiore interesse, ai fini di questo studio, i dati della raccolta differenziata relativa alla frazione organica (umido + verde), che registra un ulteriore incremento, a livello nazionale, passando dai 2,4 milioni di tonnellate del 2005 ai 2,7 milioni di tonnellate del 2006 (+11,2%).

Fonte: Elaborazione Dati Rapporto Rifiuti 2007 – APAT

Anno	FORSU (umido+verde) (t*10 ⁶)
2002	1.831
2003	1.915
2004	2.242
2005	2.430
2006	2.703

Tabella 3-2 Raccolta differenziata della frazione organica su scala nazionale, anni 2002 – 2006 (10³*t)

Fonte: Elaborazione Dati Rapporto Rifiuti 2007 – APAT

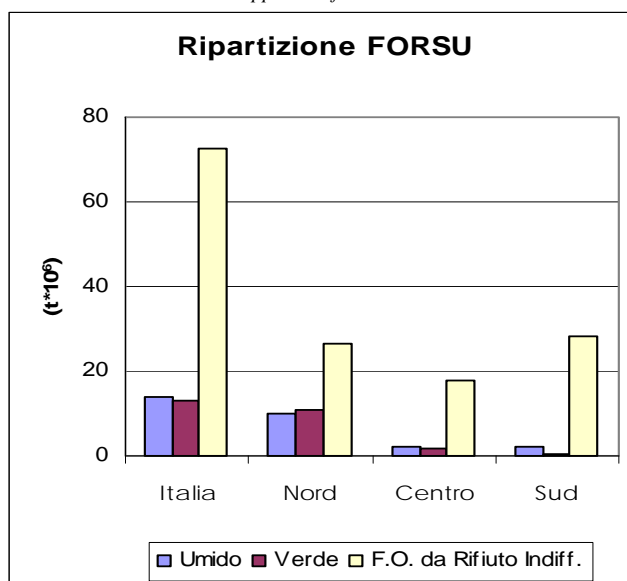


Figura 3-5Distribuzione della FORSU e della FO da indifferenziato per macroarea

Osservazione: la stima della frazione organica proveniente da raccolta differenziata viene computata nelle due voci “umido” e “verde” separatamente. Di seguito sarà valutata la producibilità di biogas ottenibile dalla sola frazione “umida”, essendo questa una matrice più propriamente adatta alla conversione energetica mediante il processo di digestione anaerobica; mentre la matrice “verde” si presta ad essere utilizzata in sistemi integrati di digestione anaerobica-postcompostaggio o utilizzata in codigestione grazie alle sue caratteristiche altamente strutturanti.

La raccolta di questa frazione, sempre intesa come umido più verde, è diffusa soprattutto nelle regioni del Nord dove risulta più sviluppato il sistema impiantistico di recupero mediante compostaggio di qualità (oltre 3 milioni di tonnellate di potenzialità di trattamento). In tale macroarea geografica viene intercettato, nell’anno 2006, circa il 76% del totale della frazione organica raccolta a livello nazionale, con un valore procapite di poco inferiore a 77 kg per abitante per anno, a fronte dei circa 32 kg/ab*anno del Centro e dei circa 14 kg/ab*anno di frazione organica del Sud (la raccolta procapite nazionale si colloca a circa 45,7 kg/ab*anno).

In valore assoluto la raccolta della frazione umida e del verde si attesta, nel 2006, a poco meno di 2,1 milioni di tonnellate al Nord, a circa 365 mila tonnellate al Centro e a 283 mila tonnellate al Sud. Se la raccolta di queste tipologie di rifiuto fosse estesa a tutto il territorio nazionale, con una efficienza massima di intercettazione, il flusso intercettato potrebbe raggiungere 9.000.000 circa di tonnellate!

3.2.2 Parametri di calcolo

Le caratteristiche merceologiche del rifiuto raccolto dipendono da una serie di fattori legati strettamente alla realtà del paese, alle abitudini alimentari degli abitanti, lo standard di vita, etc...; questi fattori possono variare anche all'interno di uno stesso paese, da regione a regione.

Di conseguenza la variazione della ripartizione percentuale dei componenti del rifiuto va ad influire direttamente sulla potenziale resa di conversione a biogas del materiale.

Altro fattore strettamente connesso alla resa finale del processo è la logica utilizzata nella selezione della sostanza organica.

Si possono evidenziare due tipologie di frazione organica dei RSU [4], ognuna con caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche che influenzano i processi di trasformazione energetica:

- quella proveniente dal rifiuto indifferenziato mediante separazione meccanica (MS - FORSU)
- quella proveniente dalla raccolta differenziata delle grandi utenze (raccolta separata SC – FORSU) (mense, mercati, ecc.);
- quella proveniente dalla raccolta delle utenze domestiche (selezione alla fonte SS - FORSU).

Tuttavia, va sottolineato che anche nell'ambito di uno stesso gruppo (MS, SC, SS) ci sono diversi fattori che contribuiscono a far variare considerevolmente la potenzialità. Ad esempio, la qualità della FORSU proveniente dalla raccolta differenziata delle grandi utenze è strettamente legata al sito della raccolta; così come la FORSU di provenienza domestica dipende dal sistema di raccolta del singolo comune e dal grado di informazione della popolazione, ed infine la FORSU intercettata con la separazione meccanica è condizionata dal tipo di impianto di selezione.

In particolare la frazione organica proveniente dal rifiuto indifferenziato è influenzata oltre che dal tipo di impianto di selezione, anche ovviamente, dalla qualità del materiale in ingresso. Purtroppo, non sono disponibili in letteratura molti dati di caratterizzazione di queste matrici. Si riporteranno quindi i dati relativi al prodotto ottenuto da una linea di selezione classificabile come "impianto complesso", in cui la sequenza di operazioni adottata prevede molti passaggi e la raffinazione ottenibile dei materiali è relativamente elevata nel contesto della selezione meccanica.

Fonte: "Una gestione integrata del ciclo dell'acqua e dei rifiuti" - F. Cecchi et al. 2007

	media	massimo	minimo	n° campioni	Dev. Standard
TS (g/kg)	763	952	513,1	210	81,3
TVS (%TS)	43,9	57,4	29,1	210	5,4
TCOD (%TS)	59,6	90,4	23,3	41	17,4
TKN (%TS)	2,2	3,4	1,2	59	0,5
P (%TS)	0,11	0,22	0,05	59	0,03

TS=Solidi Totali; TVS=Solidi Volatili Totali; TCOD=Carbonio Organico Totale;TKN=Azoto Totale secondo Kjeldahl; P=Fosforo Totale

Tabella 3-3 Caratteristiche chimico - fisiche della frazione organica proveniente da un impianto di selezione di tipo complesso

Fonte: "Una gestione integrata del ciclo dell'acqua e dei rifiuti" - F. Cecchi et al. 2007

	%TS	%TVS
Putrescibile	59	78
Carta	4,6	7,1
Legno	1,1	2,2
Plastica	1,8	3,4
Inerti	33,5	9,3
Totale	100	100

Tabella 3-4 Caratteristiche merceologiche della frazione organica da selezione meccanica.(I risultati sono espressi come contributi in TS e TVS di ciascuna frazione sul totale)

Come si evince dai dati presentati, la frazione organica da selezione meccanica ha un elevato contenuto in solidi rispetto ai valori normalmente caratterizzanti le frazioni putrescibili pure del rifiuto urbano: ciò è imputabile comunque alla importante presenza di frazioni inerti nel substrato indifferenziato, non completamente separabili attraverso questo approccio.

La presenza di importanti frazioni di materiali inerti è confermata ampiamente dai risultati: circa il 40% del substrato sulla base dei TS è praticamente inutilizzabile ai fini del processo di digestione anaerobica, non subendo alcuna trasformazione durante il processo. Essi inoltre saranno presenti nel fango stabilizzato in uscita dal digestore, rendendone più difficile il possibile recupero agronomico. Si consideri ancora che il biogas ottenibile da una matrice siffatta presenterà cmq un grado di impurezza maggiore di quello riscontrabile in una matrice proveniente da raccolta differenziata, e di conseguenza dovrà essere sottoposto a processi di purificazione che lo renderanno idoneo alle tecnologie per la trasformazione in energia.

Da quanto appena esposto sembrerebbe poco efficace valutare la trasformazione energetica di tale matrice mediante il processo di digestione anaerobica; ma il presente lavoro si pone comunque l'obiettivo di mettere in luce l'esistenza di quella quota parte di frazione organica contenuta nel rifiuto indifferenziato che rischia di essere smaltita in discariche (da evitare secondo i principi e gli obiettivi della Direttiva Europea 99/31 sulle discariche, recepita in Italia dal Decreto

Ministeriale del 13 marzo 2003 relativo ai “Criteri di Ammissibilità dei rifiuti in discarica”) o nei termovalorizzatori con tutte le problematiche ad essi legati.

Al fine di fornire una valutazione, se pur grossolana, della potenzialità di tale matrice organica, si è scelto di computare la percentuale di organico contenuta nel rifiuto indifferenziato pari al 30%, così come suggerito da diversi studi di settore [3].

Naturalmente questo valore è puramente indicativo, poiché è influenzato da numerosi fattori che si differenziano regione per regione e provincia per provincia; ma dalle fonti consultate non si è riscontrato un dettaglio più spinto, per cui si è scelto di stimare per ciascuna provincia la produzione di organico da indifferenziato utilizzando la percentuale suddetta.

Queste osservazioni sono utili anche per fornire un ordine di grandezza del potenziale di biogas producibile dalla frazione organica del rifiuto urbano, nell’ottica di un sistema di gestione dei rifiuti che riesca a soddisfare quantomeno gli obiettivi per la raccolta differenziata previsti dalla legge 27 dicembre 2006, n. 296 (almeno il 40% entro il 31 dicembre 2007; almeno il 50% entro il 31 dicembre 2009; almeno il 65% entro il 31 dicembre 2012). Si presuppone quindi che la quantità di sostanza organica che si ritrova oggi nel rifiuto indifferenziato, possa un giorno essere sempre più intercettata grazie ad una gestione efficiente del sistema di raccolta differenziata.

Per quanto riguarda, invece la frazione organica intercettata oggi mediante la raccolta differenziata, è possibile fare considerazioni più reali e consistenti, sia in termini di produzione, sia nell’ottica di un recupero energetico della stessa.

Come già detto precedentemente la frazione organica da raccolta differenziata può essere suddivisa in due tipologie: quella proveniente da grandi utenze e quella di provenienza domestica. Questi due tipi di frazione organica sono, generalmente, trattati assieme non esistendo, nel nostro paese, una differenziazione nella strategia di raccolta. E’ tuttavia possibile, sul piano analitico, evidenziare delle differenze tra i due substrati.

La frazione organica proveniente da grandi utenze è normalmente caratterizzata da un grado di selezione piuttosto elevato con un grado di indesiderabili che non raggiunge quasi mai il 5% del totale.

Le tabelle che seguono (Tabella 3-5 e Tabella 3-6) riportano una sintesi di dati di letteratura sulla caratterizzazione di questi materiali.

Fonte: "Una gestione integrata del ciclo dell'acqua e dei rifiuti" - F. Cecchi et al. 2007

Riferimento bibliografico	TS (%)	TVS (% su TS)	N (% su TS)	P (% su TS)
De Baere, 2000	31,0	70	-	-
Kubler et al, 1999	29,0	63	2,2-3,4	0,4-0,6
CITEC ,2000(*)	17-25	70-90	-	-
CITEC ,2000(**)	7-15	80-90	1,5-3	1-3

(*) provenienza domestica, (**) da grandi utenze

Tabella 3-5 Caratteristiche della frazione organica da grandi utenze riportate in alcuni esempi di letteratura.

Fonte: "Una gestione integrata del ciclo dell'acqua e dei rifiuti" - F. Cecchi et al. 2007

	Cecchi et al., 1989	Sans et al., 1995
TS (g/kg)	200	163,9
TVS (%TS)	88	90
TCOD (g=O ₂ /gTS)	1,1	1,1
TKN (%TS)	3,2	2,1
P _{tot} (%TS)	0,4	2,6

Tabella 3-6 Caratteristiche della frazione organica ottenute in diverse campagne di ricerca

La FORSU proveniente da utenze domestiche è prevalentemente costituita da residui alimentari; sulla base dei consumi di alimenti in Italia e dei rispettivi coefficienti di scarto, si può stimare che le caratteristiche merceologiche principali che costituiscono tale matrice, sono:

Fonte: "Una gestione integrata del ciclo dell'acqua e dei rifiuti" - F. Cecchi et al. 2007

Frazione Merceologica	% presente
Verdura	40
Pasta e Pane	31
Frutta	24
Carne, ossa e simili	3
Pesce	2
Totale	100

Tabella 3-7 Caratteristiche merceologiche medie della FORSU

il che corrisponde (in media) alle seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

Fonte: "Una gestione integrata del ciclo dell'acqua e dei rifiuti" - F. Cecchi et al. 2007

Parametro	Valore tipico
Umidità, %	3,1
Solidi Totali, TS %	25,6
Solidi Volatili, TVS %	96,5
Sostanza Organica(TCOD), COD/gTS	1,2
Azoto, % sui TS	3,2
Fosforo totale, % sui TS	0,2

Tabella 3-8 Caratteristiche chimico-fisiche medie della FORSU

E' doveroso sottolineare che il contenuto in secco della frazione organica da raccolte differenziate, intesa come miscela di grandi utenze o di rifiuti domestici, può essere anche molto variabile, in relazione al peso relativo della componente di residui di cucina ed ortofrutticoli, in quanto una matrice ricca in residui alimentari quali pane e pasta, ha un contenuto in secco più elevato rispetto ad una matrice proveniente ad esempio da un mercato ortofrutticolo, i cui prodotti risultano particolarmente ricchi di scarti vegetali ad alto contenuto d'acqua (questa è la ragione per cui il tenore medio in secco di questa frazione spesso non raggiunge neppure il 10%). La percentuale in volatili, invece, rimane pressoché costante, indipendentemente dalla composizione merceologica, intorno al 85-90% dei TS; analogamente, per i nutrienti si riscontrano valori del 2-3% TS per entrambi.

Inoltre è lecito sostenere che la composizione media della frazione organica derivante da raccolta differenziata di provenienza domestica non differisca in maniera sostanziale dall'organico raccolto da utenze selezionate; quindi, non avendo la possibilità di computare separatamente le relative produzioni di tali matrici si farà riferimento al valore di produzione di FORSU (da raccolta differenziata) fornito dal rapporto rifiuti [3], e si considererà una caratterizzazione media di TS e TVS (Tabella 3-5 e Tabella 3-6):

TS = 20% della FORSU

TVS = 90% su TS = 18% della FORSU

OSSERVAZIONE: una nota a parte va dedicata all'impiego della *frazione merceologica del "verde"* nel processo di digestione anaerobica. In genere il rendimento energetico legato alla produzione di biogas dipende principalmente dalla biodegradabilità del substrato. L'impiego di materiali ad elevato contenuto di cellulosa nel reattore, ad esempio, necessita di tempi più lunghi per la degradazione rispetto a biomasse contenenti amidi e zuccheri, più facilmente degradabili rispetto ai primi. D'altra parte, è prassi sempre più diffusa, al fine di aumentare le rese energetiche e di conseguenza la vendita di maggiori quantità di energia elettrica prodotta, ricorrere al trattamento di codigestione, ossia la digestione di miscele di substrati (naturalmente che siano opportunamente pre-trattati e miscelati), che inoltre possono sopperire e compensare le fluttuazioni di massa stagionali dei rifiuti. In quest'ottica, è opportuno riportare anche la produzione disponibile della frazione "verde", (utile matrice strutturale per un processo integrato anaerobico-aerobico) tenendo conto comunque delle caratteristiche proprie nell'ambito della trasformazione energetica.

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva con dettaglio regionale relativa alla produzione della frazione organica da raccolta differenziata scomposta nelle due aliquote di “frazione umida” e “verde” e l’aliquota relativa alla frazione organica contenuta nel rifiuto indifferenziato, stimata pari al 30% di tale rifiuto.

Come si evince dalla somma totale delle tre aliquote della frazione organica, la disponibilità della frazione organica dei rifiuti urbani è circa il 30% della produzione totale degli RSU.

Fonte: Elaborazione Dati Rapporto Rifiuti 2007 – APAT

REGIONE		FORSU da R. D.		FO da Rif. Indiff.
		Umido (t)	Verde (t)	(t)
NORD	Piemonte	170.674	108.975	404.387
	Valle d'Aosta	0	3.597	14.659
	Lombardia	365.909	386.377	757.014
	Trenino	52.941	24.314	68.824
	Veneto	284.360	236.493	342.251
	Friuli Venezia Giulia	13.958	44.254	112.865
	Liguria	4.020	17.299	243.794
	Emilia Romagna	93.423	247.405	555.538
CENTRO	Toscana	132.466	101.024	519.895
	Umbria	28.555	15.902	123.545
	Marche	25.174	14.647	206.429
	Lazio	15.325	32.277	878.062
SUD	Abruzzo	28.589	6.326	174.144
	Molise	334	11	36.824
	Campania	109.523	7.696	757.488
	Puglia	259	1.411	562.138
	Basilicata	0	340	65.246
	Calabria	6.978	4.255	252.434
	Sicilia	6.236	23.591	759.488
	Sardegna	69.983	17.645	206.182
Valori nazionali		1.408.707	1.293.839	7.041.204

Tabella 3-9 Produzione della frazione organica del rifiuto urbano (tonnellate all’anno 2006)

FORSU da Raccolta differenziata
+
FO da Rifiuto indifferenziato
=
9.743.750 t/anno
≈
30% del Rifiuto urbano totale (32.522.651 t/anno)

Si riportano nell'allegato tecnico n°3 (Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani) le produzioni della frazione organica a livello regionale espresse in tonnellate all'anno; dati relativi alla produzione dell'anno 2006 [3]

3.2.3 Stima del potenziale di biogas

Allo stato naturale, o di tal quale la biomassa è costituita da una frazione umida e da una secca, costituita essenzialmente da fibra grezza. La scelta del processo di conversione energetica è legata quindi alle proprietà chimico-fisiche della biomassa, in particolare dal rapporto C/N tra il contenuto di carbonio (C) e di azoto (N) e dalla sua umidità (U).

Schematicamente, per le conversioni energetiche di tipo termochimico, risultano idonee le biomasse che presentano:

- un elevato rapporto tra il contenuto di carbonio e quello dell'azoto ($C/N > 30$);
- ridotto contenuto di umidità ($U < 30$ % sul t. q.);
- sufficiente Potere Calorifico Inferiore ($PCI > 2.400$ kcal/kg di s. s.(1)).

La biomassa che presenta queste caratteristiche ha infatti una frazione secca preponderante rispetto a quella umida e quindi preferibilmente utilizzabile in processi di combustione o di gassificazione.

Per le conversioni di tipo termochimico risultano quindi idonei la legna ed i suoi derivati (segatura, trucioli, ecc.), i più comuni sottoprodotti colturali di tipo ligno-cellulosico (paglia di cereali, residui di potature, ecc.) e taluni scarti di lavorazione (lolla, pula, gusci, noccioli, sanse, vinacce, ecc.), caratterizzati da una ridotta pezzatura, una umidità compresa tra 15 e 40%, ed un basso tenore di cenere.

Viceversa, per le conversioni di tipo biochimico, sono utilizzabili le biomasse che presentano:

- un ridotto rapporto carbonio/azoto ($C/N < 30$);

- un elevato contenuto di umidità ($U > 30\%$ sul tal quale)

Queste biomasse hanno una frazione umida preponderante rispetto a quella secca; queste biomasse sono quindi preferibilmente utilizzabili in processi di tipo biochimico, tra i quali ha pratica applicazione la digestione anaerobica per la produzione di biogas.

Quest'ultimo è un processo biologico complesso per mezzo del quale, in assenza di ossigeno, la sostanza organica viene trasformata in biogas, costituito principalmente da metano e anidride carbonica. La percentuale di metano nel biogas varia a secondo del tipo di sostanza organica digerita e delle condizioni di processo, da un minimo del 50% fino all'80% circa. I tempi di processo sono relativamente lunghi se confrontati con quelli di altri processi biologici; tuttavia il vantaggio della digestione anaerobica è che la materia organica complessa, essendo convertita in metano e anidride carbonica, porta alla produzione finale di una fonte rinnovabile di energia sotto forma di un gas combustibile ad elevato potere calorifico.

Per le conversioni di tipo biochimico risultano perciò idonee le cosiddette biomasse fermentescibili, ossia sottoprodotti colturali (foglie e steli di barbabietola, patata, ortive, ecc.), i reflui zootecnici, alcuni scarti di lavorazione (acque di vegetazione dei frantoi, scarti di macellazione, ecc.), nonché, la frazione organica proveniente dai rifiuti solidi urbani e i fanghi di supero trattati dagli impianti di depurazione delle acque reflue urbane.

In particolare la frazione organica dei rifiuti urbani presenta un elevato grado di putrescibilità e umidità ($>65\%$) che la rende adatta al digestione anaerobica.

Tuttavia non vi sono molte esperienze [6] a tal proposito per quanto riguarda il **trattamento della FO da selezione meccanica** risulta che:

- vi è un impianto in avviamento a Verona (4 digestori da 2.000 m^3 ciascuno, in grado di trattare 350 t/giorno di FO);
- un impianto in fase di avviamento a Villacidro (CA) (2 digestori da 2.000 m^3 ciascuno in grado di trattare 120 t/giorno di FO);
- un impianto in fase ultima di realizzazione a Bassano del Grappa (VI) (2 digestori di 2.000 m^3 ciascuno, capace di trattare circa 40 t/giorno di FO e 40 t/giorno di FORSU);
- un impianto in avviamento a Roma (capace di trattare 40.000 t/a di RU);

Per quanto riguarda invece il trattamento della **frazione organica preselezionata, da raccolta differenziata** (FORSU) risulta:

- l'impianto Agrilux (PD) che opera prevalentemente su liquami zootecnici e fanghi agroindustriali e che codigerisce anche FORSU;
- l'impianto urbano di Treviso che codigerisce fanghi di depurazione (80 t/giorno) e FORSU (10 t/giorno);
- vi è in avviamento un impianto a cura del Consorzio ACEA di Pinerolo (TO);
- l'impianto gestito da Seta S.p.a. a Camposampiero (PD) entrato in funzione nel 2005, che rappresenta un chiaro esempio di sistema integrato anaerobico-aerobico che potrà trattare diverse matrici in codigestione (liquami civili e industriali per una capacità depurativa di 35.000 A.E. ampliabile fino a 70.000 A.E. + 16.000 t/anno di FORSU + da 25.000 a 50.000 t/anno di reflui zootecnici + da 12.500 a 25.000 t/anno di fanghi biologici), consentendo di produrre acqua depurata riutilizzabile nell'irrigazione, energia elettrica e termica utilizzata come autoconsumo e non solo, da 10.000 a 15.000 t/anno di compost di qualità e fino a 90.000 t/anno di frazione liquida stabilizzata ricca di azoto riutilizzabile in fertirrigazione.

Lo scopo del presente lavoro è quello di mettere in evidenza la producibilità di biogas della frazione organica dei rifiuti attraverso il suddetto processo di digestione anaerobica.

La trasformazione energetica della matrice organica in biogas dipende da numerosi parametri legati sia alla fase del processo stesso che alle diverse caratteristiche di cui è costituita la matrice trattata. Da una ricerca in letteratura [4] sono stati ricavati dei valori di producibilità specifica di biogas in funzione dei kg TVS e in relazione alle matrici organiche prese in esame.

Fonte: "Una gestione integrata del ciclo dell'acqua e dei rifiuti" - F. Cecchi et al. 2007

Provenienza	Fonte	B ₀ (m ³ CH ₄ /kgTVS)
da selezione meccanica	Valorga, 1985	0,301
	De Baere e Verstraete, 1984	0,321
	Pauss et al., 1984	0,397
	Roux e Wakerley, 1978	0,381
	Cecchi et al., 1989	0,158
da grandi utenze	Mata-Alvarez e Cecchi, 1989	0,445
da utenze domestiche	Cecchi et al., 1986	0,401
	Mata-Alvarez et al., 1992	0,489

Tabella 3-10 Valori di producibilità di biogas a tempo infinito relativi alle diverse matrici finora considerate e con una percentuale del 55% di metano.

Fonte: "Una gestione integrata del ciclo dell'acqua e dei rifiuti" - F. Cecchi et al. 2007

Substrato	Frazione organica da selezione meccanica	Frazione organica proveniente da grandi utenze	Frazione organica di provenienza domestica
B ₀ (m ³ CH ₄ /kgTVS)	0,16-0,37	0,45-0,49	0,37-0,40
G ₀ * (m ³ /kgTVS)	0,29-0,66	0,81-0,89	0,67-0,72

*: G₀= biogas prodotto a tempo infinito

Tabella 3-11 Rese di conversione a tempo infinito per i tre tipi di frazione organica

Per quanto riguarda, in particolare la **frazione organica proveniente da raccolta differenziata**, i valori di producibilità specifica di biogas sono valutati coerentemente a quanto fatto per la valutazione delle caratteristiche fisico chimiche. In pratica, come già ripetuto nel paragrafo precedente non esistendo in Italia una strategia di raccolta differente per le due matrici (grandi utenze e utenza domestica) anche la producibilità specifica viene valutata come media dei valori riportati in (Tabella 3-11) ossia:

0.78 Nm³ biogas/kg TVS.

Per quanto riguarda invece il trattamento della **matrice organica proveniente da rifiuto indifferenziato** che preveda il recupero del biogas, è necessario ricordare che si tratta di una matrice con caratteristiche qualitative inferiori rispetto alla matrice organica proveniente dalla raccolta differenziata (presenza di metalli, inerti...). Il processo avrà dei rendimenti sicuramente inferiori in termini di produzione di biogas e il prodotto finale avrà delle caratteristiche fisico-chimiche comunque diverse. Si ritiene doveroso proporre queste considerazioni poiché queste influenzano la scelta tecnologica che consenta poi di trasformare il biogas in energia.

In ogni caso la letteratura [4] propone le caratteristiche chimico-fisiche medie come sopra riportate (Tabella 3-10 e Tabella 3-11) e come valore di producibilità specifica di biogas da tale matrice organica:

0.48 Nm³ biogas/kg TVS.

Dall'elaborazione dei dati provinciali di produzione della frazione organica si è giunti alla stima della producibilità nazionale di biogas data dalla somma di:

-1.132 MNm³ biogas/anno prodotti dalla trasformazione energetica della FO proveniente da rifiuto indifferenziato;

-198 MNm³ biogas/anno prodotti dalla trasformazione energetica della sola frazione umida della FORSU proveniente da raccolta differenziata.

Per un totale di 1.330 MNm³ biogas/anno.

Fonte: Elaborazione dati Rapporto Rifiuti 2007 – APAT

		BIOGAS (Nm³biogas/anno)	
		da FORSU (umido)	da FO
	REGIONE		
NORD	Piemonte	23.962.630	65.025.446
	Valle d'Aosta	0	2.357.103
	Lombardia	51.373.624	121.727.851
	Trentino	7.432.916	11.066.835
	Veneto	39.924.144	55.033.880
	Friuli Venezia Giulia	1.959.703	18.148.660
	Liguria	564.408	39.201.995
	Emilia Romagna	13.116.589	89.330.494
	CENTRO	Toscana	18.598.226
Umbria		4.009.122	19.866.100
Marche		3.534.430	33.193.703
Lazio		2.151.630	141.192.402
SUD	Abruzzo	4.013.896	28.002.307
	Molise	46.894	5.921.219
	Campania	15.377.029	121.804.070
	Puglia	36.364	90.391.823
	Basilicata	0	10.491.525
	Calabria	979.711	40.591.355
	Sicilia	875.534	122.125.686
	Sardegna	9.825.613	33.154.050
	Valori nazionali	197.782.463	1.132.225.603

Tabella 3-12 Potenzialità di biogas prodotto dalla frazione “umida” del rifiuto differenziato e dalla frazione organica contenuta nel rifiuto indifferenziato (anno 2006)

3.2.4 Conclusioni

L'applicazione della digestione anaerobica al trattamento dei rifiuti consente sia di produrre, attraverso il trattamento aerobico del fango digerito, un residuo stabilizzato impiegabile come ammendante organico in agricoltura o per ripristini ambientali, sia di conseguire un notevole recupero energetico, attraverso l'utilizzo del biogas prodotto. L'aspetto del recupero energetico è senza dubbio quello più interessante, in quanto il biogas prodotto, costituito per la maggior parte da metano (circa il 50-60%), ha un elevato potere calorifico (4000-5000 kcal/Nm³) e pertanto può essere convenientemente convertito in quasi tutte le forme di energia utili: calore, elettricità e cogenerazione (produzione congiunta di elettricità e calore). Le applicazioni più frequenti prevedono la sua combustione in motori endotermici, che consente la produzione di energia elettrica e termica in quantità sensibilmente superiore agli autoconsumi dell'impianto, utilizzando apparecchiature dotate di elevata semplicità impiantistica e gestionale. Il rinnovato interesse verso questa tecnologia è in parte dovuto allo sviluppo di alcuni brevetti che consentono di operare con concentrazioni di solidi in alimentazione ai digestori, variabili tra il 15 ed il 35%, valori questi decisamente superiori a quelli comunemente utilizzati nei tradizionali reattori impiegati per il trattamento dei fanghi prodotti dagli impianti di depurazione (8%). Tali concentrazioni permettono di conseguire rendimenti elevati sia in termini di quantità di rifiuti trattabili e contrazione dei tempi di permanenza, che di produzione di biogas, con conseguente riduzione dei costi di investimento e dei fabbisogni energetici per il riscaldamento dei digestori e per la disidratazione dei fanghi digeriti. Stante l'attuale situazione del mercato dell'energie rinnovabili, le prospettive economiche della digestione anaerobica della FORSU, così come delle altre tipologie di biomassa, sono sicuramente positive dal momento che gli investimenti nel settore risultano avere una redditività discreta e di lunga durata, a fronte di un rischio in linea di massima contenuto. In futuro le prospettive economiche per il settore non potranno che migliorare, considerando il sempre maggior peso che assumeranno le fonti energetiche rinnovabili e la raccolta differenziata dei rifiuti. Rispetto a questo quadro positivo rimane, comunque, un forte vincolo per questa tipologia di investimento legato alle autorizzazioni ambientali particolarmente critiche per ogni iniziativa che riguarda in qualche misura qualsivoglia tipologia di rifiuto. La corretta gestione dei rifiuti costituisce una delle sfide ambientali più importanti della società moderna. Non è solo questione di costi di smaltimento, difficoltà organizzative, problemi di igiene, e molti altri ancora, legati alla gestione delle enormi quantità di rifiuti che vengono prodotti ogni giorno, ma è soprattutto una questione di spreco di risorse naturali.

3.3 Organizzazione database

Così come fatto per gli altri tipi di biomasse viene riportato nel seguito un estratto del database utile a dare un'idea dell'organizzazione seguita.

La Tabella 3-14 mostra per ogni regione il numero di abitanti, il totale RSU prodotto, e analizza nel dettaglio la frazione organica derivante da raccolta differenziata e da essa si stima il potenziale di biogas. È utile osservare che tale stima, per quanto specificato nei paragrafi precedenti, verrà operata solo sulla componente umida da raccolta differenziata, mentre per la frazione verde si mostrano per completezza solo i quantitativi intercettati.

La Tabella 3-15 sulla stima dei quantitativi di sostanza organica (FO) si calcola il relativo potenziale di biogas.

Nelle ultime tre colonne della suddetta tabella è indicata la quantità totale di biomassa intesa come somma di umido + verde e il totale biogas da essa producibile espresso in ($Nm^3 \cdot 10^3 / \text{anno}$) e ($Nm^3 \cdot 10^3 / d$).

Si riassumono di seguito i parametri utilizzati:

	Unità di misura	Valori
Umido da Raccolta Differenziata		
TVS (in Umido)	%	18
Produzione specifica di biogas	(Nm³/t TVS)	780
Rifiuto Indifferenziato		
F.O. da rifiuto Indifferenziato	%	30
TVS (in Umido)	%	33,5
Produzione specifica di biogas	(Nm³/t TVS)	480

Tabella 3-13 Parametri FORSU

Fonte: Elaborazione dati Rapporto Rifiuti 2007 – APAT

		Totale regionale												
		Prod. RD		Frazione Organica da R.D.								Biogas da umido da RD		
Regione	Abitanti	Prod. RSU (t*10 ³)	%	(t*10 ³)	Umido (%)	Umido (t*10 ³)	Verde (%)	Verde (t*10 ³)	FORSU (U+V) (t*10 ³)	TVS Umido (%)	Prod. spec. (Nm ³ /t TVS)	(Nm ³ *10 ³ /anno)	(Nm ³ *10 ³ /d)	
NORD	Piemonte	4.352.828	2.278	40,8	930	18,4	170,7	11,7	108,98	279,6	18	780	23.963	65,7
	Valle d'Aosta	124.812	75	31,3	23	0,0	0,0	15,3	3,60	3,6	18	780	0	0,0
	Lombardia	9.545.441	4.944	43,6	2.154	17,0	365,9	17,9	386,38	752,3	18	780	51.374	140,7
	Trentino Alto Adige	994.703	492	49,1	242	21,9	52,9	10,1	24,31	77,3	18	780	7.433	20,4
	Veneto	4.773.554	2.379	48,7	1.160	24,5	284,4	20,4	236,49	520,9	18	780	39.924	109,4
	Friuli Venezia Giulia	1.212.602	597	33,3	199	7,0	14,0	22,3	44,25	58,2	18	780	1.960	5,4
	Liguria	1.607.878	978	16,7	163	2,5	4,0	10,6	17,30	21,3	18	780	565	1,5
	Emilia Romagna	4.223.264	2.859	33,4	954	9,8	93,4	25,9	247,40	340,8	18	780	13.116	35,9
CENTRO	Toscana	3.638.211	2.562	30,9	791	16,8	132,5	12,8	101,03	233,5	18	780	18.598	51,0
	Umbria	872.967	577	24,5	142	20,2	28,6	11,2	15,90	44,5	18	780	4.009	11,0
	Marche	1.536.098	868	19,5	169	14,9	25,2	8,7	14,65	39,8	18	780	3.534	9,7
	Lazio	5.493.308	3.356	11,1	373	4,1	15,3	8,7	32,28	47,6	18	780	2.152	5,9
SUD	Abruzzo	1.309.797	700	16,9	118	24,2	28,6		6,33	34,9	18	780	4.014	11,0
	Molise	320.074	129	5,0	6	5,2	0,3	0,2	0,01	0,3	18	780	47	0,1
	Campania	5.790.187	2.880	11,3	326	33,6	109,5	2,4	7,70	117,2	18	780	15.377	42,1
	Puglia	4.069.869	2.081	8,8	184	0,1	0,3	0,8	1,41	1,7	18	780	36	0,1
	Basilicata	591.338	237	7,8	18	0,0	0,0	1,8	0,34	0,3	18	780	0	0,0
	Calabria	1.998.052	951	8,0	76	9,1	7,0	5,6	4,26	11,2	18	780	980	2,7
	Sicilia	5.016.861	2.718	6,6	179	3,5	6,2	13,2	23,59	29,8	18	780	876	2,4
	Sardegna	1.659.443	861	19,8	170	41,1	70,0	10,4	17,64	87,6	18	780	9.826	26,9
Valori nazionali		59.131.287	32.523	25,8	8.378	16,8	1.408,7	15,4	1.293,84	2.702,5	18	780	197.783	541,9

Tabella 3-14 Biogas da raccolta differenziata su scala regionale

Fonte: Elaborazione dati Rapporto Rifiuti 2007 – APAT

		Totale regionale												
		Prod. Ind.			F.O. da Indiff.				Biogas da Indiff.		Totale			
Regione	Abitanti	Prod. RSU (t*10 ³)	%	(t*10 ³)	%	FO (t*10 ³)	TVS in FO (%)	Prod. spec. (Nm ³ /t TVS)	(Nm ³ *10 ³ /anno)	(Nm ³ *10 ³ /d)	Umido + FO (t*10 ³)	Biogas (Nm ³ *10 ³ /anno)	Biogas (Nm ³ *10 ³ /d)	
NORD	Piemonte	4.352.828	2.278	59,2	1.348	30	404	33,5	480	65025	178	575	88988	244
	Valle d'Aosta	124.812	75	68,7	51	30	15	33,5	480	2477	7	15	2477	7
	Lombardia	9.545.441	4.944	56,4	2.789	30	837	33,5	480	134556	369	1203	185930	509
	Trentino Alto Adige	994.703	492	50,9	250	30	75	33,5	480	12080	33	128	19513	53
	Veneto	4.773.554	2.379	51,3	1.220	30	366	33,5	480	58837	161	650	98761	271
	Friuli Venezia Giulia	1.212.602	597	66,7	398	30	119	33,5	480	19203	53	133	21163	58
	Liguria	1.607.878	978	83,3	815	30	245	33,5	480	39323	108	249	39887	109
	Emilia Romagna	4.223.264	2.859	66,6	1.905	30	571	33,5	480	91888	252	665	105004	288
CENTRO	Toscana	3.638.211	2.562	69,1	1.772	30	532	33,5	480	85466	234	664	104065	285
	Umbria	872.967	577	75,5	436	30	131	33,5	480	21017	58	159	25026	69
	Marche	1.536.098	868	80,5	699	30	210	33,5	480	33725	92	235	37260	102
	Lazio	5.493.308	3.356	88,9	2.983	30	895	33,5	480	143914	394	910	146065	400
SUD	Abruzzo	1.309.797	700	83,1	582	30	175	33,5	480	28061	77	203	32075	88
	Molise	320.074	129	95,0	123	30	37	33,5	480	5934	16	37	5981	16
	Campania	5.790.187	2.880	88,7	2.554	30	766	33,5	480	123215	338	876	138592	380
	Puglia	4.069.869	2.081	91,2	1.897	30	569	33,5	480	91515	251	569	91551	251
	Basilicata	591.338	237	92,2	219	30	66	33,5	480	10541	29	66	10541	29
	Calabria	1.998.052	951	92,0	874	30	262	33,5	480	42183	116	269	43162	118
	Sicilia	5.016.861	2.718	93,4	2.539	30	762	33,5	480	122480	336	768	123355	338
	Sardegna	1.659.443	861	80,2	691	30	207	33,5	480	33317	91	277	43143	118
Valori nazionali		59.131.287	32.523	74,2	24.145	30,0	7.243,5	33,5	480,00	1.164.758,5	3.191	8.652	1.362.541	3.733,0

Tabella 3-15 Biogas da rifiuto indifferenziato su scala regionale

4 Reflui civili

Lo scopo di questo paragrafo è definire una metodologia che consenta di ricavare la producibilità di biogas dalla biomassa derivante dal settore del trattamento dei fanghi di depurazione delle acque reflue urbane. Per maggiore chiarezza è necessario fare una considerazione su cosa s'intende per "fanghi", fornendo dapprima uno schema tipo che mostri sinteticamente i processi di trattamento di un impianto di depurazione delle acque reflue:

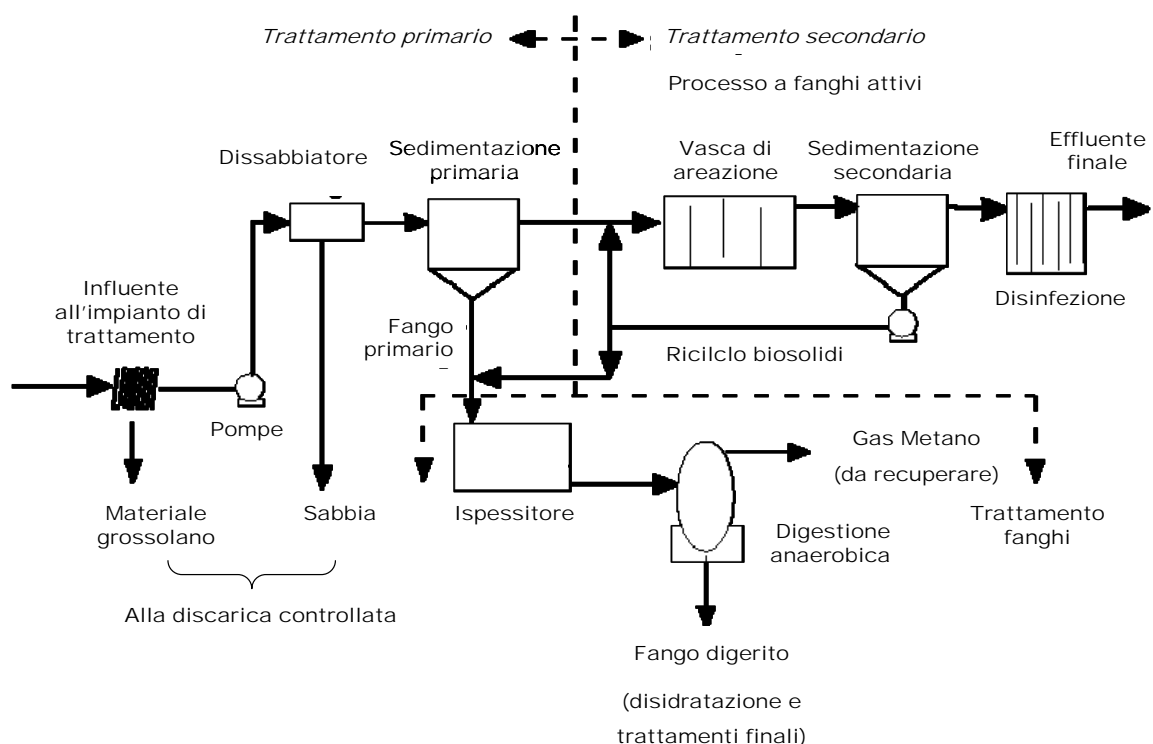


Figura 4-1 Schema a blocchi tipico di un impianto di depurazione di acque reflue urbane

Vengono denominati comunemente "fanghi" [5] i residui delle operazioni di rimozione dei solidi che si susseguono in un processo di trattamento delle acque reflue. Spesso tale termine viene accompagnato da un aggettivo che identifica il tipo di processo da cui il fango stesso ha origine, per cui si parla di fanghi primari, fanghi attivi di supero o di fanghi secondari; i fanghi grossolani, le sabbie e le schiume non vengono in genere compresi nel termine "fanghi". Quelli che destano maggiore interesse ai fini di questo studio sono i fanghi primari, provenienti dalla sedimentazione dei liquami di fognatura, ed i fanghi biologici di supero, provenienti dal trattamento dei fanghi attivi, per i quali è possibile prevedere un successivo riutilizzo del materiale trattato mediante

processi di digestione anaerobica (con recupero di energia) e/o compostaggio (con recupero di materia). In ogni caso, al di là di questa visione di “recupero/riutilizzo”, bisogna considerare che i fanghi sono in gran parte costituiti da sostanze con caratteristiche qualitative negative che necessitano comunque di pretrattamenti prima dello smaltimento finale. La sostanza organica presente nei fanghi è soggetta a fenomeni di degradazione biologica responsabili di una serie di effetti indesiderati che si manifestano proprio nella fase dello smaltimento finale. Ed è proprio grazie alla loro matrice organica e al significativo contenuto di nutrienti, che i fanghi sono stati considerati “storicamente” una risorsa; in questo contesto si inserisce infatti la possibilità di riutilizzare tale fango mediante un processo di digestione anaerobica col doppio vantaggio di ridurre quindi le problematiche relative alla qualità per lo smaltimento finale e soprattutto di recuperare energia mediante la produzione di biogas. Naturalmente la stabilizzazione della sostanza organica contenuta nei fanghi può essere eseguita anche mediante altre tipologie di processo come la stabilizzazione chimica, la digestione aerobica e il compostaggio che hanno fondamentalmente il medesimo scopo di ridurre il contenuto degli agenti patogeni, eliminare gli odori molesti e inibire, ridurre o eliminare lo sviluppo di eventuali fenomeni putrefattivi. Oltre alle ragioni di natura igienico-sanitaria appena citate, la stabilizzazione ha lo scopo di ridurre anche le volumetrie del fango, migliorare le caratteristiche di disidratabilità e ricavare da esso gas (metano) potenzialmente riutilizzabile come fonte energetica, qualora vi siano i presupposti tecnico-economici per farlo.

Grazie all'importanza del recupero energetico e della possibilità di individuare alternative di riutilizzo per i fanghi stabilizzati, la digestione anaerobica rappresenta il processo più largamente impiegato per la stabilizzazione dei fanghi di depurazione.

4.1 Individuazione delle fonti e analisi delle banche dati

Fonte consultata:

- ISTAT - Sistema delle Indagini sulle Acque (SIA)– anni 1999, 2005 [7]

I micro dati forniti dall'ISTAT sono relativi agli Impianti di depurazione delle acque reflue urbane rilevati nelle due edizioni del Sistema delle Indagini sulle Acque, relative al 1999 e al 2005.

L'edizione del 1999 è stata di tipo censuario, pertanto i micro dati allegati, sono relativi a tutti gli impianti censiti, mentre l'edizione del 2005 è stata di tipo campionario, pertanto i depuratori riportati sono relativi ai comuni campione presi in esame¹.

Si riporta di seguito una breve descrizione del contenuto informativo relativo all'elenco degli impianti di depurazione delle acque reflue urbane delle due banche dati:

1 – Per l'indagine censuaria del 1999, si riportano:

- denominazione dell'impianto di depurazione delle acque reflue urbane;
- comune di appartenenza
- codice impianto con il quale il depuratore è archiviato presso Istat;
- codice Istat della provincia in cui è ubicato l'impianto;
- codice Istat del comune di ubicazione dell'impianto;
- la tipologia di trattamento = la variabile assume valore 1 se l'impianto effettua un trattamento primario; 2 se effettua un trattamento secondario; 3 se è presente un trattamento terziario;
- l'informazione relativa ai questionari pervenuti = la variabile assume valore 1 se il questionario relativo all'impianto è pervenuto, 0 se non è pervenuto.
- stato del depuratore = la variabile assume valore 1 se l'impianto è in esercizio; 2 se l'impianto non è in esercizio; 3 se l'impianto è in costruzione;
- il numero degli abitanti equivalenti = indicando con "Aes_Eff_Pubblicati" gli Abitanti Equivalenti Effettivi Serviti dall'impianto; e con "Aes_Prog_Pubblicati" gli Abitanti Equivalenti di Progetto

2 – Per l'indagine campionaria del 2005, si riportano in definitiva le stesse variabili.

In particolare si tratta dei dati relativi a 10.803 impianti di depurazione i cui questionari sono pervenuti e 114 impianti di depurazione i cui questionari non sono pervenuti. Nonostante il numero di impianti di cui si dispone di informazioni sia comunque consistente, si è preferito far riferimento all'indagine censuaria nonostante sia riferita all'anno 1999. Tale scelta trova la

¹ Si fa presente inoltre, che è in fase di svolgimento la nuova edizione del Sistema delle Indagini sulle acque relativa all'anno 2008 (SIA2008) i cui dati relativi saranno diffusi a partire da Ottobre 2009.

giustificazione nel fatto che i campioni scelti per le indagini del 2005 non hanno una particolare significatività, e inoltre si tratta di una indagine telefonica, della quale gli stessi addetti al settore attribuiscono una credibilità inferiore.

In definitiva si tratta di un sistema informativo nel quale ci sono non poche incertezze conoscitive derivanti da:

- un sistema di informazione sulla potenzialità depurativa, basato sul concetto di abitante equivalente, non sempre adeguato a rappresentare la realtà; infatti tale concetto non esprime correttamente il carico inquinante emesso dalle industrie;
- un sistema di rilevamento delle informazioni sulle presenze industriali e sugli abitanti fluttuanti che spesso non è aggiornato;
- la mancanza di omogeneità sulla modalità di raccolta e di espressione delle informazioni, acquisite anche in tempi diversi, che porta ad informazioni non confrontabili.

L'elemento di maggior rilievo riguarda le carenze strutturali dell'assetto depurativo, aggravate dal lento adeguamento del servizio alla normativa del D.lgs. 152/99.

In base ai dati pubblicati [7] i comuni italiani che dispongono di una rete fognaria delle acque reflue urbane, a copertura di tutto o di una parte del territorio comunale, sono 7.988 pari al 99% del totale. I rimanenti 112 comuni, 59 dei quali sono in Puglia, sono sprovvisti di rete fognaria, anche se possono esservi presenti piccoli impianti di trattamento dei reflui gestiti autonomamente dagli utenti. Il 48% dei comuni provvisti di rete fognaria depura completamente tutte le acque reflue convogliate nella fognatura pubblica, il 39% ne depura soltanto una parte, mentre il 13% scarica le acque reflue non trattate in un corpo idrico (corso d'acqua, lago, mare...).

Gli impianti presenti sul territorio italiano secondo l'indagine censuaria del 1999, sono 15.164 di cui solo per 12.469 impianti sono stati pervenuti i questionari (pari all'83% del totale); la quota restante, per la quale non sono disponibili informazioni, corrisponde ad impianti che sono per lo più al servizio di piccoli insediamenti.

Dei 12.469 impianti censiti, 12.065 sono quelli esistenti e 403 in corso di realizzazione. Dei 12.065 esistenti, solo 11.509 sono in esercizio.

Per quanto riguarda la diffusione sul territorio, i dati mostrano come la maggior parte degli impianti in esercizio sia localizzata al Nord Italia (circa il 98%), mentre al Sud spetta il primato degli impianti non funzionanti, pari a 234.

Fonte: Dati ISTAT 1999

	REGIONI	Impianti esistenti					in costruzione
		In esercizio		Non in esercizio		Totale	
		N°	%	N°	%	N°	
NORD	Piemonte	2.459	98,2	45	1,8	2.504	30
	Valle D'Aosta	214	99,5	1	0,5	215	4
	Lombardia	1.113	95,8	49	4,2	1.162	27
	Trentino Alto-Adige	270	100	-	-	270	14
	Veneto	925	97,4	25	2,6	950	14
	Friuli-Venezia Giulia	531	97,8	12	2,2	543	10
	Liguria	543	96,3	21	3,7	564	17
	Emilia-Romagna	1.249	99,3	9	0,7	1.258	12
CENTRO	Toscana	673	97	21	3	694	18
	Umbria	329	94,5	19	5,5	348	15
	Marche	350	95,6	16	4,4	366	9
	Lazio	489	93	37	7	526	40
SUD	Abruzzo	809	96,9	26	3,1	835	24
	Molise	125	95,4	6	4,6	131	15
	Campania	334	81,9	74	18,1	408	69

Puglia	189	95	10	5	199	-
Basilicata	85	85	15	15	100	3
Calabria	242	70,1	103	29,9	345	41
Sicilia	228	85,1	40	14,9	268	27
Sardegna	352	92,9	27	7,1	379	14
ITALIA	11.509	94,8	556	4,6	12.065	403
Italia Nord occidentale	4.329	97,4	116	2,6	4.445	78
Italia Nord Orientale	2.975	98,5	46	1,5	3.021	50
Italia Centrale	1.841	95,2	93	4,8	1.934	82
Italia Meridionale	1.784	88,4	234	11,6	2.018	152
Italia Insulare	580	89,6	67	10,4	647	41

Tabella 4-1 Impianti di depurazione delle acque reflue urbane esistenti e in corso di realizzazione, per regione e ripartizione geografica.

4.2 Metodologia ed elaborazioni dati

L'indagine in questione si pone lo scopo di fornire la potenzialità di biogas producibile dai fanghi reflui civili. Per raggiungere tale scopo si farà ricorso in ultima analisi ad un approccio grossolano che fornisce il valore di producibilità specifica in funzione degli abitanti equivalenti serviti. 21. Ma tale approccio non si presta per un'indagine di così ampia scala.

Le valutazioni che seguono avranno quindi come parametro di riferimento gli Abitanti Equivalenti Serviti (AES).

La prima elaborazione mette appunto in evidenza la classifica degli impianti di depurazione in relazione alle classi di AES e alla tipologia di trattamento.

Fonte: Elaborazione dati ISTAT 1999

Classe AES	TIPOLOGIA DI TRATTAMENTO							
	Primario		Secondario		Terziario		Totale	
	N° imp.	AES	N° imp.	AES	N° imp.	AES	N° imp.	AES
Fino a 500	5168	625558	1595	395372	139	31415	6902	1052345
501 - 1.000	331	245653	844	671292	85	67680	1260	984625
1.001 - 2.000	170	242807	768	1178657	110	172975	1048	1594439
2.001 - 3.000	32	81358	366	935004	77	199585	475	1215947
3.001 - 4.000	19	69674	227	822371	54	195997	300	1088042
4.001 - 5.000	13	60733	174	813122	25	119191	212	993046
5.001 - 10.000	33	245301	354	2574044	88	642813	475	3462158
10.001 - 20.000	40	570081	238	3411686	76	1182231	354	5163998

20.001 - 30.000	7	184331	85	2129970	30	769076	122	3083377
30.001 - 40.001	8	279240	51	1844003	20	711656	79	2834899
40.001 - 50.000	2	96500	35	1635262	17	797656	54	2529418
50.001 - 100.000	10	711613	69	4915615	45	3372341	124	8999569
100.001 - 250.000	5	872913	31	4760251	35	5627934	71	11261098
>250000	1	255000	18	11221399	14	8296146	33	19772545
Totale	5.839	4.540.762	4.855	37.308.048	815	22.186.696	11.509	64.035.506

Tabella 4-2 Ripartizione degli impianti di depurazione per tipologia di trattamento e per classi di AES

Fonte: Elaborazione dati ISTAT 1999

Tipologia	Impianti		AES	
	N° imp.	%	N° AES	%
Primari	5.839	50,7	4.540.762	7,1
Secondari	4.855	42,2	37.308.048	58,3
Terziari	815	7,1	22.186.696	34,6
Totale	11.509	100,0	64.035.506	100,0

Tabella 4-3 Impianti di depurazione delle acque reflue urbane in esercizio e abitanti equivalenti serviti (AES) effettivi, per tipologia di trattamento. Anno 1999 – ISTAT

La maggior parte degli impianti in esercizio utilizza trattamenti primari (51%) e secondari (42%), solo una piccola parte, il 7%, si avvale del trattamento terziario.

In termini di AES, dall'indagine si riscontra che circa il 35% degli utenti è servito dal trattamento terziario, mentre il secondario e il primario coprono rispettivamente le esigenze del 58% e del 7% degli utenti.

Alla luce di queste considerazioni è lecito trascurare l'intera categoria di impianti primari, poiché questi coprono le esigenze di solo il 7% dei AES totali, pari a 4.540.762 AES (anche se questo taglio comporta l'esclusione del 51% degli impianti, ossia 5.839 impianti su 11.509).

Si è deciso di trascurare gli impianti muniti di solo trattamento primario, poiché il 97% di questi sono impianti di piccola taglia (infatti 5.669 impianti primari servono meno di 2.000 AE), per i quali risulterebbe antieconomico prevedere un trattamento di digestione anaerobica per i fanghi di supero al fine di un recupero energetico.

Inoltre tali considerazioni nascono anche in conseguenza del fatto che i dati elaborati sono relativi all'Indagine sulle Acque svolta 10 anni fa [7], per cui da allora si sono susseguiti diversi meccanismi di gestione nel settore degli impianti di depurazione (come in qualsiasi altro settore di gestione dei rifiuti), che in linea di massima sono protesi all'eliminazione degli impianti di

piccola taglia (muniti per lo più del solo trattamento primario²), o quanto meno ad un sistema di gestione centralizzato che veda gli impianti riuniti in consorzi.

Molte agenzie evidenziano la necessità di riduzione ed accorpamento degli impianti di depurazione minori (tenendo in debita considerazione le problematiche territoriali e gestionali) per massimizzare la funzionalità ed anche per favorire il riuso.

Di conseguenza, considerando solo gli impianti muniti di un trattamento superiore al primario (secondario e terziario), le elaborazioni saranno effettuate su un totale di 5.670 impianti (pari a circa il 49% del totale) che coprono le esigenze del 93% degli AES (59.494.744 AES).

Fonte: Elaborazione dati ISTAT 1999

Classi	Secondario		Terziario		Totale	
	N° imp.	AES	N° imp.	AES	N° imp.	AES
Fino a 500	1.595	395.372	139	31.415	1.734	426.787
501 - 1.000	844	671.292	85	67.680	929	738.972
1.001 - 2.000	768	1.178.657	110	172.975	878	1.351.632
2.001 - 3.000	366	935.004	77	199.585	443	1.134.589
3.001 - 4.000	227	822.371	54	195.997	281	1.018.368
4.001 - 5.000	174	813.122	25	119.191	199	932.313
5.001 - 10.000	354	2.574.044	88	642.813	442	3.216.857
10.001 - 20.000	238	3.411.686	76	1.182.231	314	4.593.917
20.001 - 30.000	85	2.129.970	30	769.076	115	2.899.046
30.001 - 40.001	51	1.844.003	20	711.656	71	2.555.659
40.001 - 50.000	35	1.635.262	17	797.656	52	2.432.918
50.001 - 100.000	69	4.915.615	45	3.372.341	114	8.287.956
100.001 - 250.000	31	4.760.251	35	5.627.934	66	10.388.185
>250000	18	11.221.399	14	8.296.146	32	19.517.545
Totale	4.855	37.308.048	815	22.186.696	5.670	59.494.744

Tabella 4-4 Ripartizione degli impianti di depurazione per tipologia di trattamento secondario, terziario e per classi di AES

Uno degli aspetti particolarmente rilevante dal punto di vista della funzionalità dell'impianto di depurazione e della convenienza di un eventuale recupero energetico dei fanghi è proprio la sua dimensione.

Alla luce di ciò si ritiene opportuna un'elaborazione dei dati che espliciti l'appartenenza degli impianti ad una specifica classe di riferimento significativa ai fine dello studio.

² Anche nell'ottica di prevedere comunque dei sistemi di trattamento sempre più spinti (secondario – terziario) che garantiscano qualità superiori del prodotto finale.

Tale elaborazione è stata realizzata attraverso l'implementazione di una macro che elabora dati attraverso un foglio di lavoro Excel.

La scelta della classe di riferimento opportuna per tale studio comporta un taglio di un certo numero di impianti e di AES come esplicitato nella tabella che segue.

Fonte: Elaborazione dati ISTAT 1999

Classe AES	Impianti (II e III)		AES	
	N° imp.	%	n°AES	%
< 500	1.734	30,6	426.787	0,7
< 1.000	2.663	47,0	1.165.759	2,0
< 2.000	3.541	62,5	2.517.391	4,2
< 3.000	3.984	70,3	3.651.980	6,1
< 4.000	4.265	75,2	4.670.348	7,9
< 5.000	4.464	78,7	5.602.661	9,4
< 10.000	4.906	86,5	8.819.518	14,8
< 20.000	5.220	92,1	13.413.435	22,5
< 30.000	5.335	94,1	16.312.481	27,4
< 40.000	5.406	95,3	18.868.140	31,7
< 50.000	5.458	96,3	21.301.058	35,8
< 100.000	5.572	98,3	29.589.014	49,7
< 250.000	5.638	99,4	39.977.199	67,2
> 250000	5.670	100,0	59.494.744	100,0

Tabella 4-5 Numero di impianti e di AES che si trascurano considerando un taglio relativo alle diverse classi

Di conseguenza il numero degli impianti e il relativo numero degli AES corrispondenti a cui lo studio farà riferimento sono rappresentati nella seguente tabella:

Fonte: Elaborazione dati ISTAT 1999

Classe AES	Impianti (II e III)		AES	
	N° imp.	%	n°AES	%
> 500	3.936	69,4	59.067.957	99,3
> 1.000	3.007	53,0	58.328.985	98,0
> 2.000	2.129	37,5	56.977.353	95,8

> 3.000	1.686	29,7	55.842.764	93,9
> 4.000	1.405	24,8	54.824.396	92,1
> 5.000	1.206	21,3	53.892.083	90,6
> 10.000	764	13,5	50.675.226	85,2
> 20.000	450	7,9	46.081.309	77,5
> 30.000	335	5,9	43.182.263	72,6
> 40.000	264	4,7	40.626.604	68,3
> 50.000	212	3,7	38.193.686	64,2
> 100.000	98	1,7	29.905.730	50,3
> 250.000	32	0,6	19.517.545	32,8

Tabella 4-6 Numero di impianti e di AES che si prendono in esame considerando un taglio relativo alle diverse classi

Si evidenziano i dati riferiti a due classi dimensionali relative rispettivamente agli impianti con taglia superiore a 50.000 AES e taglia superiore ai 100.000 AES.

Le classi prese in considerazione nascono da una serie di riflessioni sulle opportunità di sfruttamento di tale risorsa. Si ritiene, secondo diversi studi di settore (Cecchi et al. 2007 – Gestione integrata del ciclo dell’acqua e dei rifiuti), che la convenienza del recupero energetico del biogas prodotto dal processo di digestione anaerobica del trattamento dei fanghi reflui sia garantita solo per impianti di taglia superiore ai 100.000 AES [5]

Ma si ritiene che sia comunque utile tener conto anche della potenzialità offerta da impianti di taglia inferiore (per l’appunto 50.000 AES), soprattutto nell’ottica di uno sviluppo della tecnologia nella prospettiva di potenziare e di razionalizzare i sistemi consentendo di abbassare la soglia della convenienza di tale investimento.

In definitiva:

- un taglio in corrispondenza della classe dei 100.000 AES comporta l’esclusione del 98% degli impianti e del 50% degli AES, limitando così lo studio alla potenzialità di 98 impianti che servono in totale 30 milioni di AES (il 50% del totale);
- un taglio in corrispondenza della classe dei 50.000 AES comporta l’esclusione del 96% degli impianti e del 36% degli AES, limitando così lo studio alla potenzialità di 212 impianti che servono in totale circa il 40 milioni di AES (il 64% del totale);

Fonte: Elaborazione dati ISTAT 1999

Classe AES	Impianti (II e III)		AES	
	N° imp.	%	n°AES	%
> 50.000	212	3,7	38.193.686	64,2
> 100.000	98	1,7	29.905.730	50,3

Tabella 4-7 Numero di impianti (Secondari e Terziari) e di AES che si prendono in esame considerando i due tagli significativi

Naturalmente, come già detto precedentemente, tali elaborazioni sono riportate nell'allegato tecnico n°4 ("Fanghi reflui civili") con dettaglio provinciale.

4.2.1 Parametri di calcolo

Per poter definire le quantità di fanghi biologici prodotti da ogni singolo impianto è necessario conoscere per ognuno di essi informazioni relative alle varie fasi di processo, correlate da dati altrettanto precisi sulle portate in gioco e sulle tipologie di ricircolo utilizzate.

La maggiore criticità delle fonti consultate risiede nel fatto che per l'Italia non esiste una anagrafe completa ed esaustiva degli impianti di depurazione che contenesse queste informazioni, quindi nonostante l'esistenza di un'ampia bibliografia disponibile [5], [8] che riporta valori medi per le caratteristiche fisico-chimiche dei fanghi in questione e relativa producibilità di biogas, questa è risultata comunque inutilizzabile.

Le diverse banche dati consultate, anche se spesso incomplete, forniscono valori di fanghi prodotti da impianti di depurazione, ma in questi riferimenti con il termine "fanghi" si intende sempre quelli in uscita dagli impianti.

Questi, provenendo dalla linea fanghi e non dalla linea liquami sono fanghi che oltre ad aver subito processi di stabilizzazione, sono stati inoltre sottoposti a processi di disidratazione, ispessimento e pertanto caratterizzati da un basso contenuto di sostanza organica, caratteristica che li rende scarsamente utilizzabili ai fini di valorizzazione energetica del biogas mediante digestione anaerobica.

In mancanza di dati migliori, l'unica strada perseguibile per ottenere una stima, seppur grossolana, di questo potenziale è stata quella di far riferimento al numero degli abitanti equivalenti (AES) serviti da ogni singolo impianto, pur essendo questo un parametro discutibile, per quanto già esposto precedentemente.

La scelta è stata comunque confortata da dati reperiti dalla ricerca bibliografica [5], [8], in cui vengono proposti valori di producibilità specifica di biogas in funzione del parametro suddetto (AES).

4.2.2 Stima della producibilità specifica di biogas

Nei paragrafi precedenti si è posta l'attenzione su due variabili: la tipologia di trattamento e la potenzialità dell'impianto espressa in termini di AES; sono le uniche due variabili a cui facciamo riferimento per valutare la potenziale produzione di biogas dai fanghi trattati dagli impianti di depurazione delle acque reflue urbane. A rigore è necessario evidenziare che i fanghi dai quali si ritiene conveniente la trasformazione energetica, non sono i fanghi in uscita dall'impianto di depurazione, che risultano ormai poveri di sostanza organica, bensì i fanghi in ingresso alla linea di trattamento dei fanghi.

La produzione di biogas può oscillare entro un intervallo piuttosto ampio di valori in funzione di diversi parametri, tra cui la temperatura di processo, il volume del reattore, il contenuto in solidi volatili del fango da trattare, l'entità dell'attività biologica all'interno del digestore.

In alcuni casi alle fasi di avviamento del sistema corrispondono elevate produzioni di biogas, con conseguenti fenomeni di produzioni di schiume e fuoriuscita di schiume e gas. Se vengono raggiunte condizioni stabili di funzionamento e vengono mantenuti i valori della velocità di produzione del biogas è possibile ottenere un fango ben stabilizzato.

Il metano possiede alla temperatura di 20°C e alla pressione di 1 atm, un poter calorifico inferiore pari a 35.800 kJ/m³. Tale grandezza rappresenta il calore sviluppato a seguito della combustione a meno del calore di evaporazione dell'eventuale acqua inizialmente presente e di quella formatesi a seguito della combustione. Poiché il biogas da digestione anaerobica è caratterizzato, come già detto, da un contenuto in metano dell'ordine del 65%, il potere calorifico del biogas risulta approssimativamente pari a circa 23.300 kJ/m³ (pari a circa 5.500 Kcal/Nm³).

Negli impianti di elevata potenzialità il biogas prodotto durante il processo di digestione anaerobica può essere utilizzato in caldaie, motori e/o celle a combustibile (previa purificazione del gas³) che, a loro volta, possono essere impiegati per il funzionamento delle pompe e delle soffianti e per la produzione di elettricità per gli usi interni all'impianto stesso.

L'acqua calda prodotta dalle caldaie o dagli scambiatori dei motori può essere utilizzata per il riscaldamento del fango in ingresso al digestore e degli edifici dell'impianto, oppure in alternativa possono esser utilizzate anche caldaie direttamente alimentate a biogas. Il recupero energetico risulta caratterizzato da una maggiore efficienza nel caso in cui il calore venga fornito a temperatura elevata poiché ciò rende possibile una maggiore varietà di utilizzo.

³ Inoltre poiché il biogas contiene altre sostanze in tracce, quali solfuro di idrogeno, azoto, particolato solido e vapore acqueo, non di rado esso necessita di un trattamento di depurazione previo utilizzo.

Inoltre il biogas può essere utilizzato anche in sistemi di cogenerazione, che rappresentano sistemi per la produzione combinata di energia elettrica e di energia in un'altra forma (in genere acqua calda o vapore).

Per esempio esistono schemi nei quali il biogas viene impiegato per alimentare un generatore la cui funzione è quella di produrre energia elettrica, mentre l'acqua calda proveniente dagli scambiatori di calore di un motore viene utilizzata per il riscaldamento del digestore o degli edifici dell'impianto. L'eventuale surplus di energia prodotto rispetto ai fabbisogni interni dell'impianto, può essere in alcuni casi venduto all'esterno.

La misura della produzione di biogas durante il processo di digestione anaerobica è uno degli indicatori migliori del grado di evoluzione del processo; in genere viene stimata sulla base dell'abbattimento dei solidi volatili.

Valori tipici di un processo di digestione anaerobica sono riportati in letteratura. Alcuni riferimenti bibliografici sono riportati nei seguenti punti:

- Metcalf & Eddy (1991) riportano valori tipici per un processo di digestione anaerobica con tempi di ritenzione del solido di 21-25 giorni, con alimentazione al digestore di sostanza volatile pari a 1,9-2,5 Kg TVS/m³ reattore e di 0,75-1,12 m³/KgVSScons.;
- Brunetti et al. (1988) riporta per un fango con alto tenore di sostanze volatili (75%) un consumo di VVS tra 27-80%, con una produzione specifica di biogas pari a 0,6-0,8 m³/KgVVScons.. Questo risultato stupisce se confrontato con il precedente, infatti quello che ci si aspettava erano valori elevati di biogas prodotto, visto che si è considerato un fango ricco in SSV, invece al contrario si sono prodotti valori decisamente più bassi. Questo si spiega dicendo che la resa in biogas prodotto non dipende solo dalla concentrazione di SSV nel fango trattato, ma anche dalla sua composizione chimica;
- Bixio et al. (1999) riporta valori ricavati dal trattamento di digestione anaerobica di un fango al 29-36% in secco, con carico biodegradabile basso (0,02 KgBOD/KgMLSS*d).

Ma per una stima di producibilità di biogas che sia funzione del parametro suddetto è necessario che siano note le caratteristiche chimico-fisiche dei fanghi biologici e le relative quantità, in relazione oltretutto alle diverse fasi del processo.

Queste informazioni sono richieste agli enti gestori mediante questionari, periodicamente inviati dagli enti competenti, ma nonostante l'obbligo di essere compilati, questi si presentano spesso incompleti e imprecisi.

Se si riuscisse a fare chiarezza sulle condizioni in cui si trovano gli impianti di depurazione, sulle quantità realmente trattate da questi, si otterrebbe un quadro più completo e significativo, ma data l'aleatorietà dei dati a disposizione ci si limita ad una valutazione di massima che consenta quanto meno di fornire un valore indicativo della produzione di biogas basato sul concetto di abitante equivalente.

Per fanghi primari da trattamento di reflui civili la produzione di biogas si aggira tra 15 e 22 m³/1000 ab·d, mentre per fanghi secondari è dell'ordine di 28 m³/1000 ab·d [5]. Non potendo scendere nel dettaglio relativo alle quantità di fango primario e secondario, si è considerato un valore medio di producibilità di biogas pari a 22 m³/1000 ab·d

In relazione alle opportune considerazioni fatte nel paragrafo precedente, si riportano di seguito le elaborazioni relative alla producibilità di biogas sia in relazione alla classe >50.000 AES, sia alla classe > di 100.000 AES.

Nell'**allegato tecnico n°4** (*"Fanghi reflui civili"*) saranno riportate ulteriori elaborazioni in tale settore.

Fonte: elaborazione dati ISTAT – 1999

		AES totali	AES >50000	AES >100000	Biogas tot (Nm ³ biogas *10 ⁶ /anno)	Biogas > 50000 (Nm ³ biogas *10 ⁶ /anno)	Biogas > 100000 (Nm ³ biogas *10 ⁶ /anno)	Biogas > 50000 trascurato (%)	Biogas >100000 trascurato (%)
NORD	Piemonte	5.568.177	3.414.090	2.876.784	30	19	16	39	48
	Valle D'Aosta	298.180	148.300	148.300	2	1	1	50	50
	Lombardia	8.909.927	5.413.294	4.466.148	49	30	24	39	50
	Trentino Alto Adige	1.639.551	810.639	451.278	9	4	2	51	72
	Veneto	6.244.322	4.171.917	3.495.500	34	23	19	33	44
	Friuli Venezia Giulia	1.686.320	633.600	500.000	9	3	3	62	70
	Liguria	1.754.389	707.780	609.000	10	4	3	60	65
	Emilia Romagna	5.860.103	3.597.914	2.681.266	32	20	15	39	54
CENTRO	Toscana	5.544.469	3.943.520	3.327.068	30	22	18	29	40
	Umbria	537.197	185.000	120.000	3	1	1	66	78
	Marche	1.307.651	633.051	109.000	7	3	1	52	92
	Lazio	5.234.008	3.471.334	2.870.334	29	19	16	34	45
SUD	Abruzzo	1.405.659	601.100	330.000	8	3	2	57	77
	Molise	687.427	329.000	250.000	4	2	1	52	64
	Campania	5.621.100	4.437.965	4.025.900	31	24	22	21	28
	Puglia	4.525.924	2.609.688	1.713.052	25	14	9	42	62
	Basilicata	440.909	120.100	120.100	2	1	1	73	73
	Calabria	1.378.396	558.000	291.000	8	3	2	60	79
	Sicilia	3.352.249	1.503.969	831.000	18	8	5	55	75
	Sardegna	2.039.548	903.425	690.000	11	5	4	56	66
Valori Nazionali		64.035.506	38.193.686	29.905.730	351	209	164	40	53

Tabella 4-8 Valori di producibilità di biogas per gli impianti di depurazione delle acque reflue urbane con capacità >50.000 AES e > 100.000. dettaglio regionale

Fonte: elaborazione dati ISTAT - 1999

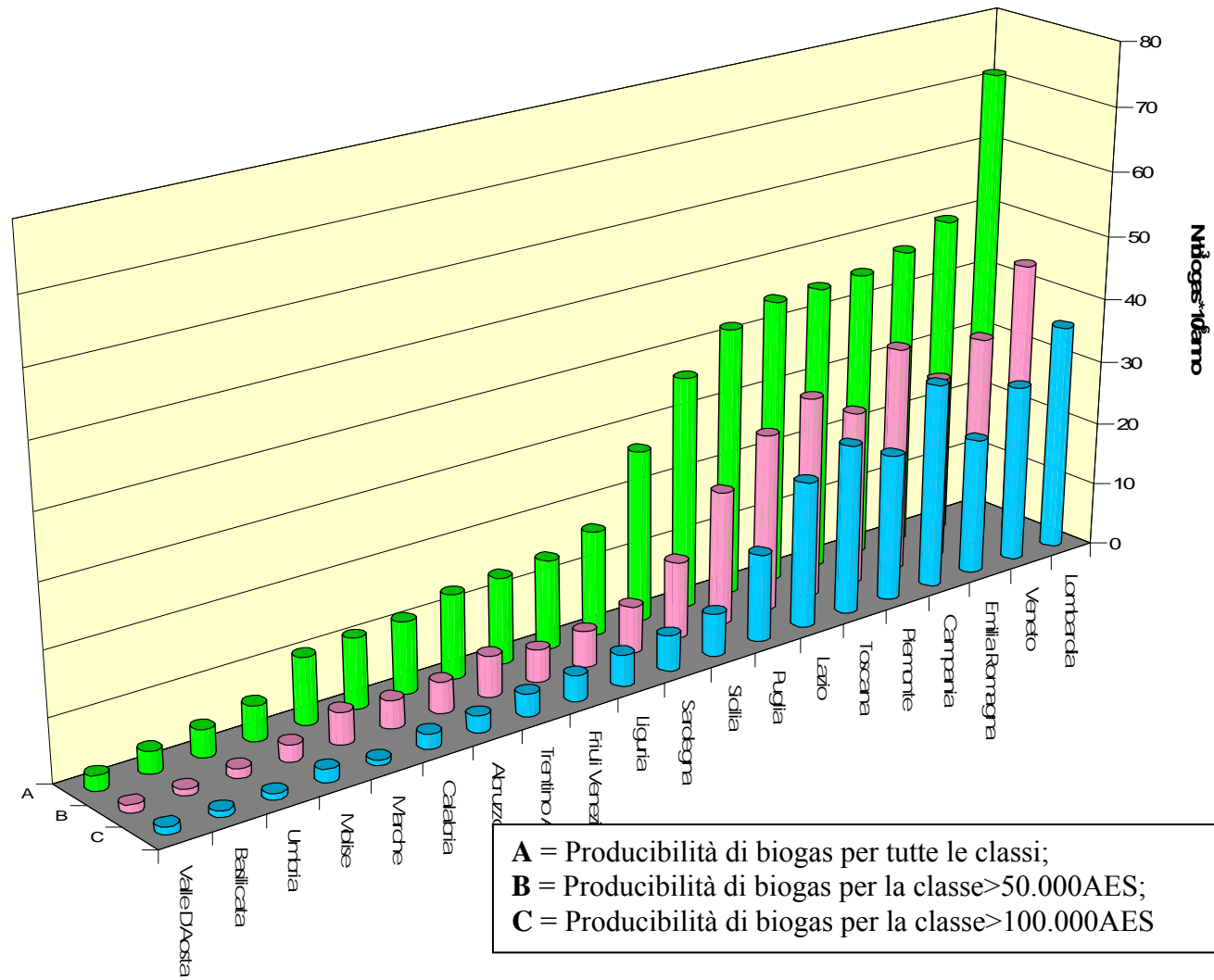


Figura 4-2 Distribuzione regionale della potenzialità di biogas per taglio di classe AES

4.2.3 Conclusioni

La situazione delineata a livello nazionale italiano sulla produzione/ recupero dei fanghi è risultata poco precisa ed insoddisfacente a causa della mancanza o incompletezza dei dati disponibili.

Nonostante le problematiche riscontrate durante il lavoro svolto, si è comunque cercato di elaborare e fornire un quadro generale della situazione presente in maniera più esaustiva possibile. Tale quadro deve essere inteso come indicativo e come punto di partenza per migliorare l'informazione, evidenziando la necessità di uno sforzo ulteriore di produzione e raccolta dati.

Gli interessanti risultati ottenuti da una stima di massima, incoraggiano ad un ulteriore approfondimento sulla reale potenzialità.

Inoltre appare evidente che se si riuscisse a trattare, mediante digestione anaerobica, una fetta maggiore di AE la produzione di energia sarebbe ancora più alta, e rappresenterebbe una percentuale non indifferente del fabbisogno elettrico nazionale; in più aumenterebbero tutti i benefici legati all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili.

D'altro canto, tra i fattori che limitano l'affermazione dell'uso energetico di tale risorsa, così come per le biomasse in genere ve ne sono tuttora diversi di natura tecnica, collegati sia alle fasi di approvvigionamento e trasporto che alla fase di conversione. Per rimuovere questi ostacoli sono in atto diversi programmi di ricerca, mentre restano da risolvere le fondamentali difficoltà legate principalmente al superamento delle barriere non-tecniche. In realtà, per il recupero di tipo termico o cogenerativo, vi sono già esperienze economicamente sostenibili e competitive, dovute all'alto costo del gas per le utenze civili. E' da notare che il gap di costo tra le fonti rinnovabili e quelle fossili, sarebbe invertito se venissero considerati nell'analisi costi-benefici gli aspetti ambientali ed i costi sociali connessi alla combustione dei materiali fossili. Infatti, in generale, le esternalità della generazione energetica non sono incorporate nei costi. Ciò limita sicuramente la transizione verso un uso maggiormente efficiente della biomassa a fini energetici. Un ovvio meccanismo per rendere competitiva l'energia da biomassa è quello di applicare tecnologie in grado di aumentare il livello di rendimento della conversione in energia e di ridurre, contemporaneamente, i costi di investimento.

4.3 Organizzazione database

Anche per i fanghi da impianti di depurazione di acque reflue, in analogia a quanto fatto per tutte le altre categorie di biomassa, si riporterà di seguito un estratto del database su scala regionale.

In Tabella 4-9 per ogni regione si riporta schematicamente una “fotografia” dello stato dell’arte, indicando per ognuna delle regioni il numero di impianti totali, primari, secondari e terziari presenti.

Così come fatto per gli impianti, si mostrano anche, per ciascuna regione il numero di AES in relazione al totale degli impianti, ai soli impianti primari, e così per i secondari e i terziari.

In Tabella 4-10 si mostra il potenziale di biogas producibile dagli impianti di acque reflue urbane in due ipotesi preliminari distinte:

- la prima riporta la stima per il totale degli impianti, in funzione quindi del totale degli AES presenti in ciascuna regione;
- la seconda ipotesi invece propone la stima escludendo gli impianti muniti di solo trattamento primario (per motivi già ampiamente esposti sopra).

Nelle successive elaborazioni (che verranno riportate solo in allegato), ferma restante l’ipotesi di escludere gli impianti primari, si riporta il calcolo del potenziale di biogas per classe AES via via crescente.

Nell’elaborazione riportata nella Tabella 4-11 si riassumono, in particolare, i risultati ottenuti escludendo dal calcolo tutti gli impianti a servizio di un’utenza appartenente alla classe di AES < 50.000, e alla classe di AES < 100.000 che rappresentano le classi di AES su cui maggiormente si è posta l’attenzione nel presente lavoro (come già discusso precedentemente).

Fonte: elaborazione dati ISTAT - 1999

PROVINCIA	Impianti totali	Impianti Prim.		Impianti Second.		Impianti Terz.		AES totali	AES Prim.		AES Second.		AES Terz.		
	tot reg.	tot reg.	% reg.	tot reg.	% reg.	tot reg.	% reg.	tot reg.	tot reg.	% reg.	tot reg.	% reg.	tot reg.	% reg.	
NORD	Piemonte	2.457	1.663	68	760	31	34	1	5.568.177	434.037	8	2.587.774	46	2.546.366	46
	Valle D'Aosta	214	191	89	22	10	1	0	298.180	49.941	17	99.939	34	148.300	50
	Lombardia	1.113	431	39	529	48	153	14	8.909.927	431.265	5	5.343.914	60	3.134.748	35
	Trentino Alto Adige	270	130	48	92	34	48	18	1.639.551	101.711	6	363.598	22	1.174.242	72
	Veneto	925	478	52	353	38	94	10	6.244.322	231.172	4	4.261.168	68	1.751.982	28
	Friuli Venezia Giulia	530	294	55	223	42	13	2	1.686.320	438.441	26	910.409	54	337.470	20
	Liguria	543	437	80	97	18	9	2	1.754.389	575.438	33	776.171	44	402.780	23
	Emilia Romagna	1.250	751	60	410	33	89	7	5.860.103	774.643	13	2.924.996	50	2.160.464	37
CENTRO	Toscana	673	184	27	409	61	80	12	5.544.469	51.203	1	1.776.051	32	3.717.215	67
	Umbria	329	197	60	115	35	17	5	537.197	26.894	5	177.611	33	332.692	62
	Marche	352	162	46	178	51	12	3	1.307.651	62.972	5	704.379	54	540.300	41
	Lazio	489	115	24	319	65	55	11	5.234.008	171.284	3	3.832.813	73	1.229.911	23
SUD	Abruzzo	809	566	70	228	28	15	2	1.405.659	66.762	5	899.821	64	439.076	31
	Molise	125	4	3	109	87	12	10	687.427	16.093	2	552.369	80	118.965	17
	Campania	333	48	14	251	75	34	10	5.621.100	239.235	4	3.632.369	65	1.749.496	31
	Puglia	188	25	13	119	63	44	23	4.525.924	197.322	4	3.122.748	69	1.205.854	27
	Basilicata	86	12	14	49	57	25	29	440.909	19.286	4	151.847	34	269.776	61
	Calabria	242	67	28	158	65	17	7	1.378.396	84.859	6	1.174.905	85	118.632	9
	Sicilia	229	46	20	163	71	20	9	3.352.249	514.357	15	2.409.988	72	427.904	13
	Sardegna	352	38	11	271	77	43	12	2.039.548	53.847	3	1.605.178	79	380.523	19
Valori Nazionali	11.509	5.839	51	4.855	42	815	7	64.035.506	4.540.762	7	37.308.048	58	22.186.696	35	

Tabella 4-9 Impianti e AES per tipologia di trattamento

Fonte: elaborazione dati ISTAT - 1999

PROVINCE	Impianti primari secondari e terziari			Impianti secondari e terziari					
	Impianti (n°)	AES (n°)	Biogas (Nm ³ /anno)	Impianti		AES		Biogas (Nm ³ /anno)	
				(% reg.)	(n°)	(% reg.)	(n°)		
NORD	Piemonte	2.457	5.568.177	44.712.461	32,3	794	92,2	5.134.140	41.227.144
	Valle D'Aosta	214	298.180	2.394.385	10,7	23	83,3	248.239	1.993.359
	Lombardia	1.113	8.909.927	71.546.714	61,3	682	95,2	8.478.662	68.083.656
	Trentino Alto Adige	270	1.639.551	13.165.595	51,9	140	93,8	1.537.840	12.348.855
	Veneto	925	6.244.322	50.141.906	48,3	447	96,3	6.013.150	48.285.595
	Friuli Venezia Giulia	530	1.686.320	13.541.150	44,5	236	74,0	1.247.879	10.020.468
	Liguria	543	1.754.389	14.087.744	19,5	106	67,2	1.178.951	9.466.977
	Emilia Romagna	1.250	5.860.103	47.056.627	39,9	499	86,8	5.085.460	40.836.244
CENTRO	Toscana	673	5.544.469	44.522.086	72,7	489	99,1	5.493.266	44.110.926
	Umbria	329	537.197	4.313.692	40,1	132	95,0	510.303	4.097.733
	Marche	352	1.307.651	10.500.438	54,0	190	95,2	1.244.679	9.994.772
	Lazio	489	5.234.008	42.029.084	76,5	374	96,7	5.062.724	40.653.674
SUD	Abruzzo	809	1.405.659	11.287.442	30,0	243	95,3	1.338.897	10.751.343
	Molise	125	687.427	5.520.039	96,8	121	97,7	671.334	5.390.812
	Campania	333	5.621.100	45.137.433	85,6	285	95,7	5.381.865	43.216.376
	Puglia	188	4.525.924	36.343.170	86,7	163	95,6	4.328.602	34.758.674
	Basilicata	86	440.909	3.540.499	86,0	74	95,6	421.623	3.385.633
	Calabria	242	1.378.396	11.068.520	72,3	175	93,8	1.293.537	10.387.102
	Sicilia	229	3.352.249	26.918.559	79,9	183	84,7	2.837.892	22.788.273
	Sardegna	352	2.039.548	16.377.570	89,2	314	97,4	1.985.701	15.945.179
Valori Nazionali	11.509	64.035.506	514.205.113	49,3	5.670	92,9	59.494.744	477.742.794	

Tabella 4-10 Producibilità regionale biogas in funzione della tipologia di trattamento

Fonte: elaborazione dati ISTAT - 1999

PROVINCE		Classe AES > 50.000				Classe AES > 100.000					
		Impianti		AES		Biogas (Nm ³ /anno)	Impianti		AES		Biogas (Nm ³ /anno)
		(%reg.)	(n°)	(%reg.)	(n°)		(%reg.)	(n°)	(%reg.)	(n°)	
NORD	Piemonte	0,6	14	61,0	3.396.588	27.274.601	0,3	7	52,0	2.895.452	23.250.480
	Valle D'Aosta	0,5	1	50,0	149.090	1.197.193	0,5	1	50,0	149.090	1.197.193
	Lombardia	3,0	33	61,0	5.435.055	43.643.495	1,7	19	50,0	4.454.964	35.773.357
	Trentino Alto Adige	2,6	7	49,0	803.380	6.451.141	0,7	2	28,0	459.074	3.686.366
	Veneto	1,8	17	67,0	4.183.696	33.595.077	1,0	9	56,0	3.496.820	28.079.467
	Friuli Venezia Giulia	0,8	4	38,0	640.802	5.145.637	0,4	2	30,0	505.896	4.062.345
	Liguria	0,7	4	40,0	701.756	5.635.097	0,6	3	35,0	614.036	4.930.710
	Emilia Romagna	2,0	25	61,0	3.574.663	28.704.543	1,0	13	46,0	2.695.647	21.646.048
CENTRO	Toscana	2,5	17	71,0	3.936.573	31.610.681	1,2	8	60,0	3.326.681	26.713.252
	Umbria	0,6	2	34,0	182.647	1.466.655	0,3	1	22,0	118.183	949.012
	Marche	2,3	8	48,0	627.672	5.040.210	0,3	1	8,0	104.612	840.035
	Lazio	3,1	15	66,0	3.454.445	27.739.196	1,2	6	55,0	2.878.704	23.115.996
SUD	Abruzzo	0,7	6	43,0	604.433	4.853.600	0,2	2	23,0	323.302	2.596.112
	Molise	1,6	2	48,0	329.965	2.649.619	0,8	1	36,0	247.474	1.987.214
	Campania	3,9	13	79,0	4.440.669	35.658.572	2,4	8	72,0	4.047.192	32.498.952
	Puglia	10,1	19	58,0	2.625.036	21.079.038	3,2	6	38,0	1.719.851	13.810.404
	Basilicata	1,2	1	27,0	119.045	955.935	1,2	1	27,0	119.045	955.935
	Calabria	2,5	6	40,0	551.358	4.427.408	0,8	2	21,0	289.463	2.324.389
	Sicilia	5,2	12	45,0	1.508.512	12.113.352	1,3	3	25,0	838.062	6.729.640
	Sardegna	1,7	6	44,0	897.401	7.206.131	0,9	3	34,0	693.446	5.568.374
Valori Nazionali		1,8	212	59,6	38.162.787	306.447.181	0,9	98	46,8	29.976.996	240.715.282

Tabella 4-11 Producibilità regionale biogas per classe di AES

5 Siero di latte

Il siero di latte è un componente del latte vaccino: più precisamente quel che rimane del latte intero dopo che questo ha subito il processo di caseificazione. Grazie alle tecniche di lavorazione delle fabbriche di produzione, che utilizzano macchinari a fibre ultrafini senza trattamento chimico preliminare, il prodotto ottenuto è privo quasi completamente di grassi, lattosio e cloruro di sodio.

Vengono invece mantenute le importantissime: Proteine del siero (albumina, globulina, immunoglobuline). Alcuni aminoacidi essenziali (leucina, isoleucina, valina, treonina, triptofano, lisina, fenilalanina, etc).

5.1 *Analisi delle fonti e banche dati*

L'inquadramento del comparto lattiero-caseario a livello regionale è stato fatto attraverso dati Istat. L'Istituto nazionale di statistica è un ente di ricerca pubblico. Presente nel Paese dal 1926, è il principale produttore di statistica ufficiale a supporto dei cittadini e dei decisori pubblici.

Compito istituzionale dell'Istat è produrre e diffondere informazioni affidabili, imparziali, trasparenti, accessibili e pertinenti, capaci di descrivere le condizioni sociali, economiche e ambientali del Paese; tra i suoi impegni più rilevanti, la realizzazione dei *censimenti generali*: popolazione e abitazioni, industria e servizi, agricoltura. L'ultimo censimento, però risale all'anno 2000 per cui in questa ricerca si è fatto riferimento ad altri strumenti dell'istat: i *Dati Congiunturali*, Dati annuali e mensili sul settore lattiero caseario.

L'Istat presenta i risultati dell'indagine annuale sul settore lattiero-caseraio che effettua secondo quanto disposto dalla Direttiva 1996/16/CE (modificata dalla Direttiva 2003/107/CE). Finalità della rilevazione è ottenere informazioni sulle materie prime entrate negli stabilimenti e su quelle uscite, nonché sui prodotti ottenuti sia freschi che trasformati. L'indagine viene eseguita attraverso la tecnica CATI (Computer Assisted Telephone Interviewing) presso tutti gli stabilimenti di trattamento igienico del latte e della sua trasformazione (caseifici, centrali del latte e centri di raccolta).I risultati della rilevazione sono presentati a livello nazionale e regionale.

5.2 Metodologia Applicata

Le quantità dei residui prodotti dall'industria lattiero – casearia sono state stimate attraverso la determinazione di indici di produzione dei residui relativi alla produzione principale (formaggio) e l'applicazione dei fattori calcolati a tutto il comparto nazionale.

Più in dettaglio è stata adottata la seguente metodologia:

1. analisi del settore lattiero caseario e quantificazione del latte trasformato;
2. determinazione dei flussi di materiale (prodotti principali e residui) e le loro caratteristiche principali;
3. elaborazione dei dati raccolti e loro discussione in relazione alla tipologia e classe di produzione;
4. determinazione degli indici specifici di produzione dei residui trasformabili in digestione anaerobica.

Considerando che la quantità di latte trasformata in Italia è di circa 7 milioni di tonnellate di cui oltre la metà è trasformata in formaggi, l'indagine si è concentrata sui prodotti caseari che maggiormente caratterizzano il territorio.

Con l'ausilio di letteratura del settore, sono stati individuati i *sottoprodotti derivanti da queste lavorazioni lattiero-casearie*.

L'obiettivo principale delle elaborazioni è di mettere in relazione la produzione di rifiuti del settore caseario con un parametro di riferimento (latte utilizzato, formaggio prodotto) e di evidenziare eventuali effetti dovuti alle dimensioni dell'impianto.

Le tipologie di rifiuti prese in considerazione sono le seguenti:

- siero, normalmente inviato alla alimentazione zootecnica;
- latticello e scotta, destinati all'alimentazione zootecnica;
- resi di produzione;
- reflui derivanti dalle varie operazioni di lavaggio, depurati a livello aziendale o inviati a depuratori pubblici o consortili;
- fanghi, qualora l'azienda sia dotata di depuratore.

Possono essere scelti due parametri di riferimento:

- il latte utilizzato per la trasformazione;
- la massa di formaggio prodotto.

Il principale sottoprodotto su cui concentrare lo studio della gestione alternativa è risultato il *siero* (80% circa della materia prima lavorata).

Il siero, principale sottoprodotto ottenuto dalla lavorazione del formaggio, viene utilizzato, nella maggior parte dei casi, per la produzione della ricotta e talvolta scremato per la produzione di panna e burro. Nel caso in cui il caseificio non produca ricotta, il siero viene utilizzato per l'alimentazione animale, rappresentando comunque un onere per l'azienda. Le quantità in gioco sono strettamente legate al quantitativo di latte lavorato e alla sua resa in formaggio. I dati a disposizione evidenziano come il rapporto tra produzione di siero e quella di formaggio sia pari a circa 6 (il siero prodotto ammonta al 600% della produzione di formaggio).

In particolare, del siero totale prodotto nelle diverse trasformazioni del latte, *solo il 5%, corrispondente alla percentuale di siero acido, si può considerare potenzialmente avviabile alla DA*. Il rimanente 95% di *siero dolce* ha già un proprio mercato specifico ed è considerato materia primasecondaria per usi alimentari umani e per l'estrazione di proteine.

Altri tipi di scarti/sottoprodotti sono rappresentati dal *reso scaduto* (0,2% della materia prima lavorata di cui il 20% è imballo) e gli *scarti di lavorazione ed il materiale non conforme* che comunque rientrano nel ciclo di produzione e non vengono pertanto considerati nell'indagine territoriale complementare.

Tipologia scarti/sottoprodotti	% su materia prima lavorata	destinazione d'uso
SIERO (dato medio) <i>siero dolce</i> <i>siero acido</i>	80% di cui 95% 5%	<i>materia prima secondaria per uso alimentare umano</i> <i>dato utile per database</i>
RESO SCADUTO	0,2% di cui: prodotto 80% incarto 20%	<i>smaltimento in base al Reg. CE 1774/2002 (cat. 3) e all'alimentazione zootecnica</i>

SCARTI LAVORAZIONE E MAT. NON CONFORME		<i>rientra nel ciclo di altri prodotti, oppure smaltimento secondo Reg. CE 1774/2002 (cat.3)</i>
---	--	--

Tabella 5-1 Tipologia di scarti/sottoprodotti

Da ulteriori studi si è potuto vedere che il primo sottoprodotto, derivante dai processi di lavorazione del formaggio, è, come già in precedenza evidenziato, il siero il cui fattore di produzione è stato stimato pari a circa 5.900 chilogrammi per tonnellata di formaggio prodotto, valore confrontabile con la quantità di siero prodotta per unità di latte trasformato.

I coefficienti unitari di scarto per ciascuna tipologia di trasformazione sono stati moltiplicati per i quantitativi di latte conferito ai principali siti di trasformazione (individuati e localizzati attraverso i dati regionali ISTAT) non tenendo, però, conto delle produzioni tipiche di ciascun caseificio. Stimando, come da precedenti lavori sul tema, per le principali tipologie di prodotto trasformato nei caseifici individuati la resa media e la percentuale di siero totale prodotto (di cui si considera solo il 5% di siero acido) è stato possibile calcolare, localizzare e mappare i quantitativi extra-MUD provenienti dall'industria lattiero casearia.

5.3 Organizzazione database

REGIONI	Producibilità di BIOGAS (mc biogas/anno)	TOT siero digeribile (q)	Latte raccolto nel 2006	Latte alimentare 'Trattato igienicamente (q)				Latte di vacca trasformato nel 2006	Burro	Formaggi (q)					
			Quantità	Intero	Parzialmente scremato	Scremato	Totale	Quantità	Quantità	A pasta dura	A pasta semidura	A pasta molle	Freschi	Totale	
NORD	Piemonte	815.628	197.728	7.367.124	843.730	1.045.941	534.253	2.423.924	4.943.200	35.381	166.925	30.276	443.543	290.019	930.763
	Valle d'Aosta	50.128	12.152	313.814	7.114	2.891	-	10.005	303.809	756	145	25.984	1.112	817	28.058
	Lombardia	5.275.129	1.278.819	38.640.681	2.721.531	3.551.105	397.564	6.670.200	31.970.481	399.853	1.302.027	518.521	929.949	1.379.482	4.129.979
	Trentino-Alto Adige	765.348	185.539	5.374.915	514.833	214.616	6.996	736.445	4.638.470	30.535	87.838	89.730	10.464	146.520	334.552
	Veneto	1.073.368	260.211	8.791.058	1.142.080	1.112.959	30.756	2.285.795	6.505.263	157.127	504.878	84.681	231.522	252.814	1.073.895
	Friuli-Venezia Giulia	362.775	87.945	3.037.799	604.624	230.940	3.599	839.163	2.198.636	9.097	100.176	13.706	25.424	116.958	256.264
	Liguria	82.480	19.995	792.913	421.887	297.829	10.196	293.034	499.879	335	186	4.963	1.607	1.598	8.354
	Emilia-Romagna	2.392.231	579.935	20.493.698	2.309.613	3.118.196	567.521	5.995.330	14.498.368	389.031	1.299.100	2.844	67.140	218.712	1.587.796
CENTRO	Toscana	83.509	20.245	1.436.938	535.591	383.788	11.441	930.820	506.118	3.497	126.836	6.051	118.976	102.290	354.153
	Umbria	108.033	26.190	908.604	74.687	167.918	11.255	253.860	654.744	262	6.778	2.829	8.431	58.005	76.043
	Marche	62.050	15.042	666.415	267.881	398.534	-	290.354	376.061	9.686	7.643	618	1.718	66.437	76.416
	Lazio	571.636	138.579	6.319.155	1.751.491	1.082.050	21.151	2.854.692	3.464.463	14.512	36.521	5.590	22.056	298.894	363.061
SUD	Abruzzo	56.223	13.630	367.935	11.495	14.989	703	27.187	340.748	966	5.351	2.454	7.464	61.927	77.196
	Molise	139.447	33.805	1.086.892	162.524	79.232	-	241.756	845.136	22.076	811	15.687	2.814	188.077	207.389
	Campania	423.531	102.674	3.771.166	1.106.993	81.496	15.820	1.204.309	2.566.857	75.613	4.457	61.196	10.804	715.243	791.700
	Puglia	144.461	35.021	2.112.849	721.010	512.492	3.828	1.237.330	875.519	25.910	7.083	31.786	16.684	335.985	391.538
	Basilicata	46.637	11.306	312.650	18.000	12.000	-	30.000	282.650	1.147	480	11.637	2.929	30.374	45.420
	Calabria	92.354	22.389	626.865	38.812	28.332	-	67.144	559.721	4.380	982	23.320	2.544	94.283	121.129
	Sicilia	165.605	40.147	1.704.529	198.734	491.196	10.935	700.865	1.003.664	7.190	22.791	38.674	7.842	104.364	173.671
	Sardegna	722.576	175.170	5.314.459	393.072	522.481	19.660	935.213	4.379.246	9.009	443.666	2.694	12.729	53.899	512.988
ITALIA	13.433.150	3.256.521	109.440.459	13.845.702	13.348.985	1.645.678	28.840.365	81.413.033	1.196.363	4.124.674	973.241	1.925.752	4.516.698	11.540.365	

6 Scarti di macellazione

Il settore della lavorazione delle carni riveste particolare importanza nella stima di producibilità in Italia di biogas in virtù del quantitativo di scarti prodotti e dell'elevata producibilità di biogas (si stima circa 550-1.000 m³ biogas/t SV).

Fonte: ISTAT – anno 2006

Fonte: ISTAT – anno 2006 Categorie	Numero capi macellati	peso vivo (q)	Peso medio a capo (q)	Resa media (%)	peso morto (q)
Bovini e Bufalini	3.176.635	15.155.988	4,86	55,1	6.697.393
Ovini e Caprini	6.898.885	1.108.460	0,16	55,4	614.374
Suini	13.380.004	19.478.719	1,46	80,0	15.592.429
Equini	167.139	749.602	0,45	54,9	411.808
Avicoli	407.282.947	13.110.939	3,22 kg	69,8	9.149.897

Tabella 6-1– Scarti della macellazione in Italia

Come si evince dalla tabella sovrastante la produzione e lavorazione di carne comporta la produzione di una grande quantità di rifiuti e sottoprodotti che, in linea indicativa, rappresentano circa il 40-50% del peso vivo dell'animale di partenza. Questa percentuale può essere ottenuta considerando la differenza tra 100 e la resa al macello, normalmente variabile tra il 40 e l'80%, a seconda della tipologia di animale, la razza e l'età, ed aggiungendo a questa aliquota la quota di grassi, di ossa e di altre parti del corpo, separate dalle carcasse nei vari segmenti della distribuzione e con le successive trasformazioni da parte della filiera della carne, che può aggirarsi intorno al 10-20% [9].

Considerando che il peso vivo in gioco è dell'ordine di 4,9 milioni di tonnellate, si evince come la massa di residui disponibili a livello nazionale sia dell'ordine di 1,7 milioni di tonnellate ai macelli con un peso morto commercializzato pari a 3,2 milioni di tonnellate. La grande quantità di residui in gioco comporta elevati costi gestionali e di smaltimento; conseguentemente è facile capire come l'industria della carne sia orientata a minimizzare il problema attraverso un loro reimpiego economico.

L'industria della carne è, in ogni caso, tenuta a distruggere in modo appropriato i propri residui al fine di evitare problemi di carattere sanitario.

C'è, tuttavia, da notare che non tutti gli scarti sono votabili alla digestione anaerobica, ma solo quelli non utilizzabili nell'alimentazione umana e non classificabili come pericolosi per la salute

umane (quali grassi, sangue, contenuto stomacale, budella, fanghi di flottazione ecc..) come da Regolamento (Ce) n. 1774/2002 “Norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale non destinati al consumo umano”). Tali residui, ad esempio, possono essere addizionati come co-substrati nella digestione di liquami zootecnici o fanghi di depurazione.

Gli scarti provenienti da questo settore sfuggono dalla quantificazione della biomassa rilevabile dai dati MUD, in quanto dopo, l’entrata in vigore del Reg. CE 1774/02, non sono compresi nel contesto normativo dei rifiuti, ma sono considerati “sottoprodotti animali non destinati al consumo umano”.

Il Reg. CE in questione fissa i requisiti relativi alla raccolta ed al trasporto, agli impianti di transito, di magazzinaggio ed agli impianti di trasformazione per le differenti categorie di animali. In base alla terminologia introdotta dal Reg. 1774 non si parla più di “scarti” e “carcasse animali”, ma di “sottoprodotti di origine animale” (SOA) e di “corpi interi o parti di animali”.

I sottoprodotti di origine animale devono essere classificati in categoria 1, 2 o 3 in modo da evidenziarne l’appartenenza. Il contenuto di categoria 1 (Materiale specifico a rischio MRS) è destinato unicamente all’incenerimento, quello della categoria 2 (contenuto del tubo digerente e stallatico) può essere, a determinate condizioni, utilizzato in impianti per la produzione di biogas o per lo spargimento sui terreni agricoli previa maturazione in concimaia. La categoria 3 (ossa, grasso, sangue e sequestri ispettivi) è destinata ad impianti di incenerimento oppure di trasformazione dove è sottoposta a pastorizzazione a 70 °C per almeno 60 minuti.

Rientrano tra i materiali di categoria 1 le carcasse e le parti di animali che non hanno superato la visita post-mortem, mentre rientrano tra i materiali di categoria 3 le parti dichiarate inidonee al consumo umano ma che non presentano segni di malattie trasmissibili all’uomo o agli animali e che provengono da carcasse giudicate idonee al consumo umano ma non destinate, per motivi commerciali, alla vendita.

6.1 *Analisi delle fonti e banche dati*

Dopo un’attenta analisi delle banche dati esistenti e utili riferite all’intero anno 2006 si è fatto riferimento all’ISTAT e all’IZS (Istituto di Zooprofilassi Sperimentale) per quanto riguarda gli scarti della macellazione bovina e bufalina e soltanto all’ISTAT per tutte le altre tipologie di macellazione.

Non sono state prese in considerazione altre banche, come quelle delle associazioni di categoria, in quanto, pur rappresentative del settore, non rispondono alle esigenze di completezza ed ufficialità dei dati richieste dall'indagine.

- IZS-ANAGRAFE ZOOTECNICA

L'anagrafe zootecnica fornisce una delle banche dati più importanti del settore perchè consente la conoscenza più fedele alla realtà dell'entità e delle peculiarità del patrimonio zootecnico.

Nel gennaio del 2002 il Ministero della Salute ha affidato all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" il compito di progettare, realizzare e gestire la Banca Dati Nazionale informatizzata dell'anagrafe zootecnica. Attualmente in Banca Dati sono censiti tutti gli allevamenti presenti nel nostro Paese e che detengono bovini e bufalini, ovini e caprini, suini ed avicoli. Per le specie bovina, bufalini, ovina e caprina, oltre alle informazioni sulle strutture di allevamento sono riportate, per ciascun capo, i dati anagrafici più significativi nonché tutte le movimentazioni (spostamenti) intervenute in Italia, dalla nascita alla macellazione.

I dati registrati nell'anagrafe zootecnica sono direttamente inseriti dall'allevatore (o da soggetti da lui delegati) per tutti gli eventi degli animali in vita e dal responsabile del mattatoio per quello che riguarda la macellazione.

E' possibile consultare i dati statistici registrati nella Banca dati nazionale dell'anagrafe zootecnica in riferimento alle diverse specie animali, ricordando che per le specie bovina e bufalina i dati esposti sono da considerarsi ufficiali a tutti gli effetti. Per quanto riguarda le altre specie animali occorre precisare che le diverse banche dati sono ancora in fase di implementazione e quindi non ancora complete in merito ai dati in esse contenuti; pertanto, per tali dati, non essendo al momento possibile fornire garanzie di completezza ci si è rifatti ai dati ISTAT.

Le tipologie di dati reperibili in tale banca dati sono:

- Numero di capi mensili macellati per provincia;
- Classi d'età e sesso dei capi macellati;
- Peso Vivo e peso morto dei capi (dati parziali, incompleti).

- ISTAT

L'Istituto nazionale di statistica è un ente di ricerca pubblico. Presente nel Paese dal 1926, è il principale produttore di statistica ufficiale a supporto dei cittadini e dei decisori pubblici.

Compito istituzionale dell'Istat è produrre e diffondere informazioni affidabili, imparziali, trasparenti, accessibili e pertinenti, capaci di descrivere le condizioni sociali, economiche e

ambientali del Paese; tra i suoi impegni più rilevanti, la realizzazione dei *censimenti generali*: popolazione e abitazioni, industria e servizi, agricoltura. L'ultimo censimento, però risale all'anno 2000 per cui in questa ricerca si è fatto riferimento ad altri strumenti dell'Istat: i *Dati Congiunturali*, dati annuali e mensili sulla macellazione riferiti all'anno 2006.

L'Istat presenta i risultati dell'indagine annuale del bestiame macellato effettuata con lo scopo di ottenere informazioni sul numero di capi e il peso (vivo e morto) degli animali abbattuti annualmente nel territorio nazionale.

Gli animali considerati sono quelli appartenenti alla specie bovina, bufalina, suina, ovina, caprina ed avicunicoli, suddivisi per categoria.

L'indagine viene eseguita attraverso la tecnica CATI (Computer Assisted Telephone Interviewing) presso tutti i macelli pubblici e privati (a bollo CEE, a capacità limitata ed in deroga) e riguarda sia il bestiame indigeno, sia quello di provenienza estera.

I risultati della rilevazione sono presentati, però, a livello nazionale e regionale e non si è potuto avere il dettaglio provinciale.

Le tipologie di dati reperibili in tale banca dati sono:

- Numero di capi macellati annualmente per regione;
- Classi d'età e sesso dei capi macellati;
- Peso Vivo e peso morto dei capi;
- Rese al macello per classi d'età.

Nel grafico che segue sono messi a confronto i dati (numero di capi) delle statistiche prodotte dall'ISTAT, di natura e caratteristiche diverse tra loro, con i dati registrati in anagrafe zootecnica per l'anno 2006.

Numero di capi macellati

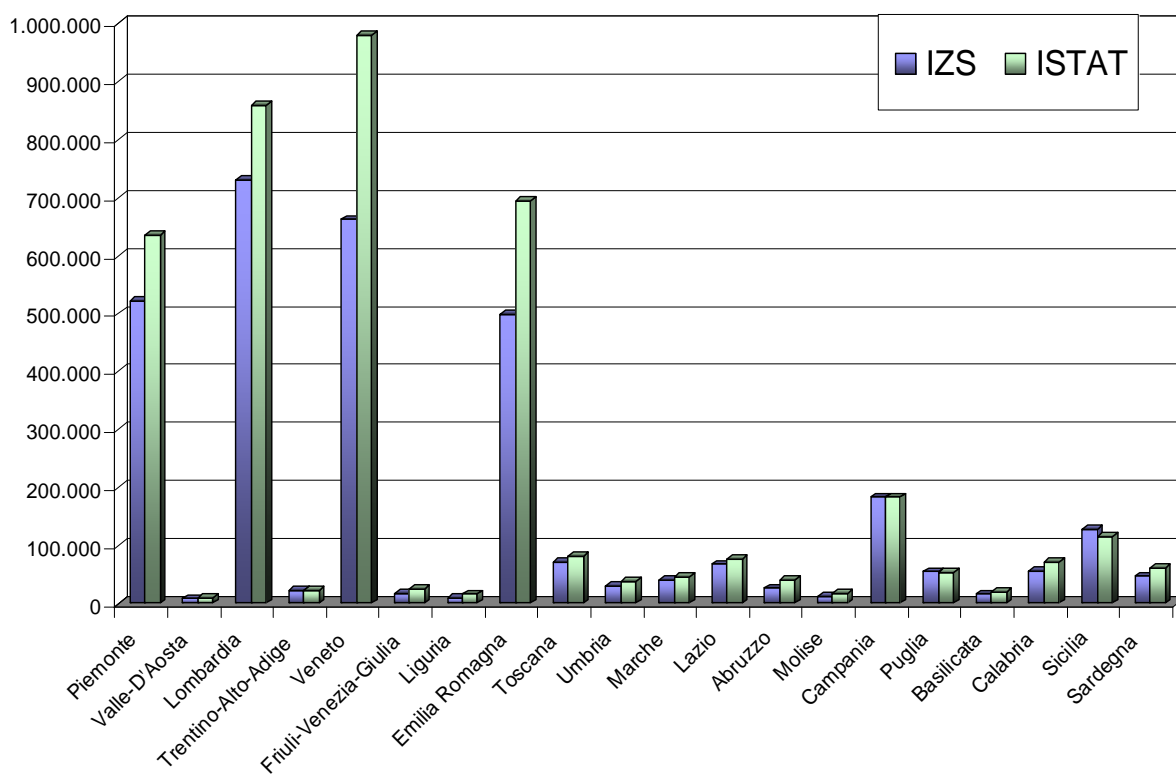


Figura 6-1 Consistenza del numero di capi rilevata dall'ISTAT e dalla BDN nel 2006

Dal confronto emerge una evidente sovrastima della consistenza bovina e bufalina rilevata dall'ISTAT dovuta alla tipologia di rilevazione e analisi del dato che in questo caso è campionaria. Le due fonti di dati risultano assolutamente non confrontabili per alcune regioni come ad esempio il Veneto dove c'è uno scarto tra le due fonti del 23%.

Si è deciso comunque di tener conto dei dati ISTAT in quanto IZS non può fornire un dato completo sulle rese e pesi vivi e morti dei capi suddivisi per classi di età.

6.2 Metodologia Applicata

L'obiettivo dell'indagine è stato quello di valutare e quantificare la disponibilità di matrici organiche di scarto provenienti dall'industria di macellazione che potessero essere economicamente e logisticamente impiegabili in processi di digestione anaerobica, cercare di localizzare le aree di origine e destinazione al fine di fornire alcune indicazioni sulle possibili

connessioni con gli impianti di biogas a gestione integrata e creare un database aggiornato e quanto più attendibile possibile.

Si è seguita la seguente metodologia:

- individuazione delle tipologie di scarto e sottoprodotto (scarti di cat. 2 e 3 non destinati a consumo umano);
- stima della quantità della materia prima lavorata a livello provinciale e/o regionale (peso morto complessivo dei capi macellati, suddiviso per specie e categoria);
- rilievo e stima dei coefficienti di scarto e delle quantità unitarie per tipologia di materia prima trattata, attraverso un'indagine tramite esperti del settore, veterinari e macelli;
- calcolo della producibilità di biogas.

La particolarità applicativa di tale metodologia è stata nel trattare i dati della macellazione di bovini e bufalini. Di questi dati, infatti, si ha a disposizione il database dell'IZS con livello di dettaglio provinciale, per cui molto più esaustivo e logisticamente corretto dei dati ISTAT.

Nell'anagrafe zootecnica, però, non ci sono dati completi al 2006 sul peso vivo, peso morto e rese alla macellazione. Si è deciso allora di basarsi sul numero di capi macellati secondo tabelle dell'IZS e di riferirsi ai dati quantitativi medi regionali di peso e rese dell'ISTAT al posto che di valori medi nazionali, in modo da tener conto della variabilità per razza e per età del capo nel territorio italiano.

Di seguito si riporta lo schema di flusso adottato nella metodologia della macellazione bovina e bufalina.

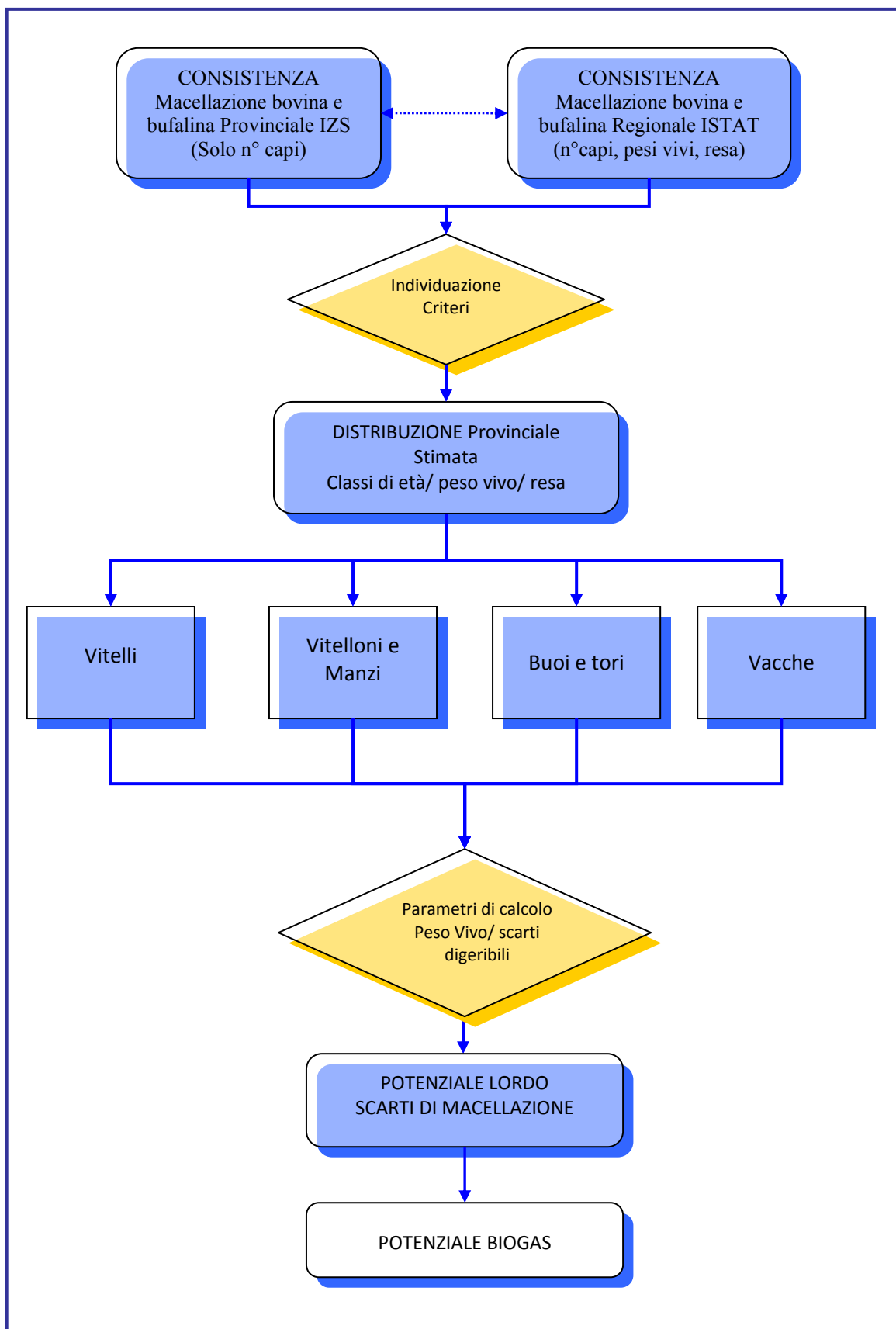


Figura 6-2– Metodologia applicata per la stima del potenziale lordo degli scarti di macellazione

La prima fase del lavoro è stata quella di recuperare dati sulla consistenza dei capi macellati e dei quantitativi ponderali in gioco.

Di particolare interesse sono i settori della macellazione bovina e suinicola per i quantitativi di scarto potenziale.

Dall'analisi delle banche dati risulta che la macellazione suinicola risulta particolarmente concentrata in due regioni, l'Emilia Romagna e la Lombardia in concordanza con l'elevato numero di allevamenti di tali animali.

La Lombardia, da sola, detiene il 37% del totale dei capi suini macellati in Italia nel 2006, l'Emilia Romagna il 28% ed il Piemonte il 6% del totale.

La macellazione bovina invece è particolarmente sviluppata in Emilia Romagna, Veneto, Lombardia e Piemonte.

La Lombardia detiene il 23% del totale dei capi bovini e bufalini macellati in Italia nel 2006, seguita dal Veneto con il 21%, l'Emilia Romagna ed il Piemonte con il 16% del totale.

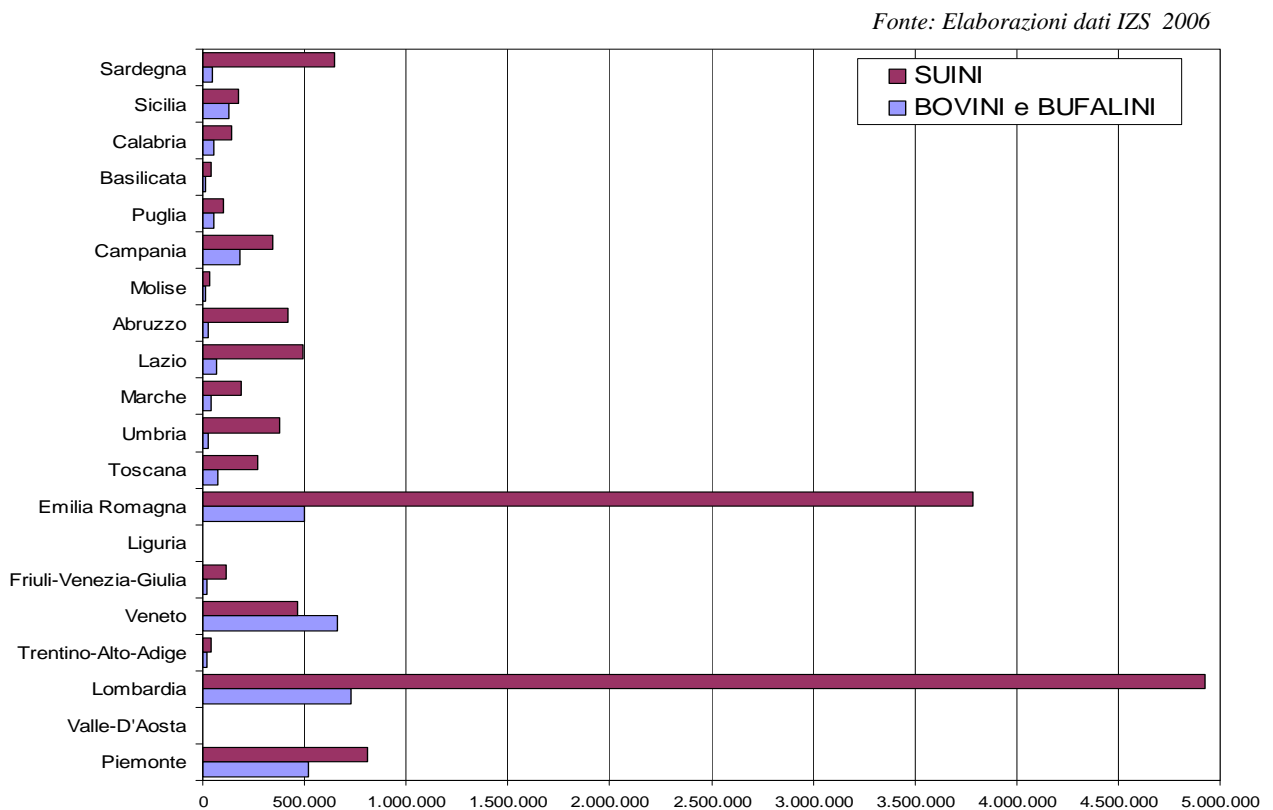


Figura 6-3 – Numero di capi macellati per regione

Il numero di stabilimenti di macellazione nelle regioni è piuttosto esiguo escluse le regioni Lombardia e Piemonte che detengono rispettivamente il 41% e il 12% del totale italiano al 2007.

In questa valutazione sono considerati tutte le tipologie di macelli per tutte le categorie animali, con o senza bollo cee.

Dagli studi effettuati è risultata una grossa incidenza dei macelli non dedicati ad una sola specie animale.

Fonte: Elaborazioni dati IZS 2007

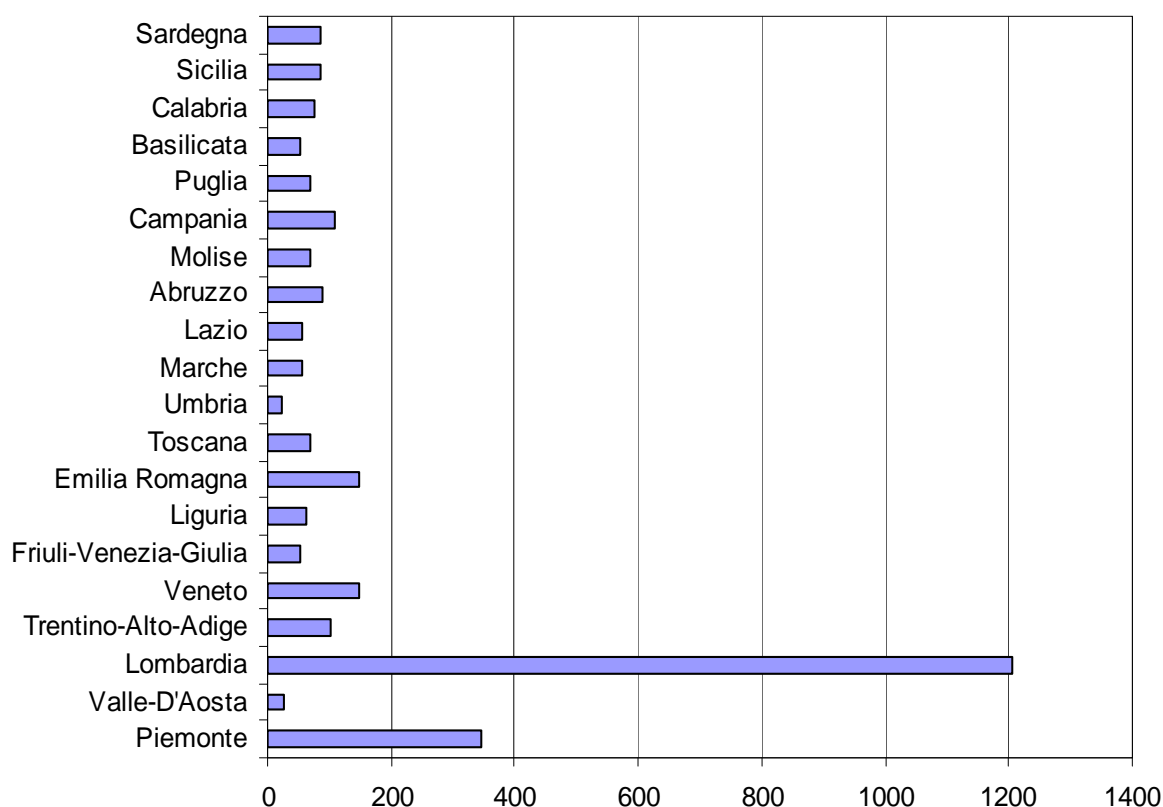


Figura 6-4 – Numero di stabilimenti di macellazione al 2007

Per giungere ad una corretta e accettabile stima degli scarti di macellazione è importante capire quali siano tutte le fasi e i sottoprodotti producibili.

Per ciascuna fase si producono differenti tipologie di SOA come si può notare nella tabella seguente [10]:

Fonte: Mappatura Biomassa e organizzazione database – Regione Veneto

Fasi della macellazione	Speci animali		
	Bovini	Suini	Equini
Stordimento, sospensione	-	-	-
Dissanguamento con aspirazione	Sangue edibile	-	-
Dissanguamento per caduta	Sangue non edibile	Sangue non edibile	Sangue non edibile
Scuoimento	Carniccio	Carniccio	Carniccio
Eviscerazione	Rumina e stomaci + contenuto	Intestini + contenuto	Intestini + contenuto
Divisione e toelettatura	Ossa, grasso e carniccio	Ossa, grasso e carniccio	Ossa, grasso e carniccio
Raffreddamento	-	-	-

Tabella 6-2 – Tipologie di SOA nelle varie fasi della macellazione

Sono stati così individuate le tipologie di matrici organiche di scarto e sottoprodotto provenienti dalla catena di macellazione e con caratteristiche qualitative adatte all'impiego in processi di DA.

Relativamente al comparto dei bovini i principali sottoprodotti non destinati al consumo umano oltre quelli di categoria 1, ad elevato rischio igienico-sanitario, risultano essere per lo più sangue, rumine, intestini e i loro contenuti e materiale di categoria 3. La quota recuperata dalla macellazione bovina e bufalini è alta (33-35% del peso vivo) e la variabilità riscontrata in termini di quantità di SOA è da imputarsi principalmente all'età del capo macellato e alla presenza nei macelli di linee di sezionamento per il disossamento.

Nei suini, a fronte di una resa alla macellazione dell'80%, i sottoprodotti di origine animale non destinati al consumo umano (circa il 18%) rappresentano la quasi totalità di quelli prodotti nel complesso.

Per gli avicoli i principali scarti della loro macellazione sono sangue non edibile, budella - intestini, penne e piume zampe, teste, pelli e collo.

Sono stati ricavati, aiutandosi anche con i dati di letteratura, i coefficienti di scarto rispetto all'unità di peso vivo.

Successivamente si è utilizzato il dato di peso vivo medio ISTAT, di ogni singola categoria di capi macellati, per il calcolo di SOA per singolo capo macellato in Italia.

Il calcolo dei quantitativi di SOA è attuato moltiplicando peso vivo medio (Istat) * n. Capi macellati (dati IZS per bovini e bufalini e ISTAT per tutti gli altri) * Indice unitario. Tale procedimento è stato

adottato per utilizzare i dati IZS (numero di capi macellati) utili ad attribuire ai singoli siti di macellazione le rispettive quantità di SOA calcolate come sopra.

Fonte: elaborazione su dati ANPA

Specie Animale	Indice di scarto digeribile (su peso vivo del capo macellato)
Bovini e Bufalini	0,35
Ovini e caprini	0,35
Suini	0,18
Avicoli	0,30

Tabella 6-3– Indici di produzione scarto digeribile

6.3 Organizzazione database

Dopo diverse strutture adottate si è convenuto ad un file Excel con la seguente architettura:

- ogni riga presenta una provincia con il relativo codice provinciale ISTAT, riferimento geografico corrispondente;
- le colonne sono divise in macrovoci relative al totale capi in funzione della loro classe d'età in base alla nomenclatura adottata dall'ISTAT (vitelli, vitelloni e manzi, buoi e tori, vacche);
- All'interno di ogni macrovoce sono state inserite quattro categorie corrispondenti al numero di capi, il peso vivo, il peso morto e la resa. Le categorie sono state alla fonte e sono necessarie per ottenere un calcolo più preciso dello scarto in base a rese differenti per ogni regione indicative di diverse specie predominanti e per ogni classe d'età.
- Sono state previste inoltre una colonna riassuntiva per tutti gli scarti digeribili ottenuti tramite gli indici del foglio successivo e una colonna per la stima di producibilità del biogas.

Nel relativo **allegato tecnico n° 6** – (*“Scarti di Macellazione”*) saranno riportate ulteriori elaborazioni svolte per il settore in questione.

Fonte: Elaborazione su dati IZS e ISTAT

		Producibilità di BIOGAS (mc biogas/anno)	CAPI MACELLATI - bovini e bufalini																
			TOT scarto digeribile macellazione bovini e bufalini (q)	Vitelli				vitelloni e manzi				buoi e tori				vacche			
				n° capi al macello	peso vivo (q)	resa media a capo	Scarto (q)	n° capi al macello	peso vivo	resa media a a capo	Scarto (q)	n° capi al macello	peso vivo	resa media a capo	Scarto (q)	n° capi al macello	peso vivo	resa media a capo	Scarto (q)
NORD	Piemonte	3.752.414	370.609	89.063	221.767	58,2	32.444	344.653	1.930.057	59,8	271.559	2.992	18.939	57,3	2.830	61053	342507	46,8	63775
	Valle-D'Aosta	50.249	4.963	1.913	4.649	58,4	677	3.457	16.455	57,0	2.477	45	259	55,7	40	2.305	9.520	46,9	1.769
	Lombardia	6.113.619	603.814	192.486	461.966	58,7	66.777	269.581	1.528.524	57,2	228.973	3.759	25.373	56,4	3.872	265.583	1580219	45,0	304.192
	Trentino-Alto-Adige	169.455	16.736	5.412	10.229	58,4	1.489	8.809	43.076	55,4	6.724	371	2.204	54,7	349	7.794	43.568	46,4	8.173
	Veneto	4.430.941	437.624	266.335	695.134	59,2	99.265	370.136	2.154.192	58,8	310.634	1.218	7.223	58,6	1.047	24.405	148.871	48,8	26.678
	Friuli-Venezia-Giulia	135.537	13.386	2.470	5.953	60,3	827	10.612	59.533	58,8	8.585	124	813	55,3	127	4.050	22.073	50,2	3.847
	Liguria	56.854	5.615	2.166	5.480	60,6	756	6.617	27.725	57,7	4.105	55	332	54,1	53	740	3.789	47,1	701
	Emilia Romagna	3.704.908	365.917	176.641	418.639	58,9	60.221	260.585	1.639.080	57,4	244.387	1.583	11.920	52,2	1.994	60.130	325.905	48,0	59.315
CENTRO	Toscana	499.995	49.382	5.963	14.609	59,8	2.056	63.556	309.518	57,9	45.607	185	1.469	56,9	222	1.279	8.390	49,0	1.498
	Umbria	237.378	23.445	3.278	8.359	59,8	1.176	24.432	139.507	57,8	20.605	175	1.146	54,5	183	1.535	8.964	52,8	1.481
	Marche	320.825	31.686	5.409	15.848	59,7	2.235	32.970	185.291	58,5	26.914	241	1.863	56,8	282	2.198	13.540	52,4	2.256
	Lazio	488.090	48.206	9.422	23.555	58,8	3.397	43.334	208.003	56,6	31.596	1.577	10.834	53,0	1.782	12.963	64.296	49,2	11.432
SUD	Abruzzo	191.238	18.888	3.374	9.009	59,5	1.277	19.968	102.636	59,2	14.656	200	1.406	58,3	205	2.884	15.804	50,3	2.749
	Molise	81.486	8.048	618	1.632	58,3	238	10.946	48.710	56,4	7.433	105	539	51,9	91	369	1.672	51,1	286
	Campania	1.396.543	137.930	3.253	7.840	59,4	1.114	121.024	582.125	56,9	87.814	2.154	12.946	54,5	2.062	56.687	270.397	50,4	46.941
	Puglia	350.001	34.568	10.951	25.954	59,8	3.652	30.430	134.196	57,2	20.103	632	3.621	55,9	559	12.710	57.449	49,0	10.255
	Basilicata	109.567	10.821	1.926	5.085	58,7	735	11.686	50.951	55,6	7.918	222	1.352	54,6	215	2.229	10.989	49,2	1.954
	Calabria	404.917	39.992	4.683	13.159	55,9	2.031	41.695	200.553	55,9	30.955	925	5.569	54,2	893	7.567	33.522	47,9	6.113
	Sicilia	913.239	90.196	11.791	34.901	57,1	5.240	91.047	416.995	56,4	63.633	1.502	8.892	56,4	1.357	22.936	110.552	48,4	19.966
	Sardegna	326.633	32.260	7.613	19.337	58,6	2.802	30.679	139.589	56,4	21.301	1.046	7.196	54,1	1.156	7.123	40.245	50,3	7.001
TOTALE		23.733.887	2.344.088	804767	2.003.105	58,9	288.410	1.796.217	9.916.717	57,3	1.455.979	19.111	123.896	55,3	19.318	556.540	3112271	49,0	580380

Tabella 6-4 – Stima Potenziale Regionale degli scarti di macellazione di capi bovini e bufalini nel 2006

Fonte: Elaborazione su dati ISTAT

REGIONI	Producibilità di BIOGAS (mc biogas/ anno)	TOT scarto digeribile della macellazione suinicola (q)	Lattonzoli e Magroni					Grassi					
			Capi	Peso Vivo (q)	Medio a capo	Resa media (%)	Peso morto	Capi	Peso Vivo (q)	Medio a capo	Resa media (%)	Peso morto	
NORD	Piemonte	2.275.973	224.787	46.805	10.039	0,21	78,20	7.850	761.920	1.238.780	1,63	81,83	1.013.748
	Valle d'Aosta	662	65	52	23	0,44	73,91	17	198	340	1,72	79,41	270
	Lombardia	13.616.083	1.344.798	600.412	333.975	0,56	77,29	258.115	4.322.186	7.137.127	1,65	80,56	5.749.759
	Trentino -Alto Adige	93.631	9.248	6.440	4.168	0,65	77,90	3.247	32.734	47.207	1,44	79,21	37.394
	Veneto	14.791	1.461	5.422	3.641	0,67	77,81	2.833	3.340	4.475	1,34	79,93	3.577
	Friuli- Venezia Giulia	78.840	7.787	1.018	527	0,52	78,56	414	29.394	42.732	1,45	79,14	33.817
	Liguria	1.241.808	122.648	92.178	37.212	0,40	76,86	28.601	373.685	644.164	1,72	80,13	516.192
	Emilia- Romagna	305.826	30.205	13.804	4.414	0,32	78,43	3.462	98.942	163.392	1,65	76,98	125.772
CENTRO	Toscana	1.992	197	283	193	0,68	76,68	148	595	900	1,51	78,89	710
	Umbria	11.047.698	1.091.131	90.421	36.531	0,40	77,17	28.192	3.697.854	6.025.306	1,63	79,81	4.808.809
	Marche	681.491	67.308	38.536	11.828	0,31	81,35	9.622	234.097	362.104	1,55	79,71	288.642
	Lazio	1.030.221	101.750	23.651	13.787	0,58	77,16	10.638	354.071	551.492	1,56	79,87	440.499
SUD	Abruzzo	535.006	52.840	5.675	3.852	0,68	79,21	3.051	184.079	289.704	1,57	80,70	233.787
	Molise	1.360.258	134.346	33.551	17.692	0,53	78,49	13.886	461.718	728.677	1,58	79,43	578.767
	Campania	1.004.655	99.225	92.880	52.666	0,57	79,97	42.118	325.899	498.585	1,53	78,75	392.645
	Puglia	73.450	7.254	4.167	3.080	0,74	77,37	2.383	27.888	37.222	1,33	77,37	28.797
	Basilicata	796.628	78.679	26.561	19.755	0,74	77,34	15.278	320.637	417.352	1,30	79,71	332.659
	Calabria	224.742	22.197	21.448	17.953	0,84	78,10	14.022	79.883	105.362	1,32	78,57	82.788
	Sicilia	83.246	8.222	19.703	16.620	0,84	78,16	12.991	21.370	29.057	1,36	79,14	22.996
	Sardegna	280.740	27.727	77.094	67.755	0,88	78,19	52.981	66.874	86.286	1,29	78,43	67.671
ITALIA	34.747.739	3.431.876	1.200.101	655.711	0,58	77,91	509.849	11.397.364	18.410.264	1,51	79,4	14.759.299	

Tabella 6-5 – Stima Potenziale Regionale degli scarti di macellazione di capi suini nel 2006

Fonte: Elaborazione su dati ISTAT

REGIONI	Producibilità di BIOGAS (mc biogas/t anno)	TOT scarto digeribile della macellazione ovina (q)	OVINI E CAPRINI					
			Capi	Peso vivo	Medio a capo	Resa media (%)	Peso morto	
NORD	Piemonte	30.558	3.018	48.616	8.623	0,18	54,1	4.664
	Valle d'Aosta	2.449	242	2.774	691	0,25	52,1	360
	Lombardia	31.093	3.071	39.765	8.774	0,22	53,2	4.668
	Trentino-Alto Adige	18.495	1.827	26.099	5.219	0,20	53,2	2.776
	Veneto	9.731	961	16.646	2.746	0,16	61,4	1.685
	Friuli-Venezia Giulia	1.538	152	2.560	434	0,17	55,8	242
	Liguria	3.501	346	6.983	988	0,14	56,0	553
	Emilia-Romagna	12.683	1.253	15.708	3.579	0,23	54,5	1.949
CENTRO	Toscana	244.352	24.134	435.855	68.953	0,16	56,8	39.155
	Umbria	86.804	8.573	142.998	24.495	0,17	57,4	14.071
	Marche	74.135	7.322	132.406	20.920	0,16	57,3	11.981
	Lazio	960.686	94.883	1.596.608	271.093	0,17	53,7	145.698
SUD	Abruzzo	414.367	40.925	518.068	116.929	0,23	55,4	64.794
	Molise	76.758	7.581	126.608	21.660	0,17	56,8	12.296
	Campania	270.470	26.713	499.177	76.323	0,15	56,3	42.965
	Puglia	472.088	46.626	802.260	133.217	0,17	55,5	73.973
	Basilicata	139.833	13.811	260.279	39.459	0,15	57,1	22.549
	Calabria	128.060	12.648	236.475	36.137	0,15	54,5	19.691
	Sicilia	204.485	20.196	300.621	57.703	0,19	53,0	30.589
	Sardegna	746.020	73.681	1.688.379	210.517	0,12	56,9	119.715
ITALIA	3.928.105	387.961	6.898.885	1.108.460	0,16	55,4	614.374	

Tabella 6-6 - Stima Potenziale Regionale degli scarti di macellazione di capi ovini nel 2006

Fonte: Elaborazione su dati ISTAT

REGIONI	Producibilità di BIOGAS (mc biogas/anno)	TOT scarto digeribile della macellazione e suinicola (q)	POLLI E GALLINE				TACCHINI				FARAONE				ANATRE				
			Capi	Peso vivo (q)	Resa media %	Peso morto	Capi	Peso vivo	Resa media %	Peso morto (q)	Capi	Peso vivo	Resa media %	Peso morto (q)	Capi	Peso vivo	Resa media %	Peso morto	
NORD	Piemonte	125.763.620	12.421.098	13.853.741	38.630.938	71,65	27.678.360	-	-	-	-	1.401.500	2.476.143	72,31	1.790.608	99.591	296.580	79,00	234.297
	Valle d'Aosta	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lombardia	422.603.201	41.738.588	41.877.155	96.204.266	68,35	65.753.324	2.619.416	40.439.394	65,14	26.343.356	3.705	7.183	78,57	5.644	757.335	2.477.783	73,59	1.823.278
	Trentino-Alto Adige	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veneto	1.857.621.158	183.468.756	160.114.630	393.047.542	68,30	268.440.181	14.889.817	209.917.235	74,05	155.442.142	3.579.061	6.332.031	75,06	4.752.643	771.586	2.265.713	72,64	1.645.765
	Friuli-Venezia Giulia	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Liguria	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Emilia-Romagna	823.041.723	81.288.071	68.323.606	165.766.160	66,24	109.810.047	7.730.858	102.314.733	75,08	76.822.896	1.490.516	2.824.582	73,64	2.080.062	21.228	54.763	61,04	33.425
CENTRO	Toscana	70.881.132	7.000.606	1.204.044	2.890.595	77,77	2.247.935	1.539.719	20.166.259	74,86	15.096.294	73.002	128.679	79,20	101.915	60.248	149.819	76,76	115.004
	Umbria	215.073	21.242	21.860	58.618	76,71	44.967	845	6.373	77,75	4.955	2.569	5.117	78,66	4.025	249	698	72,49	506
	Marche	276.699.450	27.328.341	35.031.432	91.013.981	69,34	63.109.428	8.270	72.334	71,77	51.917	4.530	8.154	83,33	6.795	-	-	-	-
	Lazio	1.839.668	181.696	193.501	532.258	78,09	415.651	7.990	72.760	75,03	54.591	302	628	77,55	487	4	6	83,33	5
SUD	Abruzzo	211.156.821	20.854.995	27.717.879	69.516.649	66,78	46.426.142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Molise	103.882.992	10.260.049	13.087.125	34.200.162	68,43	23.404.317	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Campania	48.018.346	4.742.553	5.685.645	15.808.509	72,30	11.429.353	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Puglia	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Basilicata	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Calabria	480.016	47.409	56.244	158.030	77,86	123.042	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sicilia	34.757.147	3.432.805	4.260.263	11.442.682	72,80	8.329.820	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sardegna	5.135.015	507.162	761.547	1.674.022	75,37	1.261.639	-	-	-	-	3.225	6.847	80,96	5.543	4.426	9.671	80,07	7.744
ITALIA	3.982.095.362	393.293.369	372.188.672	920.944.412	68,24	628.474.206	26.796.915	372.989.088	73,41	273.816.151	6.558.410	11.789.364	74,20	8.747.722	1.714.667	5.255.033	73,45	3.860.024	

Tabella 6-7 – Stima Potenziale Regionale degli scarti di macellazione di capi avicoli nel 2006

7 Residui colturali

Il settore delle colture alimentari riveste un'importanza notevole per la stima del potenziale di biogas in Italia, sia in virtù delle elevate quantità in gioco, sia per gli elevati valori di producibilità di biogas (500-700 Nm³ biogas/t SV).

Le biomasse esaminate sono:

- Frumento
- Orzo
- Avena
- Mais
- Patate
- Sorgo Zuccherino
- Barbabietola da orto
- Pisello

Il criterio che ha fatto ricadere la scelta su queste categorie, escludendo le altre, non è univoco.

Rispettando la scala del progetto, e cioè quella nazionale, è risultato incompatibile con i tempi e con gli obiettivi del progetto stesso, soffermare l'attenzione su tutte le colture presenti sul territorio nazionale.

Si sono scelte queste otto categorie sia perché ampiamente diffuse su tutto il territorio nazionale, sia perché si è tenuto conto che in alcuni casi, come spesso accade, lo scarto è risultato essere preponderante rispetto alla produzione, cosa questa, che le rende ampiamente interessanti per la valorizzazione energetica con D.A.

7.1 Analisi delle fonti e banche dati

Tra le molteplici fonti consultate si è scelto di far riferimento all'ISTAT sia per quanto riguarda l'effettive produzioni per provincia, sia per quanto riguarda il calcolo dei residui.

L'ISTAT con scadenza decennale redige il "Censimento Annuale sull'Agricoltura", ogni cinque anni integra questo censimento con un'analisi campionaria e annualmente elabora delle analisi sulla base di dati congiunturali.

Per l'anno 2006 (anno di riferimento del progetto) sono disponibili solo i dati congiunturali che, però, sono risultati essere poco rappresentativi ai fini dello studio. Si è scelto pertanto di far

riferimento ad un elaborato ISTAT specifico per il settore agricoltura e zootecnia (ISTAT 2006 Waste statistics on agriculture, forestry and fishing sectors) [2] con dati riferiti all'anno 2006.

Inoltre si è scelto di dare la preferenza ai dati più recenti e non alla media di varie annate, in quanto, soprattutto per ciò che concerne le colture agricole, e comunque in analogia con quanto fatto per tutte le altre categorie di biomasse investigate, si è spesso constatata una variazione frequente degli orientamenti produttivi; un limite di questa stima è, pertanto, la sensibilità dei dati alle oscillazioni produttive che si verificano su base annua.

Da questo studio si sono ricavati, per ogni regione, sia le effettive produzioni sia i valori utili al calcolo dei residui.

7.2 Metodologia Applicata

La metodologia utilizzata per la valutazione del potenziale di biogas derivante da scarti agricoli esce dagli schemi di cui si è fatto uso per tutte le altre biomasse prese in esame.

Le biomasse derivanti da colture agricole, tra tutte le biomasse prese in esame, rappresentano quella per la quale la stima è risultata essere più ardua. A differenza, infatti di tutte le altre tipologie di biomasse, quelle colturali sono legate a problematiche che spesso hanno, oltre ad una loro complessità intrinseca, anche peculiarità molto diverse nell'ambito del territorio nazionale.

Uno dei principali problemi da affrontare è quello legato alla caratterizzazione fisico chimica dei sottoprodotti ricavabili dalle singole colture. A causa delle enormi variazioni che questi parametri subiscono anche a causa delle diverse tecniche di coltivazione, delle condizioni climatiche e di moltissimi altri fattori, diventa davvero molto difficile semplificare il problema.

Da un attento studio su lavori svolti su questa biomassa si evince che esistono delle metodologie applicabili per risalire alle % di sottoprodotti effettivamente valorizzabili energeticamente con digestione energetica e soprattutto si evince che tale indirizzo di sviluppo trovi già diversi esempi di applicazione.

Nel contempo, però, ad oggi, con le risorse a disposizione e con i tempi legati alle scadenze del progetto non si è riusciti ad approfondire lo studio ad un livello tale da poter comparare i risultati ottenuti con quelli raggiunti per tutte le altre categoria di biomasse.

In questa sezione del progetto, quindi non si ambisce a voler fornire un quadro completo ed esaustivo, bensì si faranno delle valutazioni di massima, con l'intento di poter approfondire più nel dettaglio lo studio nel secondo anno del progetto.

Facendo uso dello studio ISTAT utilizzato come base per i dati a livello regionale, si fornisce per le colture prese in esame esclusivamente il valore di “Produzione alla raccolta” e il valore di “Residuo” entrambi espressi in quintali. Si anticipa, sin da ora, che una volta valutati gli effettivi quantitativi di scarto avviabile a digestione anaerobica, sulla scorta della conoscenza del contenuto di solidi volatili si potrà valutare la producibilità di biogas.

Calcolare questo potenziale di biogas direttamente sul totale residuo fornirebbe un risultato che difficilmente potrebbe essere confermato con gli approfondimenti che ci si augura di poter effettuare.

Per la stesura e il funzionamento del database si è fatto uso del foglio elettronico Excel della Microsoft, caratterizzato da grande flessibilità d'uso e dalla possibilità di fornire risultati sottoforma numerica e/o grafica..

La struttura di base è costituita dall'archivio relativo all'unità territoriale minima considerata come area di indagine poiché, come già accennato, si è deciso di spingere la disaggregazione fino al livello regionale.

Il database, avendo come anno di riferimento il 2006, risulta formato da 20 archivi regionali. A loro volta, gli archivi regionali sono stati consolidati in un unico archivio nazionale contenente, in estrema sintesi, le informazioni sulla produzione e sulla disponibilità dello scarto relativo alle biomasse esaminate.

Per ogni regione e per ogni categoria di coltura è riportata:

- Producibilità totale (ha)
- Residuo (scarto) (q)

Per quanto riguarda il residuo come già accennato, questo ultimo parametro rappresenta il punto chiave di tutta la stima, in quanto i valori dei rapporti sottoprodotto/prodotto nella realtà operativa variano in relazione a molteplici fattori quali: varietà, tecnica colturale, condizioni pedoclimatiche, tecniche di raccolta, aspetti fitopatologici, ecc..

Lo studio ISTAT scelto come riferimento forniva i valori di scarto come rapporto tra lo scarto stesso e la quantità di raccolto utilizzabile. Dal momento che spesso lo scarto supera in quantità il raccolto capitava che questo indice fosse maggiore dell'unità.

Si è scelto, quindi, di esprimere lo scarto come rapporto tra lo scarto stesso e il valore di produzione totale con il duplice intento da un lato di rendere questo indice sempre compreso tra 0 e 1 e dall'altro di poter moltiplicare direttamente la produzione totale per l'indice di scarto ricavandone direttamente i quantitativi al netto del raccolto.

Per tutti i parametri di calcolo ricavati, non è mai evidenziata la diversificazione dei valori a livello regionale si è utilizzato un valore medio valido per tutto il territorio nazionale.

Un altro elemento che rende la stima molto più complessa di quelle effettuate per le altre biomasse è che le quantità dei residui delle varie filiere produttive del settore agricolo vengono valutate solo marginalmente dalle statistiche ufficiali del settore, contrariamente a quanto avviene per i prodotti primari destinati alla commercializzazione o al reimpiego nell'azienda produttrice; tali valutazioni si basano soprattutto sulle rilevazioni presso i principali canali ufficiali di commercializzazione (borse agricole ecc.), ove vengono scambiati solo gli scarti di interesse pratico (in linea di massima i cosiddetti "mercuriali"; ad esempio: paglia di cereali), peraltro in quantità ridotta rispetto alle effettive disponibilità.

In aggiunta, l'analisi della bibliografia esistente mette chiaramente in evidenza come i dati a disposizione siano scarsi e difficilmente confrontabili tra loro in quanto disomogenei, spesso incompleti e talvolta approssimativi; infatti i quantitativi vengono frequentemente stimati senza definire alcune caratteristiche chimico-fisiche piuttosto importanti il dato più incerto rimane quello delle attuali destinazioni dei residui.

Conseguentemente, per definire con ragionevole accuratezza le quantità di scarti su base nazionale è necessario ricorrere a metodi di stima che, nella sostanza, si basano sulla conoscenza del rapporto esistente tra produzioni principali, per le quali sono note le quantità commercializzate e le superfici investite e secondarie (cioè il rifiuto, che normalmente è lasciato sul campo – eventualmente sminuzzato per favorire la sua umificazione - o utilizzato nella zootecnia o in altri settori).

7.3 Organizzazione database

Per i motivi sopra esposti, il database relativo agli scarti da colture agricole, sarà riportato solo a scopo indicativo e la sua struttura sarà molto semplice.

Si è fatto uso di un foglio di lavoro excel nel quale in riga sono elencate le regioni; in colonna verranno riportati i valori di "Produzione alla raccolta" e il valore di "Residuo" entrambi espressi in quintali.

Le relative elaborazioni sono in riportate in **allegato n°6: (Residui Colturali)**

BIBLIOGRAFIA

- [1] Banca dati nazionale (BDN) dell'anagrafe zootecnica dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale di Teramo (IZS)
- [2] ISTAT 2006 "Waste statistics on agriculture, forestry and fishing sectors"
- [3] ISPRA, Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ex APAT) – Rapporto Rifiuti 2007
- [4] Una gestione integrata del ciclo dell'acqua e dei rifiuti – F. Cecchi et al. 2007
- [5] Ingegneria delle acque reflue – Metcalf & Eddy 2005 (versione italiana)
- [6] CRPA – Centro Ricerca Produzioni Animali SpA– Reggio Emilia, S. Piccinini
- [7] ISTAT - Sistema delle Indagini sulle Acque (SIA) – anni 1999, 2005
- [8] Depurazione delle acque. Tecniche ed impianti per il trattamento delle acque dei rifiuti – L. Masotti - 2002
- [9] ANPA - I Rifiuti nel Comparto Agroalimentare – anno 2001
- [10] Progetto interregionale PROBIO - BIOGAS– G. Ruol-
- [11] Manuale per le piccole imprese di macellazione – CeIRSA – anno 2007

WEBGRAFIA

- [A] www.istat.it
- [B] www.apat.it
- [C] www.uniceb.it
- [D] www.izs.it