

PROGRAMMA NAZIONALE BIOCOMBUSTIBILI

Progetto Biogas

Mappatura Regionale della Biomassa e degli Impianti Biogas

Progetto finanziato nell'ambito del Programma Nazionale "Biocombustibili (PROBIO)"
Progetto Interregionale PROBIO 2004 – Biogas

Regione del Veneto
Direzione Regionale Agroambiente e Servizi per l'Agricoltura
Via Torino, 110 – 30170 Mestre (VE)
Tel. 041 2795439 – Fax. 041 2795448
e-mail: agroambiente@regione.veneto.it

Responsabile Progetto

Federico Correale Santacroce
Veneto Agricoltura

Coordinamento tecnico-scientifico per la redazione dei testi

Mariano Chiarion
Gruppo di progetto di Veneto Agricoltura

Autori

Giulia Ruol, Massimo Zoppelletto, Elena Fabbro
Gruppo di progetto di Veneto Agricoltura

Davide Pettenella, Diego Gallo
TeSAF – Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università degli Studi di Padova

Marino Berton
AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali

Collaborazione

"Definizione dei criteri generali per la Mappatura e analisi quanti – qualitativa della biomassa e per il Monitoraggio degli impianti biogas"

Lorella Rossi
CRPA spa – Centro ricerche produzioni animali

Pubblicazione edita da

Veneto Agricoltura – Azienda Regionale per i Settori Agricolo Forestale ed Agro-alimentare
Settore Agroenergia e Fuori Foresta
Viale dell'Università, 14 – 35020 Legnaro (PD)
Tel. 049.8293711 – fax 049.8293815
e-mail: info@venetoagricoltura.org
www.venetoagricoltura.org

Realizzazione editoriale

Veneto Agricoltura
Settore Divulgazione Tecnica e Formazione Professionale
Coordinamento editoriale: Isabella Lavezzo, Margherita Monastero
Via Roma, 34 – 35020 Legnaro (PD)
Tel. 049.8293920 – fax 049.8293909
e-mail: divulgazione.formazione@venetoagricoltura.org

Un particolare ringraziamento al Dr. Giovanni Chillemi per aver favorito e coordinato le fasi di avvio del progetto

È consentita la pubblicazione di testi, foto, grafici e tabelle, previa autorizzazione di Veneto Agricoltura, citando gli estremi della pubblicazione.

Stampa

T. Zaramella real. graf. snc – Caselle di Selvazzano (PD)

Indice

Presentazione Progetto Probio “Biogas”

Amministratore Unico Veneto Agricoltura On. Corrado Callegari 5

Mappatura biomassa e organizzazione data-base

Giulia Ruol 7

Monitoraggio Impianti Biogas in Regione Veneto Agricoltura

Massimo Zoppelletto 31

Analisi economico-ambientale degli Impianti a Biogas

Davide Pettenella e Diego Gallo 55

APPENDICE

Indagine conoscitiva, complementare, su altre filiere energetiche a biomassa

Elena Fabbro 71

La produzione di combustibili legnosi dalla selvicoltura urbana

AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali 83

Presentazione

Progetto Probio “Biogas”



Nell'ambito del territorio della regione Veneto è presente una vasta gamma tipologica di sostanza organica (biomassa) impiegabile in processi di fermentazione anaerobica. Solo di liquame si producono 6.500.000 t/anno, di scarti dall'agroindustria 607.000 t, senza dimenticare la FORSU (frazione organica dei rifiuti solidi urbani) con 250.000 t. Scarti che possono e, parzialmente, sono riconvertiti in energia elettrica e termica, cioè in ricchezza. Negli ultimi vent'anni si sono diffuse nuove tecnologie in grado di ottenere energia dai residui agricoli, agro-industriali ed urbani, e conseguentemente si è assistito, anche in Italia ed in Veneto, ad un aumento del numero degli impianti energetici a biogas. Sono attivi in Veneto 28 impianti di biogas di cui 12 agricoli e 16 industriali, con una potenza complessiva installata di 15,5 MWe e con una produzione di biogas ragguardevole di quasi 45.000.000 m³. Ci sono sicuramente ulteriori possibilità di aumentarne la produzione tramite una razionale scelta delle matrici organiche, una gestione tecnico-economica oculata e un giusto mix tra iniziativa privata e pubblica con il concorso della Regione del Veneto. Un ruolo decisivo lo può svolgere e, con questo e con altri progetti ed iniziative mirate, lo sta svolgendo Veneto Agricoltura, che proprio per dare risposta a questi input dal territorio ha attivato una specifica Azione Strategica sulle Bioenergie (ASB) e ha istituito un nuovo Settore Agroenergie e Fuori Foresta.

Il progetto Probio “Biogas” può contribuire a fornire spunti significativi per la pianificazione regionale, ma anche interregionale, nel comparto delle bioenergie e costituisce uno strumento informativo che potrà essere aggiornato con continuità.

Lo sviluppo di filiere energetiche compatibili con il territorio richiede anche semplificazioni normative e burocratiche: la Regione del Veneto ha avviato recentemente una positiva semplificazione burocratica, finalizzata a facilitare l'acquisizione delle autorizzazioni necessarie per la costruzione degli impianti a biogas.

Le leggi finanziarie del 2006 (L.n. 266/2005) e del 2007 (L.n. 296/2006) hanno stabilito un principio innovativo per l'agricoltura, quello che l'imprenditore agricolo può inserire a tutti gli effetti la produzione e la vendita di energia elettrica, termica e di combustibili da fonti rinnovabili agroforestali vegetali e fotovoltaiche, provenienti dal fondo agricolo fra le attività soggette a reddito agrario. Per quanto riguarda la filiera del biogas, l'imprenditore deve dimostrare che almeno il 51% dei prodotti destinati alla digestione anaerobica deve provenire dalla stessa impresa agricola. Questa norma ha generato ulteriori semplificazioni anche nelle autorizzazioni urbanistiche. Gli impianti a biogas sono considerati pertanto a tutti gli effetti tecnologie agricole e possono sorgere in aree agricole.

Non certo trascurabile è l'indotto che si genera attorno al biogas, in termini occupazionali e di reddito per le imprese costruttrici ma anche per quelle che attuano la manutenzione.

Non certo ultima in ordine di importanza è la questione della sostituzione dei carburanti di origine fossile (in particolare gasolio) con il biogas, con conseguente minore emissione di gas serra. L'agricoltura, già fortemente impegnata in vari aspetti quali ad esempio la gestione del patrimonio forestale, può ulteriormente essere il settore in grado di perseguire le strategie promosse dal Protocollo di Kyoto e dal recente *piano d'azione UE per l'efficienza*

energetica (2007-2012) che fissa alcuni obiettivi in materia, tra cui quello di ridurre, entro il 2020, il consumo energetico del 20%, di raggiungere una quota di energia da fonti rinnovabili pari al 20% sul consumo totale ed un contenimento delle emissioni in atmosfera sempre del 20% (principio del “20-20-20”).

È interessante sottolineare in conclusione come gli scarti, costituiti da materia organica, possano essere utilizzati a scopo energetico, con una *forma virtuosa e possibile di valorizzazione sia economica che sociale*.

Veneto Agricoltura
L'Amministratore Unico
On. Corrado Callegari

Mappatura biomassa e organizzazione data-base

Giulia Ruol

PAROLE CHIAVE

Digestione anaerobica, biogas, biomassa, database, mappatura

INTRODUZIONE

L'evoluzione del comparto delle bio-energie offre la possibilità di un ampliamento delle prospettive economiche e di sviluppo di vari settori, tra i quali in particolare il mondo agricolo, e nel contempo va incontro alle problematiche ambientali perseguendo obiettivi promossi dalla Conferenza di Kyoto. Il recente *piano d'azione UE per l'efficienza energetica (2007-2012)* fissa alcuni obiettivi in materia, tra cui quello di ridurre, entro il 2020, il consumo energetico del 20%, di raggiungere una quota di energia da fonti rinnovabili pari al 20% sul consumo totale ed un contenimento delle emissioni in atmosfera sempre del 20% (principio del "20-20-20").

Tra le varie filiere agro-energetiche, la *digestione anaerobica* è un processo biologico attraverso il quale, in assenza di ossigeno, la sostanza organica viene trasformata in *biogas*, una miscela costituita prevalentemente da metano ed anidride carbonica.

Il recupero di biogas come fonte energetica rappresenta pertanto 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.

I principali substrati avviabili a digestione sono rappresentati da *biomassa* proveniente da: colture agricole e loro residui, effluenti zootecnici, scarti e sottoprodotti organici dell'agro-industria e frazioni organiche dei rifiuti solidi urbani.

È interessante sottolineare come la maggior parte di tali substrati sia costituito da materia organica di scarto, il cui utilizzo a scopo energetico rappresenta una *forma di valorizzazione sia economica che sociale*.

1. MOTIVAZIONI E OBIETTIVI

Ai fini di fornire un quadro descrittivo delle potenzialità regionali nel comparto biogas è necessario analizzare:

- disponibilità della biomassa attuale e potenziale;
- tipologia degli impianti esistenti e in fase di istruttoria.

Il presente lavoro si concentra sul primo punto. Nell'ambito del territorio della regione Veneto è presente una vasta gamma di sostanza organica impiegabile in processi di Digestione Anaerobica (DA).

Si è ritenuto opportuno *descrivere, quantificare e localizzare le diverse tipologie di biomassa* presenti in Regione con l'intenzione di perseguire l'obiettivo principale del Progetto Interregionale PROBIO "Biogas" che è quello di determinare il potenziale produttivo, in termini di biomassa, avviabile alla fermentazione anaerobica e le relative caratteristiche.

Questi dati, uniti a quelli sulla tipologia degli impianti esistenti, permetteranno una più oculata pianificazione degli investimenti nella filiera delle agro-energie e più specificatamente del biogas.

Finalità principale di questa fase di ricerca è la realizzazione di un *data-base* che organizzi le informazioni sulle diverse tipologie di biomassa localizzate sul territorio veneto a livello di ogni singolo comune (*mappatura*).

2. METODOLOGIA E RACCOLTA DATI

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

2.1 Individuazione delle fonti di biomassa presenti sul territorio regionale

All'interno del territorio regionale sono state analizzate le seguenti *fonti di biomassa*:

1. PRODUZIONI AGRICOLE realmente e potenzialmente disponibili per la digestione anaerobica con le relative superfici poste a coltura;
2. PRODUZIONI ZOOTECNICHE con valutazioni della consistenza zootecnica e calcolo del quantitativo di reflui da allevamento;
3. LAVORAZIONI E TRASFORMAZIONI AGRO-INDUSTRIALI con valutazioni e stime dei quantitativi di residui vegetali e di origine animale ed organica;
4. FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI (Forsu).

2.2 Analisi delle banche dati esistenti ed utili per l'organizzazione del data-base

L'*analisi delle banche dati esistenti e utili* si riferisce ad un periodo che va *dal 2001 al 2004 e 2005* (ove tecnicamente possibile) per avere una continuità con il lavoro svolto dalle altre Regioni coinvolte nel Progetto Interregionale (riferito al triennio 2001-03) e nello stesso tempo per poter disporre di un data-base più aggiornato.

In particolare la ricerca svolta ha riguardato:

- l'*arco temporale 2001-2003(-04)*, per un *inquadramento a livello regionale* dei DIVERSI SETTORI DI PRODUZIONE DELLA BIOMASSA (analisi dati Istat);
- l'*anno 2005*, per *analisi, elaborazione ed organizzazione dei dati a livello regionale, provinciale e comunale* riguardanti la biomassa proveniente dalle PRODUZIONI AGRICOLE (solo colture destinate e potenzialmente destinabili alla Digestione Anaerobica) e dalla ZOOTECNIA (deiezioni zootecniche), utili per la realizzazione della cartografia;
- l'*anno 2004*, per *analisi, elaborazione ed organizzazione dei dati a livello regionale, provinciale e comunale* riguardanti i RESIDUI E SCARTI ORGANICI PROVENIENTI DALLE PRIME LAVORAZIONI AGRICOLE E DALL'AGRO-INDUSTRIA e dei quantitativi di Forsu, utili per la realizzazione della cartografia.

2.2.1 Analisi Produzioni Agricole

Per le PRODUZIONI AGRICOLE reali e potenzialmente indirizzabili alla digestione anaerobica, sono stati utilizzati i DATI ISTAT per l'inquadramento a livello nazionale del comparto e per la descrizione generale della situazione regionale. Questi dati sono stati *integrati dai DATI AVEPA (Agenzia Veneta per i Pagamenti in Agricoltura)* per la localizzazio-

Tabella 1 – Colture potenzialmente avviabili a DA

Oleifere e Protaginose			
SOIA	CARTAMO	COLZA E RAVIZZONE	GIRASOLE
ALTRE OLEIFERE	RICINO	FAVE E FAVETTE	PISELLO
Cereali			
AVENA	FARRO	FRUMENTO SEGALATO	GRANO (FRUMENTO) DURO
GRANO (FRUMENTO) TENERO	GRANO SARACENO	GRANTURCO (MAIS)	MIGLIO
ORZO	PANICO	SCAGLIOLA	SEGALA
SORGO	TRITICALE	ALTRI CEREALI	ALTRE COLTIVAZIONI A SEMINATIVI
Foraggere			
ERBA MEDICA	ERBAIO DI GRAMINACEE	ERBAIO DI LEGUMINOSE	ERBAIO MISTO
PASCOLO	PIANTE DA FORAGGIO	PRATO	PRATO PASCOLO
Piante industriali			
BARBABIETOLA	CANAPA	LINO	PIANTE DA PIENA ARIA
TABACCO	ALTRE PIANTE INDUSTRIALI		

ne puntuale a livello provinciale e comunale. Le tipologie di utilizzo della superficie agricola e le rispettive colture analizzate nell'indagine sono state selezionate considerando quelle "potenzialmente avviabili alla DA" dal punto di vista tecnico (Tab. 1). Non sono state considerate superfici colturali vincolate a determinati usi e che potrebbero entrare in aperta concorrenza con le derrate alimentari (ad es. le risaie) o che comunque sono colture da reddito. Altre superfici colturali sono state invece inserite nell'indagine pur essendo importanti per l'alimentazione, in quanto particolari contingenze di mercato o riorganizzazioni di filiera potrebbero portare alla variazione dell'utilizzo delle medesime in funzione dello sviluppo del settore agroenergetico.

2.2.2 Analisi Produzioni Zootecniche

Per la valutazione della CONSISTENZA ZOOTECNICA sono stati utilizzati i DATI ISTAT (fonte: Ufficio Regionale di Statistica) per la descrizione della situazione regionale e provinciale.

Per disporre di dati sulla consistenza zootecnica *aggiornati e puntuali, a livello comunale, è stata individuata come banca dati più idonea la BANCA DATI NAZIONALE DELL'ANAGRAFE ZOOTECNICA* (istituita dal Ministero della Salute presso il CSN dell'IZS Abruzzo Molise) per *bovini ed ovicapriini*. Per *suini e avicunicoli* (per i quali l'Anagrafe Zootecnica non è ancora a regime) a livello provinciale e comunale sono stati raccolti i dati sulla *consistenza media del numero di capi allevati durante l'anno* presso l'*UFFICIO SANITÀ ANIMALE DELLA REGIONE VENETO*.

Per il calcolo dei quantitativi di deiezioni zootecniche prodotte da ciascuna specie e categoria allevata, in collaborazione con altre unità operative del progetto sono stati scelti i *COEFFICIENTI DI PRODUZIONE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI* (indici di conversione), in conformità con quanto previsto dal DM 07/04/06 (all. I, tab. 1) e dal DGR n. 2439 del 07/08/07.

Gli indici sono stati adattati alla suddivisione di categorie animali presenti in Anagrafe Zootecnica e la scelta si è basata sulle tipologie di stabulazione presenti in regione e rilevate presso ciascun comune. Questo passaggio è stato reso possibile dall'ausilio di tecnici del settore ed in particolare dell'Associazione UNI.CAR.VE. in possesso di banche dati specifiche relative alle tipologie di allevamento bovino. In particolare l'indagine ha voluto distinguere, per la specie bovina nel Veneto, tra stabulazioni a lettiera (produzione di letame e minima percentuale di liquame) e stabulazioni a fessurato (produzione di solo liquame).

Tali indici sono stati sottoposti all'attenzione degli uffici competenti della Regione del Veneto.

2.2.3 Analisi Lavorazioni agro-industriali

Per la valutazione dei quantitativi di RESIDUI E SCARTI ORGANICI, vegetali e di origine animale, PROVENIENTI DALLE PRIME LAVORAZIONI AGRICOLE E DALL'AGRO-INDUSTRIA sono stati utilizzati i *DATI MUD* (Modello Unico di Dichiarazione ambientale di denuncia annuale delle quantità e tipologia di rifiuto prodotto dalle aziende), raccolti presso l'ARPA Veneto, Osservatorio Regionale Rifiuti (Servizio Suolo e Rifiuti), che permettono una *caratterizzazione dei dati a livello provinciale e comunale*.

Le matrici organiche scelte sono state classificate in base ai codici del Catalogo Europeo Rifiuti (CER) e raggruppate in macrocomparti di provenienza (Tab. 2).

Tabella 2 – Matrici organiche considerate nell'indagine e rispettivi codici CER

cer 6	Macrocomparto di provenienza	cer 4
	AGRICOLTURA (Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, selvicoltura, acquacoltura, caccia e pesca)	0201
020101	fanghi di lavaggio	0201
020102	scarti di tessuti animali	0201
020103	altri scarti	0201
020106	deiezioni animali	0201
020107	rifiuti selvicolturali	0201
020199	rifiuti non specificati	0201
	CARNI (Rifiuti della preparazione e del trattamento di carne, pesce ed altri alimenti di origine animale)	0202
020201	fanghi di lavaggio	0202
020202	scarti di tessuti animali	0202
020203	scarti inutilizzabili per consumo	0202
020204	fanghi di depurazione	0202
020299	rifiuti non specificati	0202

ORTOFRUTTA (Rifiuti della preparazione e del trattamento di frutta, verdura, cereali, oli alimentari, cacao, caffè, tè e tabacco, della produzione di conserve alimentari, della preparazione di lievito, della preparazione e fermentazione di melassa)		0203
020301	fanghi di lavaggio	0203
020302	rifiuti legati all'impiego di conservanti	0203
020304	scarti inutilizzabili per consumo	0203
020305	fanghi di depurazione	0203
020399	rifiuti non specificati	0203
ZUCCHERIFICI (Rifiuti prodotti dalla raffinazione dello zucchero)		0204
020403	fanghi di depurazione	0204
LATTE (Rifiuti dell'industria lattiero-casearia)		0205
020501	scarti inutilizzabili per consumo	0205
020502	fanghi di depurazione	0205
020599	rifiuti non specificati	0205
IND. DOLCIARIA (Rifiuti dell'industria dolciaria e della panificazione)		0206
020601	scarti inutilizzabili per consumo	0206
020603	fanghi di depurazione	0206
020699	rifiuti non specificati	0206
IND. BEVANDE ALCOLICHE (Rifiuti della preparazione di bevande alcoliche ed analcoliche tranne caffè, tè e cacao)		0207
020701	rifiuti prod dalle operazioni di lavaggio	0207
020702	rifiuti da distillazione	0207
020704	scarti inutilizzabili per consumo	0207
020705	fanghi di depurazione	0207
020799	rifiuti non specificati	0207
IND. LAVORAZIONE DEL LEGNO (Rifiuti della lavorazione del legno)		0301
030101	scarti di corteccia e sughero	0301
030199	rifiuti non specificati	0301
IND. LAVORAZIONE CARTA (Rifiuti della produzione e della lavorazione di polpa, carta e cartone)		0303
030301	scarti di corteccia e legno	0303
030302	fanghi di recupero dei bagni di macchina	0303
IND. LAVORAZIONE PELLI (Rifiuti della lavorazione di pelli e pellicce)		0401
040101	carniccio e frammenti di calce	0401
040105	liquido di concia senza cromo	0401
040109	rifiuti dalle operazioni di finitura	0401
040199	rifiuti non specificati	0401
IND. TESSILE (Rifiuti dell'industria tessile)		0402
040210	mat organico da prod naturali	0402
200108	FORSU	2001
200201	VERDE	2002

Rispetto alle tipologie di biomassa previste da Progetto, in questa analisi sono state considerate in più le matrici organiche provenienti da settori industriali e di gestione dei rifiuti urbani: lavorazioni del legno, della carta, delle pelli, del tessile e soprattutto, molto importante per la digestione anaerobica a livello industriale, la Frazione Organica del Rifiuto Solido Urbano (Forsu).

L'elaborazione di questi dati ha fornito un quadro sulla disponibilità per Provincia e per Comune di tutti gli scarti di natura organica "dichiarati" e in uscita dalle aziende agro-industriali come "scarti e rifiuti".

Questo aspetto deve essere specificato in quanto esistono quantitativi di biomassa che escono dagli impianti non come scarti ma come sottoprodotti e sfuggono quindi dall'indagine.

Pertanto l'analisi delle matrici di natura organica generate dall'attività agro-industriale ha previsto anche un'**INDAGINE TERRITORIALE DIRETTA PRESSO TESTIMONI PRIVILEGIATI** (par. 2.3.3.1) che ha permesso un'integrazione dell'indagine sui dati MUD ed è andata ad analizzare la biomassa che da questa esulava (**DATI EXTRA-MUD**).

2.2.4 Analisi Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani

Come già osservato (si veda Tab. 2), per la valutazione dei quantitativi di FORSU, sono stati utilizzati sempre i **DATI MUD**, raccolti presso ARPAV, che permettono una *caratterizzazione dei dati a livello provinciale e comunale*.

Visto che il progetto riguarda anche indagini conoscitive su altre filiere energetiche a biomassa, attraverso i **DATI MUD** è stata caratterizzata, *a livello provinciale e comunale*, anche la biomassa **VERDE** (CER 200201).

2.3 Metodologia di elaborazione dati

Il *programma* utilizzato per l'elaborazione dei dati raccolti è stato *Excel*; i fogli di lavoro sono stati organizzati secondo le esigenze di ciascuna elaborazione.

La *metodologia di analisi ed elaborazione dei dati raccolti* è di seguito specificata per le diverse tipologie di biomassa.

2.3.1 Elaborazione dati PRODUZIONI AGRICOLE

I dati AVEPA utilizzati hanno riguardato le **SUPERFICI** messe a coltura suddivise per particelle catastali e caratterizzate dal codice Istat di individuazione del comune di appartenenza.

Una volta selezionate le colture da considerare nell'indagine, cioè avviate o potenzialmente avviabili alla Digestione Anaerobica, le superfici relative sono state moltiplicate per le **RESE MEDIE AD ETTARO** delle singole colture, rilevate dall'Istat a livello di ogni singola provincia. Sono state così calcolate le produzioni agricole a livello di ogni singolo comune.

SUPERFICI agricole avviate e/o avviabili alla DA (n. ha per coltura ottenuti da analisi dati AVEPA a livello comunale) * **RESE MEDIE t/ha per coltura** (dati ISTAT a livello provinciale)

=

Calcolo Produzioni Agricole a livello di singolo comune (t)

2.3.2 Elaborazione dati PRODUZIONE DEIEZIONI ZOOTECNICHE

Per il calcolo dei quantitativi di deiezioni zootecniche prodotte per ogni singolo comune, il *numero di capi allevati suddivisi per specie e categoria*, a livello comunale, è stato moltiplicato per il *peso vivo medio per categoria* e per il *coefficiente di produzione di effluenti tarati per stabulazione prevalente nel singolo comune*.

Numero capi suddivisi per specie e categoria a livello comunale (BDN Anagrafe Zootecnica e Dati Ufficio Sanità Animale della Regione Veneto) * **Peso vivo medio per categoria** * **Coefficienti di produzione effluenti tarati per stabulazione prevalente nel singolo comune** (indagine presso informatori privilegiati)

=

Calcolo Effluenti Zootecnici (Liquame - mc, Letame - t) a livello di singolo comune

2.3.3 Elaborazione dati LAVORAZIONI E TRASFORMAZIONI AGRO-INDUSTRIALI

Le elaborazioni dei dati MUD (Modello Unico di Dichiarazione ambientale di denuncia annuale delle quantità e tipologia di rifiuto prodotto dalle aziende), attraverso la selezione dei codici CER 4 e CER 6, sono state fatte in modo da ripartire gli scarti organici per provincia e comune considerando:

- la suddivisione per **MACROCOMPARTI DI ATTIVITÀ DI PROVENIENZA**
 - AGRICOLTURA (CER 0201),
 - INDUSTRIA DELLE CARNI (CER 0202),
 - TRASFORMAZIONI ORTOFRUTTICOLE (CER 0203),
 - ZUCCHERIFICI (CER 0204),
 - INDUSTRIA LATTIERO-CASEARIA (CER 0205),

- INDUSTRIA DOLCIARIA (CER 0206),
- INDUSTRIA BEVANDE ALCOLICHE (CER 0207),
- INDUSTRIA LAVORAZIONE LEGNO (CER 0301),
- INDUSTRIA LAVORAZIONE CARTA (CER 0303),
- INDUSTRIA LAVORAZIONE PELLI (CER 0401),
- INDUSTRIA TESSILE (CER 0402);
- la suddivisione per **TIPOLOGIA DI RIFIUTO**
 - FANGHI DI LAVAGGIO, acque di lavaggio e pulizia della materia prima e delle attrezzature (CER-01);
 - FANGHI DI DEPURAZIONE, tutti i fanghi di depurazione biologica prodotti dal comparto agro-industriale;
 - SCARTI INUTILIZZABILI PER IL CONSUMO, tipologia eterogenea che comprende scarti che si creano lungo tutta la linea di trasformazione ed anche prodotti confezionati difettosi o scaduti;
 - RIFIUTI NON SPECIFICATI ALTRIMENTI, di varia natura a seconda del settore considerato (CER-99),
 - ALTRI SCARTI, all'interno di questa categoria di scarti/rifiuti sono stati accorpati oltre a quelli codificati proprio come "altri scarti" (prevalentemente costituiti da scarti vegetali), anche gli scarti provenienti dai settori agro-industriali e industriali che danno origine a scarti specifici del comparto: "deiezioni animali", "carniccio e frammenti di calce", "liquido di concia senza cromo", "materiale organico da prodotti naturali", "rifiuti da distillazione", "rifiuti dalle operazioni di finitura", "scarti di corteccia e legno", "scarti di corteccia e sughero", "scarti di tessuti animali".

Per ciascuno dei comparti produttivi si è proceduto inoltre alla stesura dell'inquadramento a livello regionale e al rilevamento del numero e della localizzazione delle unità locali produttive.

2.3.3.1 Indagine Territoriale

L'INDAGINE TERRITORIALE diretta presso testimoni privilegiati ha permesso un'integrazione dei dati MUD con quelli EXTRA-MUD riferiti alla biomassa da agro-industria che esce dal ciclo di produzione non come scarto ma come sottoprodotto.

I comparti produttivi analizzati nell'indagine territoriale sono stati quelli da cui si stima escano sottoprodotti con una loro gestione diversificata, per i quali però è ipotizzabile proporre la soluzione alternativa di utilizzo nella Digestione Anaerobica. Tale indagine è stata svolta in collaborazione con il dr. M. Zoppelletto responsabile della fase "Mappatura Impianti Biogas" all'interno del Progetto e secondo i criteri generali dettati dal CRPA. Questa collaborazione ha permesso l'integrazione dei dati territoriali sulla biomassa con la logistica degli impianti anche in funzione di valutare la convenienza all'utilizzo di scarti e sottoprodotti nella DA.

In particolare sono stati quindi indagati i seguenti comparti:

- 1. l'industria delle carni-macellazione;**
- 2. l'industria lattiero-casearia;**
- 3. la trasformazione delle produzioni vegetali.**

Per ciascun comparto si è seguita la seguente metodologia:

- stima della quantità di materia prima lavorata a livello regionale e provinciale;
- individuazione delle tipologie di scarto e sottoprodotto;
- rilievo quantità unitarie di scarto per tipologia di materia prima lavorata;
- individuazione dei principali siti di trasformazione con le rispettive quantità di materia prima trattata per la localizzazione dei quantitativi di biomassa "extra-MUD" a livello comunale.

Dati MUD a livello comunale (selezione coefficienti CER Scarti Organici – Elaborazioni per Macrocomparti di Attività di Provenienza & Elaborazioni per Tipologia di Rifiuto)

=

Calcolo Produzioni Residui e Scarti Organici da Agro-industria e Raccolta Differenziata a livello di singolo comune

+

Indagine Territoriale diretta per rilevare dati "extra-MUD" da Agro-industria (1-Industria di lavorazione della carne, 2-Industria lattiero-casearia, 3-Trasformazione produzioni vegetali)

=

Stima Biomassa da Agro-industria a livello di singolo comune

Per l'importanza che ricoprono nel Veneto l'**industria delle bevande alcoliche** e l'**industria di lavorazione delle pelli** sono stati indagati anche alcuni parametri specifici che le riguardano in correlazione alla filiera biogas (**INDAGINE CONOSCITIVA – 2.3.3.2**).

Industria delle carni – macellazione

Gli scarti provenienti da questo settore sfuggono dalla quantificazione della biomassa rilevata 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".

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.

Nell'indagine territoriale si è proceduto come di seguito specificato:

1. quantificando la disponibilità di materia prima trattata in regione Veneto (peso morto complessivo dei capi macellati, suddiviso per specie e categoria);
2. individuando la tipologia di scarti/sottoprodotti del processo di macellazione utilmente impiegabili in processi di DA;
3. stimando i coefficienti unitari di scarto per ciascuna tipologia di sottoprodotto in rapporto alla materia prima trattata, attraverso un'indagine diretta svolta presso aziende testimone (macelli);
4. moltiplicando ciascun coefficiente unitario di scarto per la quantità di materia prima trattata in regione.

I dati sul numero di capi macellati per specie e categoria animale (bovini, suini, equini ed avicunicoli) sono stati raccolti presso l'Ufficio Sanità Animale della Regione Veneto relativamente all'anno 2006.

Sono stati contattati operatori e tecnici esperti del settore che hanno permesso l'individuazione delle tipologie di matrici organiche di scarto e sottoprodotto provenienti dalla catena di macellazione e con caratteristiche qualitative adatte all'impiego in processi di DA.

La macellazione comprende le fasi di stordimento, sospensione, dissanguamento, scuoiamento, eviscerazione, divisione e toelettatura delle carcasse, raffreddamento. Per ciascuna fase si producono differenti tipologie di SOA.

Tabella 3 – Tipologie di SOA risultanti dalla catena di macellazione

Fasi della macellazione	Specie animale		
	Bovini	Suini	Equini
Stordimento, sospensione	–	–	–
Dissanguamento con aspirazione	Sangue edibile	–	–
Dissanguamento per caduta	Sangue non edibile	Sangue non edibile	Sangue non edibile
Scuoiamento	Carniccio	Carniccio	Carniccio
Eviscerazione	Rumine e stomaci + contenuto	Intestini + contenuto	Intestini + contenuto
Divisione (sezionamento) e toelettatura	Ossa, grasso e carniccio	Ossa, grasso e carniccio	Ossa, grasso e carniccio
Raffreddamento	–	–	–

Nell'indagine territoriale svolta nell'ambito del Progetto sono state considerate le tipologie di scarto e sottoprodotto specificate nella tabella che segue.

Tabella 4 – Tipologie di SOA considerate nell'indagine

	Sangue EDIBILE	Sangue NON EDIBILE	Grasso Carniccio	Intestini – Rumine Budella	Contenuto ruminale – stomacale
Bovini adulti	X	X	X	X	X
Vitelli	X	X	X	X	X
Suini		X		X	
Equini		X		X	
	Sangue EDIBILE	Sangue NON EDIBILE	Grasso Carniccio	Intestini – Rumine Budella	Contenuto ruminale – stomacale
Polli		X		X	X
Tacchini		X		X	X
Conigli		X		X	
Faraone		X		X	X
Galline		X		X	X
Anatre		X		X	X
Quaglie		X		X	X

L'indagine territoriale ha coinvolto alcune aziende testimone (strutture di macellazione), grazie alle quali è stato possibile procedere alla raccolta dei dati per individuare per ciascuna tipologia di SOA il coefficiente unitario di scarto in relazione alla materia prima in entrata (capi macellati distinti per categoria).

Per la categoria delle *carni rosse* sono stati incrociati i dati rilevati in modo diverso presso due strutture importanti per la macellazione in Veneto; questi macelli coprono insieme circa il 10% delle macellazioni regionali.

Macello 1) sono stati raccolti i dati relativi alla produzione di SOA suddivisi per categoria e specie macellate nell'intero anno di riferimento. È stato calcolato il peso morto totale per ciascuna specie animale macellata, e successivamente individuato un coefficiente unitario di SOA per ciascuna specie macellata in rapporto al peso morto. *Macello 2)* sono state effettuate delle prove di macellazione per singole categorie e quantificati i SOA ottenuti alla fine di ciascuna catena di macellazione.

Per la categoria delle *carni bianche* sono stati raccolti i dati in un macello relativi alle macellazioni di un anno; questo macello copre circa il 5% delle macellazioni avicole regionali.

Presso i macelli campione sono stati riscontrati i *quantitativi reali di SOA* su un certo numero di capi macellati per singola categoria.

I suddetti quantitativi sono stati *rapportati al peso vivo dei capi di riferimento macellati*, per stimare i **coefficienti unitari di scarto espressi in percentuale sul peso vivo**.

I coefficienti unitari di scarto così calcolati sono stati confrontati con quelli già in possesso del CRPA per valutarne la coerenza.

Successivamente si è utilizzato il dato di peso vivo medio Istat (espresso in kg), di ogni singola categoria di capi macellati, per il calcolo di SOA per Singolo Capo macellato in regione Veneto.

Il calcolo dei quantitativi di SOA è attuato moltiplicando *peso vivo medio (Istat) * n. Capi macellati (dati ASL) * Indice unitario*. Tale procedimento è stato adottato per utilizzare i dati ASL (numero di capi macellati) utili ad attribuire ai singoli siti di macellazione le rispettive quantità di SOA calcolate come sopra. Questo ha permesso la localizzazione e la mappatura dei quantitativi extra-MUD provenienti dall'industria di macellazione.

Industria lattiero-casearia

L'inquadramento del comparto lattiero-caseario a livello regionale è stato fatto attraverso dati Istat, integrati dai dati Avepa sui conferimenti e i primi acquirenti (2004-05).

Considerando che la quantità di latte trasformata in regione Veneto è di circa 1.150.000 t di cui oltre la metà (52%) è trasformata in formaggi protetti (DOP e IGP), l'indagine territoriale si è concentrata sui prodotti caseari che maggiormente caratterizzano il territorio regionale (prodotti DOP quali Asiago, Grana Padano, Montasio, Monte Veronese, insieme ai prodotti tipici come Piave e Casatella Trevigiana). Con l'ausilio di tecnici esperti del settore, sono stati individuati i **sottoprodotti derivanti da queste lavorazioni lattiero-casearie**.

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

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 prima secondaria 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 (Tab. 5).

Tabella 5 – Tipologia di scarti e sottoprodotti dell'industria lattiero-casearia

Tipologia Scarti/Sottoprodotti (extra-MUD)	% su materia prima lavorata	destinazione attuale
SIERO (dato medio)	80% di cui:	
siero dolce	95%	materia prima secondaria per uso alimentare umano
siero acido	5%	DATO PER MAPPATURA
RESO SCADUTO	0,2% di cui:	smaltimento in base al Reg. CE 1774/2002 (MAT. CAT. 3) e all'alimentazione zootecnica
	prodotto 80%	
	incarto 20%	
SCARTI DI LAVORAZIONE E MAT. NON CONFORME		rientra nel ciclo per produzione di altre linee di prodotti, oppure smaltimento in base al Reg. CE 1774/2002 (MAT. CAT. 3)

L'indagine territoriale ha coinvolto *due aziende testimone (caseifici)*, presso i cui stabilimenti si trasforma il latte crudo nelle principali tipologie di prodotti caseari veneti.

Presso questi caseifici è stato possibile procedere alla raccolta dei dati per individuare *per ciascuna tipologia di prodotto trasformato* la percentuale di scarto sulla materia prima lavorata (**coefficiente unitario di scarto**). È stato possibile calcolare per le principali tipologie di prodotto trasformato (formaggi stagionati, formaggi a pasta cotta e semicotta, formaggi freschi e mozzarella, formaggi molli) la **resa media** e la percentuale di **siero totale** prodotto.

I coefficienti unitari di scarto così calcolati sono stati confrontati con quelli già in possesso del CRPA per valutarne la coerenza.

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 Servizi Veterinari delle ASL della Regione Veneto) tenendo conto delle produzioni tipiche di ciascun caseificio (dati raccolti presso informatori privilegiati). Conoscendo, per le principali tipologie di prodotto trasformato nei caseifici individuati (120 su 140 stabilimenti/unità produttive del settore) 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.

Trasformazione delle produzioni vegetali

Nel Veneto, gli scarti e sottoprodotti delle trasformazioni ortofrutticole che potrebbero sfuggire all'analisi dei dati MUD, sono legati principalmente alle lavorazioni dei prodotti destinati al consumo del fresco.

La manipolazione delle produzioni vegetali per la preparazione al consumo fresco comporta che la produzione dello scarto venga gestita a livello di aziende di produzione e che abbia una forma di utilizzo già ben definita in azienda.

Dall'indagine svolta presso Organizzazioni di Produttori del settore (15 OPO Venete che gestiscono circa il 27% delle produzioni ortofrutticole regionali) è emerso infatti che gli scarti vegetali hanno due destinazioni prevalenti:

l'impiego nell'alimentazione zootecnica aziendale ed il ritorno diretto sul terreno e/o compostaggio aziendale e trasformazione in ammendante. Una soluzione di gestione alternativa, verso la DA, non è al momento ipotizzabile perché troppo onerosa rispetto alle destinazioni attuate viste anche le percentuali di scarto minime sul totale del prodotto gestito e trasformato in regione.

Le tipologie e quantità di scarto derivanti dalla *preparazione di ortaggi locali* destinati al consumo fresco dipendono dalla specie vegetale considerata e comunque sono sempre molto ridotte dato che la prima selezione è effettuata direttamente in campo (prodotti difettosi e sottomisura).

Nella filiera aziendale del fresco si distinguono quindi: “scarti di raccolta” che rimangono direttamente in campo come prodotto non raccolto, “scarti di lavorazione” che si aggirano tra il 2 ed il 3% e possono raggiungere un massimo del 10-20% per ortaggi a foglia (es. radicchio di Chioggia), “piante di coltivazione in serra” che finito il ciclo vengono estirpate e compostate in azienda. Le percentuali di scarto aumentano in aziende dove è previsto lo stoccaggio aziendale con refrigerazione: gli “scarti da refrigerazione” possono raggiungere anche il 40-50%. Per aziende che si occupano della preparazione delle insalate in busta, lo “scarto aziendale di preparazione del fresco in busta” va dal 5 al 30-40%. Anche quest'ultimi scarti più cospicui sono comunque destinati a ritornare come ammendanti sul terreno aziendale.

Relativamente agli scarti di trasformazione della frutta, la destinazione prevalente è l'avvio alla distillazione come sidro, materia prima secondaria che ha un suo mercato.

Dall'indagine territoriale sugli scarti e sottoprodotti provenienti dalle trasformazioni ortofrutticole, non sono emersi quantitativi che sfuggissero all'analisi dei dati MUD e che potessero essere significativi ai fini della DA. Pertanto, per questo comparto, non si è ritenuta necessaria la localizzazione di flussi di scarto organico aggiuntivi (extra-MUD) e l'indagine si è tradotta in una fase conoscitiva delle potenzialità del settore in funzione della filiera biogas.

2.3.3.2 Indagine Conoscitiva

L'**industria delle bevande alcoliche** e l'**industria di lavorazione delle pelli** rappresentano per il Veneto due comparti peculiari, caratterizzati da distretti produttivi ben identificati. Pertanto all'interno del Progetto è stata prevista un'indagine conoscitiva presso aziende venete e tecnici del settore volta ad analizzare:

- principali fasi del processo produttivo;
- tipologia e coefficienti unitari di scarto prodotto;
- possibili soluzioni di smaltimento e recupero delle diverse tipologie di rifiuto organico e le prospettive di utilizzo nella biodigestione;
- qualità delle matrici organiche di scarto (umidità, pH, Sostanza Secca, Solidi Volatili, contenuto di N, contenuto di C organico, rapporto C/N).

Tale indagine è stata svolta in collaborazione con il dr. M. Zoppelletto.

2.3.4 Elaborazione dati FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI (Forsu)

Ai fini della mappatura la quantità di Forsu prodotta è stata affiancata agli scarti organici dell'agro-industria e classificata:

- per macrosettore/attività di provenienza come attività di raccolta urbana;
- per tipologia di rifiuto come frazione organica.

Per completezza del lavoro sono stati raccolti i dati riguardanti la frazione **VERDE** dei rifiuti urbani.

3. RISULTATI

Attraverso le diverse elaborazioni, i dati per ciascuna delle sette province venete (Verona, Vicenza, Belluno, Treviso, Venezia, Padova, Rovigo) sono stati organizzati in un data-base tenendo conto delle diverse tipologie di biomassa prodotte all'interno di ciascun comune.

In Tab. 6 è illustrata l'organizzazione del data-base suddivisa per provincia; tale suddivisione riguarda tutti i comuni delle province venete.

Questo data-base ha permesso la realizzazione della cartografia tematica integrata, a livello digitalizzato, da collegamenti dinamici a ciascun territorio comunale ed ai rispettivi dati raccolti ed elaborati nell'ambito del progetto (su biomassa ed impianti).

Tabella 6 – Data-base Biomassa

	Provincia VERONA	Provincia VICENZA	Provincia BELLUNO	Provincia TREVISO	Provincia VENEZIA	Provincia PADOVA	Provincia ROVIGO
Produzioni agricole (t)							
Oleifere	37.535	12.255	102	37.357	92.511	24.540	67.803
Protaginose	791	4	0	111	9	61	17
Cereali	563.431	544.449	59.600	731.123	718.354	845.669	611.866
Foraggere	821.238	773.240	304.348	423.449	109.692	319.070	346.294
Piante industriali	355.082	119.273	0	103.232	1.035.249	845.821	867.911
TOT (t)	1.778.077	1.449.219	364.051	1.295.272	1.955.815	2.035.162	1.893.892
Reflui zootecnici							
LIQUAME (mc)	1.931.053	1.207.228	192.573	1.251.878	448.295	1.132.005	380.589
LETAME (t)	1.426.871	822.712	124.485	813.727	390.471	931.738	304.252
Scarti agro-industria (t)							
per ATTIVITÀ							
agricoltura	5.058	4.447	18	11.203	1.903	10.692	4.671
a- carne dati MUD (*)	34.255	19.954	138	7.757	12.087	12.876	5.210
b- carne extra-MUD SOA (*)	75.574	20.767	303	24.672	9.454	36.824	2.337
c- carne extra-MUD testa zampe avicoli (*)	24.729	7.391		4.541	1.618	4.652	1.075
ortofrutta	13.323	10.089	215	2.958	2.461	4.259	8.298
zuccherifici	5 ¹	0	0	0	28	691	0
a- latte dati MUD (*)	3.590	5.689	755	3.226	50	8.302	121
b- latte extra-MUD (*)	5.966	12.393	1.799	8.247	189	5.300	1.326
industria dolciaria	1.167	589	258	294	51	156	3
industria bevande alcoliche	13.663	6.137	19	7.602	17.966	7.392	58
industria lavorazione legno	15	334	616	557	105	415	4.532
industria lavorazione carta	1.815	35	0	0	0	0	0
industria lavorazione pelli	3.399	90.900	524	1.865	1.821	1.065	227
industria tessile	16	0	0	0	0	0	0
TOT	182.577	178.726	4.645	72.923	47.734	92.624	27.857
per TIPOLOGIA RIFIUTO							
fanghi di depurazione	36.069	29.094	841	9.126	11.722	21.652	9.258
scarti inutilizzabili per consumo	9.349	1.322	375	1.988	12.868	2.333	1.297
rifiuti non specificati	408	49.557	2	10.164	3.448	2.357	2.428
fanghi di lavaggio	11.217	12.209	151	6.254	4.640	3.645	2.123
altri scarti	19.263	45.991	1.175	7.932	3.795	15.861	8.014
sottoprodotti/scarti							
EXTRA-MUD	106.270	40.552	2.102	37.460	11.261	46.776	4.738
TOT	182.577	178.726	4.645	72.923	47.734	92.624	27.857
FORSU (t)	41.215	44.909	3.065	56.441	33.306	61.957	9.222
VERDE (t)	29.234	28.326	1.151	37.146	44.711	48.647	20.980

(*) N.B. Per la rappresentazione cartografica a cura del CRPA i dati MUD ed i dati extra-MUD vengono sommati al fine di avere una rappresentazione unica per "settore di attività": Industria delle carni-nacellazione. Industria delle carni (carne dati MUD + carne dati extra-MUD SOA + carne dati extra-MUD testa/ zampe/ collo avicoli) e Industria lattiero-casearia (latte dati MUD + latte extra-MUD); rimangono invece separati sulla rappresentazione per tipologia di rifiuto dove i dati extra-MUD, sia provenienti dall'Industria delle carni sia da quella lattiero casearia, vengono sommati nella categoria "Sottoprodotti/scarti extra-MUD".

¹ Dato da confermare: da verificare la fonte di produzione.

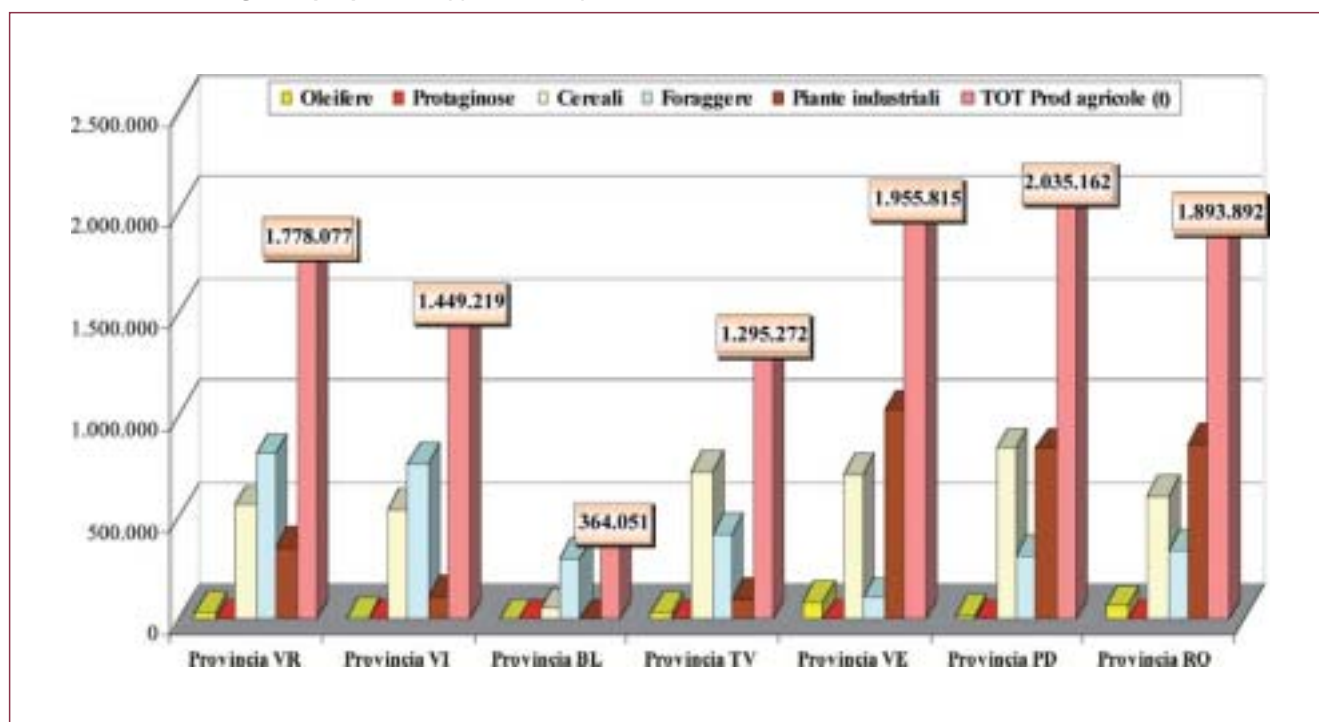
3.1 Produzioni agricole realmente e potenzialmente disponibili per la Digestione Anaerobica con le relative superfici coltivate

La superficie agraria utilizzabile (SAU) in regione Veneto è all'incirca di 800.000 ha; di questi circa il 69% è utilizzato per la coltura di seminativi, il 17% occupato da prati e pascoli permanenti e il restante 14% da coltivazioni legnose (dati Istat 2005).

Per il presente lavoro sono stati utilizzati dati Avepa per poter localizzare a livello comunale le superfici agricole relative al 2005. Nella selezione delle colture da indagare si è tenuto conto di quelle anche *potenzialmente avviabili* a DA. Pertanto sono state prese in esame colture per le quali variazioni delle contingenze del mercato o delle impostazioni di filiera potrebbero indirizzare l'utilizzo delle medesime verso il biogas. Non si sono volute comunque considerare alcune colture in aperta concorrenza con l'utilizzo alimentare.

Con la presente indagine, sul territorio regionale è stata analizzata una superficie agricola di circa 614.000 ha, costituita per il 60,7% da cereali, per il 19,7% da foraggere, per l'11,7% da oleifere e protaginose e per il 7,9% da piante industriali. In termini produttivi le percentuali variano: il quantitativo maggiore è sempre rappresentata dai cereali che rappresentano il 37,8% della produzione, seguiti dalle piante industriali con il 30,9%, dalle foraggere con il 28,8% e dalle oleifere e protaginose che rappresentano appena il 2,5%. Da una prima analisi dei dati a livello provinciale (Graf. 1) si osserva una concentrazione delle colture industriali nelle province di pianura (Venezia, Rovigo e Padova) ed invece una maggiore incidenza delle colture foraggere man mano che ci si sposta verso le zone pedemontane e montane (fascia di transizione delle province di Verona, Vicenza, Treviso e Belluno).

Grafico 1 – Produzioni agricole per provincia (t/anno 2005)



La vocazione colturale prevalente è ben evidenziata e localizzata nelle carte tematiche corrispondenti (“Regione del Veneto – Colture agricole: Superficie” e “Regione del Veneto – Colture agricole: Produzione”).

3.2 Produzioni zootecniche con valutazioni della consistenza zootecnica e calcolo del quantitativo di reflui da allevamento

Al fine di dare indicazioni su quantitativi e localizzazione dei reflui zootecnici destinabili a fermentazione anaerobica è stato necessario elaborare i dati sulla consistenza zootecnica delle varie specie allevate. La stima della consistenza del comparto zootecnico, aggiornata e puntuale, si è basata sui dati della BDN dell’Anagrafe Zootecnica per bovini e ovicaprini; su elaborazioni di dati dell’Ufficio Sanità Animale della Regione Veneto per suini e avicunicoli.

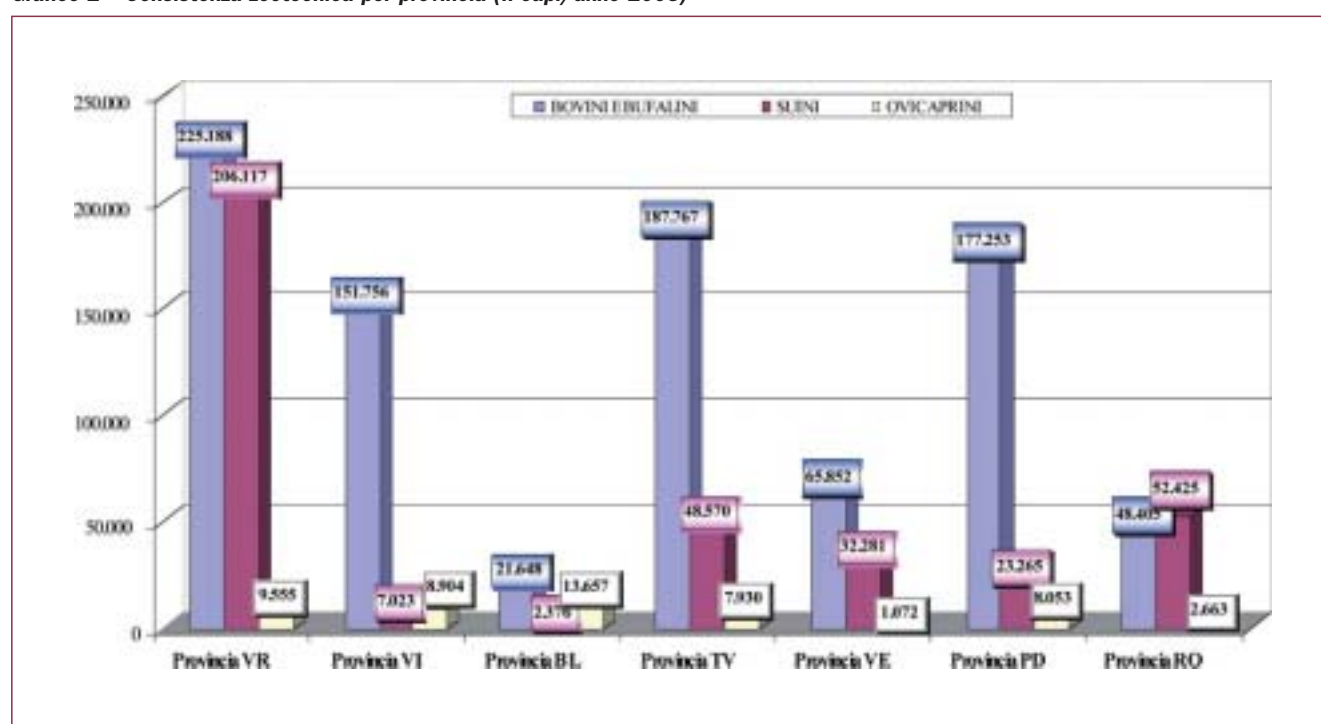
Sul territorio regionale, per l'anno 2005, sono stati rilevati 1.301.760 capi tra bovini (877.869 capi pari al 67,4%), suini (372.057 capi pari al 28,6%) ed ovicapri (51.834 capi pari al 4,0%). Gli avicunicoli contano, in regione, oltre 60,5 milioni di capi (numero medio di capi allevati nell'anno).

Tabella 7 – Consistenza zootecnica

Consistenza Zootecnica	VR	VI	BL	TV	VE	PD	RO
BOVINI E BUFALINI	225.188	151.756	21.648	187.767	65.852	177.253	48.405
SUINI	206.117	7.023	2.376	48.570	32.281	23.265	52.425
OVICAPRINI	9.555	8.904	13.657	7.930	1.072	8.053	2.663
Tot capi zootecnica	440.860	167.683	37.681	244.267	99.205	208.571	103.493
AVICUNICOLI Tot capi	28.366.187	10.045.953	81.650	6.907.710	3.757.091	7.502.617	3.970.670

Fonte: nostre elaborazioni da dati BDN Anagrafe Zootecnica e Ufficio Sanità Animale della Regione Veneto

Grafico 2 – Consistenza zootecnica per provincia (n capi/anno 2005)



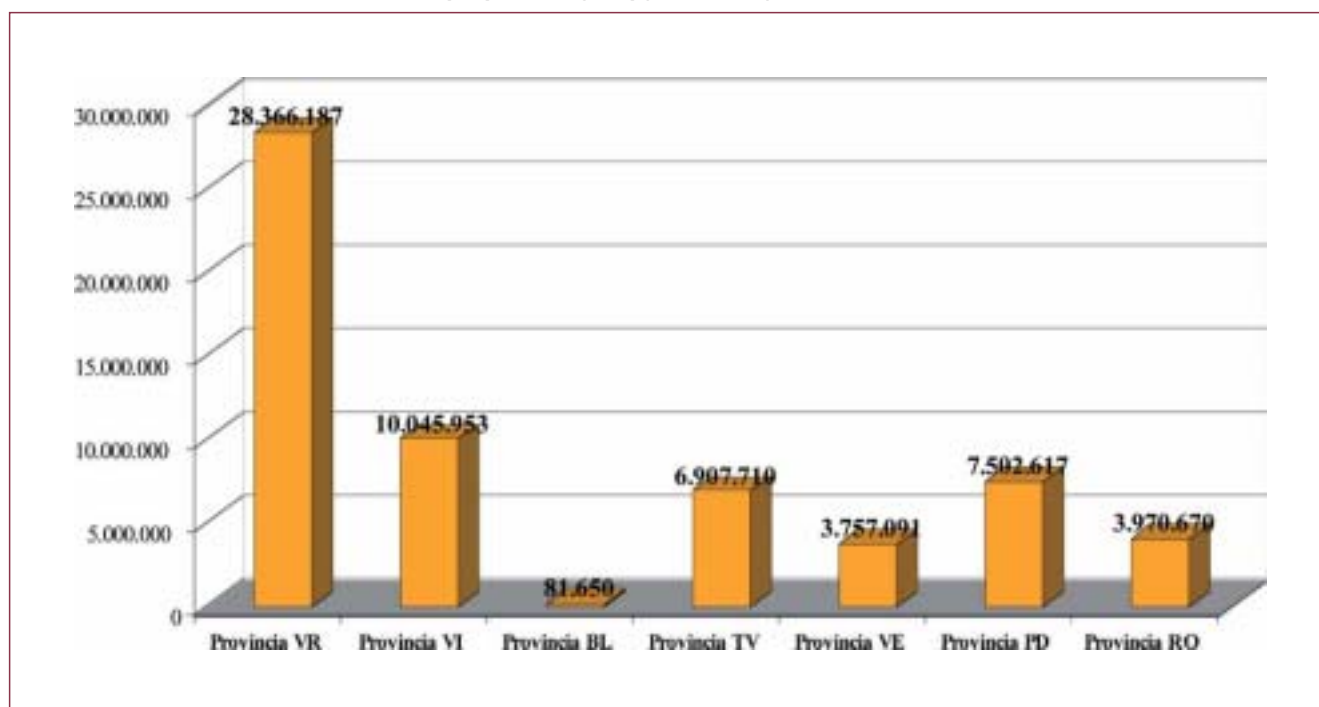
Dall'analisi dei dati a livello provinciale (Graf. 2), si evidenzia una maggiore concentrazione della specie bovina tra Verona (25,7% sul totale veneto), Treviso (21,4%) e Padova (20,2%), seguiti da Vicenza (17,3%); Venezia, Rovigo e Belluno coprono insieme il 15,5% del totale capi bovini.

La specie suina si concentra per il 55,4% in provincia di Verona, seguono poi percentuali significative in provincia di Rovigo (14,1%) e Treviso (13,1%).

Gli ovicapri raggiungono il 26,3% nella provincia montana di Belluno, mentre evidenziano percentuali molto basse nelle zone di pianura come Venezia e Rovigo.

Per quanto riguarda gli avicunicoli (Graf. 3), la concentrazione maggiore si ha nella provincia di Verona che copre il 46,8% della consistenza veneta totale; seguono a distanza Vicenza (16,6%), Padova (12,4%) e Treviso (11,4%).

Grafico 3 – Consistenza avicunicoli suddivisi per provincia (n capi/anno 2005)



La stima dei reflui zootecnici è stata fatta a partire dalla consistenza, utilizzando coefficienti unitari di produzione in relazione alla specie, alla categoria e alla tipologia di stabulazione prevalente (par. 2.2.2).

A livello regionale, si è pervenuti a calcolare una quantità totale di liquame pari a 6,5 milioni di mc (considerati equivalenti a t) e una quantità complessiva di letame (letame da zootecnia e avicunicolo) di 4,8 milioni di tonnellate.

Tabella 8 – Reflui zootecnici

REFLUI ZOOTECNICI	VR	VI	BL	TV	VE	PD	RO
TOT LIQUAME (t)	1.931.053,40	1.207.227,82	192.573,25	1.251.878,03	448.294,95	1.132.004,92	380.588,90
LETAME zootecnia	1.087.309,45	722.252,81	123.668,98	744.649,86	352.900,07	856.711,39	264.545,76
LETAME avicunicoli	339.561,60	100.459,53	816,50	69.077,10	37.570,91	75.026,17	39.706,70
TOT LETAME (t)	1.426.871,04	822.712,34	124.485,48	813.726,96	390.470,98	931.737,56	304.252,46
Incidenza % letame avicunicolo sul tot	23,8	12,2	0,7	8,5	9,6	8,1	13,1

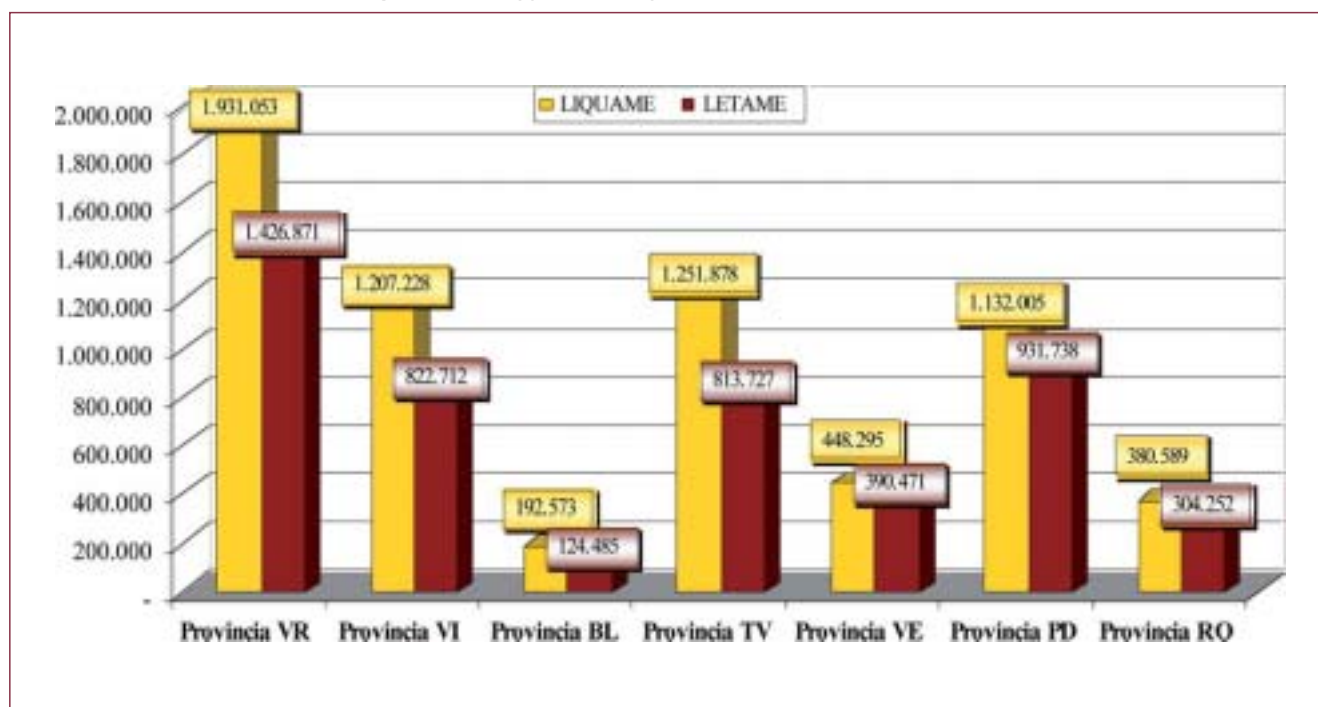
Le province in cui si ha una maggiore produzione di deiezioni sono: Verona con il 29,5% del liquame totale prodotto in regione ed il 29,6% di letame, Treviso con il 19,1% di liquame ed il 16,9% di letame, Vicenza con il 18,4% di liquame ed il 17,1% di letame e Padova con il 17,3% di liquame ed il 19,35% di letame. Per il letame esiste una differenza inferiore tra una provincia e l'altra.

In Tab. 8, è stato distinto il letame proveniente da zootecnia da quello avicunicolo (in prevalenza pollina) per le diverse caratteristiche qualitative e problematiche presentate nel processo di DA.

Vista l'elevata concentrazione di avicunicoli che si ha nella provincia di Verona, si ha anche la percentuale maggiore di letame avicunicolo sul totale (23,8%).

La localizzazione dei reflui zootecnici è ben rappresentata dalla cartografia tematica ("Regione del Veneto – Deiezioni zootecniche- Liquame" e "Regione del Veneto – Deiezioni zootecniche- Letame").

Grafico 4 – Reflui zootecnici suddivisi per Provincia (t/anno 2005)



3.3 Lavorazioni e trasformazioni agro-industriali con valutazioni e stime dei quantitativi di residui, scarti e sottoprodotti vegetali e di origine animale ed organica

In base ai codici CER dei dati MUD è stato possibile ripartire gli scarti agro-industriali per Provincia e Comune considerando:

- la suddivisione per **MACROCOMPARTI DI ATTIVITÀ DI PROVENIENZA** (agricoltura, carni, ortofrutta, zuccherifici, latte, industria dolciaria, industria bevande alcoliche, industria lavorazione legno, industria lavorazione carta, industria lavorazione pelli, industria tessile) (Tab. 9);
- la suddivisione per **TIPOLOGIA DI RIFIUTO** (fanghi di lavaggio, fanghi di depurazione, scarti inutilizzabili per il consumo, rifiuti non specificati altrimenti, altri scarti) (Tab. 10).

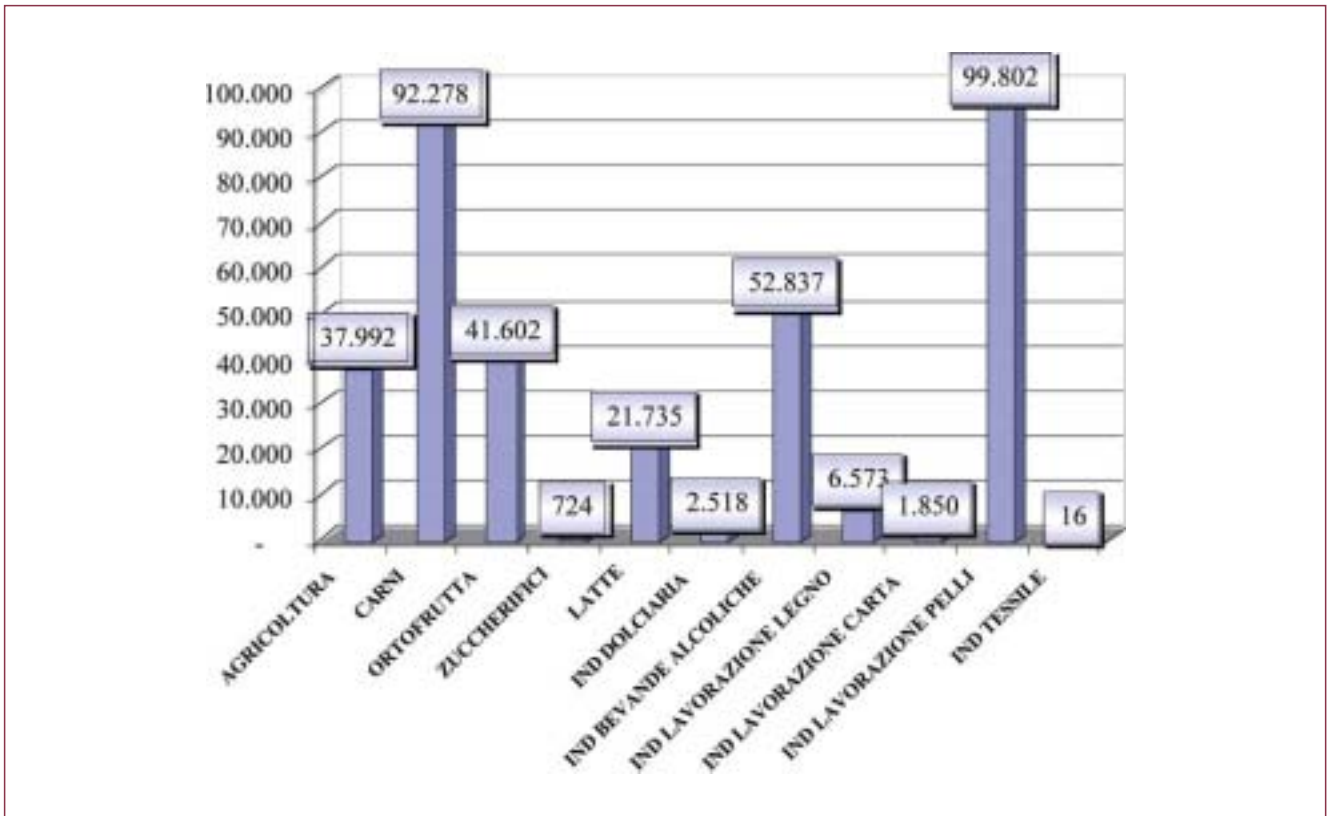
I grafici 5 e 6 illustrano il contributo (espresso in tonnellate e peso percentuale) di ciascun macrocomparto alla produzione regionale di biomassa di scarto fermentescibile (elaborazione dati MUD, anno 2004).

Tabella 9 – Scarti organici da agro-industria – Ripartizione per Macro-comparti

Macrocomparti di provenienza	t	%
AGRICOLTURA	37.992	10,61
CARNI	92.278	25,78
ORTOFRUTTA	41.602	11,62
ZUCCHERIFICI	724	0,20
LATTE	21.735	6,07
IND DOLCIARIA	2.518	0,70
IND BEVANDE ALCOLICHE	52.837	14,76
IND LAVORAZIONE LEGNO	6.573	1,84
IND LAVORAZIONE CARTA	1.850	0,52
IND LAVORAZIONE PELLI	99.802	27,88
IND TESSILE	16	0,00
TOT BIOMASSA 2004	357.927	100,00

Fonte: nostre elaborazioni da dati MUD (ARPAV – Osservatorio Regionale Rifiuti)

Grafico 5 – Scarti organici da agro-industria – Ripartizione per Macro-comparti (t/anno 2004)



Dall'industria di lavorazione delle pelli proviene la percentuale più elevata (27,9%) della biomassa di scarto veneta; segue il comparto delle carni – macellazioni con il 25,8%, considerando solo gli scarti dichiarati. L'industria delle bevande alcoliche produce il 14,8% degli scarti, le trasformazioni dell'ortofrutta l'11,6% ed il comparto agricolo il 10,6%.

Grafico 6- Ripartizione percentuale degli scarti organici da agro-industria per Macro-comparti

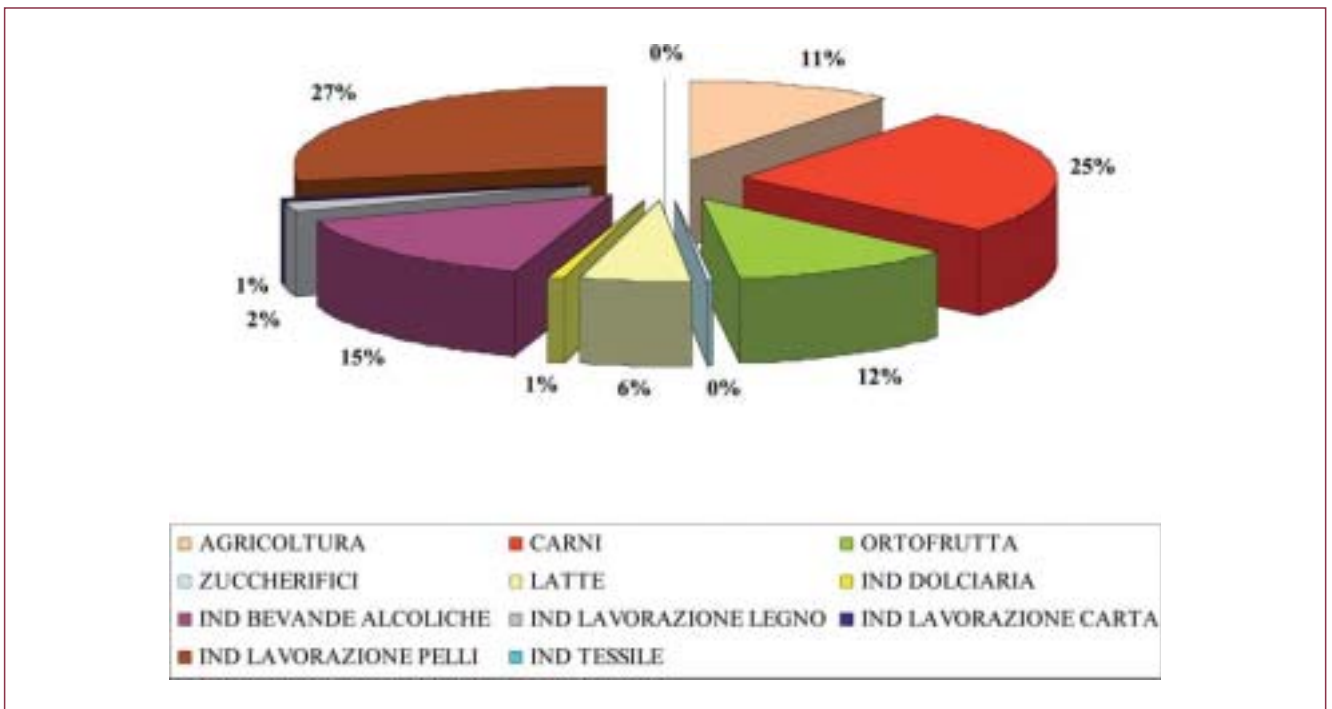
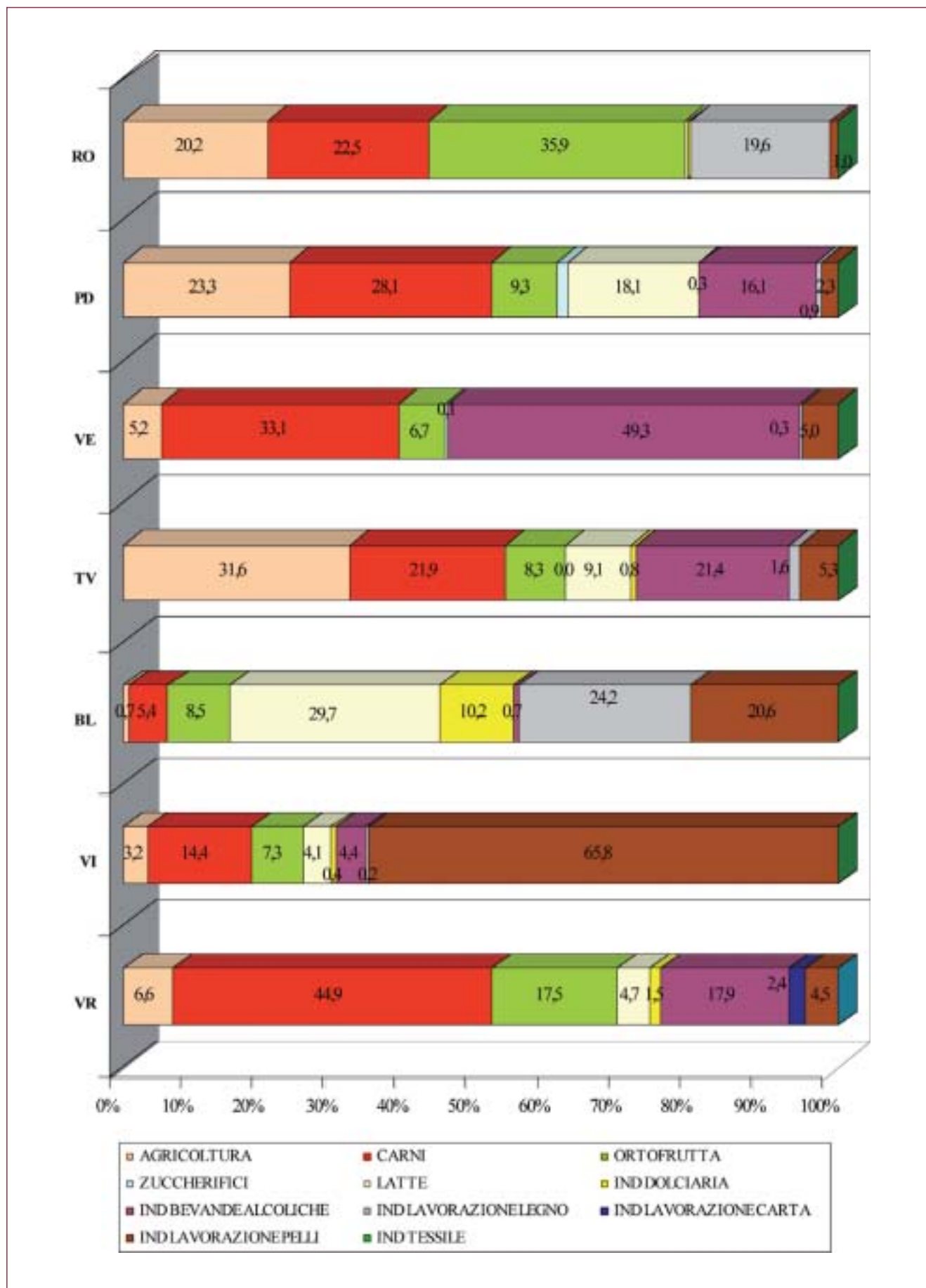


Grafico 7 – Scarti organici da agro-industria – Macro-comparti per Provincia



Si evidenzia (Graf. 7), per ciascuna provincia, le tipologie di macrocomparto di trasformazione ed agro-industriale più significative per la produzione di scarti fermentescibili.

L'industria delle pelli produce quasi il 66% dello scarto organico prodotto in provincia di Vicenza, dove questo comparto assume le caratteristiche di un vero e proprio distretto produttivo.

I residui provenienti dall'industria delle carni e dalla macellazione, rappresentano in provincia di Verona una percentuale del 45% sugli scarti totali; anche per la provincia di Venezia sono significativi e vengono a costituire il 33% del totale.

I residui dell'industria delle bevande alcoliche costituiscono una percentuale del 49,3% in provincia di Venezia e del 21,4% in provincia di Treviso, seguite da Verona con quasi il 18% e Padova con il 16% degli scarti totali provinciali.

L'ortofrutta genera cospicue quantità di scarto dichiarato in provincia di Rovigo (36% degli scarti provinciali totali) e Verona (17,5%) entrambi poli molto significativi per le prime trasformazioni e movimentazioni del settore.

I residui organici delle attività agricole rappresentano una percentuale considerevole degli scarti totali provinciali per Treviso (31,6%), Padova (23,3%) e Rovigo (20,2%).

Gli scarti provenienti dal settore lattiero-caseario, senza considerare i flussi extra-MUD, rappresentano una percentuale significativa per la provincia di Belluno (29,7% sugli scarti provinciali totali), di Padova (18,1%) e di Treviso (9,1%).

Ripartendo i quantitativi totali dichiarati per *tipologia di rifiuto*, risulta un'elevata quantità di "fanghi di depurazione" (117.762 t pari al 32,9% degli scarti totali), cioè di fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti e di depurazione biologica.

Gli "altri scarti" costituiscono il 28,5% dei residui regionali. Per la classificazione adottata nella presente ricerca, all'interno di questa categoria di scarti/rifiuti sono stati accorpati oltre a quelli codificati proprio come "altri scarti", prevalentemente costituiti da scarti vegetali, anche gli scarti provenienti dai settori agro-industriali ed industriali che danno origine a scarti specifici del comparto.

I "rifiuti non specificati altrimenti" rappresentano il 19,1%, i fanghi di lavaggio l'11,2% e gli "scarti inutilizzabili per il consumo" l'8,3% (Graf. 8).

Grafico 8 – Ripartizione percentuale degli scarti organici da agro-industria per Tipologia di rifiuto

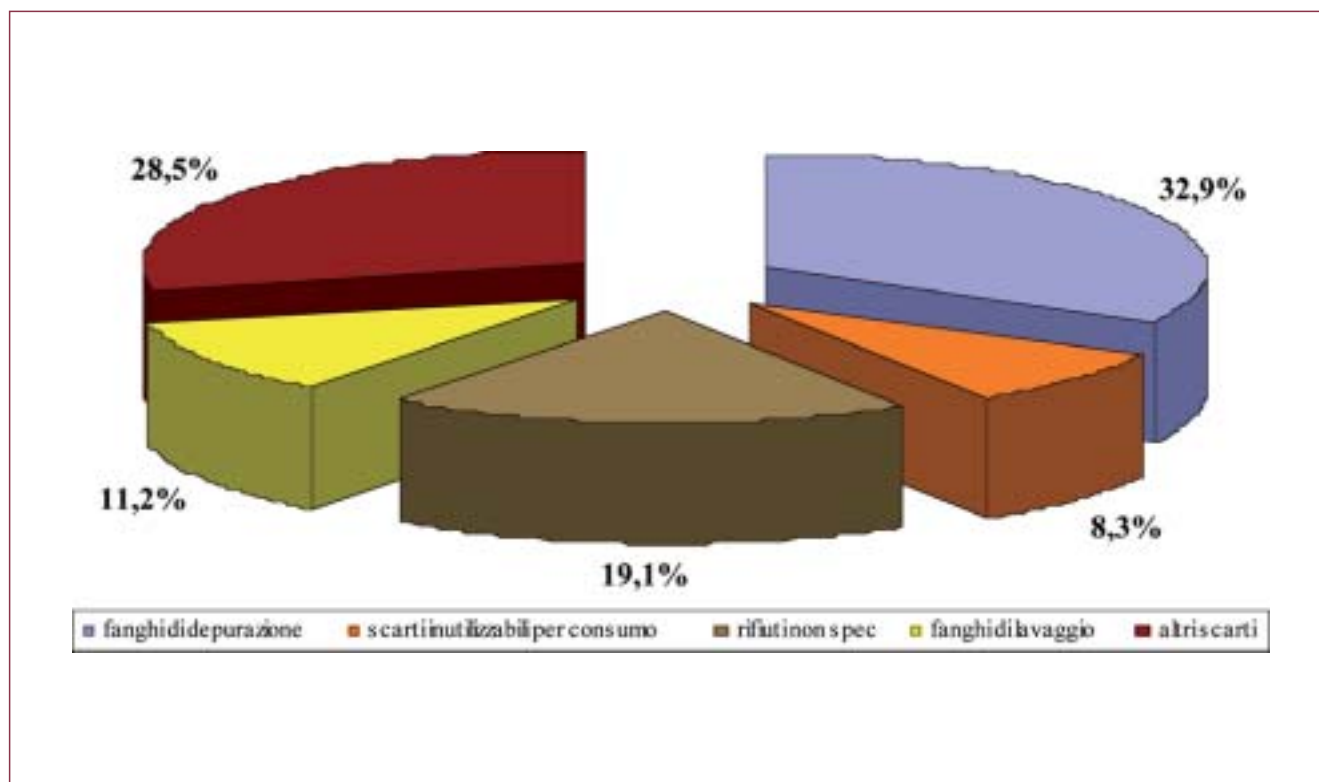


Tabella 10 – Scarti organici da agro-industria – Ripartizione per Tipologia di rifiuto

Tipologia Rifiuto	Macrocomparto di provenienza	%	Anno 2004 (t)
	<i>carni</i>		57.795,16
	<i>ortofrutta</i>		13.412,45
	<i>zuccherifici</i>		723,52
	<i>latte</i>		20.416,91
	<i>ind. dolciaria</i>		969,80
	<i>ind. bevande alcoliche</i>		24.444,44
fanghi di depurazione		32,90	117.762,28
	<i>carni</i>		1.783,04
	<i>ortofrutta</i>		12.348,04
	<i>latte</i>		1.234,32
	<i>ind. dolciaria</i>		1.026,17
	<i>ind. bevande alcoliche</i>		13.140,05
scarti inutilizzabili per consumo		8,25	29.531,61
	<i>agricoltura</i>		9.745,32
	<i>carni</i>		5.817,03
	<i>ortofrutta</i>		1.563,87
	<i>latte</i>		83,47
	<i>ind. dolciaria</i>		522,45
	<i>ind. bevande alcoliche</i>		817,10
	<i>ind. lav. legno</i>		1.947,40
	<i>ind. lav. pelli</i>		47.866,95
rifiuti non specificati altrimenti		19,10	68.363,59
	<i>agricoltura</i>		4.761,59
	<i>carni</i>		22.299,25
	<i>ortofrutta</i>		13.178,23
fanghi di lavaggio		11,24	40.239,06
altri scarti	<i>agricoltura</i>		7.660,52
carniccio e frammenti di calce	<i>ind. lav. pelli</i>		355,12
deiezioni animali	<i>agricoltura</i>		4.059,72
fanghi di recupero dei bagni di mac.	<i>ind. lav. carta</i>		1.839,43
liquido di concia senza cromo	<i>ind. lav. pelli</i>		38.065,34
mat. organico da prod. naturali	<i>ind. tessile</i>		16,37
rifiuti da distillazione	<i>ind. bevande alcoliche</i>		6.772,80
rifiuti dalle operazioni di finitura	<i>ind. lav. pelli</i>		13.514,11
rifiuti legati all'impiego di conserv.	<i>ortofrutta</i>		1.099,83
rifiuti prod dalle operazioni di lavaggio	<i>ind. bevande alcoliche</i>		7.662,88
scarti di corteccia e legno	<i>ind. lav. carta</i>		10,75
scarti di corteccia e sughero	<i>ind. lav. legno</i>		4.625,56
scarti di tessuti animali			16.347,70
	<i>agricoltura</i>		11.764,57
	<i>carni</i>		4.583,13
altri scarti		28,51	102.030,12
TOT		100,00	357.926,67

3.3.1 Indagine territoriale

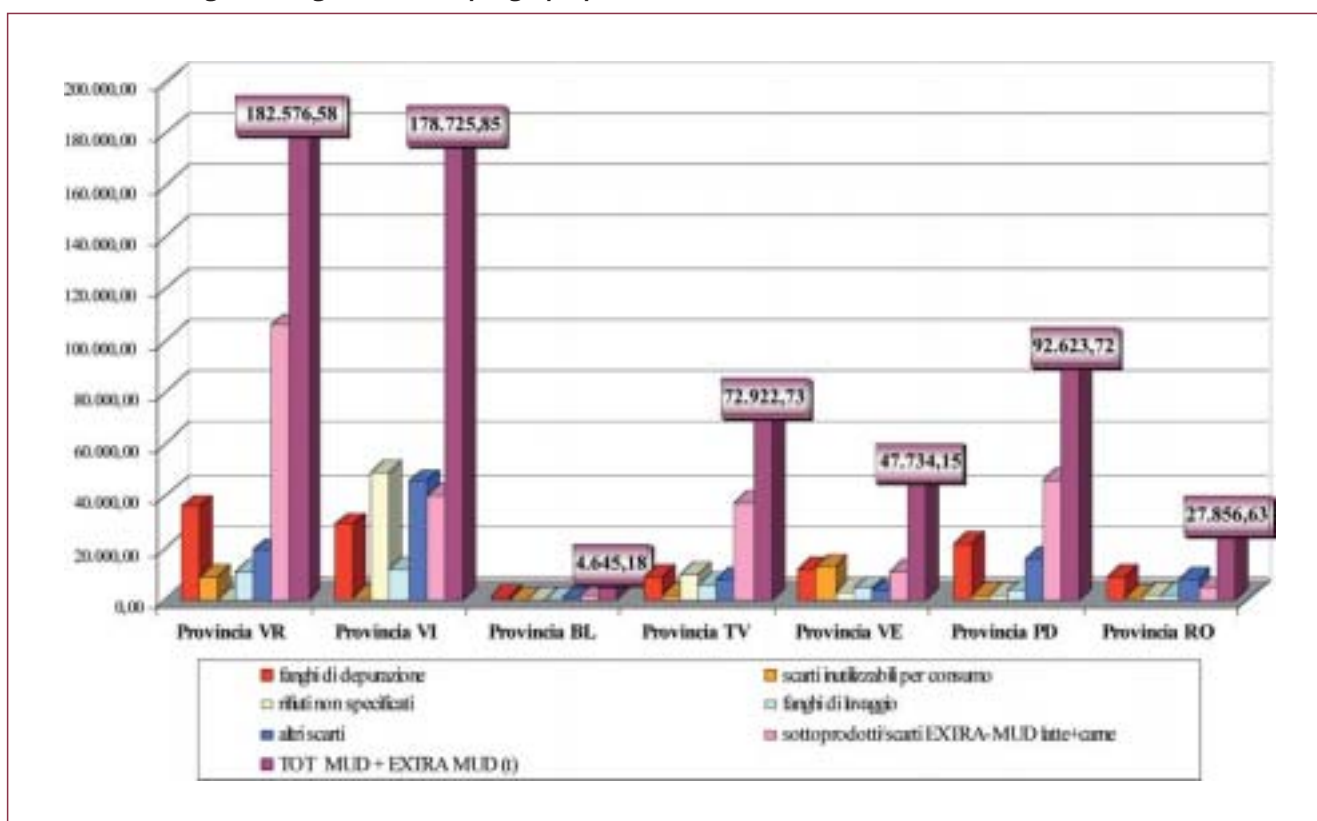
L'analisi delle matrici di natura organica generate dall'attività agro-industriale ha previsto un'**indagine territoriale diretta presso testimoni privilegiati** per integrare i dati MUD ed analizzare la biomassa che da questa sfuggiva (dati extra-MUD).

I comparti produttivi studiati nell'indagine territoriale sono stati l'*industria delle carni - macellazione* e l'*industria lattiero-casearia* che hanno evidenziato flussi significativi di residui/sottoprodotti, atti ad integrare la prima analisi fatta su dati MUD.

Questa indagine territoriale complementare ha permesso di quantificare, descrivere e localizzare un totale di 249.158 t di sottoprodotti/scarti extra-MUD, costituiti per oltre l'85% da sottoprodotti di origine animale (SOA) e da un 14-15% di sottoprodotti da industria lattiero-casearia.

Per quanto riguarda il settore delle trasformazioni ortofrutticole, si è già detto come i quantitativi che potrebbero sfuggire all'analisi dei dati MUD siano legati alle lavorazioni dei prodotti destinati al consumo del fresco. Queste manipolazioni comportano una gestione dello scarto a livello di aziende produttive, con quantitativi non significativi e soprattutto con forme di utilizzo già ben definite che non lasciano spazio ad utilizzi alternativi.

Grafico 9 – Scarti organici da agro-industria –Tipologia per provincia



Nella suddivisione delle tipologie di rifiuto per Provincia, è possibile sottolineare come, per la provincia di Verona, in particolare, ma anche per le province di Padova e Treviso, i sottoprodotti/scarti extra-MUD, rappresentino più della metà degli scarti totali (Graf. 9).

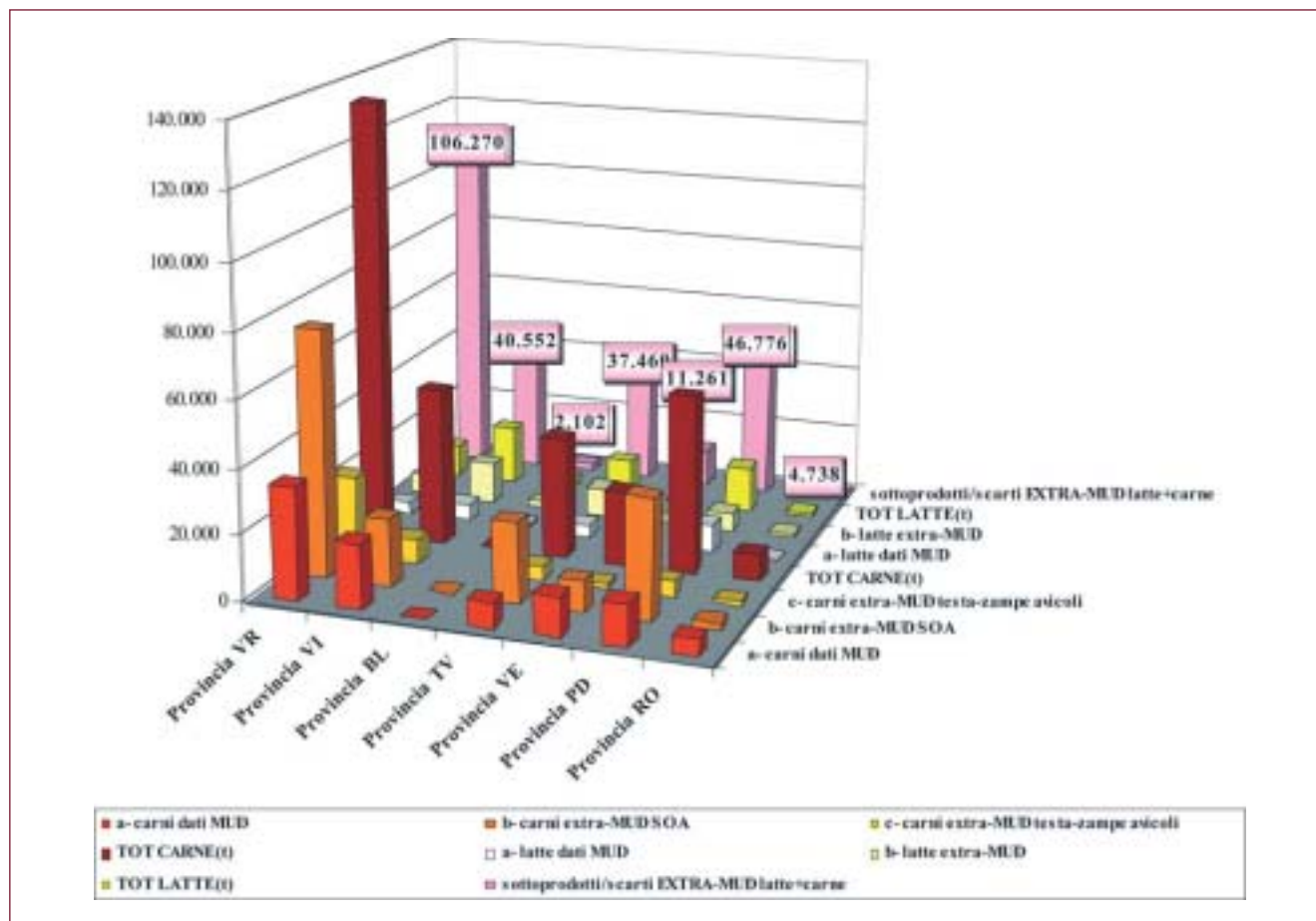
Andando ad analizzare nello specifico il confronto tra dati extra-MUD e dati MUD del comparto carni e di quello lattiero-caseario (Tab. 11) si ha:

- per *Industria delle carni-macellazione*, una percentuale del 55,5 % di "SOA" sul totale degli scarti imputabili al comparto, da sommare ad un 14,4% di extra-MUD "Testa/Zampe/Collo Avicoli" tenuti separati per le diverse caratteristiche qualitative e per le problematiche di gestione nella filiera DA;
- per *Industria lattiero-casearia*, una percentuale di circa il 62% sul totale degli scarti del comparto.

Tabella 11 – Confronto tra dati dichiarati (dati MUD) e dati stimati (dati extra MUD)

COMPARTI	dati MUD		dati extra MUD		
	t	% sul tot	Tipologia	t	% sul tot
industria delle carni	92.277,61	30,1			
			SOA	169.932,10	55,5
			Testa/Zampe/Collo Avicoli	44.006,88	14,4
industria lattiero-casearia	21.734,70	38,2		35.219,18	61,8
TOT da agro-industria	114.012,30			249.158,17	

Grafico 10 – Dati MUD e extra-MUD – Comparto Industria delle carni e Industria lattiero casearia



La suddivisione per provincia (Graf. 10) evidenzia come i quantitativi di SOA, del comparto carni-macellazione, rappresentino per le province di Verona, Padova e Treviso, più del doppio dei quantitativi di scarto dichiarati attraverso il MUD.

Per il lattiero-caseario vale lo stesso discorso per le province di Treviso e Vicenza.

Nella rappresentazione cartografica i dati MUD ed i dati extra-MUD vengono sommati al fine di avere una rappresentazione unica per *Macrocomparto di attività di provenienza*: la carta “Regione del Veneto – Scarti e Sottoprodotti organici - Attività di provenienza: Carne” è il risultato della somma dei dati MUD e dei dati extra-MUD (SOA e Testa/Zampe/Collo Avicoli) e ugualmente la carta “Regione del Veneto – Scarti e Sottoprodotti organici - Attività di provenienza: Latte” è data dalla somma latte dati MUD e latte extra-MUD. I dati extra-MUD dei due comparti sopra citati rimangono invece separati nella rappresentazione cartografica per *Tipologia di rifiuto* dove i dati extra-MUD, sia provenienti dall’Industria delle carni sia da quella lattiero casearia, vengono sommati nella categoria “Sottoprodotti/scarti extra-MUD”.

3.3.2 Indagine conoscitiva

Si è visto come l'**industria delle bevande alcoliche** e l'**industria di lavorazione delle pelli** rappresentino una fonte importante di sostanza organica fermentescibile per il territorio regionale.

Nell'ambito del progetto si è quindi voluto sviluppare un'indagine conoscitiva al fine di individuare le tipologie di residuo e sottoprodotto delle diverse fasi di processo ed i rispettivi flussi attuali e potenziali.

3.3.2.1 Indagine Conoscitiva per l'Industria delle bevande alcoliche

La materia prima dalla quale si ottiene la grappa è la vinaccia. La vinaccia esausta proveniente dai processi di vinificazione delle cantine possiede il 50-60% di umidità e viene solitamente stoccata negli stabilimenti delle distillerie stesse nel periodo autunnale per passare poi al processo di distillazione.

Dall'indagine presso alcune aziende venete e dal confronto con alcuni operatori del settore si è rilevato che dal processo di distillazione si ottiene:

- distillato (grappa): 5% circa sulla materia prima;
- vinacce esauste post-distillazione, i cui quantitativi variano al variare della percentuale di umidità nelle diverse fasi del processo;
- scarto liquido di distillazione denominato "borlanda", 75% circa della materia prima lavorata.

Pertanto, relativamente al comparto preso in esame, e limitatamente alle materie prime di provenienza regionale, si sono individuate le seguenti tipologie di scarto/sottoprodotto del processo di distillazione:

- residuo liquido di distillazione/borlanda (attualmente impiegata in processi di DA);
- vinaccia esausta umida, pre-distillazione (matrice organica potenzialmente impiegabile in DA);
- vinaccia esausta secca, post-essiccatoio (matrice organica potenzialmente impiegabile in DA);
- buccette secche derivanti dalla separazione della vinaccia essiccata (matrice organica potenzialmente impiegabile in DA);
- vinacciolo derivante dalla separazione della vinaccia essiccata (matrice organica non impiegabile tecnicamente in DA; questo sottoprodotto del processo di distillazione viene avviato all'estrazione di olio alimentare e la farina che ne risulta viene re-impiegata come combustibile nelle caldaie di distillazione).

L'impiego della vinaccia in DA (anche se separata dai vinaccioli), non è ritenuto conveniente dagli operatori del settore, in quanto il loro utilizzo attuale è la vendita in mercati alternativi (industria mangimistica o direttamente all'alimentazione zootecnica). Infatti, a partire dal 2006, il prezzo di mercato di questo prodotto ha avuto notevoli incrementi trainato dal mercato dei cereali, che ha spinto al rialzo anche i prezzi dei così detti "sottoprodotti per l'alimentazione zootecnica". Alcuni stabilimenti inoltre ritengono più conveniente l'utilizzo della parte essiccata (bucchette) come combustibile per le caldaie interne che producono vapore per il processo di distillazione.

In conclusione, allo stato attuale, gli scarti di processo realmente utilizzabili in DA sono costituiti dai residui liquidi della distillazione o "borlanda".

3.3.2.2 Indagine Conoscitiva per l'Industria delle bevande alcoliche

È nota la presenza da decenni di questo distretto industriale tra Arzignano (VI) e Lonigo (VI), nel cui territorio sono insediate numerose aziende che hanno sviluppato tecniche, maestranze e conoscenze specifiche nella lavorazione e concia delle pelli.

Tutta la lavorazione delle pelli del distretto vicentino preso in esame ruota attorno al processo di trattamento di pelli bovine (bovino adulto maschio e femmina, scottona, vitello) ed equine (equino adulto maschio e femmina, puledro).

Le pelli vengono acquistate già conciate (generalmente dall'estero), oppure arrivano dai macelli dopo aver subito una preliminare pulizia per raschiamento manuale nei siti di macellazione o di prima raccolta (aziende che effettuano il ritiro delle pelli al macello e una prima cernita qualitativa).

Durante le fasi di lavorazione e trattamento delle pelli si individuano due tipologie di scarto:

1. carnicci derivanti dalla toelettatura delle pelli;
2. parti di pelli ottenute dalle operazioni di taglio e finitura delle pelli lavorate.

Gli scarti appartenenti al secondo gruppo sono costituiti dai rifili delle pelli dopo la concia al cromo e dai rifili delle pelli finite e trattate con coloranti (squadatura prima della vendita). Questi scarti sono entrambi smaltiti come rifiuti e quindi sono contabilizzati nei dati MUD.

Per gli scarti appartenenti al primo gruppo, invece, bisogna fare considerazioni diverse a seconda della fase del processo di concia.

Durante il pre-trattamento viene asportata quella parte di carniccio che si riesce togliere mediante processo meccanico. Questa tipologia di scarto è del tutto simile al carniccio che si ottiene al macello (SOA Cat. 2), e va smaltita come tale: la sua destinazione attuale finale è l'industria delle farine animali.

La seconda tipologia è il "carniccio post-trattamento", conteggiato anche dai dati MUD, cioè quello scarto risultante dalle operazioni di pulizia effettuate dopo il trattamento in calcinaio delle pelli. Questo carniccio di scarto ha tenori chimici diversi dal primo e può essere comunque avviato alla produzione di mangimi animali.

L'impiego di queste tipologie di scarto in DA dovrebbe essere valutata in relazione alle caratteristiche qualitative ed alla convenienza all'utilizzo alternativo rispetto al mercato delle farine animali; tutto questo tenendo conto degli elevati quantitativi di materia prima lavorata in Regione.

3.4 Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani (FORSU)

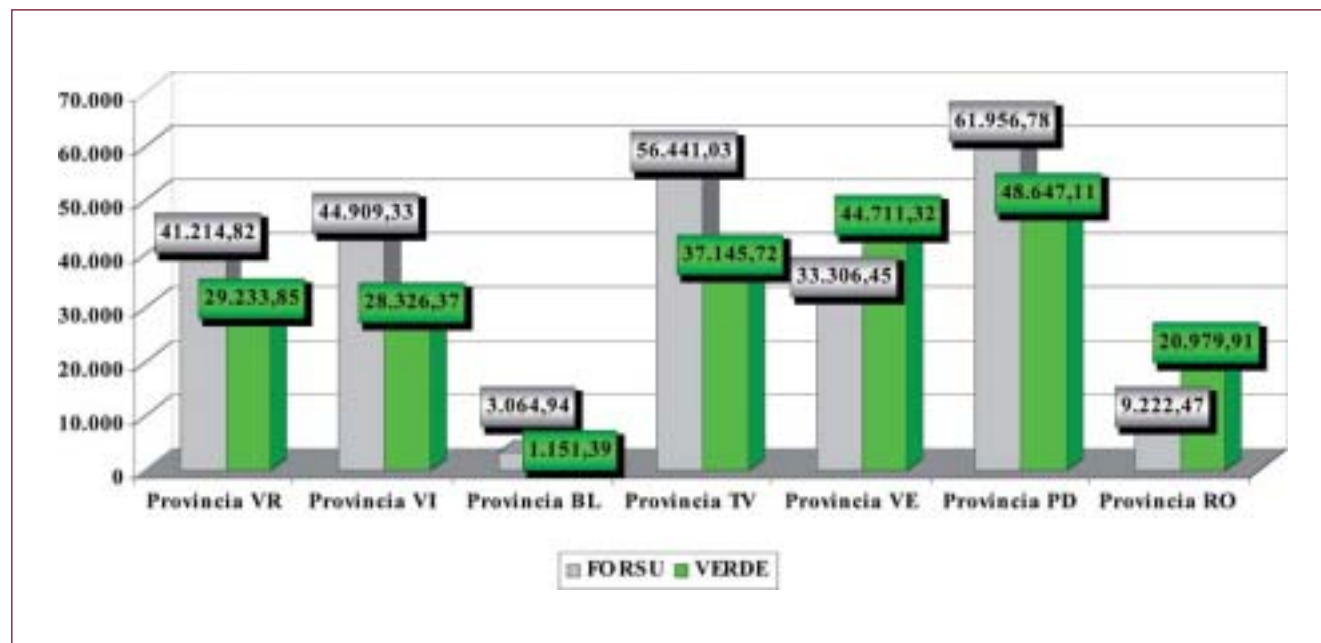
La Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani rappresenta una fondamentale matrice per il processo di DA negli impianti industriali di trattamento e gestione dei rifiuti. L'utilizzo di tale materiale ha una forte valenza sociale perché risultante dalla raccolta urbana differenziata dei rifiuti.

Si è voluto affiancare alla Forsu anche il Verde derivante dalla gestione del verde urbano. Entrambe queste tipologie di biomassa sono state localizzate a livello comunale (fonte: dati ARPAV – Osservatorio Regionale Rifiuti, anno 2004).

I risultati della mappatura trovano una rappresentazione cartografica solo per la Forsu, in quanto il Verde per le caratteristiche qualitative non si presta ad un utilizzo nei processi di DA.

Da un'analisi dei dati organizzati per Provincia emerge come Padova (con il 24,8%) e Treviso (con il 22,6%) siano le province che maggiormente contribuiscono alla produzione e raccolta differenziata di Forsu, seguite da Vicenza (con il 18%), Verona (con il 16,5%) e Venezia (con 13,3%).

Grafico 11 – Frazione Organica del Rifiuto Solido Urbano e Verde (t/anno 2004)



CONCLUSIONI

I risultati dell'indagine condotta sulla tipologia, quantificazione e localizzazione della biomassa fermentescibile presente in regione Veneto hanno portato all'organizzazione di un *data-base*.

Tale *data-base* ha permesso la realizzazione della cartografia tematica, a cura del CRPA, con cui si ha una rappresentazione della vocazionalità del territorio in funzione della filiera biogas.

Nel complesso è emerso che il Veneto possiede una potenzialità legata ad una produzione totale di circa 23 milioni di tonnellate di residui e/o sottoprodotti organici di diversa natura e qualità.

La potenzialità in termini di biomassa disponibile, emersa in questa fase del progetto (fase 1), va ad integrarsi con l'analisi tecnico-economica e logistica degli impianti a biogas (fase 2).

Si forniscono in questo modo gli strumenti di pianificazione e valutazione degli investimenti nella filiera delle agroenergie e più specificatamente del biogas e si raggiunge una delle principali finalità del progetto.

La cartografia è stata implementata anche a livello digitale interattivo da collegamenti dinamici (a cura del Settore Divulgazione di Veneto Agricoltura) che permettono di accedere a livello comunale ai dati raccolti ed elaborati nell'ambito della ricerca (su biomassa e impianti). Si traduce quindi anche in un mezzo informativo e con potenzialità di continuo aggiornamento sulla situazione territoriale inerente la Digestione Anaerobica e la produzione di biogas.

Monitoraggio impianti Biogas in Regione Veneto

Massimo Zoppelletto

PAROLE CHIAVE

Biogas, Digestione Anaerobica (DA), matrice organica, cogenerazione, tipologie impianti DA

INTRODUZIONE

Il Progetto Nazionale Biocombustibili “PROBIO-BIOGAS” ha avuto come punto saliente, all’interno del proprio programma, quello di determinare il potenziale di biomassa idoneo per la fermentazione anaerobica e le caratteristiche di funzionamento degli impianti stessi, allo scopo di valutare le potenzialità di ciascuna regione nello sfruttamento di energia rinnovabile fornita dal Biogas.

Nel caso specifico della regione Veneto il programma è stato realizzato svolgendo parallelamente due indagini: la “Mappatura Biomassa” e l’indagine territoriale sugli impianti a biogas in funzione (“Monitoraggio Impianti Biogas”); l’ottimizzazione e il completamento di entrambe si è avuto grazie ad una terza indagine svolta in comune (Indagine Territoriale), volta a quantificare la biomassa proveniente da particolari filiere e realmente utilizzabile negli impianti stessi. Nella presente relazione si riportano alcuni risultati derivati dall’indagine “Mappatura Impianti”; gli obiettivi raggiunti dall’Indagine Territoriale vengono sinteticamente esposti nella relazione “Mappatura Biomassa”.

Le varie Unità Operative Progettuali (in particolare il CRPA – dr. L. Rossi, il Dipartimento territorio e Sistemi Agro-Forestali dell’Università degli Studi di Padova – prof. D. Pettenella, dr. D. Gallo e la dr. G. Ruol), coordinate dalla Sezione Ricerca e Sperimentazione di Veneto Agricoltura, hanno collaborato costantemente per definire l’impostazione metodologica e per lo svolgimento delle indagini.

1. FUNZIONAMENTO E TIPOLOGIE DI IMPIANTI A BIOGAS

1.1 Funzionamento degli impianti a biogas: cenni sul processo di Digestione Anaerobica

La *digestione anaerobica* (DA) è un processo biologico che avviene in assenza di ossigeno, e durante il quale si produce biogas (o gas biologico), dalla trasformazione della sostanza organica. Il biogas è costituito principalmente da metano e anidride carbonica.

La percentuale di metano presente nel biogas varia a seconda del tipo di sostanza organica digerita e delle condizioni di processo, da un minimo del 50% fino all’80% circa. Affinché il processo abbia luogo è necessaria l’azione di diversi gruppi di micro organismi, in grado di trasformare la sostanza organica in composti intermedi: in estrema sintesi acido acetico, anidride carbonica e idrogeno, utilizzabili dai microrganismi metanigeni i quali concludono il processo producendo il metano.

Il Biogas può avere origine a partire dalle seguenti fonti:

- dai gas di discarica;
- dalla frazione organica dei rifiuti;
- dalla depurazione di acque reflue;
- da reflui zootecnici (liquame e letame);
- da biomasse colturali.

Per le finalità del progetto Probio-Biogas resta escluso dal campo di indagine il biogas da discarica, mentre assumono rilevanza le altre fonti, per lo sfruttamento delle quali sono necessarie non solo soluzioni impiantistiche appropriate, ma anche la disponibilità costante di matrici organiche in ingresso.

I microrganismi anaerobi presentano basse velocità di crescita e basse velocità di reazione, e quindi è necessario mantenere, per quanto possibile, le ottimali condizioni dell'ambiente di reazione. Nonostante questi accorgimenti, i tempi di digestione sono relativamente lunghi se confrontati con quelli di altri processi biologici; tuttavia il vantaggio della DA è che la materia organica complessa viene convertita in metano e anidride carbonica, con conseguente produzione finale di una fonte rinnovabile di energia, sotto forma di gas combustibile a elevato potere calorifico (Biogas).

L'ambiente di reazione, definito solitamente *digestore (o reattore anaerobico)*, per permettere la crescita contemporanea di tutti i microrganismi coinvolti, dovrà risultare da un compromesso tra le esigenze dei singoli gruppi microbici.

È necessario garantire l'ambiente idoneo alla crescita dei seguenti gruppi di batteri:

- batteri idrolitici, che spezzano le macromolecole biodegradabili in sostanze più semplici;
- batteri acidogeni, che utilizzano come substrato i composti organici semplici liberati dai batteri idrolitici e producono acidi organici a catena corta, i quali, a loro volta, rappresentano il substrato per i gruppi batterici successivi;
- batteri acetogeni, che utilizzano come substrato i prodotti dei batteri acidogeni dando luogo ad acetato, idrogeno e anidride carbonica;
- batteri omoacetogeni che sintetizzano acetato partendo da anidride carbonica e idrogeno;
- batteri metanigeni, distinti in due gruppi: a) *acetoclastici*, che producono metano ed anidride carbonica da acido acetico; b) *idrogenotrofi*, che producono metano partendo da anidride carbonica e idrogeno.

Mentre il metano viene liberato quasi completamente in fase di gas, vista la sua scarsa solubilità in acqua, l'anidride carbonica partecipa all'equilibrio dei carbonati presenti nella biomassa in reazione. Le interazioni tra le diverse specie batteriche sono molto strette: i prodotti del metabolismo di alcune specie possono essere utilizzati da altre come substrato o come fattori di crescita.

Di seguito si riportano alcuni indici di produzione di Biogas derivante dalla Digestione Anaerobica delle rispettive matrici organiche.

Tabella 1 – Produzioni finali di metano a partire dalla sostanza organica

	m ³ biogas/kg SSO*	Contenuto di metano in % sul Biogas
PROTEINE	0,6-0,9	75-80
LIPIDI	0,9-1,4	80-90
CARBOIDRATI	0,7-0,8	50-60

(*): Sostanza Secca Organica

Fonte: CRPA 2007

Tabella 2 – Substrati avviabili alla Digestione Anaerobica e relative rese in biogas (metri cubi)

Matrici Organiche	m ³ Biogas per t SV (*)
Reflui zootecnici (suini, bovini, avi-cunicoli)	200-500
Residui Colturali (paglia, coletti barbabietole, ecc.)	350-400
Scarti organici agroindustria (sieri, scarti vegetali, lieviti, fanghi e reflui di distillerie, birrerie e cantine)	400-800
Scarti organici macellazione (grassi, contenuto stomacale e intestinale, sangue, fanghi di flottazione, ecc.)	550-1000
Fanghi di depurazione	250-350
Frazione organica rifiuti urbani (FORSU)	400-600
Culture energetiche (mais, sorgo zuccherino, erba)	550-750

(*): Solidi Volatili, corrispondono alla frazione della sostanza secca costituita da sostanza organica

Fonte: CRPA 2007

1.2 Tipologie di impianti a biogas

1.2.1 Variabili del processo di DA

Vanno preventivamente considerate le seguenti variabili:

- Il pH medio all'interno del reattore: può variare da 6,8 e 7,5 ed è considerato ottimale un PH di 7.
- La temperatura ottimale di processo: è inferiore ai 30 °C se la DA avviene per mezzo di batteri psicrofili, intorno ai 35 °C, se si opera con batteri mesofiti, o intorno a 53 °C, se si utilizzano batteri termofili. I processi di DA *mesofili* e *termofili* devono avvenire in impianti riscaldati (sistemi di recupero calore fornito dal biogas prodotto).
- Il tempo di permanenza della biomassa all'interno del reattore (o "tempo di permanenza idraulico" - HRT – *Hydraulic Retention Time*), affinché avvenga completamente la DA che dipende dalla temperatura, dalla quantità del substrato e dalla biodegradabilità dello stesso. L'impiego di materiali ad elevato contenuto di cellulosa necessita di tempi più lunghi per la degradazione rispetto a biomasse contenenti amidi e zuccheri, più facilmente degradabili rispetto ai primi.

Tabella 3 – Tipologia di DA in base alla temperatura nel reattore

	Temperature di processo	Tempo di permanenza idraulico – HRT
Digestione anaerobica con <i>batteri psicrofili</i>	< 30 °C	30-90 giorni
Digestione anaerobica con <i>batteri mesofili</i>	30-40 °C	25-40 giorni
Digestione anaerobica <i>batteri termofili</i>	40-55 °C	15-25 giorni

Fonte: nostre elaborazioni

1.2.2 Tecniche di DA

La tipologia delle matrici organiche da trattare influenza i meccanismi di DA all'interno del reattore e le rese in biogas alla fine del processo.

Le tecniche di DA possono essere ricondotte alle seguenti tipologie:

1. *digestione a umido*, quando il substrato in digestione ha un contenuto in sostanza secca¹ inferiore al 10%;
2. *digestione a semisecco*, quando il substrato in digestione ha un contenuto in sostanza secca compreso tra il 10% e il 20%;
3. *digestione a secco*, quando il substrato in digestione ha un contenuto di sostanza secca superiore al 20%.

Un'ulteriore classificazione delle frazioni biodegradabili, permette di distinguere all'interno della frazione solubile tra una disciolta prontamente biodegradabile (circa 20% dei Solidi Sospesi Volatili) e una più lentamente biodegradabile e, all'interno della frazione sospesa, tra una frazione sospesa facilmente idrolizzabile e una lentamente idrolizzabile².

1.2.3 Lay-out degli impianti Biogas

Gli impianti di Biogas di uso e applicazione più frequenti sono riconducibili a 3 distinte tipologie impiantistiche, ciascuna adatta a un contesto aziendale:

Impianto a canale tipo plug-flow o flusso a pistone

Questo processo di digestione anaerobica può essere validamente utilizzato sia nel trattamento dei liquami zootecnici, sia nella stabilizzazione dei fanghi ottenuti dalla flottazione di reflui agro-industriali. Nel caso di utilizzo per liquami

¹La Sostanza Secca (o Solidi Totali), è la sostanza residua dopo un processo di essiccazione. Questo valore viene determinato analiticamente per essiccazione in stufa a 105 °C fino a peso costante.

²L'idrolisi è la prima di una serie di fasi della DA: in questa prima fase, per intervento di diversi gruppi batterici (*batteri idrolitici*), ha luogo la degradazione dei substrati organici complessi quali proteine, grassi e carboidrati, con formazione di composti più semplici, quali amminoacidi, acidi grassi e monosaccaridi in forma solubile. Le fasi successive della DA sono l'acidogenesi (*batteri acidogeni*), l'acetogenesi (*batteri acetogeni*), e la metanogenesi (*batteri metanigeni*).

zootecnici, richiede una preventiva separazione dei solidi grossolani, non tecnicamente biodegradabili in tempi tecnici ragionevoli, utilizzando nel processo anaerobico solo la frazione liquida delle deiezioni. Il digestore pertanto è assolutamente privo di organi di miscelazione interni e si deve prediligere la conformazione a canale. Al fine di ottenere la maggiore produzione possibile di biogas, è fondamentale che i liquami prodotti arrivino “freschi” al digestore.

Impianto cilindrico tipo up-flow miscelato

Questo processo di digestione anaerobica utilizza le matrici organiche tal quali (frazione liquida + frazione solida dei reflui zootecnici, colture agricole, etc.). Il digestore, che in questa tipologia di impianto è di forma cilindrica, sarà pertanto dotato di impianto di miscelazione a elica, di pompa di ricircolo esterna temporizzata e sistema di bocchette di fondo per ottenere la movimentazione della miscela e l'effetto up-flow e rompi-crosta. Il digestore sarà alimentato giornalmente con la miscela fresca, mentre il digestato uscirà dopo un tempo medio di permanenza nella vasca di circa 20-25 giorni. Nel caso di digestori up-flow, alimentati con miscela di liquami e biomasse, è opportuno garantire tempi di permanenza di almeno 30-40 giorni e temperature nel campo mesofilo o termofilo. Il liquame viene convogliato a una prevasca di raccolta, equalizzazione, miscelazione e sollevamento, provvista di mixer e pompa tritratrice. Qui può essere aggiunta, in dosi prestabilite, la quantità di altra biomassa per ottenere una miscela pompabile, con un contenuto di solidi non superiore al 10%, ad arricchimento della sostanza organica del liquame destinato ad alimentare il digestore. Solitamente si installano due reattori, uno primario ed uno secondario, adatti a far avvenire in modo più controllato le fasi acidogena e metanigena.

Impianto tipo super-flow per biomasse super dense

Il processo di digestione anaerobica utilizza i reflui aziendali tal quali (frazione liquida + frazione solida dei liquami) e altra biomassa agricola, anche in grandi quantità. Sono previsti due digestori. Il digestore primario è alimentato costantemente con liquame fresco e biomassa, secondo un piano di carico prestabilito, in funzione delle composizioni e caratteristiche dei vari complementi di apporto. Il digestato uscirà dopo un tempo medio di permanenza nella vasca di circa 20-30 giorni per essere trasferito nel digestore secondario, a sua volta miscelato e in grado di recuperare la residua quantità di biogas. Il tempo di permanenza nel secondo digestore è di circa 30-40 giorni, per una permanenza media complessiva pari a circa 60 giorni.

1.2.4 Evoluzione delle tecniche di DA e soluzioni impiantistiche relative

Relativamente ai processi di DA e agli impianti utilizzati per lo sfruttamento del Biogas, dopo circa 20 anni dalle prime realizzazioni in campo, si è raggiunto un buon grado di conoscenza. Ultimamente sono state messe a punto soluzioni impiantistiche appropriate per la DA delle diverse matrici di biomassa.

In particolare, la tecnologia U.A.S.B. (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket) si basa sulla permanenza dei batteri nel reattore in forma granulare. Questi batteri formano delle colonie granulari (della dimensione di 1–3 mm) in grado di produrre velocemente Biogas a partire dal COD solubile³ presente nei liquidi in ingresso nel reattore. Al contrario di quanto avviene nei processi “classici” di DA delle matrici organiche, all'interno dei reattori con tecnologia U.A.S.B. è essenziale limitare al massimo la presenza di solidi, non attaccabili dalle colonie granulari. Esempio di matrici utilizzabili in questi reattori sono tutti i liquidi contenenti zuccheri, amidi, destrine, alcool, quali i residui liquidi di processo delle industrie della lavorazione della frutta, delle birrerie, delle cartiere. In questi processi è importante non tanto il periodo medio di ritenzione all'interno del reattore (tempi di permanenza di qualche ora rispetto ai 20-30 giorni degli altri processi), quanto il flusso di liquidi con elevate concentrazioni di COD solubile che si riesce a garantire.

Una ulteriore evoluzione della tecnologia UASB è la Tecnologia I.C. (Internal Circulating): le dimensioni del reattore anaerobico raggiungono i 15-20 metri di altezza (contro gli 8 metri dei digestori UASB) e l'alimentazione dei reflui avviene dal basso. Il COD solubile viene velocemente degradato e convertito in Biogas la cui risalita funziona come pompa di ricircolo all'interno del reattore, favorendo i processi di DA successivi.

³ COD: acronimo di “Chemical Oxygen Demand” (domanda chimica di ossigeno). Il suo valore, espresso in milligrammi di ossigeno per litro, rappresenta la quantità di ossigeno necessaria per la completa ossidazione dei composti organici ed inorganici presenti in un campione di acqua. Questo parametro fornisce una misura della sostanza organica ossidabile presente nel substrato da avviare a DA. Il valore del “COD abbattuto” (COD in ingresso meno COD presente nel digestato) costituisce una misura indiretta dell'energia trasformata in Biogas.

1.3 Trasformazione del Biogas in energia

Dopo aver subito i trattamenti necessari (filtrazione, deumidificazione, desolforazione), il biogas può essere trasformato nelle seguenti fonti energetiche (Crpa, ottobre 2007):

- Sola energia termica, mediante combustione diretta in caldaia.
- Energia elettrica, attraverso la combustione in motori azionanti gruppi elettrogeni.
- Produzione combinata di energia elettrica ed energia termica, attraverso la combustione in cogeneratori.
- Trasformazione in metano ("Biometano").

Per ottenere la produzione di sola energia termica è sufficiente un comune generatore di calore a gas costituito da un bruciatore (nel quale affluiscono combustibile e comburente), che produce energia termica sotto forma di fiamma e da uno scambiatore di calore (nel quale i prodotti della combustione cedono il calore prodotto a un fluido termovettore). Il biogas viene trattato come il gas metano; vengono, invece, realizzate modifiche al bruciatore per l'introduzione del gas e la miscelazione del combustibile con il comburente.

Per "cogenerazione" si intende la produzione contemporanea di energia elettrica e calore. Ciò si ottiene attraverso la produzione contemporanea di calore ed energia meccanica, la quale viene subito trasformata in energia elettrica. Questo sistema di produzione di energia permette un notevole risparmio energetico, rispetto al caso di produzione separata delle stesse quantità di calore di energia elettrica/meccanica; si può arrivare infatti a superare il 90% di rendimento (30% di rendimento elettrico e 60% di rendimento termico).

La maggior parte degli impianti costruiti in aziende agricole 15 anni fa, erano concepiti, e quindi dimensionati, secondo il criterio di risparmio energetico da parte dell'allevamento, utilizzando tutta l'energia prodotta nel processo di digestione per soddisfare e colmare le richieste energetiche dell'allevamento stesso e solitamente delle utenze domestiche annesse.

Per questo motivo, la maggior parte dei primi impianti forniva solo energia termica; in alcuni casi, sono stati installati cogeneratori che funzionavano "in isola" cioè senza la possibilità di interfacciarsi con la rete energetica nazionale, allo scopo di un'eventuale cessione di surplus di energia. Attualmente, la possibilità di digerire biomasse diverse, ha modificato la concezione del processo con la conseguente progettazione di nuove tipologie impiantistiche che consentono una connessione in parallelo alla rete, per poter vendere il surplus di energia non autoconsumata.

Il biogas prodotto in seguito a DA può essere purificato attraverso un processo di *upgrading* per l'ottenimento di metano: da un processo di raffinazione del biogas da altri gas (anidride carbonica e altre impurità), è possibile arrivare a una concentrazione di metano fino al 95% (biometano). Se compresso a 220 bar, il biometano potrebbe essere successivamente impiegato per l'autotrazione senza la necessità di apportare modifiche al motore dei veicoli che già utilizzano il gas naturale o metano di origine fossile, oppure per usi domestici o industriali (immissione nella rete).

2. OBIETTIVI DEL PROGETTO

La fase "Mappatura Impianti Biogas", all'interno del Progetto Probio-Biogas, si è concretizzata in una indagine territoriale allo scopo di individuare le tipologie di impianti per la produzione di biogas in regione Veneto. Presso gli impianti sono stati raccolti i dati per il raggiungimento di alcuni obiettivi, come da tabella 4.

Le informazioni raccolte hanno permesso di costituire una banca dati in grado di fornire i seguenti prodotti:

1. Quadro conoscitivo degli impianti a Biogas presenti nel territorio regionale.
2. Monitoraggio degli impianti a Biogas presenti nel territorio regionale.
3. Realizzazione di una banca dati sulle biomasse effettivamente utilizzate dagli impianti di DA.
4. Realizzazione di una banca dati relativa al potenziale energetico installato (kWe) e all'output energetico effettivo.
5. Scheda tecnico-gestionale per ciascun impianto.
6. Scheda economico-gestionale (dati di costo e ricavo) per gli impianti biogas agricoli e alcuni impianti extra-agricoli.

Tabella 4 – Obiettivi del Monitoraggio Impianti Biogas in regione Veneto

Dati raccolti	Obiettivi
<i>Numero di impianti in funzione presenti sul territorio</i>	Fornire una indicazione sull'importanza e il grado di sviluppo del comparto biogas in regione Veneto
<i>Raccolta informazioni sugli impianti in istruttoria o in corso di realizzazione</i>	Fornire i dati per una visione prospettica ed evolutiva del comparto biogas nel futuro prossimo
<i>Raccolta dati tecnico-gestionali presso gli impianti</i>	Procedere a una classificazione delle soluzioni tecnologiche adottate dagli operatori nel territorio regionale
<i>Raccolta dati economici e di funzionamento degli impianti</i>	Procedere a una classificazione degli impianti dal punto di vista economico e predisporre una banca dati degli impianti in funzione
<i>Raccolta dati e informazioni presso gli operatori delle filiere agroalimentari (INDAGINE TERRITORIALE)</i>	Individuare le matrici organiche di origine agroalimentare potenzialmente utilizzabili in processi di DA e fornire indicazioni sulla tipologia e sulle potenzialità delle stesse

3. METODOLOGIA E RACCOLTA DATI

L'individuazione degli impianti a biogas presenti sul territorio regionale è stata effettuata con l'ausilio delle seguenti fonti informative:

1. Elenco già in possesso da parte di Veneto Agricoltura
2. Nominativi forniti dal CRPA (Centro Ricerche Produzioni Animali)
3. Elenchi presso gli Uffici Regionali competenti in materia di rilascio di autorizzazioni
4. Tecnici e costruttori di impianti biogas
5. Associazioni Agricole di Categoria
6. ARPA Veneto

Sono stati inoltre contattati gli Uffici Tecnici di alcuni Comuni per gli aggiornamenti sulla stato di avanzamento di alcune pratiche in corso di istruttoria, per raccogliere informazioni relative agli impianti in progetto.

In collaborazione con le altre unità progettuali, è stato messo a punto un questionario per individuare i dati da raccogliere presso gli impianti. Successivamente, il rilevamento dati è stato effettuato direttamente presso le aziende e con interviste rivolte ai gestori/responsabili degli impianti.

I dati rilevati nel corso dell'indagine, ai fini della costruzione della banca dati Impianti Biogas, sono di seguito sintetizzati:

- I. Dati generali dell'azienda:
 - a) tipologia aziendale e indirizzo produttivo;
 - b) caratteristiche tecniche generali dell'impianto biogas.
- II. Dati specifici dell'impianto:
 - a) integrazione dell'impianto nel contesto aziendale;
 - b) funzionamento dell'impianto;
 - c) dati tecnici di funzionamento;
 - d) dati di Input (tipologia e caratteristiche qualitative delle matrici organiche in ingresso);
 - e) dati di Output (Energia prodotta);
 - f) gestione della biomassa relativa alla DA (provenienza e stoccaggio delle matrici da avviare alla DA, trattamento del digestato).
- III. Dati di costo sull'investimento effettuato e costi relativi alla gestione dell'impianto.
- IV. Motivazioni all'investimento:
 - a) Intervista personale rivolta all'imprenditore per rilevare l'atteggiamento dello stesso verso l'investimento effettuato, nonché le eventuali problematiche incontrate nelle pratiche avanzate per ottenere le autorizzazioni necessarie e nella gestione dell'impianto in funzionamento.

In concomitanza con il rilevamento dati degli impianti biogas e in collaborazione con l'unità progettuale della Mappatura Biomassa (dr G. Ruol), è stata svolta una indagine territoriale presso alcune aziende appartenenti alle filiere agroindustriali individuate e ritenute interessanti dal punto di vista della produzione di scarti/sottoprodotti organici potenzialmente impiegabili negli impianti di DA. L'indagine territoriale è servita a integrare i dati su scarti e sottoprodotti provenienti dal comparto agro-industriale ed è stata complementare alle elaborazioni sui dati MUD, per quantificare e localizzare i flussi di matrici organiche che sfuggivano alle dichiarazioni dei rifiuti in uscita dal comparto. Per quanto riguarda l'analisi relativa agli impianti, questa indagine ha permesso di valutare la convenienza all'utilizzo dei sistemi di DA dalla biomassa, proveniente dai vari comparti agro-industriali, anche in termini qualitativi.

I criteri di indagine e i dati raccolti sono stati individuati in collaborazione con la responsabile della fase di "Mappatura della Biomassa" (G. Ruol) e con l'ausilio del CRPA.

4. RISULTATI

4.1 Monitoraggio Impianti Biogas: lo schema di analisi proposto

In seguito ai dati emersi nell'indagine sugli impianti di DA presenti in regione Veneto e a quelli raccolti nel corso dell'indagine territoriale per individuare le fonti di biomassa alternative, si intende proporre uno schema di classificazione non basato esclusivamente sulle diverse soluzioni tecnologiche.

L'indagine territoriale condotta nelle diverse filiere agroalimentari, ha infatti permesso una visione d'insieme delle varie soluzioni adottate in regione per la produzione di biogas a partire da fonti rinnovabili (matrici organiche).

Seguendo questo approccio, si propone uno schema di classificazione degli impianti basato sulla provenienza della matrice organica in INPUT e sulla modalità di sfruttamento dell'energia da biogas (OUTPUT), consentendo una omogeneità dell'analisi e delle considerazioni relative a ciascuna tipologia individuata.

Per quanto riguarda le matrici di biomasse utilizzate dagli Impianti di DA in regione, queste si possono ricondurre a tre gruppi: di origine agricola, agroindustriale e gestione dei rifiuti urbani ed industriali.

Il primo gruppo è costituito da tutta la biomassa prodotta dal processo produttivo tipico di una azienda agricola (reflui da allevamento, colture agricole): questa biomassa viene utilizzata in impianti di DA in connessione con l'attività agricolo-zootecnica condotta da un imprenditore agricolo.

Tali impianti possono utilizzare in quantità non prevalente anche biomasse (scarti e sottoprodotti) di origine agroindustriale, secondo i criteri previsti dalla normativa vigente⁴. Ai fini della mappatura, questi impianti di DA vengono definiti IMPIANTI AGRICOLI.

Il secondo gruppo di biomassa individuata ha una origine agroindustriale (fanghi di lavaggio, residui liquidi del processo di lavorazione, acque di lavaggio di processi produttivi relativi alla trasformazioni di materie prime di origine agroalimentare).

Questa biomassa potrebbe essere smaltita come rifiuto, oppure subire un processo di depurazione all'interno dell'azienda agroindustriale. La DA di questa matrice organica ha due motivazioni: recuperare valore energetico da scarti altrimenti inutilizzabili e contemporaneamente abbassare i costi di depurazione dell'impianto interno. Aziende di questo tipo sono le industrie di macellazione, della lavorazione della frutta, quelle per la fabbricazione della birra, i caseifici, gli zuccherifici. Ai fini della mappatura, questi impianti di DA vengono definiti IMPIANTI AGROINDUSTRIALI.

Il terzo gruppo di biomassa è costituito dalle matrici gestite da aziende che operano nel settore della gestione dei rifiuti. Fanno parte di questa categoria rifiuti veri e propri, come la FORSU (frazione organica dei rifiuti solidi urbani, cioè la gestione dell' "umido"), i fanghi biologici e alimentari smaltiti come rifiuti, ma anche scarti e sottoprodotti di altra origine, quali i SOA (Sottoprodotti di Origine Animale), provenienti dalle catene di macella-

⁴ La parte normativa viene approfondita da un'altra unità del Progetto PROBIO.

⁵ Le caratteristiche dei SOA (tipologia, potenzialità, localizzazione) vengono approfondite nella relazione sull'industria di macellazione, svolta in collaborazione con altra unità del progetto PROBIO e contenuta nella relazione "Mappatura Biomassa".

Tabella 5 – Schema per la classificazione delle tipologie di Impianti Biogas in regione Veneto

Derivazione della matrice principale	Tipologie di matrici input impiegate	Tecniche di DA	Motivazioni dell'impiego della matrice nel processo di DA	
Agricola	• Reflui da allevamento	• DA a umido/semisecco	• Recupero valore dalla gestione dei reflui all'interno dell'azienda agraria	IMPIANTI AGRICOLI
	• Colture agricole	• DA a umido/semisecco	• Aumento del reddito agricolo tradizionale (sbocco di mercato alternativo per i prodotti dell'azienda agricola)	
	• Sottoprodotti dell'agroindustria addizionali rispetto alle altre matrici agricole	• DA a umido/semisecco	• Aumento della resa del processo di DA delle altre matrici agricole	
Agro-industriale	• Sottoprodotti/Scarti derivanti dalla lavorazione interna di materia prima agroindustriale	• DA a umido/semisecco	• Recupero di valore aggiunto dai sottoprodotti/scarti di processo	IMPIANTI INDUSTRIALI
	• SOA ⁽¹⁾ • Fanghi di depurazione • Fanghi di lavaggio • Acque di lavaggio	• Tecnologia U.A.S.B.	• Abbattimento dei costi di depurazione; • Recupero di energia per i processi interni;	
Gestione dei rifiuti urbani e industriali	• Frazione liquida della FORSU ⁽²⁾ • SOA ⁽¹⁾ • Acque di lavaggio cartiera	• DA a umido • Tecnologia I.C.	• Miglioramento dell'efficienza economica nel trattamento dei rifiuti	

Nota ⁽¹⁾ SOA: Sottoprodotti di Origine Animale come identificati dal D.M. 1774/2002.

Nota ⁽²⁾ FORSU: Frazione Umida dei Rifiuti Solidi Urbani.

zione⁵. Le motivazioni al trattamento in processi di DA di queste matrici vengono ricondotte, essenzialmente, alla possibilità di recuperare valore energetico al fine di contenere i costi per la gestione dei rifiuti del sistema urbano ed industriale. Si tratta di impianti di DA inseriti negli stabilimenti delle aziende municipalizzate che si occupano del trattamento dei rifiuti, o anche in aziende industriali i cui processi produttivi generano degli scarti/rifiuti liquidi biodegradabili (ad esempio il processo produttivo delle cartiere produce liquidi di lavaggio che contengono amidi facilmente biodegradabili).

Ai fini della mappatura, questi impianti di DA vengono definiti **IMPIANTI PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI ED INDUSTRIALI**.

Nella Tabella 5 si riportano le tipologie di matrici organiche utilizzate nei rispettivi impianti e le tecniche di DA (processi a umido, semisecco, UASB, I.C.), rilevate negli Impianti Biogas censiti in regione Veneto. Per ciascun comparto si elencano sinteticamente le ragioni dell'inserimento dei processi di DA all'interno dei rispettivi contesti aziendali.

Gli impianti classificati secondo lo schema riportato in Tabella 5, possono a loro volta essere distinti in relazione al tipo di **OUTPUT ENERGETICO**, secondo le tipologie elencate nel precedente paragrafo 1.3.

Al riguardo si mette in evidenza che gli impianti riscontrati in regione sono riconducibili a due tipologie: sfruttamento di sola energia termica oppure energia termica ed elettrica congiunte ("cogenerazione"). Non sono stati riscontrati sistemi per la trasformazione del Biogas in BioMetano per l'impiego in autotrazione o immissione in rete.

Tabella 6 – Numero di impianti biogas presenti in regione Veneto⁽¹⁾ suddivisi per settore di appartenenza e tipologia di output energetico

SETTORE di APPARTENENZA	Tipologia di OUTPUT ENERGETICO		
	solo Energia Termica	Cogenerazione	Totale Impianti
AGRICOLTURA	0	12	12
AGROINDUSTRIA	6 ⁽²⁾	3	9
GESTIONE dei RIFIUTI URBANI e INDUSTRIALI	1	6	7
Totale Impianti	7	21	28

Nota (1): Il dato si riferisce al numero di impianti in funzione a maggio 2008.

Nota (2): Entro il 2009 due di questi sei impianti passeranno in cogenerazione per la contemporanea produzione di energia elettrica per la rete di fabbrica.

4.2 Monitoraggio Impianti Biogas: risultati dell'indagine conoscitiva

In regione Veneto sono stati censiti e considerati oggetto di rilevamento dati n° 28 impianti. Questo dato riguarda il numero di impianti funzionanti a maggio 2008. Oltre a questi sono stati raccolti i dati progettuali per gli impianti agricoli in costruzione o in fase di istruttoria.

Impianti agricoli

Sarebbero 14 gli impianti presenti in altrettante aziende agricole: sono stati esclusi due impianti agricoli (uno in provincia di Padova e uno in provincia di Verona), costruiti negli anni '80-'90, per lo sfruttamento di sola energia termica ottenuta dal biogas dalla gestione dei reflui da allevamento. Questi due impianti non risultano essere più operativi, essendo obsoleti dal punto di vista tecnologico e non economicamente sfruttabili, anche con eventuali adattamenti di tecnologie moderne. Non risultano, perciò, mappati nella carta tematica.

Attualmente tutti i 12 impianti biogas in funzione nelle aziende agricole sono dotati di un cogeneratore per lo sfruttamento dell'energia termica e la contemporanea produzione di energia elettrica. In 8 casi è presente l'allacciamento alla rete Enel e l'energia elettrica prodotta oltre il fabbisogno aziendale viene ceduta alla rete esterna. Tuttavia è da segnalare che solo una azienda consuma il 100% dell'energia elettrica prodotta, mentre altre tre aziende restano in attesa della connessione alla rete esterna, perché la pratica per l'allacciamento è ancora in corso di istruttoria, oppure per problematiche nella costruzione della cabina alla quale allacciarsi. In questi tre impianti è presente dunque un potenziale di output energetico non ancora completamente sfruttato.

Impianti agroindustriali

Dei 9 impianti rilevati, 6 sono predisposti per lo sfruttamento di energia termica, mentre in 3 impianti è installato un cogeneratore. Questi ultimi consentono la produzione di energia elettrica che viene consumata al 100% nel contesto aziendale. Gli impianti concepiti per lo sfruttamento di energia termica, recuperano il biogas prodotto dai processi di DA per la combustione nella caldaia aziendale, ai fini di utilizzarne il calore per i processi produttivi interni (distillazione, lavorazione della frutta, fabbricazione della birra). Fra le aziende agroindustriali che sfruttano il biogas solo per produrre energia termica, due stanno predisponendo i sistemi di cogenerazione che entreranno in funzione tra il 2008 e il 2009: l'energia elettrica prodotta verrà impiegata al 100% nel contesto aziendale.

Impianti per la gestione dei rifiuti urbani e industriali

Sono 7 gli impianti presenti in regione Veneto che trattano matrici organiche originate da rifiuti urbani e industriali. Di questi, un impianto (localizzato nel Comune di Verona), anche se tecnicamente funzionante, è inutilizzato a partire da giugno 2007, in quanto inserito in un contesto per il trattamento termico dei rifiuti derivanti da raccolta indifferenziata. Allo stato attuale la gestione di detto impianto risulterebbe antieconomica, tale da comportare un inutilizzo dell'impianto biogas. Dei rimanenti 6 impianti, 5 funzionano per produrre energia elettrica in cogenerazione e sono allacciati alla rete esterna per la cessione dell'energia non utilizzata. Un impianto è presente in una cartiera: il biogas è prodotto dalla DA con tecnologia I.C. dei residui liquidi del processo di fabbricazione della carta. Questo impianto utilizza il 100% dell'energia elettrica prodotta in cogenerazione.

Di seguito si riportano gli Impianti Biogas censiti, suddivisi per provincia. La provincia di Belluno resta scoperta da impianti di DA, mentre le province con maggior numero di impianti sono Verona e Padova con 8 impianti ciascuna.

Tabella 7 – Numero Impianti Biogas funzionanti in regione Veneto suddivisi per provincia e settore di appartenenza – Maggio 2008

Provincia	Numero Impianti per Settore di appartenenza			
	N. Impianti totale	Agricoltura	Agroindustria	Gestione Rifiuti urban
VERONA	8	4	3	1
VICENZA	6	2	3	1
BELLUNO	0	0	0	0
TREVISO	3	1	0	2
VENEZIA	2	2	0	0
PADOVA	8	2	3	3
ROVIGO	1	1	0	0
Totale VENETO	28			
Totale per Settore		12	9	7

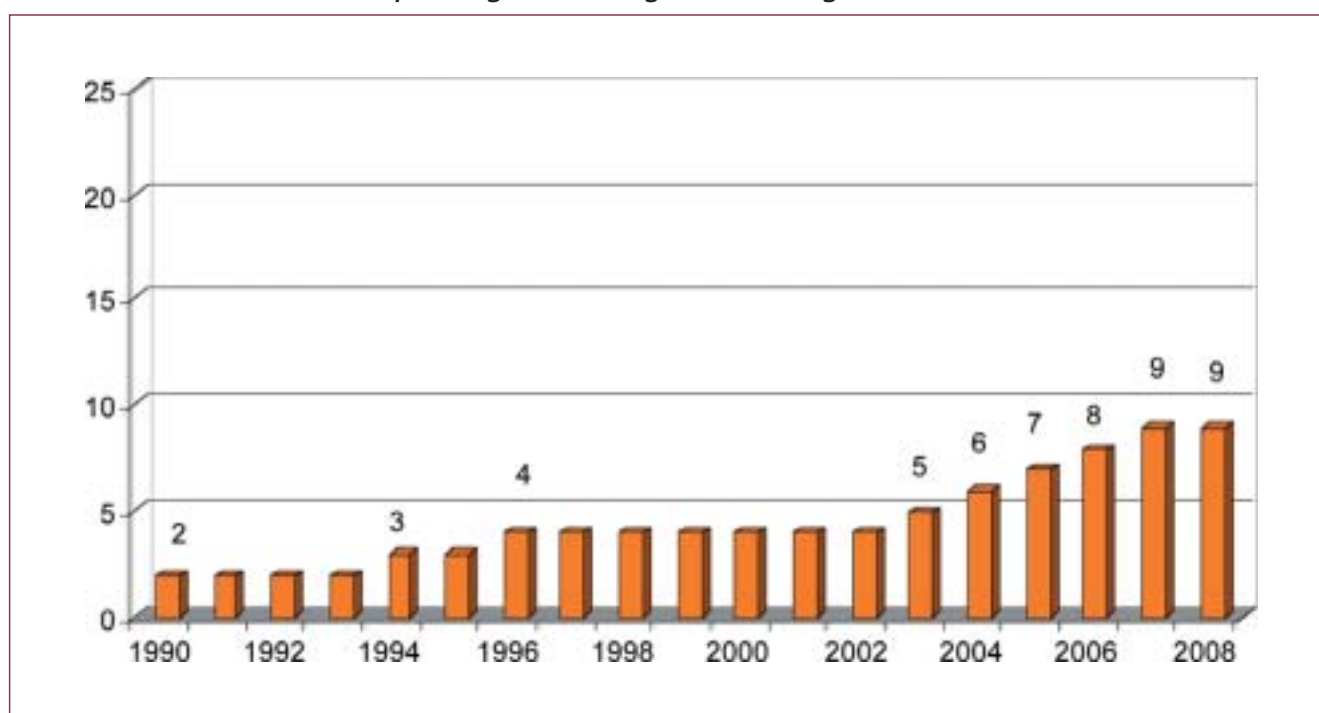
4.3 Monitoraggio Impianti Biogas: risultati del Monitoraggio Impianti

Per ciascun impianto rilevato sono stati raccolti i dati specificati nel paragrafo 3. Dall'analisi dei dati relativi all'anno di costruzione è possibile fornire un quadro evolutivo del comparto Biogas in regione Veneto.

Per quanto riguarda il settore delle aziende agroindustriali (Grafico 1), si è rilevato che i primi impianti di DA erano presenti in regione già nei primi anni '90 (4 impianti). Il primo impianto è stato costruito nel 1984 ed è stato concepito per lo sfruttamento di Biogas fornito dalla DA di reflui zootecnici e residui del processo di un Caseificio Sociale nel quale sono ancora oggi presenti due linee produttive integrate: trasformazione lattiero casearia e impiego del siero del latte nell'annesso allevamento suinicolo. Questo impianto è ancora in funzione con un processo di DA a umido in condizioni di mesofilia.

Gli impianti più moderni sono stati costruiti tra il 2005 e il 2007. Si tratta di due impianti presenti in macelli avicoli per la DA dei fanghi flottati di macello e acque di lavaggio (2005 e 2007), due distillerie, una azienda per la fabbricazione della birra, tre industrie per la lavorazione della frutta. In questi ultimi 4 casi sono presenti reattori funzionanti con tecnologia UASB, per la DA delle acque di lavaggio.

Grafico 1 – Evoluzione del numero di Impianti Biogas in aziende agroindustriali in regione Veneto dal 1990 al 2008



Il settore della gestione dei rifiuti urbani (Grafico 2), vede la presenza del primo digestore a fine anni '90, mentre sono di recente costruzione (tra il 2001 e il 2005) gli altri impianti per lo sfruttamento del Biogas a partire dalla FORSU e fanghi organici (4 impianti sono entrati in funzione tra il 2004 e il 2005).

Grafico 2 – Evoluzione del numero di Impianti Biogas per il trattamento dei rifiuti urbani e industriali in regione Veneto dal 1990 al 2008

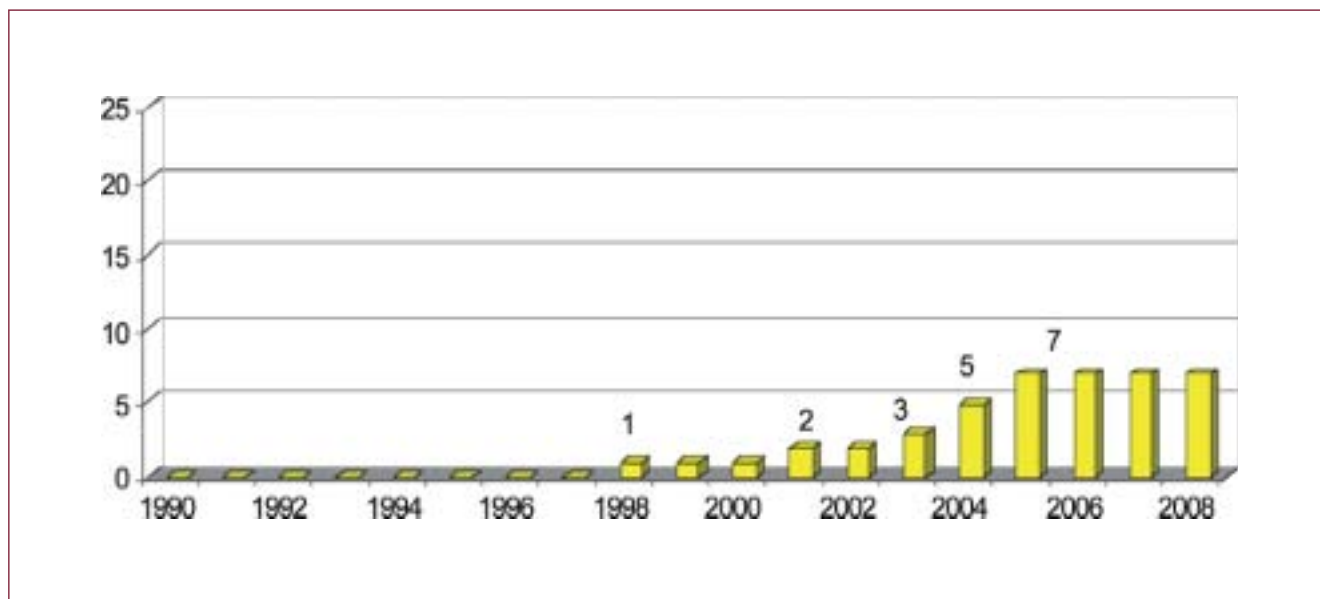
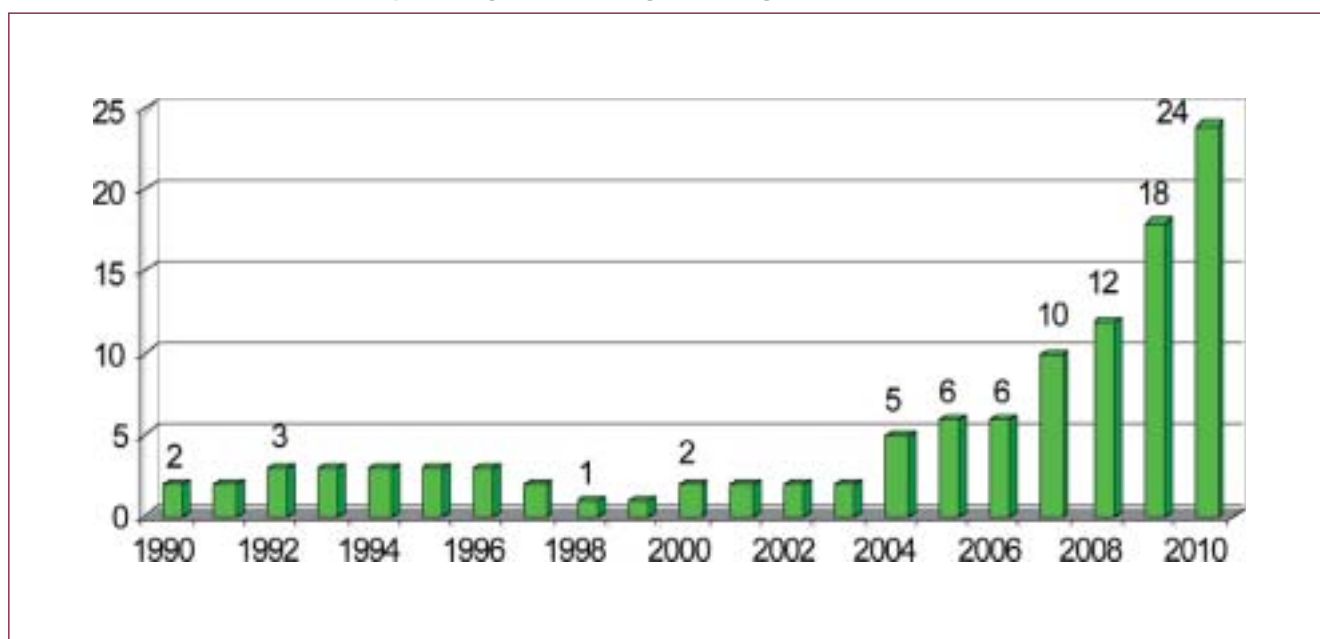


Grafico 3 – Evoluzione del numero di Impianti Biogas in aziende agricole in regione Veneto dal 1990 al 2010



Nel Grafico 3 si indica il numero degli impianti entrati in funzione in aziende agricole a partire dal 1990 ad oggi. Per l'anno 2008 sono inseriti tutti gli impianti in funzione a maggio 2008. Per questo tipo di impianti è stato possibile raccogliere informazioni anche riguardo alle domande in corso di istruttoria presso i competenti Uffici Regionali e Comunali. È possibile, dunque, stimare il numero di impianti che sarà in funzione nei prossimi due anni. Nel conteggio del numero di impianti previsti in funzione nel 2009, vengono compresi gli impianti in fase avanzata di costruzione a maggio 2008, mentre nel numero di impianti previsto in funzione per l'anno 2010 vengono con-

Tabella 8 – Produzione Energetica e Matrici Input degli Impianti Biogas presenti nelle aziende agricole suddivisi per Provincia

PROVINCIA	ID azienda - N°/prov. - N°/Totale	Indirizzo produttivo	Capacità installata kWe	Biogas prodotto 2007 (mc/anno)	Matrici organiche INPUT	Modalità di utilizzo del biogas
VERONA	1	Cerealicolo All. bovini	400	0	Silomais – Loiessa Liquame bovino	Cogenerazione
	2	Cerealicolo – All. suini	100	328.500	Liquame suino	Cogenerazione
	3	Cerealicolo	1.400	3.100.000	Silomais Scarti ortofrutticoli	Cogenerazione
	4	Cerealicolo All. bovini	1.000	1.400.000	Silomais – Sorgo Liq. e letame bov.	Cogenerazione
Tot. prov. Verona	4		2.900	4.828.500		
VICENZA	5	Cerealicolo All. bovini	110	307.000	Silomais Liquame bovino	Cogenerazione
	6	Cerealicolo All. bovini	100	365.000	Silomais – Letame e liquame bovino	Cogenerazione
Tot. prov. Vicenza	2		210	672.000		
BELLUNO	0					
TREVISO	7	Cerealicolo – All. suini	40	150.000	Liquame suino	Cogenerazione
Tot. prov. Treviso	1		40	150.000		
VENEZIA	8	Cerealicolo All. bovini	1.000	3.650.000	Silomais – Letame e liquame bovino Scarti ortofrutticoli	Cogenerazione
	9	Cerealicolo All. avicoli	1.000	1.300.000	Silomais – Mais pastone – Pollina Melasso	Cogenerazione
Tot. prov. Venezia	2		2.000	4.950.000		
PADOVA	10	Cerealicolo All. bovini	70	265.000	Silomais Liquame bovino	Cogenerazione
	11	Cerealicolo All. bovini	1.000	0	Silomais Liquame bovino	Cogenerazione
Tot. prov. Padova	2		1.070	265.000		
ROVIGO	12	Cerealicolo	1.000	0	Silomais – Altri cerali	Cogenerazione
Tot. prov. Rovigo	1		1.000	0		
Tot. regione VENETO	12		7.220	10.865.500		

teggiate anche gli impianti per i quali è in corso la fase di istruttoria, assumendo l'ipotesi che questa vada a buon fine, pur con varianti al progetto iniziale.

Dai dati raccolti, e con le ipotesi che vengano costruiti tutti gli impianti in progetto, si può stimare che, nel 2010, gli impianti agricoli saranno il doppio rispetto a quelli attualmente in funzione.

Si riporta, di seguito, una sintesi dei dati tecnico gestionali rilevati (Tabelle 8-12).

Per ciascuna Provincia si indica l'impianto (per motivi di privacy identificato dal numero "ID azienda"), la capacità produttiva installata in termini di kWe (quando presente un sistema per lo sfruttamento dell'energia elettrica da Biogas) e le tipologie di biomassa utilizzate da ciascun impianto (*matrici organiche input*).

Per quanto riguarda il comparto agricolo, sono installati in totale 7.220 kWe, per la maggior parte presenti nella provincia di Verona (4 impianti agricoli per una potenza installata complessiva di 2.900 kWe), seguita da Venezia (2 impianti per una potenza installata di 2.000 kWe complessiva). Tre impianti (1 in provincia di Verona, 1 in provincia di Padova e 1 in provincia di Rovigo), sono entrati in funzione tra il 2007 e il 2008: per questi impianti non

viene riportato il dato produttivo in termini di metri cubi di Biogas prodotto nell'anno di riferimento (2007). Gli altri 9 impianti hanno generato, nell'anno 2007, un output energetico pari a 10.865.500 metri cubi di Biogas. In due impianti non è stata pienamente sfruttata la capacità produttiva: un impianto è stato fermo per alcuni mesi a causa di una avaria nel funzionamento del digestore, l'altro, invece non sfrutta tutto il biogas, in quanto il gestore aspetta dal 2006 il collegamento alla rete esterna per la cessione di energia elettrica. Considerando queste riserve di capacità produttiva, si può stimare una produzione potenziale di Biogas negli impianti agricoli esistenti, pari a circa 12.000.000 di metri cubi, che può avvicinarsi ai 18.000.000 metri cubi/anno, sommando le potenzialità produttive dei tre nuovi impianti entrati in funzione nei primi mesi del 2008.

Gli impianti di DA presenti in aziende agroindustriali consentono un output energetico pari a 11.115.000 metri cubi di biogas (Tabella 11). Attualmente, questo viene sfruttato quasi interamente come combustibile in caldaie (energia termica). Solo in due casi infatti è presente un cogeneratore, per una potenza installata totale di 1.170 kWe. Considerando che a breve verranno installati quattro nuovi cogeneratori, il potenziale elettrico installato in questo comparto dovrebbe portarsi a 5.695 kWe.

Di seguito, si riportano i dati relativi agli impianti, distinti per la tipologia di DA a umido e semisecco (Tabella 9) e gli impianti con reattori a tecnologia UASB (Tabella 10).

Il settore della gestione dei rifiuti urbani e industriali ha un peso rilevante nel comparto del Biogas in regione Veneto: 6 impianti (uno è inattivo), forniscono un output energetico pari a 23.001.000 metri cubi di Biogas. In totale sono installati 6.514 kWe per lo sfruttamento in cogenerazione del biogas prodotto.

Il totale biogas prodotto in regione Veneto relativamente all'anno 2007 risulta essere pari a 44.981.500 metri cubi.

Tabella 9 – Impianti Biogas con processo di DA “classico” (umido o semisecco), presenti nelle aziende agroindustriali suddivisi per Provincia

	ID azienda	Comparto produttivo agroindustrial	Modalità di utilizzo del biogas	Biogas prodotto 2007 (mc/anno)	Matrici organiche INPUT	Capacità installata kWe
VERONA	1	Industria Macellazione	Energia termica per caldaia a vapore	2.500.000	Fango flottato di macello e acque di lavaggio	0 ⁽¹⁾
Tot. prov. Verona	1			2.500.000		0
VICENZA	2	Industria Macellazione	Cogenerazione e Energia termica per caldaia a vapore	1.260.000	Fango flottato di macello e acque di lavaggio	250
	3	Industria lattiero-casearia	Energia termica per caldaia	55.000	Liquami suini Fanghi da decantazione primaria	0
Tot. prov. Vicenza	2			1.315.000		250
PADOVA	4	Industria fabbricazione grappa	Energia termica per la caldaia	1.800.000	Rifiuti liquidi della distillazione	0 ⁽²⁾
	5	Industria fabbricazione grappa	Energia termica per la caldaia	1.100.000	Rifiuti liquidi della distillazione	0 ⁽³⁾
Tot. prov. Padova	2			2.900.000		0
Totale VENETO	5			6.715.000		250

Nota ⁽¹⁾: È prevista l'installazione di un cogeneratore di 900 kWe entro il 2008 per la produzione di energia elettrica per rete interna (autoconsumo aziendale).

Nota ⁽²⁾: È prevista l'entrata in funzione del cogeneratore di 625 kWe (già presente in azienda) entro il 2008 per la produzione di energia elettrica per rete interna (autoconsumo aziendale).

Nota ⁽³⁾: È prevista l'installazione di un cogeneratore di 1.050 kWe entro il 2009 per la produzione di energia elettrica per rete interna (autoconsumo aziendale).

Tabella 10 – Impianti Biogas con processo di DA a “UASB reactor”, presenti nelle aziende agroindustriali suddivisi per Provincia

	ID azienda	Comparto produttivo agroindustriale	Modalità di utilizzo del biogas	Biogas prodotto 2007 (mc/anno)	Matrici organiche INPUT	Capacità installata kWe
VERONA	5	Industria lavorazione frutta	Cogenerazione per rete interna	2.160.000	Fango flottato e acque di lavaggio	800
	6	Industria lavorazione frutta	Cogenerazione per rete interna	1.035.000	Fango flottato e acque di lavaggio	120
Tot. prov. Verona	2			3.195.000		920
VICENZA	7	Industria lavorazione frutta	Energia termica per caldaia a vapore	170.000	Fango flottato e acque di lavaggio	0
Tot. prov. Vicenza	1			170.000		0
PADOVA	9	Industria lavorazione birra	Energia termica per caldaia a vapore	1.035.000	Acque di lavorazione	0
Tot. prov. Padova	1			1.035.000		0
Totale VENETO	4			4.400.000		920

Tabella 11 – Impianti Biogas presenti nelle aziende agroindustriali (tab. riassuntiva regione Veneto)

Tipologia del processo di DA	Numero Impianti	Comparto produttivo agroindustriale	Modalità di utilizzo del biogas	Biogas prodotto 2007 (mc/anno)	Matrici organiche INPUT	Capacità installata kWe
Impianti Biogas con DA a umido e semisecco	5	Macellazione Lattiero-caseario Grappa	Energia termica Cogenerazione	6.715.000	Liquami – Fanghi Acque di lavaggio Rifiuti liquidi del processo di distillazione	250 ⁽¹⁾
Impianti Biogas con U.A.S.B. reactor	4	Macellazione Lattiero-caseario Grappa	Energia termica Cogenerazione	4.400.000	Fango flottato Rifiuti liquidi del processo di trasformazione	920
Totale VENETO	9			11.115.000		1.170

Nota ⁽¹⁾: Entro il 2009 si prevede un aumento della potenza a 2.200 kWe, in seguito all'entrata in funzione di 2 cogeneratori in impianti esistenti, attualmente funzionanti solo per sfruttamento di energia termica.

Si riporta di seguito la restituzione grafica delle quantità di biogas prodotte dagli impianti in ciascuna provincia della regione.

Grafico 4: Produzioni complessive di Biogas in regione Veneto (totale 44.981.500 mc – anno 2007)

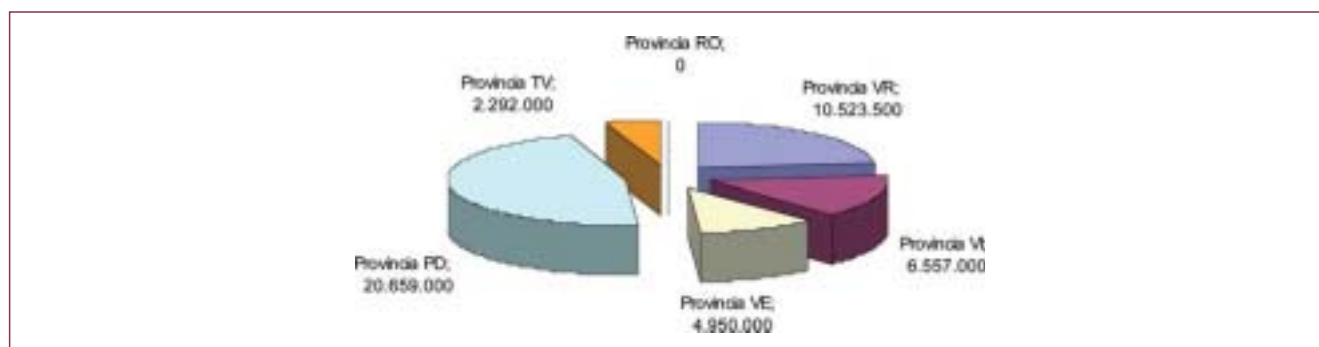


Tabella 12 – Impianti Biogas presenti nelle aziende di gestione dei rifiuti urbani e industriali suddivisi per Provincia

	<i>ID azienda</i>	<i>Comparto produttivo</i>	<i>Modalità di utilizzo del biogas</i>	<i>Biogas prodotto 2007 (mc/anno)</i>	<i>Matrici organiche INPUT</i>	<i>Capacità installata kWe</i>
VERONA	1	Gestione Rifiuti Urbani	Impianto inattivo (en. termica)	0	Frazione organica da selezione	0
Tot. prov. Verona	1			0		0
VICENZA	2	Gestione Rifiuti Urbani	Cogenerazione e cessione alla rete esterna	4.400.000	Fraz. Liquida della FORSU Fanghi biologici e agroalimentari	1.290
Tot. prov. Vicenza	1			4.400.000		1.290
TREVISO	3	Gestione Rifiuti Urbani	Cogenerazione per rete interna	792.000	Fraz. Liquida della FORSU Fanghi biologici	190
	4	Industria fabbricazione carta	Cogenerazione per rete interna	1.350.000	Acque di lavaggio ⁽¹⁾	330
Tot. prov. Treviso	2			2.142.000		520
PADOVA	5	Gestione Rifiuti Urbani	Cogenerazione e cessione alla rete esterna	10.950.000	Fraz. Liquida della FORSU	2.484
	6	Gestione Rifiuti Urbani	Cogenerazione e cessione alla rete esterna	3.500.000	Fraz. Liquida della FORSU Fanghi biologici e agroalimentari	1.320
	7	Gestione Rifiuti Urbani	Cogenerazione e cessione alla rete esterna	2.009.000	Fraz. Liquida della FORSU Fanghi biologici	900
Tot. prov. Padova	3			16.459.000		4.704
Totale VENETO	7			23.001.000		6.514

Nota ⁽¹⁾: Il sistema di DA adottato in questo impianto è costituito dal "I.C. Process" (Internal Circulating Process).

Ai fini di una rappresentazione dell'output energetico regionale, si è ritenuto utile quantificare la produzione di metano (biometano) derivante dalla purificazione del biogas prodotto. È questo, infatti, il parametro ritenuto rappresentativo per tutti gli impianti, e non tanto la quantità di energia termica o elettrica prodotta (kWh), in quanto:

1. Tutti gli impianti di DA sono dotati di una forma di recupero del biogas prodotto.
2. Non tutti gli impianti in cogenerazione sfruttano l'energia termica fornita dal biogas.
3. Non tutti gli impianti sono dotati di un cogeneratore o un gruppo elettrogeno per lo sfruttamento di energia elettrica dal biogas.
4. Sono state rilevate rese diverse (intese come percentuale di metano presente nel biogas), in relazione alle diverse matrici di biomassa impiegate.

Di seguito, si riportano i quantitativi derivanti dall'elaborazione dei dati raccolti sulle produzioni di Biogas e le rese rilevate in Biometano. Le produzioni sono state raggruppate per settore di appartenenza: la Tabella 13 evidenzia il contributo di ciascun settore, nel quale sono presenti processi di DA, alla formazione dell'output energetico regionale in termini di metano prodotto a partire da matrici organiche.

Tabella 13 – BioMetano (CH₄) prodotto nell'anno 2007 dagli Impianti Biogas in regione Veneto

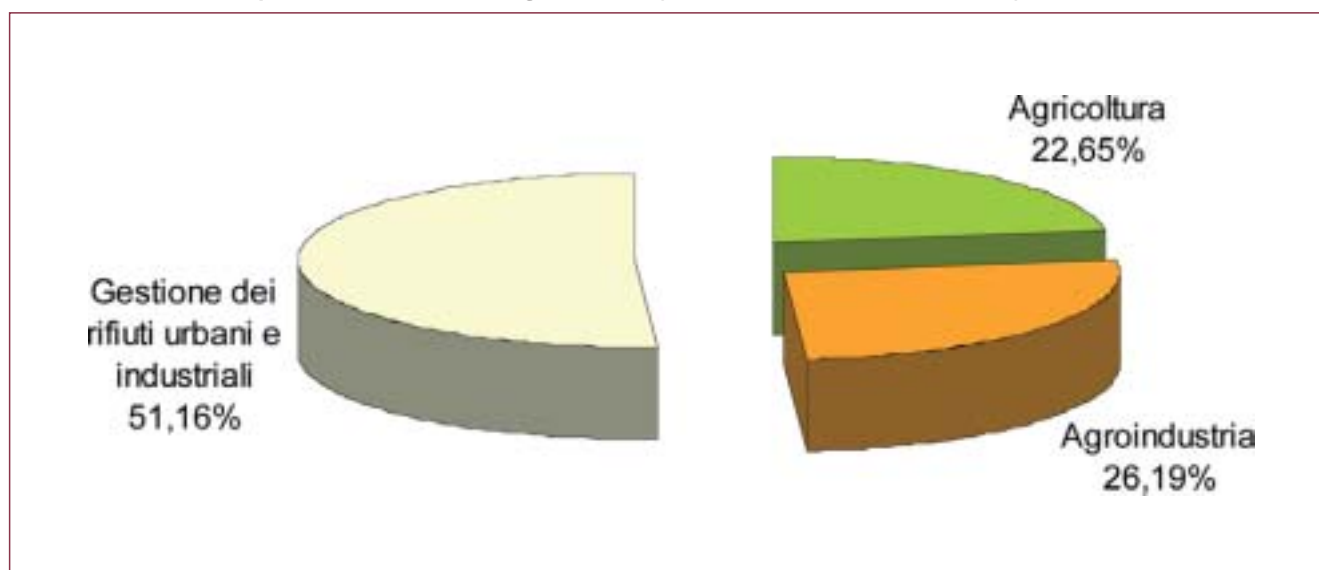
Settore	BIOGAS (mc/anno 2007)	Resa rilevata (% CH ₄ sul Biogas)		BIOMETANO prodotto (mc CH ₄ /anno 2007)	Resa media
		Min	Max		
AGRICOLTURA	10.865.500	52%	64%	6.012.560	55,34%
AGROINDUSTRIA	11.115.000	55%	70%	6.951.750	62,54%
GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI E INDUSTRIALI	23.001.000	61%	65%	13.577.655	59,03%
Totale VENETO	44.981.500			26.541.965	

Nota: quantità di BioMetano espressa in metri cubi in condizioni non standardizzate: il volume e le condizioni di temperatura e pressione corrispondono a quelle del Biogas prima di essere avviato alla combustione.

I dati sopra riportati consentono di valutare le diverse rese in Biometano che si ottengono dalla DA a partire da matrici organiche di diversa natura. Le matrici di origine agricola utilizzate negli impianti a DA agricoli hanno una resa finale inferiore se confrontate con quelle utilizzate negli impianti agroindustriali per la DA di residui liquidi di processo (55,34% contro il 62,54%). Le rese maggiori ottenibili negli impianti agroindustriali si spiegano con l'utilizzo di biomasse ad alto contenuto di COD solubile (zuccheri, amidi, destrine, acidi organici presenti nei fanghi di lavaggio), e in seguito all'adozione di processi di DA evoluti e adattati a queste matrici (Tecnologie UASB e IC).

Le rese rilevate negli impianti di DA per il trattamento dei rifiuti urbani e industriali si posizionano a un livello intermedio fra gli altri due: resa media del 59,03%.

Grafico 5: Produzioni complessive di BioMetano in regione Veneto (totale 26.541.965 mc – anno 2007)



4.4 Monitoraggio Impianti Biogas: gestione della Biomassa

Presso gli impianti monitorati sono stati raccolti i dati riguardanti la gestione della biomassa in entrata. Per ciascuna azienda sono stati raccolti i dati relativi a:

1. Tipologia delle matrici utilizzate nel processo di DA.
2. Quantitativi di ciascuna matrice (t / anno).
3. Peso percentuale di ciascuna matrice nella miscela del digestore.
4. Percentuale di Sostanza Secca (Solidi Totali) di ciascuna matrice.
5. Percentuale di sostanza secca nella miscela del digestore.
6. Provenienza di ciascuna matrice (aziendale o extra-aziendale e distanza tra luogo di produzione e ubicazione dell'impianto di DA).
7. Lay-out e gestione della biomassa in entrata e impiego del digestato.

Dall'elaborazione dei dati rilevati si è in grado di quantificare la Biomassa effettiva, utilizzata negli impianti di DA in regione. Si riportano i risultati (sintetici) nelle tabelle seguenti, raggruppando le matrici per settore di appartenenza degli impianti.

Tabella 14 – Quantitativi di Biomassa utilizzata (rifiuti urbani, industriali e agroindustriali), dagli Impianti Biogas in regione Veneto (t/anno 2007)

	FORSU	Fanghi Biologici e agroalimentari	Residui liquidi di processo agroindustriale	Altre matrici	Totale
Impianti AGRICOLI	–	–	–	–	–
Impianti AGROINDUSTRIALI	–	–	1.853.370	–	1.853.370
Impianti per la gestione dei rifiuti Urbani e Industriali	188.500	60.500	600.000	5.000	854.000
Totale VENETO	188.500	60.500	2.453.370	5.000	2.707.370

Tabella 15 – Quantitativi di Biomassa utilizzata (reflui zootecnici), dagli Impianti Biogas in regione Veneto (t/anno 2007)

	Liquame suino	Letame bovino	Liquame bovino	Pollina	Totale
Impianti AGRICOLI	47.300	8.689	34.932	1.227	92.148
Impianti AGROINDUSTRIALI	5.475	–	–	–	5.475
Impianti per la gestione dei rifiuti Urbani e Industriali	–	–	100	–	100
Totale VENETO	52.775	8.689	35.032	1.227	97.723

Tabella 16 – Quantitativi di Biomassa utilizzata (colture agricole e altre biomasse di origine agricola), dagli Impianti Biogas in regione Veneto (t/anno 2007)

	Orzo/triticale insilato	Sorgo zuccherino insilato	Silomais	Pastone di mais	Melasso zootecnico	Frumento	Scarti ortofruitt.	Totali
	aziendale	aziendale	aziendale	aziendale	extra aziendale	aziendale	extra aziendale	
Impianti Agricoli	11.098	576	26.859	899	1.710	20	2.190	43.352
Impianti Agroindustriali	–	–	–	–	–	–	–	–
Impianti per la gestione dei rifiuti urb./ind.	–	–	–	–	–	–	–	–
Totale VENETO	11.098	576	26.859	899	1.710	20	2.190	43.352

Il totale di biomassa utilizzato negli impianti di DA regionali risulta essere, per l'anno 2007, pari a 2.848.445 tonnellate, delle quali più dell'86% è costituito da residui liquidi di processi agroindustriali. L'elevata quantità di matrici trattate nell'agroindustria è dovuta alla presenza di ingenti masse di liquidi (acque di lavaggio prima di essere avviate a depurazione), che alimentano i reattori funzionanti a tecnologia UASB, all'interno dei quali il tempo di permanenza (RHT) può essere di qualche giorno o addirittura solo di qualche ora. Le acque di lavaggio trattate negli impianti di DA con tecnologia UASB sono pari a 2.330.000 tonnellate⁶.

Il resto della biomassa è costituita da matrici caratterizzate da contenuti variabili di Solidi Volatili: sono 518.445 tonnellate, delle quali il 36,35% è costituito dalla frazione liquida della FORSU, da quasi il 12% di fanghi biologici e agroalimentari e dal 27,21% da biomasse di origine agricola.

I reflui zootecnici sono quasi esclusivamente impiegati nei processi di DA di impianti agricoli (l'impianto agroindustriale che tratta le 5.475 tonnellate di liquame suino è un caseificio sociale che non utilizza altre matrici in entrata). Il quantitativo minimo di reflui zootecnici trattato negli impianti dedicati al trattamento dei rifiuti, testimonia che si tratta di una soluzione avente carattere sporadico e attuata in situazioni di emergenza. Fra i reflui zootecnici il liquame suino rappresenta la matrice organica più rilevante (54% del totale), seguito dal liquame bovino (quasi il 36%); la pollina costituisce poco più dell'1% del totale reflui trattati in impianti di DA: il suo utilizzo è limitato da fattori tecnici che frenano i processi di digestione anaerobica (tenore in azoto, rilascio di "marmolino" che sedimenta all'interno del reattore).

Le colture agricole dedicate vengono, chiaramente, utilizzate al 100% in impianti agricoli. Di queste il 62% è costituito dal silomais, seguito da colture autunno-vernine insilate per circa il 26% (nella maggior parte dei casi si tratta di secondi raccolti di orzo e triticale). In certi casi è ritenuto interessante l'uso del melasso zootecnico, utilizzato negli impianti agricoli, acquistato dall'esterno come sottoprodotto. L'utilizzo di scarti provenienti dall'agroindustria (5% della biomassa di origine agricola), è limitato alla disponibilità di scarti ortofrutticoli, grazie alla vicinanza dell'impianto a mercati all'ingrosso, oppure per partite invendute disponibili presso grossisti ortofrutticoli (prodotti di seconda o terza scelta). Nel totale della biomassa utilizzata negli impianti agricoli (135.500 tonnellate/anno), il 68% è costituito da reflui zootecnici, mentre le colture agricole dedicate pesano per il 30,36%.

4.5 Monitoraggio Impianti Biogas: sintesi dei dati economici rilevati

Sono stati raccolti i dati riguardanti gli investimenti e i costi di gestione presso gli impianti agricoli monitorati, gli impianti che operano nella gestione dei rifiuti urbani e in alcuni impianti agroindustriali. Questa banca dati può costituire un valido supporto per analisi economiche a livello di sistema e per consentire la messa a punto di modelli di analisi economica a partire da casi concreti.

Si riporta nella tabella seguente una sintesi dei dati di investimento per la realizzazione di impianti agricoli in regione Veneto:

Tabella 17 – Capitale investito dalle aziende agricole in regione Veneto in impianti per la produzione di biogas in cogenerazione (n. 9 impianti agricoli – anno 2007)

Provincia/ n. Impianti	Costo complessivo	COSTO impianti e attrezzature	COSTO opere murarie	SPESE progettuali	Contributi in c/to capitale percepiti o attesi
Verona/3	€ 6.130.000,00	€ 4.500.000,00	€ 500.000,00	€ 130.000,00	€ 240.000,00
Vicenza/2	€ 1.092.000,00	€ 780.000,00	€ 265.000,00	€ 47.000,00	€ 120.000,00
Treviso/1	€ 300.000,00	€ 250.000,00	€ 35.000,00	€ 15.000,00	
Venezia/2	€ 7.373.000,00	€ 5.470.000,00	€ 1.800.000,00	€ 103.000,00	
Padova /1	€ 350.000,00	€ 300.000,00	€ 50.000,00	€ 15.000,00	€ 140.000,00
Totale Veneto/ 9 impianti	€ 15.220.000,00	€ 11.300.000,00	€ 3.650.000,00	€ 310.000,00	€ 500.000,00

Nota: si riportano i dati relativi ai 9 impianti che hanno prodotto biogas nell'anno 2007.

⁶ Sono costituite da acque di lavaggio della frutta, da residui liquidi del processo della produzione della birra e fabbricazione della carta con elevati contenuti di COD solubile.

Il capitale investito negli impianti di DA agricoli, a regime nell'anno 2007, supera i 15 milioni di euro. Di questi, quasi l'89% è stato speso per la realizzazione di impianti biogas nelle province di Verona (tre impianti) e Venezia (due impianti con potenze installate di 1 MW elettrico ciascuno). Questi nove impianti funzionano tutti in cogenerazione ed è dunque possibile riportare i valori di output in termini di kWh prodotti e stimare la corrispondente PLV calcolata sull'energia elettrica prodotta, al netto di quella autoconsumata dall'impianto e al netto dai Certificati Verdi (Tabella 18).

Tabella 18 – Output energetico in termini di kWh prodotti/anno (n. 9 impianti agricoli – anno 2007)

Provincia/n. Impianti	kWh prodotti/anno 2007	PLV da Energia Elettrica
Verona/3 impianti	9.443.000	€ 755.631,49
Vicenza/2 impianti	1.264.000	€ 94.594,23
Treviso/1 impianti	280.000	€ 24.907,26
Venezia/2 impianti	11.360.000	€ 661.772,80
Padova/1 impianto	425.000	€ 37.399,15
Totale Veneto/9 impianti	22.772.000	€ 1.574.304,9

I dati produttivi riportati nella Tabella 18, relativi all'anno di riferimento 2007⁷, sottostimano la capacità produttiva già installata e utilizzata per la conversione in energia elettrica del biogas prodotto. Nel 2007 un impianto era rimasto bloccato per problemi tecnici, uno non recuperava tutto il biogas disponibile perché non ancora allacciato alla rete e un terzo è entrato in pieno regime a fine 2007. Si riporta nella Tabella 19 una stima del potenziale produttivo installato negli stessi impianti.

Tabella 19 – Output energetico potenziale in termini di kWh potenziali/anno (n. 9 impianti agricoli)

Provincia/n. Impianti	Energia potenziale (kWh producibili/anno)	PLV da Energia Elettrica
Verona/3	10.378.000	€ 850.415,49
Vicenza/2	1.264.000	€ 94.594,23
Treviso/1	280.000	€ 24.907,26
Venezia/2	16.500.000	€ 988.172,80
Padova/1	425.000	€ 37.399,15
Totale Veneto/9 impianti	28.847.000	€ 1.995.488,9

4.6 Monitoraggio Impianti Biogas: Monitoraggio Impianti pilota

In linea con gli obiettivi del Progetto, i dati tecnico-economici presso gli impianti sono stati raccolti, oltre che per la banca dati dedicata, anche per consentire analisi economiche più approfondite e costruire modelli economici di riferimento. A titolo esemplificativo, sono stati individuati due impianti che presentassero delle caratteristiche produttive rappresentative delle tipologie di impianti individuate in Veneto, per i quali si presentano di seguito le caratteristiche tecnico-economiche. I dati economici sono stati elaborati in collaborazione con l'unità progettuale che si occupa dell'“Analisi economico-ambientale degli Impianti Biogas” (Prof. D. Pettenella); i risultati dell'elaborazione e gli indici economico-finanziari vengono presentati e analizzati nella relazione specifica.

⁷ La PLV da Energia Elettrica è stata calcolata a valori di prezzo standard, moltiplicando i kWh prodotti da ciascun impianto nell'anno 2007, per la tariffa della rispettiva fascia di produzione. La PLV potenziale è stata calcolata nello stesso modo stimando i kWh producibili a pieno regime. Le tariffe stabilite dal GSE nel 2006 ed utilizzate per le stime sono le seguenti:

Fascia di produzione: kWh/anno	Prezzo € / kWh
Fino a 500.000	0,09565
500.000 – 1.000.000	0,08054
1.000.000 – 2.000.000	0,07048
Oltre 2.000.000	0,06400

È stato scelto un impianto agricolo ad indirizzo cerealicolo-zootecnico e un impianto industriale operante nel settore della raccolta e gestione dei rifiuti urbani.

I due impianti scelti, per le loro caratteristiche di funzionamento e dimensioni, sono in grado di rappresentare un ideal-tipo di riferimento.

Commento caratteristiche rilevate nell'impianto pilota a carattere industriale e gestione dei rifiuti

Si tratta di un impianto attivo dall'anno 2005 in provincia di Padova, operante nel settore della gestione dei rifiuti urbani. Al proprio interno vi sono due linee integrate per la gestione dei rifiuti: la linea della Digestione Anaerobica e quella del compostaggio. Per i volumi di biomassa in entrata e il numero di risorse umane impiegate (circa 160 unità ripartite fra le funzioni di attività generali, staff, segreteria, raccolta rifiuti, digestione anaerobica, compostaggio, depurazione), si tratta di una realtà rilevante del settore. Le caratteristiche tecniche vengono riportate nelle tabelle seguenti.

Tabella 20 – Scheda tecnica gestione della Biomassa avviata alla DA

Tipologia di Biomassa avviata alla DA	t/anno	Provenienza	% solidi totali della miscela	Tipologia della biomassa iniziale (FORSU)	Destinazione finale del digestato
Frazione liquida da spremitura della FORSU	116.000	100% Territorio Regionale	8%	Solido (6%) Liquido (94%)	Depurazione della frazione liquida. Compostaggio della frazione solida

Tabella 21 – Scheda tecnica impianto di DA

Tipologia del reattore	Caratteristiche del digestore	Temperat. di funzionam.	Digestori	Pretrattamenti della biomassa in entrata	Tecnologia di separazione	% metano rilevata nel Biogas
2 vasche a pareti verticali e 2 vasche in cemento armato	Miscelazione, coibentazione, tempo ritenzione medio 17 gg	Mesofilo (30-40 °C)	4 digestori per un volume complessivo di 7.000 mc. Volume stoccaggio Biogas 1.000 mc	Vagliatura e spremitura	Separazione solido/liquido prima della DA mediante compressione elicoidale	57%

Tabella 22 – Scheda tecnica impianto di cogenerazione

Tipologia del cogeneratore	Trattamento del Biogas	OUTPUT		
		Energia Termica	Energia Elettrica	Funzionamento cogeneratore
Motori Jenbacher kWe 2.484 (2 cogeneratori)	Trattamento mediante desolforizzazione e separazione condensa	Recupero calore per i processi interni. La rete di teleriscaldamento entra in funzione tra il 2008 e il 2009	Autoconsumo aziendale più cessione alla rete esterna	8.000 ore/anno

Tabella 23 – Scheda economica impianto (valori anno 2007)

Costo investimento impianti ⁽¹⁾	Costo investimento trattrici ⁽²⁾	Produzione Biogas (mc/anno 2007)	Produzione Energia elettrica (kWh)	Energia elettrica autoconsumata in azienda (kWh)	% autoconsumo su produzione	Energia elettrica ceduta in rete (kWh)
€ 5.000.000	€ 232.000	10.950.000	21.724.800	9.748.000	44,87%	11.976.800

Nota ⁽¹⁾: Comprende il costo relativo a: opere murarie relative all'impianto di DA, impianto di DA (fermentatore, post-fermentatore, vasche di stoccaggio, gasometro, attrezzature trattamento biogas), 2 cogeneratori. Sono esclusi: il costo relativo alle vasche di miscelazione, spremiatrici, "mixer pulper".

Nota ⁽²⁾: Quattro trattrici dedicate al lay-out della biomassa in entrata.

Nel caso di questo impianto sono stati raccolti i dati economico-gestionali di tutta l'azienda. I dati di costo e ricavo sono stati calcolati nei rispettivi centri⁸ e successivamente raggruppati in "funzioni aziendali". Questo procedimento si è reso necessario per calcolare i costi e i ricavi della funzione "Digestione Anaerobica", all'interno del processo complessivo dedicato alla gestione dei rifiuti⁹.

Fra gli altri è stato quantificato il costo delle risorse umane dedicate all'attività di DA: sono 12 unità impiegate a tempo pieno (lavoro diretto), più altre tre unità (servizi esterni di assistenza e manutenzione), per un costo totale d'esercizio pari a 432.000,00 euro/anno.

L'impianto di DA assorbe, per il proprio funzionamento, 438.000 kWh/anno (il 2,02% del totale output energetico) e il totale dei costi direttamente attribuibili a questa funzione (energia assorbita, costi diretti di funzionamento, manodopera diretta e indiretta), pesano per circa il 13% sul totale dei costi dell'azienda.

L'output energetico dell'impianto di DA è costituito dall'energia elettrica che per il 55% viene ceduta in rete (quasi 12 milioni di kWh), e per il 42,85% è assorbito dagli altri impianti (compostaggio, depurazione).

I Certificati Verdi per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile sono percepiti a partire dal 2003.

Commento caratteristiche rilevate dell'impianto pilota a carattere agricolo

È stato scelto un impianto agricolo ad indirizzo cerealicolo-zootecnico. È presente in azienda un allevamento bovino da latte di 700 capi così suddivisi:

Tabella 24 – Dettaglio capi allevati nell'azienda agricola dell'impianto monitorato

Tipo di capi allevati	Numero Capi	PESO VIVO medio kg	STABILAZIONE	Tipologia REFLUI
VACCHE in LATTAZIONE	350	600	Cuccette	LIQUAME
VITELLE in ALLEVAMENTO	50	120	Lettiera	LETAME
MANZE in ALLEVAMENTO	120	350	Lettiera	LETAME
VACCHE in ASCIUTTA	80	600	Lettiera	LETAME
VITELLI MASCHI all'INGRASSO	100	150	Grigliato	LIQUAME
Totale	700			

L'azienda ha una superficie di 140 ettari ad indirizzo cerealicolo (mais, colture invernali).

I dati tecnici dell'impianto biogas vengono sintetizzati di seguito:

Tabella 25 – Scheda tecnica gestione della Biomassa avviata alla DA (anno 2007)

Tipologia	t/anno	Provenienza	% solidi totali della miscela	Modalità di Utilizzo	Destinazione finale del digestato
Liquame Bovino	16.500	Aziendale	12-13%	DA previa miscelazione	
Orzo insilato	243	Aziendale	33-35%	DA previa miscelazione	
Frumento (seconda scelta)	20	Aziendale	27%	DA previa miscelazione	
Totale	16.763				Uso agronomico aziendale

⁸ È stato utilizzato allo scopo un approccio di contabilità analitica, attribuendo a rispettivi centri di costo e ricavo, i costi diretti, i costi indiretti e quota parte dei costi generali, utilizzando i parametri di volta in volta appropriati. Successivamente i centri sono stati raggruppati in "funzioni aziendali" per estrapolare i dati di costo e ricavo attribuiti alla linea della Digestione Anaerobica.

⁹ Nell'impianto industriale considerato, oltre alle attività generali dell'azienda (direzione, organi di staff, segreteria), si distinguono: l'attività di raccolta dei rifiuti, attività dedicate al pre-trattamento della biomassa in entrata, la Digestione Anaerobica, il compostaggio, la gestione di particolari categorie di rifiuti da raccolta differenziata (plastica, carta), l'attività di depurazione, l'attività di smaltimento in discarica.

Tabella 26 – Scheda tecnica impianto di DA

Caratteristiche del digestore	Temperat. di funzionam.	Digestori	Volume stoccaggio biogas	Tipologia di separazione	% metano rilevata nel Biogas
1 digestore a vasca a pareti verticali	Mesofilo	n. 1 digestore 1.500 mc	mc 525	Separazione solido-liquido dopo la DA	58%

Tabella 27 – Scheda tecnica impianto di cogenerazione

Tipologia del cogeneratore	Tipologia di OUTPUT	
Potenza installata	Energia Elettrica	Funzionamento cogeneratore
kWe 110	Autoconsumo aziendale più cessione alla rete esterna	8.500 ore/anno

Tabella 28 – Scheda economica impianto (capitale investito)

Anno di entrata in funzione dell'impianto	Costo complessivo dell'investimento euro	Costo Impianti e Attrezzature euro	Costo per opere murarie euro	Costo per spese progettuali euro
2003	765.000,00	560.000,00	180.000,00	25.000,00

Nota: Nel valore di costo storico riportato alla voce “costo impianti e attrezzature” sono compresi: il costo per il cogeneratore e il container cogeneratore, le vasche di stoccaggio, il fermentatore, il gasometro, 2 agitatori liquame, l'isolamento termico del reattore, l'impianto elettrico per l'immissione in rete dell'energia elettrica, la pompa per carico e scarico del liquame.

Tabella 29 – Scheda economica impianto (output energetico – valori anno 2007)

Produzione Biogas (mc/anno 2007)	Produzione Energia elettrica (kWh)	Energia elettrica autoconsumata in azienda (kWh)	% autoconsumo su produzione	Energia elettrica ceduta in rete (kWh)	% energia ceduta all'esterno sul totale produzione
307.000	665.000	310.000	46,62%	355.000	53,38%

L'impianto di DA assorbe per il proprio funzionamento 44.000 kWh/anno (circa il 6,6% della produzione totale di energia elettrica). Il 40% dell'energia prodotta è impiegata in azienda per il funzionamento della sala mungitura, per le attrezzature e gli impianti dell'allevamento, nell'annesso agriturismo e per l'abitazione del gestore.

Escludendo i reflui zootecnici, dai dati di costo raccolti presso l'azienda, il costo di alimentazione per l'impianto di DA risulta essere pari a 23.500 euro/anno. A questi si sommano altri 20.000 euro/anno relativi ai costi di manutenzione diretta dell'impianto (costi direttamente sostenuti, più il costo per servizi esterni di assistenza).

La manodopera diretta necessaria da parte del gestore viene quantificata in 200 ore/anno per la gestione dell'impianto e per il monitoraggio del processo di DA; a queste vanno aggiunte altre 900 ore/anno per la gestione della biomassa (operazioni di carico e miscelazione delle matrici input e gestione del digestato).

I dati analitici di costo e ricavo relativi ai due impianti sopra descritti sono stati elaborati per il calcolo degli indici economico-finanziari. Per i risultati si rinvia alla relazione dell'Unità Progettuale che si occupa dell' “Analisi economico-ambientale degli Impianti Biogas” (TeSAF – UNIPD - Prof. D. Pettenella).

CONCLUSIONI

Dai dati raccolti nell'indagine territoriale “Monitoraggio Impianti Biogas” e dai risultati ottenuti dalle elaborazioni degli stessi si riportano, in modo sintetico, le seguenti conclusioni:

Diversificazione delle soluzioni tecnologiche e dimensionali realizzate dai gestori di impianti di DA in funzione del settore di appartenenza (Agricoltura, Agro-Industria, Gestione dei rifiuti urbani).

Funzionalità delle soluzioni tecnologiche in relazione alla tipologia delle matrici in entrata e della modalità di sfruttamento dell'output energetico.

Scarsa convenienza economica a utilizzare alcune matrici organiche attualmente avviate a mercati alternativi alla DA (sottoprodotti di alcune filiere agro-alimentari destinate all'industria mangimistica).

L'esistenza di vincoli normativi che frenano l'utilizzo di reflui zootecnici in Impianti Biogas esistenti in aziende agricole (vincoli normativi al trasferimento dei reflui da una azienda produttrice di reflui zootecnici a un'altra azienda che potrebbe impiegarli come biomassa input nell'impianto di DA). La semplificazione del sistema normativo consentirebbe una migliore collocazione della sostanza organica a livello territoriale regionale e nello stesso tempo favorirebbe l'opportunità di reddito aggiuntivo nella gestione degli impianti biogas esistenti.

La necessità, per alcuni impianti agricoli, di mettere in campo sperimentazioni tecnologiche capaci di abbattere l'azoto finale presente nel digestato. Queste soluzioni tecnologiche devono essere slegate da economie di scala e tarate su impianti aziendali di dimensione medio-piccola.

NOTE PER LA LETTURA DELLA CARTA TEMATICA “MAPPATURA IMPIANTI BIOGAS”

Sono stati mappati gli impianti funzionanti a maggio 2008 in regione Veneto.

Dalla lettura della carta tematica è possibile sapere per ciascun impianto:

Se si tratta di impianto agricolo o industriale: con il termine “industriale” si fa riferimento agli impianti agroindustriali e agli impianti per la gestione dei rifiuti urbani e industriali, come risulta dalla Tabella 5.

Se è installato un cogeneratore per la produzione di energia elettrica: nella carta tematica si riporta la potenza installata in termini di kW_e; se questa è pari a zero significa che l'impianto funziona solamente per lo sfruttamento di energia termica fornita dalla combustione di biogas.

Quantitativi di output energetico in termini di metri cubi di biogas: il dato è relativo ai metri cubi di biogas prodotti da ciascun impianto nell'anno 2007. Qualora questo dato sia pari a zero significa che l'impianto è entrato in funzione nei primi mesi del 2008.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

A.A.V.V., (2006), Energia dal Biogas, Progetto AGRIFORENERGY (a cura di).

A.A.V.V., (2006), Energia dalle biomasse, *Le tecnologie, i vantaggi per i processi produttivi, i valori economici e ambientali*, AREA Science Park (a cura di), Progetto Novimpresa.

A.A.V.V., (2008), Supplemento n. 3/2008 a L'Informatore Agrario 18/24 gennaio 2008, *Energia rinnovabile*.

C.R.P.A., (1996) (a cura di), Biogas e cogenerazione nell'allevamento suino, *Manuale pratico*, ENEL Spa.

C.R.P.A., (2007), *Biometano: Purificazione del biogas per l'immissione in rete e l'impiego come carburante. Quali opportunità per l'Agricoltura?*, Atti del convegno, Padova - 26 ottobre 2007.

C.R.P.A., (2008), Bollettino n. 4/2008, *Biogas: l'analisi di fattibilità tecnico-economica*.

Analisi economico-ambientale degli impianti a Biogas

Davide Pettenella e Diego Gallo

PAROLE CHIAVE

Biogas, inquadramento normativo, analisi macroeconomica, analisi tecnico-economica degli impianti pilota

INTRODUZIONE

Il presente lavoro riporta i risultati della ricerca svolta dall'Unità Operativa dell'Università di Padova – Dipartimento Tesaf (Territorio e Sistemi Agro-forestali), sottofase 2.5 “Analisi economico – ambientale degli impianti a biomassa” del Progetto Biogas, coordinato da Veneto Agricoltura, nell'ambito del progetto nazionale di ricerca PROBIO.

Il capitolo 1 tratteggia il quadro normativo comunitario, nazionale e regionale di riferimento per la filiera biogas – energia, con particolare attenzione alle politiche bio-energetiche e alle questioni normative ancora aperte.

I capitoli successivi affrontano gli effetti macro-economici a livello regionale e le implicazioni ambientali legate all'istallazione degli impianti a biogas; vengono riportati i risultati dell'applicazione di indicatori economici e quelli dell'analisi economico-finanziaria (capitolo 2); successivamente vengono analizzati i *software* utilizzati per il bilancio della CO₂ in termini di ciclo di vita del prodotto (capitolo 3).

Il quarto capitolo descrive i modelli di filiera realizzabili nel contesto territoriale e produttivo del Veneto, con particolare riferimento al settore zootecnico, ed espone le linee guida per una corretta progettazione degli impianti a biogas. Infine, l'ultimo capitolo riporta i risultati dell'analisi finanziaria di due casi studio.

Le informazioni riportate di seguito sono state elaborate sulla scorta dei dati pubblicati in riviste scientifiche specializzate e in atti di convegni, dei risultati derivanti da ricerche interne svolte dal Dipartimento Tesaf e delle informazioni disponibili in siti istituzionali comunitari, nazionali e regionali.

1. INQUADRAMENTO NORMATIVO COMUNITARIO, NAZIONALE E REGIONALE

Negli ultimi vent'anni si sono diffuse nuove tecnologie in grado di ottenere energia dai residui agricoli, agro-industriali ed urbani, e conseguentemente si è assistito, anche in Italia, ad un aumento del numero degli impianti energetici a biogas. Tuttavia, alle innovazioni tecnologiche non hanno fatto seguito tempestivi adeguamenti della normativa in materia di politiche agricole, agroindustriali ed agrienergetiche. Il quadro legislativo di riferimento pertanto si presenta articolato e non sempre adeguato alle esigenze degli imprenditori.

Di seguito si riporta un approfondimento dei principali aspetti che regolano la filiera energetica con riferimento alla normativa comunitaria, nazionale e regionale (Box 1).

1.1 Il Biogas prodotto dall'agricoltura e le connessioni con le politiche energetiche, ambientali ed urbanistiche

La digestione anaerobica e la conseguente valorizzazione energetica del biogas utilizzano biomasse (deiezioni animali, colture non alimentari, residui colturali, scarti organici e frazione organica dei rifiuti) e producono scarti organici (digestato) che, nell'ordinamento italiano, sono regolamentati per gli aspetti definitori da tre blocchi normativi: la legislazione sui rifiuti, quella sui combustibili e quella sulla biomassa.

Il recente **Decreto legislativo unico in materia di ambiente**, pubblicato nell'aprile 2006 (**D.lgs. 152/2006**), ha accorpato le norme sui rifiuti (Decreto ministeriale 5 febbraio 1998) con quelle sui combustibili (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell'8 ottobre del 2004). Al fine di semplificare una materia così complessa,

il legislatore è intervenuto nuovamente con il Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale” . Per quanto concerne il riconoscimento del valore energetico del biogas si deve fare riferimento al **decreto legislativo D.lgs. 387/2003** che ha recepito la direttiva comunitaria 2001/77/CE che ha introdotto i cosiddetti Certificati Verdi (CV) e che ha incluso le biomasse tra le fonti energetiche rinnovabili. Tale direttiva prevede l’obbligo da parte dei produttori ed importatori di energia elettrica di mettere in rete una percentuale di energia proveniente dalle fonti rinnovabili; tale percentuale nel 2006 è stata pari allo 3,05% della quantità totale immessa. Il produttore di energia elettrica rinnovabile genera dei certificati verdi che possono essere acquistati dagli altri operatori energetici, costituendo così un nuovo mercato. Il certificato ha una durata di 12 anni, estendibile ad altri 4 anni al 60% del suo valore, se è ottenuto da biomassa, e non è cumulabile con benefici economici ottenuti in conto capitale per la realizzazione di un impianto. A regolamentare il mercato dei certificati verdi interviene il GSE (Gestore dei Servizi Elettrici) che fissa il prezzo annuale. Il prezzo di riferimento individuato per l’anno 2007 è stato pari a 137,49 €/MWh.

Box 1 – Quadro normativo di riferimento per le filiere a biogas

Principali norme comunitarie:

- Direttiva 2001/77/CE sulla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili.
- Direttiva 2003/30/CE sulla promozione dell’uso dei biocarburanti o di altri carburanti rinnovabili nei trasporti.
- Direttiva 2006/32/CE concernente l’efficienza degli usi finali dell’energia e i servizi energetici e recante abrogazione della direttiva 93/76/CEE.
- Direttiva 2001/80 concernente la limitazione delle emissioni nell’atmosfera di taluni inquinanti originati dai grandi impianti di combustione.
- Regolamento CE n. 1774/2002 del Parlamento europeo recante norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale non destinati al consumo umano.
- Regolamento CE n. 208/2006 della Commissione che modifica gli allegati VI e VIII del regolamento CE n. 1774/2002 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto concerne le norme di trasformazione relative agli impianti di produzione di biogas e di compostaggio e i requisiti applicabili allo stallatico.

Principali norme nazionali:

- Legge finanziaria 2006 (L. 266/2005) e Legge finanziaria 2007 (L. 296/2006).
- Decreto ministeriale 7 aprile 2006 - “Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell’utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, di cui all’articolo 38 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152”.
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 – “Norme in materia ambientale” meglio conosciuto come Testo Unico Ambientale.
- Il Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152”.
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – “Attuazione della direttiva 2001/77 relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità”.
- Decreto Legislativo 387/2003 “Misure per le tecnologie rinnovabili”.
- Decreto Legislativo 217/06 “Revisione della disciplina in materia di fertilizzanti”.

Principali norme regionali:

- L.R. 13 aprile 2001 n° 11 Modifica capo VIII dal titolo Energia.
- L.R. 21 gennaio 2000 n° 3 “Nuove norme in materia di gestione dei rifiuti”.
- Piano di Sviluppo Rurale deliberazione del 6 febbraio 2007, n. 205 in attuazione del Regolamento (CE) 1698/2005.

La regolamentazione dei certificati verdi (CV) ha subito un ulteriore adeguamento con l'approvazione del collegato alla finanziaria 2008, **D.lgs. 159/2007**. Le principali modifiche riguardano due condizioni per il rilascio dei CV: la prima si riferisce alla provenienza delle biomasse, queste infatti devono essere prodotti o sottoprodotti agricoli, zootecnici o forestali; la seconda cerca di favorire le filiere corte e le intese di filiera. I contratti di fornitura delle biomasse impongono di non superare i 70 km di distanza fra l'origine della biomassa e l'impianto a biogas. In questo modo, si cerca di massimizzare i benefici ambientali ed economici nei territori dove si realizzano le colture e gli impianti agrienergetici. Verificate le condizioni agronomiche, si ha diritto ad altri incentivi: se l'impianto è superiore a 1 MW, ai fini del riconoscimento del numero dei CV, è possibile moltiplicare per 1,8 l'energia elettrica prodotta nell'anno precedente; se l'impianto è di piccola scala, si può scegliere una tariffa di 0,3 €/KWh comprensiva della vendita energia e dei CV. La durata del certificato è stata portata a 15 anni e consente l'accumulo degli incentivi pubblici, a condizione che questi non superino il 40% dell'investimento.

Il principio sancito dalle leggi finanziarie (L.n. 266/2005 e L.n. 296/2006), che equipara la produzione e la vendita di energia da parte degli agricoltori all'attività agricola connessa, ha generato ulteriori semplificazioni anche nelle autorizzazioni urbanistiche. Gli impianti a biogas sono considerati a tutti gli effetti tecnologie agricole e pertanto possono sorgere in zone agricole, nel rispetto delle normative proprie di questa tipologia d'area.

Tuttavia, la costruzione di un impianto a biogas può richiedere, sotto il profilo amministrativo, l'accordo o il benestare di vari soggetti istituzionali con competenze esclusive sulla gestione del territorio e dei beni sottoposti a vincolo. La loro azione può generare alcune interferenze che possono essere all'origine di variazioni di richieste al progetto, con il conseguente allungamento dei tempi di esecuzione. In Veneto, grazie all'introduzione dello **sportello unico regionale**, i tempi di attivazione di un impianto si sono ridotti a circa 100 giorni.

Per quanto riguarda le connessioni fra le politiche a favore delle rinnovabili e quelle ambientali, la digestione anaerobica influisce positivamente sull'ambiente in tre modi: (a) riducendo le emissioni di metano, di ammoniaca e di altri gas serra provenienti dalla zootecnia, (b) sostituendo il consumo di combustibili fossili con una fonte rinnovabile e (c) migliorando la gestione dei reflui zootecnici, ricchi di azoto. Il processo di evoluzione nella politica ambientale, che riguarda anche il settore della valorizzazione energetica delle biomasse, è condizionato dal **Protocollo di Kyoto** che prevede l'impegno da parte dei singoli stati di ridurre le emissioni di gas clima-alteranti. Anche per facilitare il raggiungimento degli obiettivi del Protocollo è stato approvato il Libro bianco sulle energie rinnovabili (**Delibera Cipe n. 137/ 98 e D.lgs. 387/2003**), dando attuazione alla Direttiva CE n. 77/2001 sulle energie rinnovabili. La politica nazionale di attuazione del Protocollo non prevede la contabilizzazione delle emissioni evitate grazie alla produzione di biogas e l'erogazione di incentivi diretti alla realizzazione degli impianti, anche se l'impiego di rinnovabili comporta evidenti effetti positivi sulle emissioni di gas di serra che sono ordinariamente contegiate nei bilanci nazionali.

2. EFFETTI MACRO-ECONOMICI DEGLI IMPIANTI A BIOGAS A LIVELLO DEL TERRITORIO REGIONALE

In questa parte del lavoro si intendono descrivere gli indicatori considerati per valutare gli effetti macroeconomici e la convenienza economica delle filiere a biogas. Va sottolineato che tali filiere agri-energetiche, per la loro ancora relativamente limitata diffusione e per il fatto di riutilizzare prevalentemente residui delle produzioni zootecniche, generano effetti abbastanza limitati a livello macro-economico.

2.1 Effetti macro-economici considerati

Gestione e costi di smaltimento dei reflui con i relativi effetti sull'ambiente.

L'impatto dei reflui zootecnici sull'ambiente deriva non tanto dalle loro caratteristiche chimiche, quanto dalla modalità di smaltimento e riutilizzo agronomico. Il monitoraggio degli impianti di digestione anaerobica a servizio delle aziende agricole dimostra come questi possono contribuire al mantenimento o al ripristino di un corretto rapporto zootecnia-ambiente, principalmente attraverso la valorizzazione energetica dei liquami prodotti negli allevamenti zootecnici e, secondariamente, con il controllo delle emissioni maleodoranti e con la stabilizzazione dei reflui zootecnici (CRPA, 2008). Al termine del processo di digestione anaerobica si ottiene un sottoprodotto che può trovare un interessante riutilizzo agronomico tal quale, o come *compost*, e che può essere più facilmente stoccato e trasportato. Il trattamento anaerobico non riduce significativamente il carico di azoto dei reflui zootecnici; anzi, laddove si integra il rifornimento del digestore anaerobico con colture energetiche dedicate, si va incontro ad un aumento nel residuo organico. Per-

tanto, i benefici apportati dalle filiere del biogas influiscono soprattutto nella gestione dei reflui, che, dopo essere stati trattati anaerobicamente, possono essere riutilizzati in agricoltura al posto dei fertilizzanti chimici.

Indagini svolte sulla gestione dei reflui zootecnici attraverso la digestione anaerobica (tabella 1) hanno dimostrato come questa incida positivamente sul conto economico delle aziende zootecniche. Lo smaltimento del liquame suinicolo ha un costo che può incidere considerevolmente su quello finale della carne e tale onere è determinato soprattutto dalle spese di trasporto del liquame, che tende ad aumentare al crescere della distanza tra la stalla e i luoghi di spargimento.

Tabella 1 – Incidenza del costo di smaltimento dei liquami suinicoli per chilogrammo di carne prodotta

Tipo di trattamento	Liquame trattato (€/m ³)	Carne prodotta (€/kg)
Rimozione biologica dall'azoto in impianto (SBR)	6,0	0,18
Rimozione biologica dell'azoto in impianto SBR assistito da un trattamento di digestione anaerobica della frazione addensata	2,4	0,07

Fonte: Bonazzi (CRPA, 2003).

Maggiori redditi del settore zootecnico

Il settore zootecnico, grazie alla riforma delle politiche agricola, energetica ed ambientale, trae numerosi vantaggi dalla filiera del biogas, consentendo di integrare il reddito agricolo convenzionale con la produzione di energia.

Un impianto a biogas a servizio di un'azienda agricola genera numerosi benefici economici, come evidenziato nella tabella 2.

Tabella 2 – Benefici economici generati dalle filiere a biogas (anno di riferimento: 2007)

Benefici economici	a/KWh
Autoconsumo aziendale di energia elettrica	
Mancati costi	0,1355
Vendita energia elettrica alla rete elettrica nazionale ¹	
– Produzione energia < 500 kWh/anno	0,0964
– Produzione di energia compresa fra 500 kWh/anno e 1 MWh/anno	0,0812
– Produzione energia > 1MWh/anno	0,0712
Vendita del certificato verde ²	0,137
Utilizzo aziendale dell'energia termica	
Mancati costi:	
– Metano	0,062
– Gasolio	0,083
– GPL	0,130
Vendita energia termica tramite rete di teleriscaldamento	0,025

Fonte: ns. elaborazione.

Occupazione

L'espansione, avvenuta solo di recente, delle filiere a biogas in Italia non consente di avere informazioni dirette e consolidate sulle ricadute che tali filiere generano in termini occupazionali. Tuttavia, è logico aspettarsi un aumento dell'occupazione nei settori agro-zootecnico e delle industrie a valle, come è avvenuto negli altri paesi d'Europa che vantano una più lunga esperienza nel biogas. Per la Germania (dati del 2007) si è stimata, per gli oltre **3.000 impianti** collegati a filiere zootecniche ed agri-energetiche, una potenza installata di circa 700 MW. Le ricadute sul-

¹ Tariffe applicate da GSE e valide per l'anno 2007.

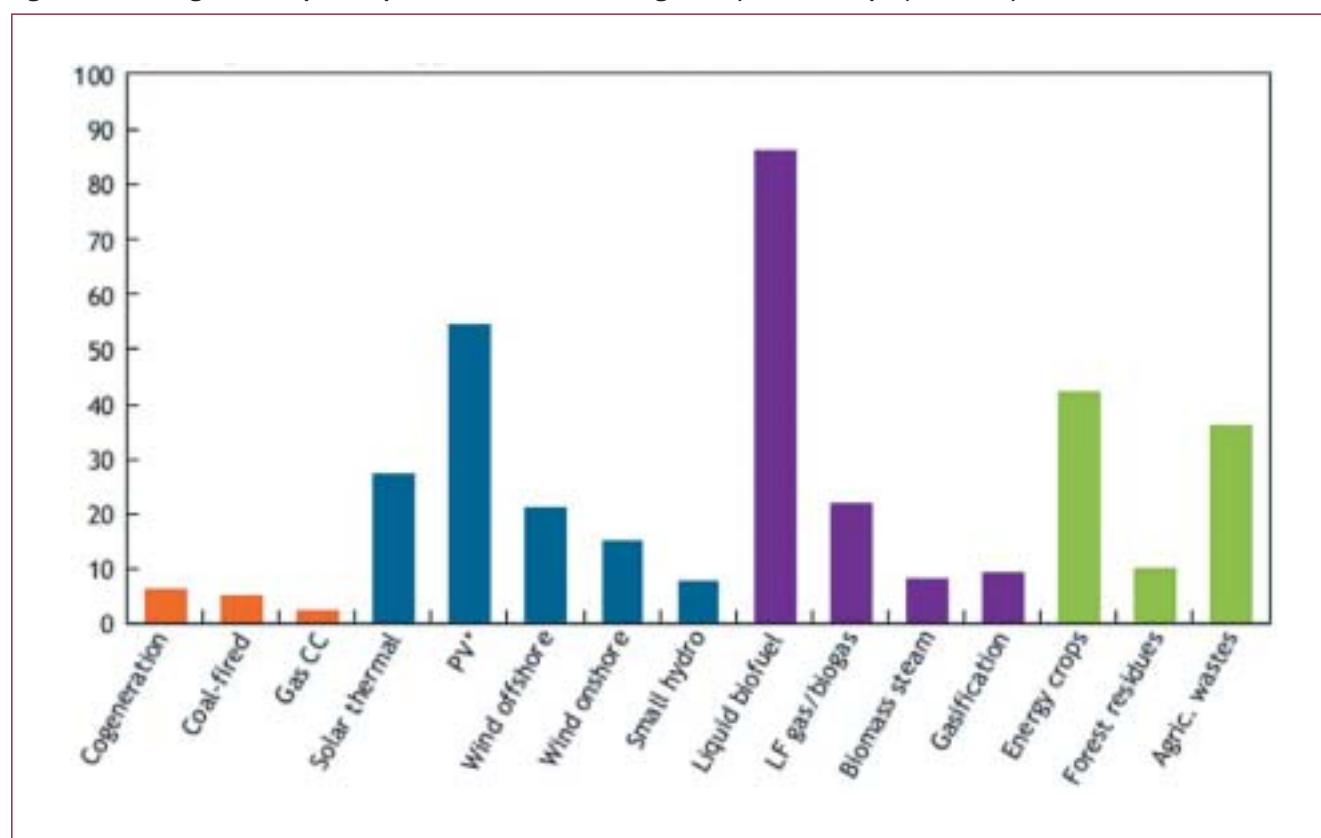
² Tariffa applicata dal GSE e valida per l'anno 2007.

l'occupazione per questo paese sono state calcolate in **6.000 addetti impiegati, pari a 8,5 occupati per MW installati** (Piccinini, 2008); nel settore operano circa **250 imprese prevalentemente di piccole-medie dimensioni** (2,8 MW/impresa).

Nell'ambito di una ricerca finalizzata allo studio dei progetti sulle bioenergie in Europa, l'*International Energy Agency* (IEA) ha effettuato una stima del fabbisogno occupazionale generato dalle filiere bioenergetiche che consente un'interessante comparazione tra le diverse rinnovabili. Dalla figura 1 si evince che il biogas genera **20 posti di lavoro ogni 100 GWh**. La tipologia di impiego tiene in considerazione tutti i processi necessari per la realizzazione e il funzionamento degli impianti: dalla progettazione, alla costruzione, funzionamento ordinario fino alla manutenzione.

Al di là dei risultati delle stime che possono essere effettuate sulla scorta di queste fonti informative, va sottolineato che i benefici occupazionali di queste filiere si concentrano nelle aree rurali e consentono un'occupazione non stagionale in agricoltura, settore che registra un progressivo invecchiamento e una flessione nel numero degli occupati.

Figura 1 – Fabbisogno di occupazione per le diverse filiere bioenergetiche (numero occupati/100 GWh)



(*) Photovoltaic electricity

Fonte: IEA, 2007.

La sostituzione gasolio equivalente

La tabella 3 proposta dal Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR), agenzia tedesca che si occupa delle materie prime rinnovabili, evidenzia che il metano ottenuto dalla purificazione del biogas (processo di *upgrading*) è il combustibile per autotrazione con le migliori rese energetiche in termini di biocarburante, superiore di oltre tre volte quelle degli altri tipi di carburanti. Questo dato conferma i benefici economici ed ambientali portati dalle filiere del biogas.

Tabella 3 – Resa annuale di carburante per ettaro

Tipo di carburante	Resa annuale in carburante per ha (MWh/ha/a)	Gasolio e benzina equivalente (litri)
Olio vegetale	14,3	1.420
Biodisel	14,3	1.410
Bioetanolo	15,1	1.690
Biometano	49,8	4.980

Fonte: FNR, 2006.

2.2 Analisi economico-finanziaria

Al fine di valutare i principali effetti economici indotti dalle filiere a biogas con particolare riferimento al settore primario, è stato applicato un approccio Analisi Costi-Benefici in base al quale è stata condotta:

- un' **analisi finanziaria** per la stima, nella prospettiva dell'operatore privato della convenienza dell'investimento in termini di reddito netto scontato,
- un' **analisi economica** per valutare, dal punto di vista dell'operatore pubblico, la convenienza dell'investimento (escludendo, quindi, tutti i trasferimenti, ovvero gli incentivi e le imposte, e includendo le esternalità positive e negative che influiscono sui costi e benefici sociali dell'investimento).

La tabella 4 riporta le assunzioni effettuate nelle due analisi.

Tabella 4 – Analisi economico-finanziaria delle filiere a biogas a scala regionale

	Analisi finanziaria	Analisi economica
Impatti economici		
– smaltimento reflui zootecnici	– Costo smaltimento reflui zootecnici (valore di costo)	– Costo smaltimento reflui al netto del trasferimento (valore di costo)
– produzione di energia	– Utili da produzioni di energia + vendita CV, al netto del costo degli impianti	– Sostituzione dei concimi chimici – Costi di approvvigionamento energia (al netto dei trasferimenti) in base al valore di surrogazione
Impatti sociali e occupazionali		
	– Riduzione dei costi di negoziazione e di gestione dei conflitti con i residenti causati dall'attività zootecnica	– Costi creazione nuovi posti di lavoro – Benessere sociale indotto dalla diffusione delle energie rinnovabili – Aumento del capitale sociale in relazione alla partnership pubblico privato
Impatti ambientali		
	– Mercato ipotetico di quote di C (investimenti compensativi volontari) – Abbattimento odori (valore di costo) – Azoto nel terreno e deflussi idrici	– Sostituzione CO ₂ fossile (valore di surrogazione: ETS) – Impatti nel paesaggio

3. IPOTESI DI BILANCIO DELLA CO₂ NEL CICLO DI VITA DELLA FILIERA BIOGAS

Per quantificare l'entità e le variazioni dello *stock* di carbonio e l'effetto di sostituzione dei combustibili fossili legato alla produzione di biogas da attività agro-zootecniche, è possibile impiegare alcuni *software* ormai ampiamente collaudati in diverse condizioni operative. Nel seguito si analizzano brevemente tali strumenti, al fine di individuare quello che meglio si presti allo studio sulle filiere a biogas.

Gli approcci metodologici per lo studio del bilancio del carbonio

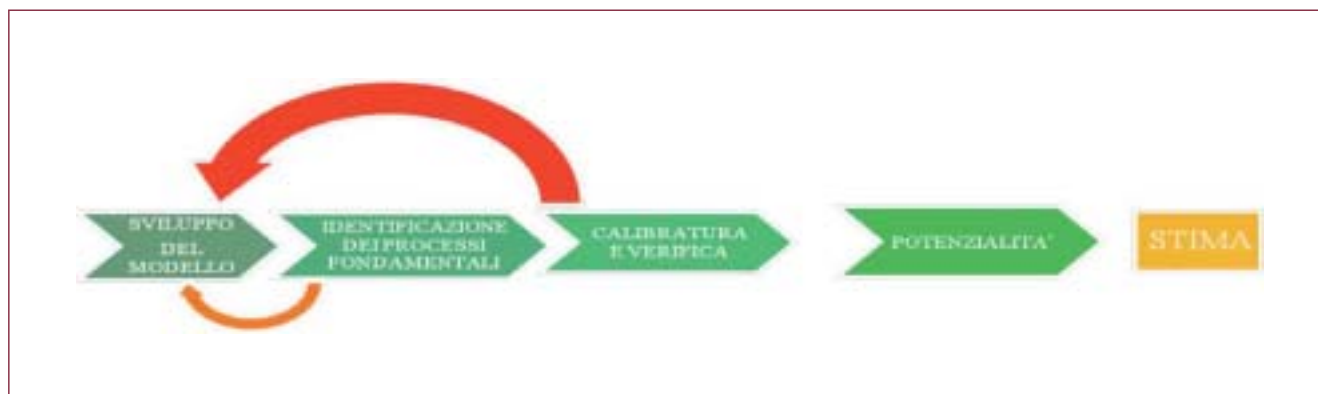
Il procedimento di quantificazione degli *stock* di carbonio può avvenire attraverso due approcci:

- per via diretta, con indagini a lungo termine basate sul monitoraggio dei parametri di accrescimento delle piante, associate ad analisi chimiche del suolo;

- per via indiretta, con indagini *una tantum* e con successivo supporto di *software* capaci di prevedere il ciclo futuro del carbonio.

Il primo approccio, di gran lunga il più corretto, in Italia si presta a formulare bilanci solo in situazione di staticità culturale e gestionale, attraverso modelli previsionali. I *carbon accounting model* basano la loro capacità previsionale su di un procedimento che inizialmente prevede numerose indagini di campo, analisi di laboratorio, analisi dendrometriche e podologiche, che portano da un lato all'individuazione dei processi fondamentali e dall'altro alla formulazione del *software* di base. Successivamente, il lavoro di analisi consiste nel verificare e conseguentemente calibrare continuamente il *software*, fino al momento in cui le simulazioni indirette presentano *output* prossimi alle simulazioni dirette, con buone potenzialità di stima.

Figura 2 – Schema essenziale del procedimento che porta alla formazione di un qualunque modello per il conteggio del carbonio



Fonte: Pettenella e Gheno, 2006.

Dal Box 2 (pag. 60), che riporta un'analisi dei *software* condotta da Pettenella e Gheno (2006), si evince che non esistono modelli specifici per il calcolo del bilancio del carbonio delle filiere agro-zootecniche. I modelli proposti presentano alcune criticità legate al fatto che sono stati pensati per essere applicati prevalentemente a sistemi forestali.

4. DEFINIZIONE DI LINEE GUIDA PER L'INDIVIDUAZIONE DELLA TIPOLOGIA E DELLE DIMENSIONI DEGLI IMPIANTI A BIOGAS IN RELAZIONE ALLA DISPONIBILITÀ DI RISORSE TERRITORIALI VENETE

Il gran numero di variabili in gioco nella definizione di un efficiente impianto a biogas fa sì che non esista un modello organizzativo unico di riferimento, ma piuttosto un processo progettuale che consenta di individuare e di dimensionare gli impianti più efficienti sulla base delle diverse specifiche condizioni dell'azienda e del territorio. Di seguito si riportano i criteri proposti dall'*International Energy Agency* per progettare correttamente le filiere bioenergetiche:

- calcolo delle produzioni potenziali di biomassa a livello aziendale e territoriale;
- analisi del quadro normativo;
- analisi del quadro finanziario dell'investimento;
- scelte tecniche nella costruzione dell'impianto;
- analisi del mercato energetico;
- azione di informazione e formazione (assistenza tecnica alla progettazione e gestione degli impianti).

4.1 Modelli di filiera a biogas per il Veneto

Dalle indagini condotte da G. Ruol, finalizzate alla mappatura delle biomasse, risulta che in Veneto c'è una buona disponibilità di biomasse che possono essere valorizzate tramite le filiere del biogas, ovviamente tenendo in considerazione i vincoli connessi alla concentrazione delle aziende zootecniche e le opportunità legate alla distribuzione territoriale dei distretti agroindustriali. Allo stesso tempo, il lavoro svolto da M. Zoppelletto sul monitoraggio

Box 2 – Software per il calcolo del ciclo del carbonio

CO₂FIX

CO₂FIX quantifica gli *stock* ed i flussi di carbonio nelle foreste, nella materia organica del suolo e nei risultanti prodotti finali del legno. Il modello è costituito da 6 moduli:

- Biomassa,
- Suolo,
- Prodotti,
- Bio-energie,
- Finanziario,
- Contabilizzazione del carbonio.

L'elaborazione dei dati avviene con procedimento *step by step*: il flusso del carbonio inizia con la produzione di biomassa che nelle fasi di utilizzazione entra nei moduli del suolo e dei prodotti, ove viene nel tempo degradata con tassi dipendenti rispettivamente dal bioma e dalla tipologia di prodotto. Il modulo finanziario fornisce nell'immediato un bilancio tra i costi ed i benefici degli interventi di gestione. Tuttavia, tale modello non prevede l'applicazione per i sistemi di tipo agricolo.

GORCAM (*Graz Oak Ridge Carbon Accounting Model*)

Il *software* divide la biosfera in sette *pool* (uno della vegetazione, cinque della lettiera ed uno del suolo), separa i prodotti a seconda della loro durata ed inoltre calcola l'effetto di sostituzione dei combustibili fossili ad opera della dendromassa a fine energetico. Anche in questo caso, il modello è stato pensato per applicazioni in campo forestale e non si presta ad essere modificato facilmente.

FullCAM

FullCAM è un modello per il rilevamento delle emissioni dei gas serra a seguito delle variazioni associate agli usi del suolo e della sua gestione. Il *software* è stato presentato nel 2001 come modello integrato capace di unire e collegare gli *output* di numerosi sottomodelli che sono stati formulati, calibrati e verificati a seguito di una dettagliata raccolta dati, effettuata a partire dai primi anni '90 su diversi siti del continente australiano. Le metodologie usate per ricavare i dati con i quali implementare il *software* sono riassumibili in:

- Siti permanenti di studio,
- Indagini di lungo periodo,
- Analisi di laboratorio,
- Indagini speditive di campo,
- Indagini di campo addizionali,
- 70 rilievi pedologici accoppiati.

L'applicazione del *software* FullCAM alle filiere biogas può avvenire solo se vengono predisposte alcune modifiche funzionali alle caratteristiche territoriali, alle specificità delle filiere agro-zootecniche e all'individuazione di alcuni siti modello.

degli impianti realizzati in Veneto ha permesso di acquisire utili informazioni sul numero di impianti, sul tipo di tecnologie adottate per la digestione anaerobica e sulla taglia degli impianti di cogenerazione.

Incrociando le informazioni dei due gruppi di lavoro è possibile affermare che un'azienda che vorrà organizzare i propri fattori produttivi al fine di attivare con successo una filiera a biogas potrà basarsi su tre moduli gestionali:

- rifornendo un impianto di digestione anaerobica esterno all'azienda agricola,
- realizzando un impianto semplificato a biogas che funzioni con gli scarti aziendali,
- organizzando l'azienda con lo scopo di massimizzare la produzione e la vendita di energia.

Il modello del conferimento delle biomasse ad un impianto di biogas esterno all'azienda

In questo caso l'azienda agricola gioca un ruolo secondario nella filiera a biogas; l'agricoltore non realizza l'investimento, ma attraverso un accordo concertato con il gestore di un impianto a biogas vicino, conferisce al digestore gli scarti agro-zootecnici. Il vantaggio economico di questo modello è legato alla riduzione dei costi di smaltimento degli scarti agricoli e dei reflui zootecnici. La diffusione di accordi di questo tipo potrebbe generare positive ricadute ambientali, soprattutto nelle aree sensibili al problema dello spargimento dei reflui zootecnici.

Per favorire la diffusione di queste filiere occorre prevedere una semplificazione burocratica, in modo da facilitare il trasporto della biomassa e la realizzazione di accordi fra i diversi soggetti della filiera. Gli impianti che raccolgono gli scarti possono avere dimensioni superiori a 1 MW di potenza ed essere alimentati con fanghi di depurazione civile, con la frazione organica dei rifiuti solidi urbani e con scarti delle lavorazioni agro-industriali e zootecniche. In Europa sono diffusi numerosi impianti di questo tipo e in molti casi gli stessi agricoltori in forma associata si fanno promotori della costruzione dei digestori anaerobici.

Il modello dell'impianto semplificato al servizio dell'azienda agricola

In questo caso ci si pone l'obiettivo di valorizzare gli scarti delle produzioni agricole attraverso la realizzazione di un impianto a biogas con caratteristiche tecniche tali da non prevedere elevati investimenti e non provocare sconvolgimenti nella struttura aziendale.

Il modello organizzativo si basa su una modifica delle coperture delle vasche di stoccaggio dei reflui zootecnici o, dove questo non sia possibile, sulla realizzazione di digestori anaerobici di modeste dimensioni. In questo modo, anche se non è ottimale il processo digestivo e i sistemi di coibentazione riducono le rese dell'impianto, l'agricoltore è in grado di migliorare la gestione dei reflui zootecnici e di differenziare la produzione agricola.

L'energia elettrica prodotta da impianti di piccola taglia (da 30 a 100 kW) consente ugualmente la produzione di certificati verdi, garantisce l'autosufficienza energetica per l'azienda e permette la vendita dell'energia in eccesso.

Il modello dell'azienda agri-energetica

Il terzo modello proposto implica una forma di specializzazione produttiva da parte dell'agricoltore che deve esplicitamente orientare le produzioni agricole verso quelle energetiche. Per fare questo, occorre rifornire correttamente il digestore anaerobico, in modo da massimizzare la produzione di energia, i cui ricavi servono a recuperare gli elevati investimenti iniziali. Per stabilizzare ed aumentare la produzione del biogas si pratica la codigestione dei reflui zootecnici con altri substrati organici, quali le colture energetiche e/o gli scarti industriali.

L'interesse che spinge gli operatori verso questo modello di filiera è costituito principalmente dal fatto che la vendita di energia elettrica e termica, unitamente ad eventuali introiti ricevuti dai produttori del rifiuto organico utilizzato come co-substrato, può portare ad un reddito netto che in alcuni casi supera quello dell'attività agricola. La tecnologia disponibile è affidabile ma molto costosa e richiede la presenza in azienda di personale adeguatamente formato.

I rischi principali per l'agricoltore sono legati al fatto che la remuneratività dell'investimento è sensibile alle variazioni di alcune voci di costo (prezzo dei cereali insilati) e di alcune voci di ricavo (prezzo dell'energia elettrica e prezzo dei certificati verdi). La scelta di operare in codigestione, per massimizzare e stabilizzare le rese produttive, porta in molti casi ad un aumento del carico azotato e dei relativi costi per smaltire il digestato in maniera adeguata.

A questi modelli se ne aggiunge un quarto, quello del bio-metano. Il biogas può essere anche "purificato" attraverso il processo di **upgrading** per ottenere bio-metano che successivamente viene utilizzato come carburante o come combustibile per uso domestico. Attualmente gli impianti di questo tipo sono diffusi solo nel nord Europa, dove si segnalano filiere corte gestite direttamente dagli agricoltori. La diffusione della rete del metano in Veneto e l'incremento delle vendite di vetture metanizzate portano a non escludere questo tipo di filiera dalla strategia di diffusione delle rinnovabili.

5. COMPARAZIONE TRA LE CARATTERISTICHE TECNICO-ECONOMICHE DEI DUE IMPIANTI PILOTA PRESCELTI PER IL MONITORAGGIO

A titolo esemplificativo, si riportano di seguito la descrizione di due impianti pilota monitorati nell'ambito della sottofase 2.3 dal M. Zoppelletto e i risultati di un'analisi finanziaria effettuata per valutare la convenienza degli investimenti. I due casi studio riguardano un impianto di piccole dimensioni al servizio di una azienda zootecnica e un

impianto a carattere industriale alimentato con la frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU). Attraverso l'analisi finanziaria sono state ordinate tutte le voci di costo e di ricavo del flusso di cassa per il periodo di vita degli impianti ed è stata valutata la redditività degli investimenti attraverso appropriati indicatori di convenienza: VAN³, SRI⁴, Periodo di ritorno ("Payback period")⁵.

1° Caso Studio: azienda zootecnica con bovini

Il primo caso studio si riferisce ad un impianto a biogas costruito all'interno di un'azienda zootecnica che alleva complessivamente 700 capi di bovini da latte e da carne. L'obiettivo dell'imprenditore è quello di valorizzare energeticamente i reflui zootecnici dell'allevamento e una parte dei cereali prodotti in azienda, la cui superficie è di 28 ha in proprietà e 112 ha in affitto.

Caratteristiche tecniche dell'impianto

L'impianto si compone di un digestore anaerobico, di un gruppo elettrogeno per la produzione di energia e di una centrale elettrica.

Il digestore comprende una vasca a pareti verticali, per un volume complessivo di 1500 m³, e di un gasometro da 525 m³. La digestione avviene in condizioni di mesofilia (30-40 C°) e nel 2007 la produzione di biogas è stata di 307.000 m³/anno, con una resa media di metano pari al 58%.

La raccolta dei reflui per il rifornimento del digestore avviene in maniera automatizzata. Il gruppo elettrogeno è composto da un generatore da 110 kWe, allacciato alla rete elettrica attraverso una cabina elettrica. Il calore prodotto per una parte viene utilizzato per il riscaldamento del digestore.

Il digestore anaerobico riceve annualmente 16.763 t di biomassa di cui la maggioranza consiste in liquame bovino (16.500 t) e in minima parte proviene da cereali insilati prodotti in azienda. Il materiale digerito viene distribuito in campo come fertilizzante organico.

L'impianto produce 614.000 kWh/anno di energia elettrica, di cui 44.000 kWh/anno vengono consumati per il funzionamento dell'impianto e 307.000 kWh/anno per l'uso interno all'azienda.

Tabella 5 – Dati tecnico-economici

Digestore anaerobico	1500 m³
Produzione biogas	307.000 m³
Resa in biometano	58%
Reflui zootecnici destinati alla digestione aerobica	16.500 t
Cereali insilati destinati alla digestione aerobica	263 t
Potenza installata	110 kWe
Funzionamento cogeneratore	8.500 ore/anno
Costo complessivo dell'investimento	765.000 €
Costo di esercizio	20.000 €
Costo rifornimento biomassa	20.000 €
Produzione energia elettrica	665.000 kWh/anno
Energia elettrica ceduta in rete	355.000 kWh/anno

³ Valore Attuale Netto: viene calcolato come differenza dei ricavi e costi attualizzati connessi all'investimento. Il VAN rappresenta un indicatore assoluto di convenienza dell'investimento.

⁴ Saggio di Rendimento Interno: è il saggio che, applicato nello sconto dei costi e benefici, rende il VAN = 0. A differenza del VAN che presuppone l'assunzione di un saggio di sconto (scelta non sempre facile), il SRI è esso stesso un saggio di sconto e, in particolare, rappresenta il saggio-soglia di convenienza dell'investimento: se l'imprenditore ha aspettative di rendimento superiori al SRI, l'investimento non è conveniente.

⁵ Il Periodo di ritorno esprime il numero di anni necessari affinché la sommatoria dei ricavi scontati eguagli la sommatoria dei costi scontati.

Tabella 6 – Indicatori di convenienza dell'investimento in base a tre ipotesi legate al valore dei Certificati Verdi

<i>Ipotesi</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
	<i>tariffa omnicomprensiva</i>	<i>CV=0,10 €/kWh</i>	<i>CV = 0,80 €/kWh</i>
	<i>0,30 €/kWh</i>	<i>kWh = 0,0812 €</i>	<i>kWh = 0,0812 €</i>
VAN	769.201	95.286	- 49.666
SRI	18,38%	6,77%	n.d.
Periodo di ritorno	6 anni	14 anni	> 15 anni

$r = 5\%$,

Durata impianto = 15 anni

Energia elettrica autoconsumata = 0,1355 €/kWh

I risultati dell'analisi finanziaria presentati in tabella 6 mettono in luce che la convenienza economica dell'investimento è legata al valore del Certificato Verde. L'**ipotesi A**, che prende in considerazione le agevolazioni previste dalla tariffa omnicomprensiva di 0,30 €/kWh⁶, è quella che garantisce i migliori margini di convenienza, mentre l'**ipotesi B**, quella che considera i prezzi di mercato dei Certificati Verdi e dell'energia elettrica, giustifica l'investimento solo se si considerano anche i benefici legati alla migliore gestione dei reflui zootecnici. Nell'**ipotesi C**, basata su una diminuzione del valore dei CV, le basse rese energetiche dell'impianto non permettono di remunerare adeguatamente l'investimento, a causa dei consistenti costi di costruzione e di gestione.

2° Caso Studio: impianto a carattere industriale

Il secondo caso di studio riguarda un digestore anaerobico che valorizza la FORSU ottenuta dalla raccolta differenziata. L'impianto, che non utilizza matrici organiche provenienti dall'agricoltura, è stato realizzato in due momenti successivi, nel 2004 e nel 2007. Il digestore anaerobico riceve 116.000 t/anno di FORSU e produce 11.136.000 m³/anno di biogas con percentuali medie di metano pari al 57%.

Caratteristiche tecniche dell'impianto

L'impianto si compone di 4 digestori anaerobici con un volume complessivo di 7.000 m³ e di due impianti di cogenerazione per una potenza installata di 2,5 MWe. La produzione di elettricità ammonta a 21.724.800 kWh/anno, di cui una parte 438.000 kWh/anno serve per il funzionamento dell'impianto, una seconda 9.310.000 kWh/anno è utilizzata dall'azienda, e una terza parte, pari a 11.976.800 kWh/anno, è ceduta alla rete elettrica. Attualmente, al fine di valorizzare anche l'energia termica prodotta dall'impianto, è in fase di realizzazione una rete di teleriscaldamento a servizio di un quartiere urbano.

Tabella 7 – Dati tecnico-economici

4 Digestori anaerobici	7000 m³
Produzione biogas	11.136.000 m³
Resa in biometano	57%
FORSU destinata alla digestione aerobica	116.000 t/anno
Potenza installata	2,5 MWe
Funzionamento cogeneratore	8.000 ore/anno
Costo complessivo dell'investimento	4.895.460 €
Costo di esercizio	848.500 €
Produzione energia elettrica	21.724.800 kWh/anno
Energia elettrica venduta alla rete nazionale	11.976.800 kWh/anno

⁶ Nuovi regimi di incentivi previsti nel collegato alla Legge Finanziaria 2008, Decreto legge 159/2007 convertito nella legge 29 novembre 2007 n. 22.

Tabella 8 – Indicatori di convenienza dell'investimento in base a tre ipotesi legate al valore dei Certificati Verdi

Ipotesi	A	B	C
	CV = 0,10 €/kWh	CV=0,12 €/kWh	CV = 0,08 €/kWh
VAN	18.753.283	22.410.841	15.095.725
SRI	46%	56%	38%
Periodo di ritorno	4 anni	3 anni	4 anni

$r = 5\%$

Durata impianto = 15 anni

Energia elettrica ceduta alla rete = 0,071 €/kWh

Energia elettrica autoconsumata = 0,1355 €/kWh

I risultati dell'analisi finanziaria (tabella 8) mettono chiaramente in luce come, nonostante le voci di costo e di gestione dell'impianto siano molto elevate, la convenienza dell'investimento sia molto elevata grazie alle alte rese energetiche. Gli indicatori di convenienza sono particolarmente elevati nell'**ipotesi B e A**, ma va ricordato che l'investimento è caratterizzato da notevoli rischi tecnologici e di mercato⁷. È interessante peraltro notare come la convenienza non sia legata al valore del certificato verde.

CONCLUSIONI

Sulla base di quanto indicato in precedenza è possibile presentare un quadro di sintesi sulla potenziale diffusione delle filiere a biogas nella regione Veneto.

Dal quadro normativo è emerso che è auspicabile un intervento da parte del legislatore al fine di semplificare l'iter di autorizzazione alla realizzazione degli impianti a biogas. Gli aspetti su cui occorre intervenire riguardano la costruzione delle opere edili, l'allacciamento alla rete elettrica nazionale e l'utilizzazione delle varie biomasse da avviare alla digestione anaerobica. Inoltre, occorre fare chiarezza sulla destinazione dello scarto dei processi anaerobici prodotti dai liquami zootecnici, da colture energetiche e da scarti organici, ai quali deve essere assicurato un utilizzo agronomico.

L'analisi economico-finanziaria ha messo in luce alcuni aspetti importanti: l'imprenditore ha dei vantaggi economici nell'attivare filiere a biogas perché aumenta il reddito netto, differenzia l'attività agricola e riduce i costi energetici e di smaltimento dei rifiuti zootecnici ed agricoli. La realizzazione dei digestori anaerobici e la conseguente valorizzazione energetica del biogas contribuisce in maniera concreta a risolvere alcuni problemi che gravano sulle aziende agricole, perché la digestione anaerobica abbatte i cattivi odori e facilita la gestione dei reflui zootecnici. La parte economica dell'analisi ha chiarito che le filiere del biogas sono un'opportunità per creare valore per la società.

Gli aspetti ambientali considerati nella parte economica dell'analisi hanno evidenziato un effettivo vantaggio nella sostituzione del consumo di combustibili fossili e una mancata emissione di gas serra. Tali effetti positivi possono essere più correttamente dimensionati utilizzando il *software* per il calcolo degli effetti di sequestro, emissione e di sostituzione di carbonio fossile, la cui applicazione alle filiere del biogas necessita di ulteriori ricerche.

In conclusione, la filiera del biogas può essere vista come una moderna attività agricola, multifunzionale e adatta ai contesti rurali e periurbani del Veneto, anche se occorre valutare i modelli che meglio valorizzino le risorse territoriali e le caratteristiche del comparto primario. L'aumento della domanda di cereali, con la conseguente crescita dei prezzi, l'instabilità dei mercati energetici e delle relative politiche di regolamentazione, la possibilità di utilizzare l'energia termica prodotta con la digestione anaerobica sono variabili fondamentali per valutare la convenienza delle filiere a biogas.

⁷ Se nella valutazione dell'investimento fossero state incluse alcune voci di costo come premi assicurativi o fondi di rischio, gli indicatori di convenienza sarebbe ovviamente risultati minori.

L'analisi dei due casi studio ha messo in luce come l'impianto a servizio dell'azienda agricola sia più esposto ai rischi economici rispetto al grande impianto a carattere industriale. Per questa ragione, la scelta da parte di un agricoltore di praticare la codigestione di effluenti zootecnici con altri scarti organici dovrà essere sostenuta solo se saranno verificati lo smaltimento corretto del digestato e la capacità di rifornire il digestore con biomassa proveniente dagli scarti e dalle produzioni aziendali.

BIBLIOGRAFIA

- AAVV (2007). *Good Practice Guidelines bioenergy Project Development and Biomass Supply*. International Energy Agency.
- Bonazzi G. (2007). *Sempre più difficile gestire e smaltire le deiezioni*. L'informatore agrario, n. 1.
- CRPA (2008). *Energia dal Biogas, prodotto da effluenti zootecnici, biomasse dedicate e di scarto - Manuale Pratico*. AIEL Legnaro (PD).
- Pettenella D., Gheno W. (2006). *La dinamica della CO₂ a scala aziendale: risultati dell'applicazione del software FULLCAM ad alcuni casi studio*. Tesi di laurea, Facoltà di Agraria, Università di Padova, A.A. 2005-2006.
- Piccinini S., Bonazzi G. (2005). *Nuove strade per smaltire gli effluenti zootecnici*. L'informatore agrario, n. 7.
- Piccinini S. (2004). *Buone prospettive per il biogas da residui zootecnici*. L'informatore agrario, n. 1.
- Rossi P., Gastaldo A., P.Ferrari (2006). *Il costo per smaltire i liquami dipende dal tipo di allevamento*. L'informatore agrario n. 20.

SITI WEB

www.agea.gov.it/default
www.aebiom.org/
www.autorita.energia.it/elettricità/index.htm
www.crpa.it
www.iea.org/
www.uni.com/it/

Appendici

Indagine conoscitiva, complementare, su altre filiere energetiche a biomassa

Elena Fabbro

PAROLE CHIAVE

Tecnologie impiantistiche, biomassa vegetale, energia termica, teleriscaldamento, utilità pubblica

INTRODUZIONE

Nel territorio del Veneto sono attivi numerosi impianti per la produzione di energia termica o elettrica che utilizzano come input materiali organici di diversa natura. La sottoazione 2.4 del progetto interregionale PROBIO 2004 “BIOGAS” ha avuto come finalità la mappatura regionale di impianti che utilizzano biomasse vegetali per produzioni alternative al biogas, ovvero per la produzione di energia termica e/o elettrica.

L'uso delle biomasse per la produzione di energia, con particolare riferimento alle coltivazioni agricole e forestali, può rivestire un ruolo rilevante nel prossimo futuro, soprattutto nell'ottica di un ampio spettro di interrelazioni di differenti settori, quali l'uso e la gestione del territorio, la produzione di energia per i diversi settori economici, fino ad arrivare alla tutela dell'ambiente e alla qualità della vita; tutto questo, peraltro, deve essere considerato alla luce di un fatto oggettivo: le biomasse non saranno in grado di liberare dalla dipendenza dalle fonti non rinnovabili, tuttavia, focalizzando l'attenzione sugli usi più promettenti, il loro ruolo può diventare strategico.

1. MOTIVAZIONI E OBIETTIVI

La sottofase 2.4 del progetto ha avuto i seguenti obiettivi:

- indagine conoscitiva, complementare, su impianti regionali che utilizzano biomassa per scopi energetici alternativi alla produzione di biogas;
- analisi della tipologia di matrici organiche e delle tecnologie utilizzate nei processi energetici alternativi.

Gli impianti a biomassa, in particolare per la produzione di energia termica, costituiscono una tipologia energetica per il riscaldamento degli edifici molto diffusa: basti pensare alle stufe a legna o a pellet presenti in moltissime abitazioni. In considerazione di ciò, non è stato possibile, per ovi motivi, registrare la presenza di tutti gli impianti a biomassa presenti in regione, in particolar modo di quelli privati a uso di piccole utenze domestiche.

Si è scelto di descrivere le realtà salienti a livello regionale, utilizzando alcuni criteri discriminanti:

- l'utilità pubblica dell'impianto (ad uso di scuole, centri sportivi, ecc.);
- la possibilità di realizzare un “ciclo chiuso” della biomassa (aziende che la producono, anche come scarto, e la riutilizzano);
- l'inserimento in una filiera biomassa – energia (aziende che vendono alle utenze finali energia prodotta a partire da biomassa – ESCO¹).

Tale scelta operativa sicuramente non fotografa la realtà regionale, ma può fornire lo spunto per un'analisi ad ampia scala del fenomeno e per lo studio di ulteriori possibilità di sviluppo.

¹Le ESCO, o società di servizi energetici, sono soggetti specializzati nell'effettuare interventi nel settore dell'efficienza energetica, sollevando l'utente finale dalla necessità di reperire risorse finanziarie per la realizzazione dei progetti e dal rischio tecnologico, in quanto gestiscono sia la progettazione/costruzione, sia la manutenzione per la durata del contratto (compresa usualmente fra i cinque ed i dieci anni).

2. METODOLOGIA E RACCOLTA DATI

Il censimento degli impianti è stato effettuato nel 2007 e nei primi mesi del 2008; l'indagine è consistita in una serie di interviste dirette ai gestori degli impianti, effettuate *ad personam*. A tale scopo è stato elaborato un questionario di riferimento contenente una serie di domande strutturate in diverse sezioni:

- proprietà e forma di gestione dell'impianto;
- caratteristiche costruttive e tecniche;
- caratteristiche della biomassa in entrata all'impianto (quantità, qualità, origine, provenienza, prezzo, modalità di approvvigionamento e stoccaggio);
- tipo di energia prodotta e suo utilizzo.

Per una maggiore precisione, si specifica che alcuni dati, ottenuti dalle interviste, riflettono stime effettuate dai gestori più che misurazioni precise. Lo stesso vale per le indicazioni relative ai vari problemi gestionali, che evidentemente possono rappresentare delle visioni soggettive. Peraltro i gestori possono conoscere meglio di chiunque altro le caratteristiche e le problematiche degli impianti oggetto del presente studio.

La fase di rilevamento ha presentato diverse criticità, generate da motivazioni varie che non hanno consentito di raccogliere per ogni "caso studio" dati completi. Per ovviare a tale inconveniente, ove possibile, sono stati utilizzati dati provenienti dalla bibliografia o da informatori privilegiati esperti del settore.

3. RISULTATI

Provincia di Padova

Comune di Candiana. Rete di teleriscaldamento ad uso degli istituti scolastici

Azienda/Proprietà	Comune di Candiana – Biomasse Europa
Potenza Caldaia	580 kW.
Marca della caldaia	Uniconfort
Combustibile	Cippato di pioppo SRF prodotto in loco
Consumo annuale di combustibile	In fase di definizione
Prezzo del combustibile	Variabile – non definito
Utilizzo energia prodotta	Riscaldamento di strutture scolastiche
Inizio operatività dell'impianto	Marzo 2006

Abbazia Benedettina di Praglia

Azienda/Proprietà	Abbazia Benedettina di Praglia (PD)
Costo totale dell'investimento (infrastrutture, caldaia...)	250.000 €
Potenza Caldaia	540 kW.
Marca della caldaia	KOB PYROT
Combustibile	Legno cippato
Consumo annuale di combustibile	360 tonnellate (w = 35%)
Prezzo del combustibile	65-70 €/ton
Utilizzo energia prodotta	Riscaldamento di 40.000 m ³
Energia erogata	1.000.000 kWh/anno
Inizio operatività dell'impianto	2006

Impianti in progetto in provincia di Padova

In provincia di Padova sono in fase progettuale altri impianti, oltre a quelli illustrati. La tipologia è quella della ESCO, soggetto specializzato nell'effettuare interventi nel settore dell'efficienza energetica, sollevando il cliente dalla necessità di reperire risorse finanziarie per la realizzazione dei progetti e dal rischio tecnologico. La ESCO, infatti, gestisce sia la progettazione/costruzione, sia la manutenzione per la durata del contratto (compresa usualmente fra i cinque e i dieci anni).

In particolare i comuni interessati sono i seguenti:

- Comune di Carmignano: progetto di una centrale da 1MW_e (alimentata a cippato proveniente da pioppo da Short Rotation Forestry SRF²). L'utilizzo previsto è per l'autoconsumo dell'Ente, con cessione della produzione eccedente alla rete elettrica nazionale. Oltre alla produzione di energia elettrica sono previsti i servizi di riscaldamento e raffrescamento (trigenerazione);
- Comune di Arre;
- Comune di Brugine;
- Comune di Noventa Padovana.

Provincia di Treviso

Azienda agrituristica "Il Bosco" di Vittorio Veneto

Azienda/Proprietà	Azienda agricola Il Bosco (VE)
Costo totale dell'investimento (infrastrutture, caldaia...)	17.916,67 €
Finanziamenti	PSR (70% investimento); Detrazione IRPEF del 36% suddivisa in dieci rate
Potenza Caldaia	55 kW _t
Marca della caldaia	Non definito
Combustibile	Legname vergine in pezzi da gestione boschi
Consumo annuale di combustibile	26 t
Prezzo del combustibile	65 €/t (legna autoprodotta)
Utilizzo energia prodotta	Riscaldamento di 1.000 m ³
Potenza elettrica per il funzionamento	Installati 3 kW, utilizzati al 50-60%
Inizio operatività dell'impianto	2004

Azienda floricola in provincia di Treviso³

Azienda/Proprietà	Azienda Floricola
Costo totale dell'investimento (infrastrutture, caldaia...)	Non fornito
Finanziamenti	aziendali
Potenza Caldaia	2.784 kW
Marca della caldaia	Mod. Global/G240
Combustibile	Legname vergine cippato
Consumo annuale di combustibile	6.200 q; quantitativi in fase di assestamento
Prezzo del combustibile	Non definito
Utilizzo energia prodotta	Riscaldamento di 18.000 m ³
Produzione termica	25000 kWh/giorno
Inizio operatività dell'impianto	2006

² Circa 1000 ha, ovvero 500 ha per un ciclo di 2 anni.

³ L'Azienda di seguito descritta ha espressamente chiesto l'anonimato.

Comune di Fregona

Azienda/Proprietà	Comune di Fregona
Costo totale dell'investimento (infrastrutture, caldaia...)	Non definito
Finanziamenti	2/3 finanziamenti Regionali/statali; 1/3 finanziamento dell'Ente
Potenza Caldaia	300 kW per ognuna delle due caldaie
Marca della caldaia	KOB
Combustibile	Legname vergine cippato da gestione boschi di proprietà comunale
Consumo annuale di combustibile	600 m ³
Prezzo del combustibile	Non definito
Utilizzo energia prodotta	Riscaldamento di 2500 m ³ (scuola media, elementare, palestra)
Inizio operatività dell'impianto	2006

Provincia di Vicenza

Piscina comunale - Comune di Roana

Azienda/Proprietà	Comune di Roana; Ente gestore: Roana Servizi S.r.L.
Costo totale dell'investimento (infrastrutture, caldaia...)	Non definito
Finanziamenti	Contributo a fondo perduto AVEPA pari a 104.000 €
Potenza Caldaia	95 kW
Marca della caldaia	Uniconfort
Combustibile	Legname vergine cippato da manutenzione boschi della zona
Consumo annuale di combustibile	In via di definizione
Prezzo del combustibile	Non definito
Utilizzo energia prodotta	Riscaldamento di 650 m ³ della piscina
Produzione termica	880.000 kWh annui
Inizio operatività dell'impianto	Dicembre 2006

Centro vivaistico di Montecchio Precalcino

Azienda	Veneto Agricoltura
Costo totale dell'investimento (infrastrutture, caldaia...)	22.954,94 €, al lordo delle tasse
Finanziamenti	40% Veneto Agricoltura; 60% UE - Reg. 2052/88 ob 5b
Potenza Caldaia	75-90 kW
Marca della caldaia	Kob & Schaffer Ag
Combustibile	Legna in ciocchi, gasolio per bruciatore ausiliario
Consumo annuale di combustibile	22-25 t
Prezzo del combustibile	110€/ton
Utilizzo energia prodotta	Riscaldamento di 2.821 m ³
Inizio operatività dell'impianto	2004

Albergo Garnì Rendola - Asiago

Azienda/Proprietà	Albergo Garnì Rendola
Costo totale dell'investimento (infrastrutture, caldaia...)	Non definito
Costo di esercizio dell'impianto	13.500 €/anno + IVA (compreso acquisto di cippato)
Finanziamenti	nessuno
Potenza Caldaia	940 kW
Marca della caldaia	Uniconfort
Combustibile	Cippato di legna vergine
Consumo annuale di combustibile	650 m ³
Prezzo del combustibile	20 €/m ³
Utilizzo energia prodotta	Riscaldamento di 13.800 m ³
Inizio operatività dell'impianto	2003

Scuola Media Statale e Scuola Materna Parrocchiale di Valli del Pasubio

Azienda/Proprietà	Comunità Montana Leogra-Timonchio
Potenza Caldaia	700 kW;
Marca della caldaia	Biotec Uniconfort
Combustibile	Cippato di legna vergine
Consumo annuale di combustibile	200 tonnellate (w = 35-45%)
Prezzo del combustibile	60-80 €/t
Utilizzo energia prodotta	Riscaldamento di 23.200 m ³
Potenza elettrica per il funzionamento	11 kWe
Inizio operatività dell'impianto	2004

Comuni di Monte di Malo e Torrebelficino

Azienda/Proprietà	Comunità Montana Leogra-Timonchio Comune di Monte di Malo	Comunità Montana Leogra-Timonchio Comune di Torrebelficino
Costo totale dell'investimento (infrastrutture, caldaia...)	Non definito	Non definito
Costo di esercizio dell'impianto	9.600 € (anno 2006-2007)	19.948 € (anno 2006-2007)
Finanziamenti	La Comunità Montana ha realizzato l'impianto e lo gestisce attraverso incarico ad una Cooperativa locale	
Cotenza Caldaia	300 kW	400 kW
Marca della caldaia	KOB	KOB
Combustibile	Cippato di legna	Cippato di legna
Consumo annuale di combustibile	580 mst nel 2005-06 260 mst nel 2006-07	1040 mst nel 2005 - 06 555 nel 2006-07
Prezzo del combustibile	20 €/mst	20 €/mst
Utilizzo energia prodotta	Riscaldamento di 13.800 m ³	Riscaldamento di 19.000 m ³
Inizio operatività dell'impianto	2002	2002

Azienda Agricola Rigoni di Sandrigo

Azienda/Proprietà	Azienda agricola Rigoni di Sandrigo (VI)
Costo totale dell'investimento (infrastrutture, caldaia...)	23.500 €
Finanziamenti	Non definito
Potenza Caldaia	75 kW;
Combustibile	Legname vergine in pezzi da gestione siepi
Consumo annuale di combustibile	27 t
Prezzo del combustibile	65 €/t (legna autoprodotta)
Utilizzo energia prodotta	Riscaldamento di 2.450 m ³
Potenza elettrica per il funzionamento	Non definita
Inizio operatività dell'impianto	2004

Impianti in progetto in provincia di Vicenza

Località Turcio – Comune di Asiago (progetto Demetra)

In località Turcio nel Comune di Asiago stanno procedendo i lavori per la realizzazione dell'impianto a biomasse. L'impianto, una volta terminato, produrrà energia termica ed elettrica bruciando cascami di segheria e scarti di legname cippato. I primi a beneficiare del teleriscaldamento saranno le utenze pubbliche come l'ospedale civile, le scuole superiori, la casa di riposo ed il municipio. Successivamente è previsto l'allacciamento di utenze private che ne facciano richiesta. L'impianto che si sta realizzando in località Turcio è un progetto provinciale che prende forma all'inizio del 2000; prevede una segheria di legname e una centrale a biomasse per la produzione di calore e di energia elettrica. La segheria sarà costruita da una società privata formata da due imprese altopianesi che operano nel settore della lavorazione del legno, mentre la centrale a biomasse sarà costruita da una società pubblica suddivisa tra Provincia (95% delle quote) e Comune di Asiago.

Comune di Rosà

In Comune di Rosà è in progetto la realizzazione di un impianto di cogenerazione e teleriscaldamento a biomassa legnosa. La produzione della materia prima, che servirà per alimentarlo, sarà locale; in particolare verranno promosse le colture arboree da biomassa (SRF) usufruendo dei contributi regionali e comunitari previsti dal nuovo Piano di Sviluppo Rurale. Il progetto presenterà le seguenti caratteristiche:

- allacciamento di 15 utenze;
- lunghezza della rete di teleriscaldamento: 1.680 metri;
- potenza termica da installare: 2.950 kW (2 caldaie);
- fabbisogno annuo stimato di biomassa: 1.155 tonnellate di cippato di legno;
- costi: € 1.576.857,75.- IVA e oneri inclusi;
- contributi pubblici a fondo perduto: € 205.000,00. per costruzione del primo stralcio; € 441.037,00 per costruzione del secondo stralcio. La rimanente spesa sarà sostenuta dalla società pubblica Vi.energia.

Comune di Posina

In Comune di Posina è in progetto la realizzazione di una centrale di teleriscaldamento e cogenerazione a biomassa legnosa.

Comune di Isola Vicentina.

In Comune di Isola vicentina si sta avviando lo studio di progettazione un impianto di teleriscaldamento a biomassa da segheria.

Comune di Arsiero

In Comune di Arsiero è in progetto la realizzazione di un impianto di teleriscaldamento a biomassa e recupero di calore.

Provincia di Venezia

Comune di Meolo – Impianti sportivi e scuole

Azienda/Proprietà	Comune di Meolo (VE)
Potenza Caldaia	540 kW: per ognuna delle due caldaie
Marca della caldaia	Non definito
Combustibile	Pellet di legna
Consumo annuale di combustibile	200 t
Prezzo del combustibile	Non definito
Utilizzo energia prodotta	Riscaldamento scuole ed impianti sportivi
Potenza elettrica per il funzionamento	Non definito
Inizio operatività dell'impianto	2004

Provincia di Belluno

Impianto termoelettrico a biomassa di Ospitale di Cadore

Azienda/Proprietà	SICET S.r.l.
Marca della caldaia	Austrian Energy (ditta costruttrice)
Combustibile	Legno vergine
Consumo annuale di combustibile	180.000 t
Prezzo del combustibile	2,5-4,2 €/q
Produzione annua di energia	125.000.000 kWh netti
Utilizzo energia prodotta	Energia ceduta alla rete GSE
Potenza elettrica per il funzionamento	18.000.000 kW (autoconsumi elettrici dell'impianto)
Inizio operatività dell'impianto	1999

Impianto termoelettrico a biomassa di Castellavazzo

Azienda/Proprietà	Sistemi di Energia S.p.A - Milano
Combustibile	Legno vergine, scarti di legno, cippato, manutenzione del verde
Consumo annuale di combustibile	60.000 t
Prezzo del combustibile	10-47 €/t
Produzione annua di energia	33.500.000 kWh netti
Utilizzo energia prodotta	Energia ceduta alla rete ENEL
Potenza elettrica per il funzionamento	700 kWh, di cui il 50% per l'impianto ed il rimanente per la cippatura, trasporto ed estrazione del cippato
Inizio operatività dell'impianto	1999

Piscine comunali di Pedavena

Azienda/Proprietà	Comune di Pedavena (BL)
Potenza Caldaia	1121 kW _t (540+291+290 per le tre caldaie installate)
Combustibile	Cippato di legna
Consumo annuale di combustibile	180 t
Prezzo del combustibile	Non definito
Utilizzo energia prodotta	Riscaldamento impianti sportivi
Potenza elettrica per il funzionamento	Non definito
Inizio operatività dell'impianto	2004

Edificio artigianale per la lavorazione del legno - comune di Comelico Superiore (BL)

Azienda/Proprietà	Privato – azienda lavor. legno
Potenza Caldaia	348 kW _t
Combustibile	Scarto legnoso
Consumo annuale di combustibile	Non definito
Prezzo del combustibile	Non definito
Utilizzo energia prodotta	Riscaldamento attività ed edifici privati
Inizio operatività dell'impianto	2004

Altri impianti a biomassa attivi in regione Veneto

La tabella seguente riassume i dati essenziali di altri impianti attivi in regione e per i quali non sia stato possibile ottenere descrizioni più analitiche.

Azienda	Località	Edificio riscaldato	Potenza installata caldaia	Biomassa utilizzata	Quantità di biom. annua utilizzata
Crespano Parchetti	Crespano del Grappa	fabbrica	2,3 MW	segatura	5.000 mc
Panto	S. Biagio di Callalta	fabbrica	4 MW	segatura	7.000 mc
Az. Agr. Pavarin	Rovigo	serra	2.3 MW	cippato	4.500 mc
Vivai dalle Rive	Vicenza	serra	700 kW	cippato	1.500 mc
Mobil Stella	Treviso	fabbrica	2,7 MW	segatura	5.500 mc
Barausse	Vicenza	fabbrica	1,2 MW	cippato	2.000 mc
Segheria Carlon Gino	Treviso	essiccatoi	2,7 MW	corteccia	3.500 mc
F.lli Bordin	Venezia	fabbrica	900 kW	segatura	1.000 mc
Az. Agrituristica Bettella	Limena (PD)	edifici rurali spaccio aziendale	55-65 kW	cippato autoprodotta	27,5 t
Az. Agr. Gargan	Levada – Piombino Dese (PD)	agriturismo fornitura di calore	45 kW	cippato autoprodotta	32,5 t
Distillerie Bonollo	Conselve (PD)	Energia utilizzata per il processo di distillazione	5900 kW	Biogas (5%) Scarti del processo di distillazione delle vinacce (90%)	20.000 t
Az. Agr. Biologica Ramina	Gazzole di Montegaldera (VI)	edifici rurali	20-30 kW	legna in pezzi	12,6 t
Teleriscaldamento comune di Lavagno	Verona	edifici privati	2,7 MW	cippato	3.500 mc
Telersisc. Scuole Kennedy	Monselice	scuole	1,8 MW	cippato	2.000 mc

Dati riassuntivi relativi agli impianti censiti

I dati espressi analiticamente nei precedenti paragrafi vengono ora riassunti in una serie di tabelle e grafici per facilitarne la lettura immediata.

Potenza installata per provincia

La tabella seguente riassume i dati relativi alla potenza installata negli impianti localizzati⁴ nelle singole province. Come si è detto in apertura, si tratta di un dato parziale, tuttavia esso fornisce un'idea dell'estensione del "fenomeno" e delle potenzialità di sviluppo future per la filiera biomassa – energia. La tabella comprende anche i due impianti di Castellavazzo e Ospitale di Cadore (BL), che presentano caratteristiche peculiari, come descritto nei rispettivi paragrafi. Per questo motivo non sono stati inclusi nel calcolo della potenza installata complessiva, ma solo nel conteggio degli impianti attivi.

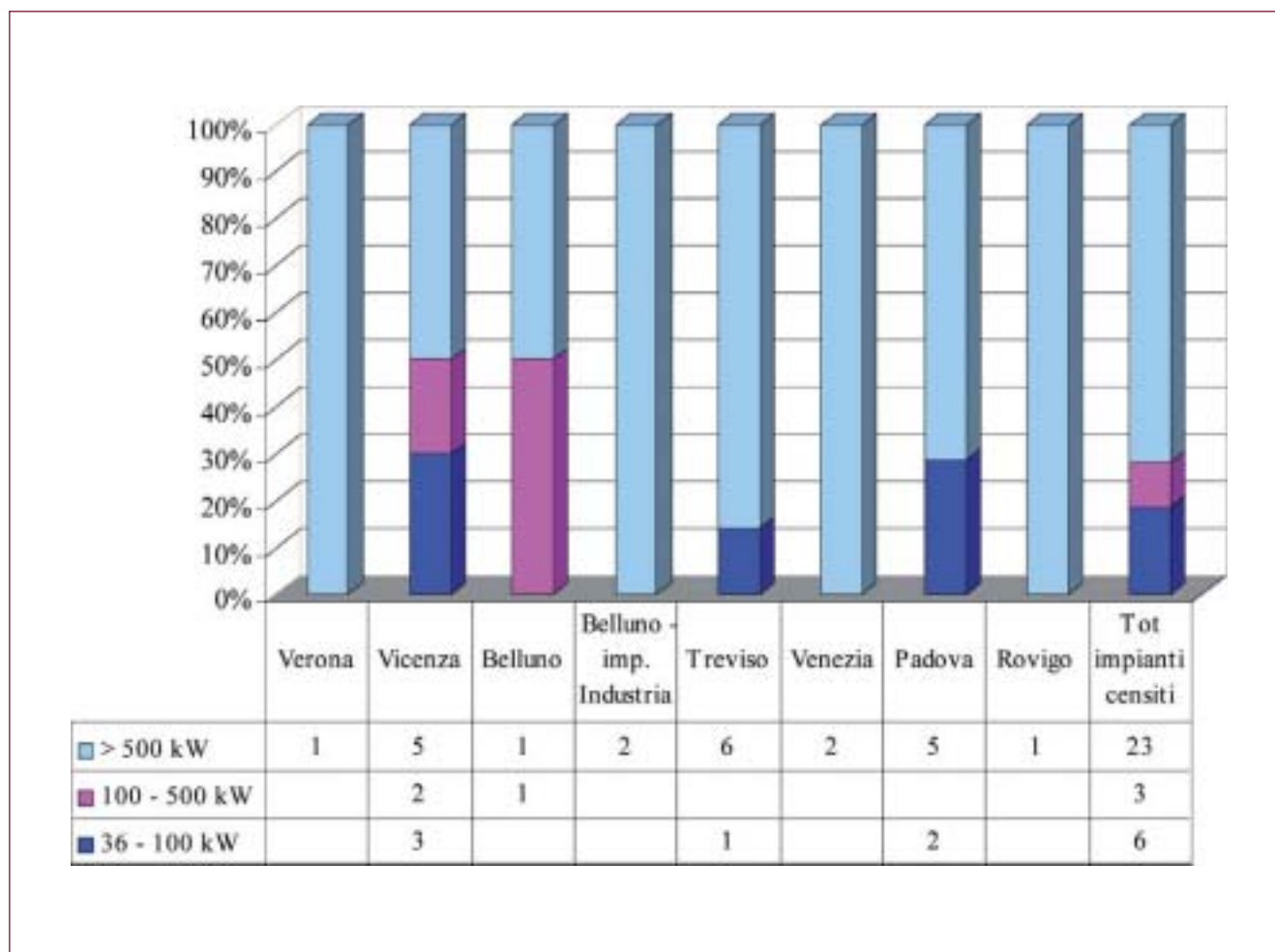
⁴ Per completezza di informazione sono stati richiamati anche gli impianti in progetto.

Tabella 1 – Impianti e potenza installata

PROVINCIA	potenza installata (kW)	numero impianti attivi	potenza media impianto (kW)	impianti in progetto
Verona	2.700	1	2.700	
Vicenza	4.435	10	443,5	6
Belluno	1.469	2	734,5	
Belluno – imp. industriali		2		
Treviso	15.139	7	2.163	
Venezia	1.980	2	990	
Padova	8.930	7	1.275	
Rovigo	2.300	1	2.300	1
Totale impianti censiti	36953	32	1154,78	

Il grafico seguente visualizza la ripartizione provinciale degli impianti, suddivisi per classe di potenza. Gli impianti industriali di Belluno sono stati trattati a parte rispetto agli altri per le ragioni già esposte.

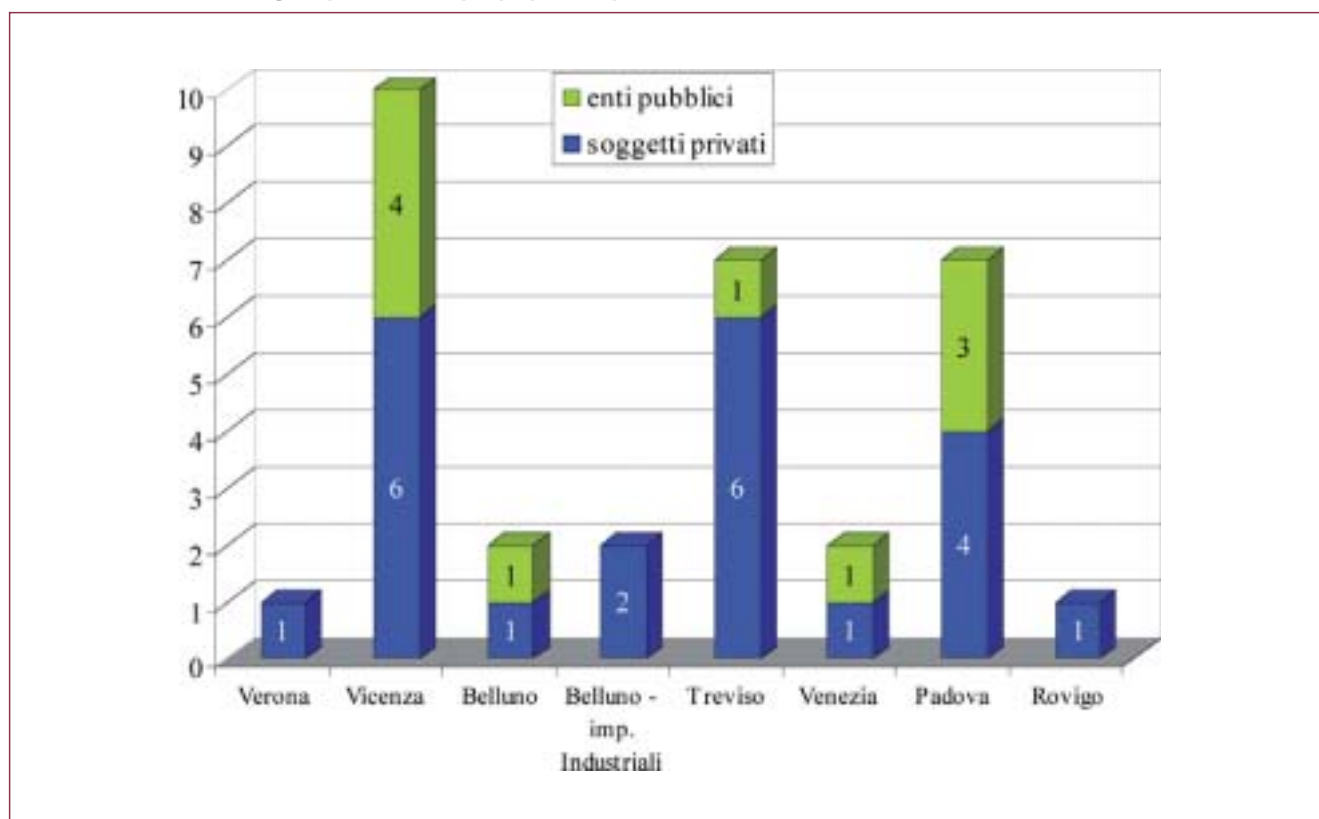
Grafico 1 - Suddivisione degli impianti censiti per provincia e per classe di potenza installata



Proprietà degli impianti

Gli impianti censiti sono prevalentemente installati da aziende o soggetti privati (68%); tuttavia nel corso dell'indagine si è rilevato che gli enti pubblici stanno imboccando la strada dell'utilizzo di energie rinnovabili per servire strutture e spazi di uso comune (sedi istituzionali, scuole, impianti sportivi, ecc.).

Grafico 2 – Suddivisione degli impianti censiti per proprietà e provincia



Biomassa utilizzata per la produzione di energia

Relativamente al combustibile impiegato negli impianti censiti, si evidenzia come la maggior parte sia costituita dal cippato di legna; la legna in ciocchi viene utilizzata negli impianti presenti in aziende agricole con produzione primaria o secondaria di legname.

La segatura viene utilizzata in quattro casi, in aziende della lavorazione del legno che dispongono di grandi quantitativi di questo materiale che, se non valorizzato per la produzione di energia, costituirebbe un costo a livello aziendale. Un caso particolare è costituito dalla distilleria in provincia di Padova, dove il biogas prodotto dagli scarti della distillazione viene combusto in associazione con le vinacce esauste per la produzione di energia.

I due impianti industriali della provincia di Belluno utilizzano materiale legnoso sia vergine che di scarto, cippato presso l'impianto o pronto all'uso (nel caso di residui derivanti da raccolta differenziata).

Tabella 2 – Suddivisione degli impianti secondo la biomassa utilizzata

PROVINCIA	Biomassa utilizzata			
	legna in ciocchi	cippato	pellet	altro
Verona		1		
Vicenza	3	7		
Belluno		2		
Belluno - imp. Industriali		2		
Treviso	1	3		3 (segatura)
Venezia			1	1 (segatura)
Padova		6		1 (vinacce esauste + biogas)
Rovigo	3			
Totale impianti censiti	4	22	1	5

CONCLUSIONI

La struttura territoriale del Veneto e la diffusa presenza di attività agricole permette di ipotizzare uno sviluppo consistente dell'utilizzo di caldaie a biomassa legnosa per la produzione di energia termica e/o elettrica. La mappatura degli impianti attivi in regione ha permesso di raccogliere una serie di informazioni fornite dai gestori degli impianti stessi o scaturite da osservazioni in campo che si possono sintetizzare schematicamente con una serie di requisiti o necessità, come segue:

presenza di un aggregato di costruzioni e/o attività che richiedano energia termica;

disponibilità di più fonti di approvvigionamento (residui della gestione dei boschi, residui colturali, colture ad hoc, scarti delle segherie, ecc...);

la distanza dalla fonte di approvvigionamento non deve essere eccessiva, in quanto il trasporto può influire anche notevolmente sul costo della materia prima;

presenza di un'area adeguata, vicina alle arterie di trasporto e ad una distanza conveniente dalle utenze, dove poter costruire l'impianto ed i magazzini di stoccaggio. Un unico impianto al posto di tante caldaie individuali può essere vantaggioso per molti aspetti.

Queste semplici considerazioni permettono di osservare come la filiera legno-energia debba essere non solo un fattore "culturale" di sensibilità ambientale nei confronti delle risorse naturali, ma soprattutto un obiettivo delle politiche di sviluppo del territorio.

Pur sapendo infatti che l'utilizzo delle biomasse a scopo energetico non può essere la soluzione della dipendenza da fonti fossili di energia, un razionale utilizzo può portare benefici al territorio in termini di risparmio economico ma anche di sviluppo di competenze e di nuove opportunità occupazionali sul territorio. Tale occupazione potrebbe essere la risposta alla depressione di alcune zone, con ricadute positive sugli ambienti montani (mantenimento dei boschi e dei versanti) e di pianura (sviluppo di attività sostenibili sia sotto l'aspetto economico che ambientale).

Indubbiamente per poter progettare un'efficace rete di produzione, raccolta e utilizzo della biomassa prodotta sul territorio regionale, sarà necessaria un'azione preventiva di coordinamento volta a valutare in modo puntuale la consistenza dei materiali disponibili e la loro localizzazione. In questo modo sarà possibile individuare i siti più idonei per la realizzazione di impianti ad alta efficienza e ad uso di un maggior numero di utenze.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Francescato V., a cura di (2006) *Riscaldamento con la legna in pezzi di Montecchio Precalcino*, in Alberi e Territorio, settembre 2006

Francescato V., a cura di (2006) – *Calore rinnovabile dal cippato per le scuole di Valli del Pasubio*, in Alberi e Territorio, settembre 2006

A.A.V.V., (2006) "Ecoenergia" Mensile di cultura energetica, ambientale e delle fonti rinnovabili, n.10

A.A.V.V., (2006), *Energia dalle biomasse. Le tecnologie, i vantaggi per i processi produttivi, i valori economici*, n.24/2006 a cura di Area Science Park

Pedrolli M., (2001), *Disponibilità e costi di raccolta delle biomasse per usi energetici*, Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste, Trento.

Zilli M., (2002), *Bosco ed energia*. Editori associati per la comunicazione, Milano.

Nati C., Fabbri P., Spinelli R. Nicoloso A., (2004), *Produzione integrata di legna da ardere e carbone*, in Alberi e Territorio, dicembre 2004.

Agostinetto L., (2004), *Creare impianti a pieno campo per la filiera legno energia*, in Alberi e Territorio, ottobre/novembre 2004.

A.A.V.V., (2006), *LA strada europea del legno-energia*. – Dossier in Alberi e Territorio, settembre 2006.

www.rinnovabili.it

www.enel.it

www.energoclub.it

www.itabia.it

www.sinanet.apat.it

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI UTILIZZATI NEL TESTO

a	anno
AIEL	Associazione Italiana Energie Agro-forestali
Assoverde	Associazione Italiana Costruttori del Verde
cfr.	confronta
CIP 6	Comitato Interministeriale dei Prezzi, provvedimento n.6 del 1992
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
CTI	Comitato Termotecnico Italiano
ENEA	Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente
ETRA	Energia Territorio Risorse Ambientali spa
es.	esempio
ha	ettaro
km	chilometro
kW	Kilowatt
INFC	Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio
Istat	Istituto Nazionale di Statistica
L.R.	Legge Regionale
msr	metro stero alla rinfusa
m ³	metro cubo
M m ³	Milioni di metri cubi
M	Contenuto idrico
MJ	megajoule
Mtep	milioni tonnellate petrolio equivalenti
MWt	Megawatt termici
MWe	Megawatt elettrici
Ns.	nostra/nostro
PCI	Potere Calorifero Inferiore
SESA	Società Estense Servizi Ambientali Spa
Sistar	Sistema Statistico Regionale della Regione del Veneto
SRF	<i>Short Rotation Forestry</i>
t	tonnellata
w	grado di umidità
€	Euro

La produzione di combustibili legnosi dalla selvicoltura urbana

AIEL Associazione Italiana Energie Agroforestali

PAROLE CHIAVE

Verde urbano, selvicoltura urbana, filiere legno-energia, combustibili legnosi, analisi tecnico-economica dei cantieri di utilizzazione

INTRODUZIONE

Nel presente rapporto, compreso nel Programma Nazionale Biocarburanti “Probio”, l’Unità Operativa AIEL, Associazione Italiana Energie Agroforestali, presenta i risultati di un’indagine volta ad approfondire la conoscenza sulle biomasse legnose di origine urbana potenzialmente destinate a usi energetici. Dopo aver affrontato il quadro normativo di riferimento, il lavoro si sofferma sull’analisi dei cantieri di meccanizzazione forestale applicati al verde urbano e sulla qualità dei combustibili legnosi da essi ritraibili. Successivamente, i dati tecnico-economici sono stati rielaborati al fine di avanzare alcune ipotesi di filiera.

Nella consapevolezza che le **filiere città-legno-energia** possono contribuire solo marginalmente alla mitigazione dei problemi ambientali e che il loro apporto nei bilanci energetici nazionali è quasi irrilevante¹, si ritiene di procedere con lo studio di tali filiere per le molteplici ricadute positive che queste possono attivare:

- stimolare una revisione razionale nella gestione del verde urbano;
- valorizzare le biomasse legnose;
- differenziare le attività economiche delle imprese di gestione del verde urbano;
- portare a una riduzione dei costi dei cantieri di potatura e abbattimento;
- avviare una campagna di comunicazione ambientale rivolta alla cittadinanza sui temi delle energie rinnovabili.

1. INQUADRAMENTO NORMATIVO NAZIONALE E REGIONALE

La normativa che a vario titolo interessa il verde urbano e la gestione dei residui della manutenzione dello stesso si presenta complessa e frammentata. Se per la parte generale dell’argomento bisogna fare riferimento alla normativa urbanistica, per quanto concerne gli aspetti definitivi e gestionali dei residui legnosi bisogna rifarsi alle norme dell’ordinamento comunitario, nazionale e locale, concernenti la biomassa e i rifiuti. La possibilità di valorizzare energeticamente le biomasse implica un approfondimento anche del blocco normativo sui combustibili.

1.1 La gestione del verde urbano

Gli aspetti relativi alla progettazione e alla manutenzione del verde urbano sono affrontati dal legislatore generalmente in maniera marginale; scarseggiano le indicazioni di tipo tecnico agronomico e mancano i riferimenti per la valorizzazione economica o energetica dei residui legnosi. Le disposizioni applicabili ai parchi pubblici urbani e ai giardini privati sono definite dalle norme tecniche di attuazione dei piani regolatori generali e dagli altri strumenti urbanistici attuativi, nonché dai regolamenti edilizi.

¹ L’Italia utilizza solo una parte dell’incremento corrente prodotto annualmente dai suoi boschi.

In Veneto, quei comuni che intendono migliorare le condizioni del verde urbano possono adottare due strumenti normativi: quello degli **atti finalizzati alla gestione programmata del verde** e **l'adozione di piani per il verde**. Il primo è diffuso nei comuni minori e prevede di coordinare le funzioni amministrative nella gestione del patrimonio del verde, il secondo lo ritroviamo comunemente applicato nei capoluogo di provincia e tale strumento ha l'obiettivo di individuare le aree da destinare a verde attrezzato o ricreativo e a regolamentarne la gestione, l'utilizzo e la destinazione funzionale. Tuttavia, in assenza di un quadro legislativo che conferisca a tali strumenti un'autonomia giuridica e funzionale, questi si rivelano dei documenti di indirizzo mescolati fra gli ordinari strumenti urbanistici.

Per quanto riguarda la gestione del verde stradale, ci sono tre testi di riferimento: il DPCM n.377/88 "Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale", il DPCM del 27.12.1988 "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità", che si riferisce alle grandi vie di comunicazione e il "Codice della strada" DPR 495/92 del 16.12.1992 che regola la viabilità ordinaria. Altre norme che interessano la gestione del verde urbano sono quelle in materia fitosanitaria e lotta obbligatoria al cancro colorato del platano, Decreto del Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste (DM 3.9.1987).

1.2 La definizione di biomassa legnosa

Nell'ordinamento italiano, recentemente è stato approvato il **Decreto Legislativo Unico in materia ambientale (DLGS 152/2006)** che ha accorpato numerose norme in materia di rifiuti e combustibili. I rifiuti vengono catalogati e classificati assieme alla loro provenienza e destinazione (recupero di materia e recupero di energia) nel rispetto della normativa europea. I combustibili sono disciplinati in base alle loro caratteristiche merceologiche, energetiche e alle particolarità tecniche degli impianti di combustione. Lo stesso decreto è stato oggetto di un recente aggiornamento, entrato in vigore il 18 febbraio 2008 (Decreto Legislativo 4/2008).

Il secondo riferimento normativo fondamentale per l'inquadramento delle biomasse nell'ordinamento italiano riguarda il **Decreto Legislativo 387/2003** di attuazione della Direttiva 2001/77/CE, il quale ha incluso la biomassa fra le fonti energetiche rinnovabili.

Il testo definisce la biomassa come "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."

2. APPROCCIO METODOLOGICO, AREA DI INDAGINE E INTERLOCUTORI COINVOLTI

Il metodo di indagine adottato si basa sulla **selvicoltura urbana** perché questa consente di pianificare, nel medio periodo, la gestione del patrimonio arboreo della città, inquadrandola nella progettazione di un suo assetto futuro, rispondente il più possibile alle multiformi esigenze e aspettative della cittadinanza di oggi e del futuro.

Tale disciplina scientifica che si ispira all'ecologia, ha due principi fondamentali: la città è un ecosistema e come tale va gestita seguendo le regole ecologiche e il patrimonio arboreo può essere assestato, cioè pianificato secondo i pregi, le funzioni, i prodotti e i sottoprodotti che sono propri delle diverse tipologie di verde. A questo modo di intendere la pianificazione del verde urbano si legano i concetti di fruibilità, manutenzione e gestione.

I dati quantitativi riguardanti la biomassa legnosa provengono dalla banca dati di Arpa Veneto, mentre l'area di indagine adottata è quella della provincia di Padova.

Deve essere sottolineato come la raccolta e la elaborazione dei dati abbiano presentato alcune difficoltà. La non piena corrispondenza tra le fonti consultate e la scarsa trasparenza del mercato dei combustibili legnosi hanno influito negativamente sulla raccolta dei dati, sulle quantità e sui costi delle biomasse legnose.

Gli interlocutori coinvolti sono stati i tecnici del verde urbano di alcuni comuni, le aziende speciali che gestiscono gli impianti di compostaggio, i tecnici ARPA Veneto (settore compostaggio) e alcuni imprenditori che operano nel settore della manutenzione del verde urbano nel padovano.

Va precisato che fra i compiti istituzionali dei tecnici comunali che si occupano di verde urbano non compaiono direttamente la produzione di combustibili legnosi dal patrimonio arboreo della città, nè tanto meno la gestione diretta di impianti termici. L'unico contributo che il personale tecnico potrebbe prestare alla realizzazione delle filiere legno energia in città consiste nell'organizzare campagne informative sull'uso del legno come risorsa energetica rinnovabile.

3. CONOSCENZA DEL PATRIMONIO ESISTENTE

3.1 Aspetti quantitativi

Secondo i dati raccolti da Arpa Veneto nel 2006 la frazione verde dei rifiuti urbani (sfalci e potature) è stata pari a **51.622 t** (Tabella 1). È significativo notare che il trend è in crescita nel periodo considerato e che questo è attribuibile ad un aumento delle superfici a verde e ad un miglioramento della raccolta dei rifiuti.

Dalle rilevazioni compiute presso gli impianti di compostaggio, risulta che l'apporto dei privati in peso varia dal 5 al 10 %, mentre la quota rimanente proviene dal verde pubblico e dalle manutenzione delle sponde e degli argini fluviali.

Se rapportiamo i dati del 2006 con il numero degli abitanti della provincia di Padova (897.676), si evince che ogni abitante ha prodotto in un anno circa 57 Kg. Ma se osserviamo la tabella 2, che riporta alcuni dati dei comuni padovani, notiamo che non c'è una relazione precisa fra il numero di abitanti e la quantità di biomassa prodotta.

Tabella 1 – La frazione verde dei rifiuti urbani in provincia di Padova (t)

Bacino	2003	2004	2005	2006
PD1	11.398	13.540	12.955	12.964
PD2	13.585	17.202	17.713	17.397
PD3	8.185	10.413	11.336	11.417
PD4	6.050	7.490	8.129	9.483
TOTALE	39.218	48.647	50.132	51.622

Fonte: Arpa Veneto

Tabella 2 – Produzione della frazione del verde di alcuni comuni del padovano

Comune	Abitanti	t
Padova	210.301	3.868,63
Cittadella	19.800	1.243,72
Cadoneghe	15.547	759,11
Noventa Padovana	9.705	1.119,39
Saccolongo	4.654	341,42
Pozzonovo	3.631	366,15

Fonte: Arpa Veneto

Confrontando i dati con quelli delle altre province venete (tabella 3) emerge che la provincia di Padova è quella che conferisce agli impianti di compostaggio la maggiore quantità di biomasse legnose.

Tabella 3 – La frazione del verde dei rifiuti urbani in Veneto divisa per provincia (2006, t)

Bacino	t	%
Belluno	599	0,25
Padova	51.622	21,82
Rovigo	23.557	9,95
Treviso	42.722	18,06
Venezia	49.013	20,72
Vicenza	32.256	13,63
Verona	36.724	15,52
TOTALE	236.492	100

Fonte: Arpa Veneto

Consultando i registri delle aziende che gestiscono i rifiuti vegetali dei comuni è stato possibile dividere la frazione legnosa da quella erbacea; i dati sono raccolti in tabella 4. I residui delle potature si concentrano soprattutto in inverno, quando le imprese non sono impegnate con le operazioni di taglio dell'erba.

Tabella 4 – Differenza frazione erbacea da quella legnosa bacino 1 e 2 Padova

	t	%
Residui erbacei (aprile – ottobre)	18.000	73 %
Residui legnosi (novembre – marzo)	6.500	26 %

Fonte: ETRA

Generalizzando le percentuali per il restante territorio provinciale e acquisendo un dato prudenziale, risulta che la componente utile per le filiere legno-energia è pari al 25% del totale della frazione verde. Ciò significa che nel 2006 le biomasse legnose utilizzabili per produrre combustibili legnosi in provincia di Padova sono state circa **13.000 t/anno** e in Veneto sono state circa 60.000 t/anno.

Nonostante l'offerta potenziale di biomasse abbia un certo interesse energetico bisogna sottolineare che questa non è immediatamente valorizzabile in termini energetici, a causa dei molteplici **vincoli strutturali presenti nella gestione del verde urbano** che possono così essere sintetizzati:

- la raccolta è indifferenziata fra residui erbacei e legnosi;
- in città è più difficile allestire piattaforme di produzione del cippato;
- mancano politiche volte a valorizzare i residui legnosi;
- c'è una scarsa conoscenza del sapere tecnico legato alle filiere legno-energia.

3.2 Aspetti qualitativi

Dai residui legnosi del verde urbano è possibile ricavare due tipi di combustibili, che a seconda della loro origine e del loro impiego si distinguono in: legna a pezzi e cippato.

La legna a pezzi (o tal quale): si ottiene dalle utilizzazioni di alberi o rami aventi diametri superiori ai 15 cm. Si tratta di un combustibile tradizionale che trova largo utilizzo negli impianti termici domestici di piccola taglia e nei forni a legna per la ristorazione. Le specie a legno tenero o leggero come pioppi, salici, tiglio non sono adatte a produrre questo tipo di combustibile.

Il cippato è legno ridotto in scaglie lunghe dai 3 ai 10 cm. La materia prima può provenire dalle potature e dagli abbattimenti del verde urbano. Il cippato viene utilizzato prevalentemente nelle centrali di media e grande scala e nell'industria dei pannelli e della pasta da cellulosa. Tale combustibile è quello che si presta meglio a essere prodotto dalla manutenzione del verde urbano. La resa energetica del combustibile non varia a seconda della specie e della pezzatura del residuo legnoso. I residui di conifere ricche di resine e aghi possono dare qualche problema ai processi di cippatura.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche energetiche dei combustibili legnosi. Il potere calorifico di una sostanza combustibile esprime la quantità di energia che può essere ricavata dalla combustione completa di un'unità di peso e questa dipende dal contenuto idrico, come evidenzia la tabella 5. Parte dell'energia liberata nel processo di combustione è infatti assorbita dall'evaporazione dell'acqua e quindi non è disponibile per l'uso termico desiderato.

Tabella 5 – Potere calorifico del legno in relazione al contenuto idrico (w)

Stato del legno	W (%)	Potere calorifico inferiore ²
Fresco di taglio	50-60	2,0 kWh/kg = 7,2 MJ/kg
Una stagione estiva	25-35	3,4 kWh/kg = 12,2 MJ/kg
Più stagioni estive	15-25	4,0 kWh/kg = 14,4 MJ/kg

Fonte: AIEL

² Nel potere calorifero inferiore l'acqua liberata è considerata allo stato di vapore, ovvero per il calcolo del potere calorifico è stata sottratta l'energia termica necessaria all'evaporazione dell'acqua.

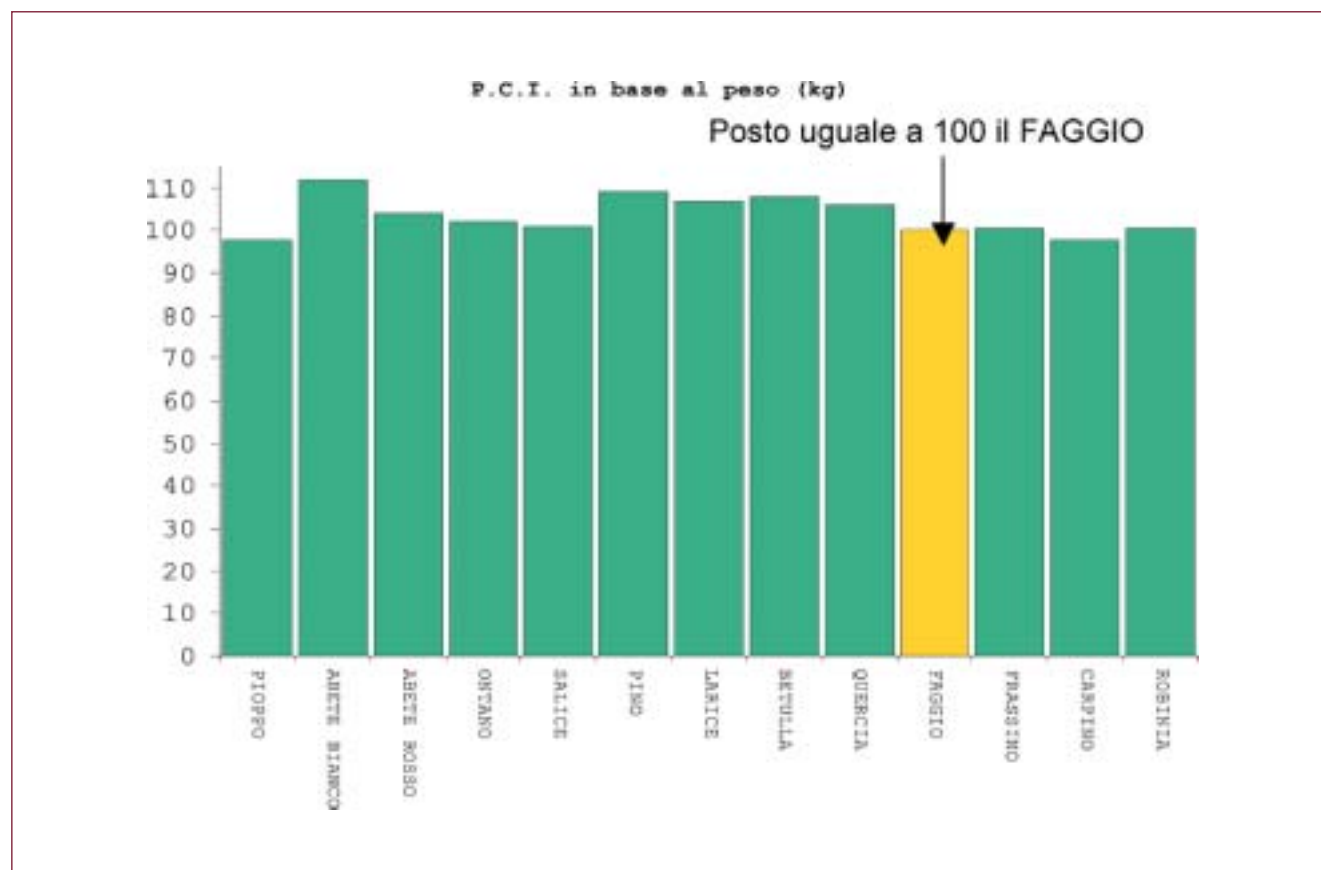
La tabella 6 riporta i parametri energetici del cippato. È risaputo che questi a parità di grado di umidità, non dipendono tanto dalla specie arborea di provenienza quanto dal peso del legno (figura 1). La ramaglia fine che proviene dai cantieri di potatura del verde urbano è ricca in corteccia; questa caratteristica tende a ridurre la qualità del combustibile dal momento che in camera di combustione può portare ad un aumento delle percentuale di ceneri.

Tabella 6 – Parametri energetici indicativi del cippato

	Unità di misura	Valori
Massa sterica	Kg/msr	220-350
Umidità	%	30
Potere calorifico inferiore	kWh/kg	3-3.6
Densità energetica	kWh/msr	935-1487
Ceneri	% (in peso)	0,2-0,5

Fonte: AIEL

Figura 1 – Potere calorifico del legno in relazione al peso delle diverse specie



Fonte: AIEL

Dalla tabella 7 si evince che tendenzialmente il legno di latifoglie ha un potere calorifico allo stato anidro leggermente inferiore a quello delle conifere. Jonas e Hartman indicano un solo valore valido sia per le conifere che per le latifoglie rispettivamente 18,9 MJ/kg e 18,5 MJ/kg.

Tabella 7 – Poteri calorifici inferiori al contenuto idrico (w) 13%

Specie arborea	Contenuto energetico kWh/kg
Faggio	4,0
Pioppo, Acero, Robinia Olmo	4,1
Frassino, quercia	4,2
Larice	4,3
Pino, Douglasia	4,4
Picea, Abete	4,5

Fonte: HOLZ

4. ANALISI DEI CANTIERI DI MANUTENZIONE DEL VERDE URBANO

La **produzione di combustibili legnosi dal verde urbano** dipende dalle caratteristiche peculiari e dalle funzioni specifiche delle diverse tipologie di aree verdi e dalla possibilità di allestire cantieri di abbattimento e potatura economicamente efficienti. Nell’ottica di una gestione razionale del patrimonio arboreo, non tutte le categorie di verde urbano rivestono un interesse per la produzione di combustibili legnosi. Per quanto riguarda il verde storico, il verde ricreativo e quello ornamentale o di arredo, gli interventi sulla componente arborea sono minimali e mirano alla sostituzione di piante morte o pericolanti. In questi casi, nonostante sia possibile ricavare residui legnosi di qualità, non è conveniente attrezzare cantieri di utilizzazione orientati alla produzione di cippato.

Le aree verdi maggiormente interessanti per le filiere legno-energia sono **il verde stradale**, costituito dalle alberature, dagli spartitraffico ed altre sistemazioni viarie e **il verde ambientale**, costituito da aree gestite in maniera estensiva, comprendenti le aste dei fiumi e canali, gli spazi agrari e i boschi periurbani. La tabella 8 riassume le principali tipologie di verde ambientale e riporta i quantitativi di biomasse che si possono ricavare attraverso i regolari interventi di diradamento e di utilizzazione.

Tabella 8 – Principali fonti di combustibili legnosi nelle diverse formazioni forestali che formano il verde ambientale e stima della loro produzione annua (t/ha) nel contesto della pianura veneta

Fonte di legno-energia	Bosco ad alto fusto	Bosco ceduo	Banda boscata	Area verde
Diradamenti	1,8-3		–	0,5-0,8
Potatura della chioma			–	0,10-0,15
Utilizzazione forestale		10	20-25	

Fonte: AIEL

Anche i filari alberati possono produrre interessanti quantitativi di legna, questi infatti sono soggetti a potature regolari e a sostituzioni programmate. Il piano del verde della città prevede che ciascun individuo venga potato, a partire dal ventesimo anno di vita della pianta, una volta ogni cinque anni e che ad ogni intervento venga asportato circa il 25% della massa blastometrica³. La tabella 9 consente di stimare la produttività di una singola pianta e di un viale alberato. Nel primo caso per una pianta che raggiunge il turno tecnico a 60 anni possiamo affermare che questa produce 1,1 t di legna (192 kg dalle potature e 910 kg dall’abbattimento). Nel secondo caso da un viale monofilare di alberi di 50 anni messi a dimora con un sesto di impianto di 12 metri lungo la fila è possibile ricavare circa 300 kg/100 m lineari di legna secca attraverso le ordinarie operazioni di potatura.

³ La massa di legno dei rami di un albero

Tabella 9 – Sviluppo della massa dendrometrica di un albero al variare dell'età e relativa produzione di legna asportata con le potature

Età della pianta	25	30	35	40	45	50	55	60
Massa dendrometrica ⁴ m ³	0,30	0,40	0,55	0,65	0,80	0,90	1,15	1,40
Massa dendrometrica ⁵ kg (u 15%)	195	260	357,50	422	520	585	747,50	910
Massa blastometrica ⁶ kg (u 15%)	48,75	65	89,37	105	130	146,25	186,87	227,50
Massa prodotta con le potature ⁷ kg (u15%)	12,18	16,25	22,34	26,37	32,50	36,56	46,71	56,87

Fonte: ns. elaborazione

4.1 L'utilizzo dei residui legnosi

L'attuale sistema di **smaltimento dei residui legnosi** prevede che questi vengano conferiti presso gli impianti di compostaggio. Le imprese di manutenzione del verde si occupano della raccolta e del conferimento dei residui legnosi che viene utilizzato per dare struttura al compost. Questo sistema risulta essere gravoso per le imprese che devono sostenere dei costi per lo smaltimento dei residui del verde, circa 40 €/t. In questo processo fanno eccezione i topi di legno di grande diametro che servono per la produzione di biofiltri da utilizzare negli impianti di aerazione, che vengono acquistati ad un prezzo di 20 €/t.

Per questa ragione le imprese del verde cercano forme alternative di smaltimento della componente legnosa. Dalle interviste compiute nel corso della ricerca è emerso che la parte più pesante dei residui legnosi viene riutilizzata in vari modi:

- autoconsumo da parte delle imprese di manutenzione del verde;
- distribuzione gratuita ai cittadini nei pressi dei cantieri;
- vendita legna a pezzi per quelle imprese che si sono dotate di macchine taglia spacca;
- produzione di cippato per le filiere del pannello;
- smaltimento in agricoltura.

Al fine di valutare la convenienza economica si sono confrontate le analisi tecno-economiche delle possibili filiere che utilizzano i residui legnosi provenienti dal verde urbano. La tabella 10 riporta otto tipi di filiera, descritte di seguito in maniera schematica:

1 la filiera del compost: il materiale raccolto nel cantiere viene portato direttamente all'impianto di compostaggio che separa e lavora il materiale grezzo. Gli unici ricavi di questa filiera si riferiscono al contributo pubblico per lo smaltimento che è di circa 14 €/t sostanza fresca. I dati si riferiscono al materiale fresco contenuto idrico (w 50%).

2-3 le filiere del pannello: il materiale raccolto fresco viene cippato e portato tal quale alle industrie del pannello che ritirano il materiale pagando il materiale con prezzi che oscillano a seconda del mercato dai 15 ai 30 €/t (anno 2007). Nelle nostre simulazioni abbiamo considerato un valore medio annuo di 22 €/t. Le filiere differiscono dal grado di meccanizzazione adottata per cippare il materiale, la filiera 2 considera una cippatrice con gru azionata da un operatore e da una trattrice da 170 cv (produttività 10 t/h); la filiera 3 utilizza una piccola cippatrice azionata da due operatori e da un trattore da 100 cv (produttività 1,5 t/h). Tra i contributi abbiamo inserito anche quello pubblico per lo smaltimento del materiale fresco che, non essendo destinato all'impianto di compostaggio, si aggira attorno a 7 €/t sostanza fresca.

⁴ La massa di legno della parte epigea dell'albero (fusto e rami) fonte dei dati Hellrigl 1973 e AAVV 2002.

⁵ I dati si riferiscono al legname secco con contenuto di umidità pari al 15%, si è considerato un dato medio di 650 kg/m³ fonte dei dati Giordano.

⁶ La massa di legno dei rami di un albero, si considera un 25% della massa dendrometrica

⁷ La produzione di legna secca ottenuta dalle potature considerando un taglio pari al 25% della massa blastometrica

4-5 le filiere del cippato destinato ad impianti termici < 1 MW: (impianti domestici, minireti di teleriscaldamento). Come nel caso precedente, la differenza fra i cantieri 4 e 5 consiste nel grado di meccanizzazione, mentre le altre voci comprendono, la separazione del materiale in azienda (operazione svolta da un operatore e da una trattatrice dotata di gru e pinza idraulica) per omogeneizzare il cippato prodotto e il trasporto del cippato stagionato dal deposito del cippato alla bocca della caldaia stimato 10 €/t entro un raggio di 100 km. I ricavi comprendono il contributo pubblico e la vendita del cippato. Per calcolare quest'ultimo dato abbiamo applicato i prezzi maggiormente diffusi nel nord Italia deprezzandoli di un 30% per la perdita di peso del cippato da fresco a stagionato (w:30%).

6-7 le filiere del cippato destinato ad impianti termici > 1 MW: (grandi impianti di cogenerazione di energia termica ed elettrica presenti nel nord Italia). Anche in questo caso la differenza tra i due cantieri consiste nel grado di meccanizzazione, mentre rispetto alle filiere 4 -5, queste spuntano un prezzo di vendita inferiore e in linea con i mercati nazionali.

8 la filiera della legna da ardere: per organizzare la filiera della legna da ardere occorre dotarsi di una macchina taglia spacca. Il materiale grezzo deve essere separato e solo la parte legnosa dei rami e dei fusti medio-piccoli può essere destinato alla produzione di questo tipo di combustibile. I conti economici delle operazioni di taglio si riferiscono ad un cantiere composto da un operatore che utilizza una macchina spacca-legna azionata da una trattatrice con alimentazione manuale (due operatori per una produttività di 1 t/h). Il ricavo tiene conto del contributo pubblico e del prezzo della legna da ardere che per una pezzatura omogenea e stagionata oscilla 110 a 130 €/t. Il prezzo considerato in tabella è stato deprezzato del 30 % per considerare la perdita di peso della stagionatura del prodotto.

La reale possibilità di valorizzare energeticamente gli scarti provenienti dal verde urbano richiede un'analisi tecnico-operativa dei cantieri di utilizzazione. Questo tipo di considerazioni sono state raccolte nella tabella 11 come punti di forza e punti di debolezza.

Tabella 10 – Analisi economica delle possibili utilizzazioni di una tonnellata di legna di residui del verde urbano

Filiera		Costi €/t				Ricavi €/t		Ricavi – Costi €/t
n.	tipo	separazione e stoccaggio	lavorazione legno (cippatura, taglio e spacco)	trasporto materiale all'impianto finale	impianto di compostaggio	contributo pubblico	vendita	
1	Filiera del compost	–	–	7,40	38	14	–	-31,4
2	Filiera del pannello	–	6,40	10	–	7	22	12,60
3	Filiera del pannello	–	30,30	10	–	7	22	-11
4	Filiera del cippato (< 1 MW)	4	6,40	10	–	7	49	35,60
5	Filiera del cippato (< 1 MW)	4	30,30	10	–	7	49	11,70
6	Filiera del cippato (>1 MW)	4	6,40	10	–	7	35	25
7	Filiera del cippato (>1 MW)	4	30,30	10	–	7	35	1,70
8	Filiera della legna a pezzi	4	44	10	–	7	84	33

Fonte: ns. elaborazione

Tabella 11 – Punti di forza e punti di debolezza delle possibili utilizzazioni dei residui del verde urbano

Filiere	Punti di forza	Punti di debolezza
1 Filiera del compost	Minor apporto di lavorazioni secondarie Smaltimento totale dei residui legnosi	Costi di smaltimento residui
2-3 Filiera del pannello	Smaltimento totale dei residui Vendita del cippato fresco Logistica semplice per la cippatura e il trasporto del cippato	Redditività legata al grado di meccanizzazione Redditività legata al mercato del cippato per i pannelli Scarsità e lontananza delle industrie dei pannelli
4-5 Filiera del cippato (< 1 MW)	Buona redditività Possibilità di stipulare contratti di fornitura e di vendita calore Diffusione e vicinanza degli impianti termici a cippato	Redditività legata al grado di meccanizzazione Logistica complicata a causa dei processi di stagionatura del cippato Produzione di scarti di lavorazione (ramaglie troppo fini e scarti di aghifoglie)
6-7 Filiera del cippato (>1 MW)	Possibilità di vendere cippato fresco e non omogeneo	Redditività legata al grado di meccanizzazione Produzione di scarti di lavorazione (ramaglie troppo fini e scarti di aghifoglie) Redditività legata al mercato del cippato Scarsità e lontananza degli impianti
8 Filiera della legna a pezzi	Buona redditività Largo utilizzo del combustibile	Redditività legata al grado di meccanizzazione Produzione abbondante di scarti di lavorazione Logistica complicata a causa dei processi di stagionatura

Fonte: ns. elaborazione

5. PROPOSTE DI FILIERA CITTÀ-LEGNO-ENERGIA

Di seguito proponiamo due modelli di filiera che si possono realizzare in Veneto, a patto che si verifichino queste condizioni favorevoli:

- integrazione e cooperazione tra i diversi attori che operano nella gestione del verde urbano;
- diffusione delle tecnologie in grado di produrre e sfruttare i combustibili legnosi;
- definizione di mprme tecniche finalizzate all'impiego energetico delle biomasse legnose.

5.1 Il modello della fornitura combustibile

Il primo modello proposto è quello di un'azienda che opera nel verde urbano e che si propone di produrre e conferire combustibili legnosi ottenuti dalla lavorazione dei residui legnosi.

Allo stato attuale, se da un lato l'aumento della domanda dei combustibili alternativi ha scosso i mercati della legna da ardere e del cippato; dall'altro, gli stessi risultano poco trasparenti e non offrono garanzie certe agli operatori economici, a causa dei ritardi da parte del settore pubblico nella creazione di osservatori di mercato e di sistemi di monitoraggio dei prezzi e delle regole di classificazione dei prodotti.

Da una recente indagine condotta da AIEL nelle principali piazze del Nord Italia si evince che i prezzi del cippato (tabella 12) variano notevolmente in funzione del settore energetico che richiede il prodotto e della provenienza della materia prima, mentre quelli della legna a pezzi (tabella 13) variano a seconda della tipologia di assortimento.

Tabella 12 – Prezzi indicativi del cippato rilevati in alcune piazze del Nord Italia

Settore energetico	Prezzo ⁸ (€/msr)	Prezzo ⁸ (€/t) ⁹
Piccoli e medi impianti termici (1MWt)		
Cippato da bosco	18-23	70-90
Cippato da industrie del legno	12-18	50-70
Grandi centrali di teleriscaldamento (1-10 MWt) ¹⁰	10-18	40-70
Cogeneratori e centrali elettriche (>10MW)	0 ¹¹ -10	0 ¹¹ -40

Fonte: AIEL 2007

Tabella 13 – Prezzi indicativi della legna a pezzi al consumo rilevati nel Nord Italia

Tipologia di assortimento	Prezzi (w<16%)
Legna in pezzi da 1 m	50-70 €/t
Legna in pezzi (tronchetti da 30-40 cm)	110-130 €/t

Fonte: AIEL, 2008

5.2 Il Modello della vendita calore (Contracting)

Il secondo modello di filiera consiste nella vendita del calore (*contracting*) e questo può essere pensato in due modi:

1. Modello di affidamento della gestione dell'impianto (**EPC, Contratto di Prestazione Energetica**). In questo caso l'Ente Pubblico, realizza l'impianto termico e affida attraverso un contratto la sua gestione ad un'impresa privata che opera nel settore della manutenzione del verde.
2. **Modello E.S.Co.**

È il caso di un'utenza pubblica o privata che intende richiedere e valutare l'offerta tecnico-economica da parte di una ditta esterna per la distribuzione del servizio calore utilizzando una caldaia alimentata a cippato. In questo tipo di contratti la convenienza si genera dalla quota di risparmio annuo, sulla base del costo a consuntivo dell'energia termica (€/MWh erogato) dalle annate precedenti.

La ESCo provvederà ad acquistare, installare, rifornire di cippato ed eseguire le normali attività di manutenzione ordinaria e straordinaria delle caldaie, per tutta la durata dei contratti. Il servizio di vendita calore prevede quindi la contabilizzazione dello stesso attraverso strumenti omologati e regolarmente controllati, con i quali si misura l'energia termica (MWh) effettivamente erogata all'utenza e con cadenza periodica sarà inviata la bolletta di pagamento.

In questo caso la E.S.Co può essere costituita da un soggetto che opera nella manutenzione del verde urbano (cooperativa o impresa).

I due modelli della vendita calore hanno numerosi vantaggi: vi è tutto l'interesse a produrre combustibile di qualità ad elevato contenuto energetico, che garantisce l'ottimale funzionalità dell'impianto; il prezzo del cippato è stabilito sulla base del ricavato dalla vendita dell'energia, perciò aumenta il valore del legno di scarto. Il valore aggiunto dei lavori di gestione e manutenzione dell'impianto termico a legna resta all'impresa del verde urbano.

CONCLUSIONI

L'aspetto che è stato principalmente considerato nello svolgimento del presente studio è quello relativo alla conoscenza delle potenzialità energetiche dei residui legnosi provenienti dal verde urbano. L'indagine svolta sulla quantità di biomassa legnosa ha messo in luce che una parte consistente delle biomasse legnose, difficilmente stimabile, non viene utilizzata in modo economicamente efficace ed energeticamente efficiente.

⁸ Escluso il trasporto che mediamente ha un costo pari a 10 €/t (trasporto di 80 msr)

⁹ Ipotizzando che 1 msr equivalga mediamente a 0,25 t

¹⁰ Impiego di legno non contaminato e proveniente per lo più dall'industria del legno

¹¹ Impiego di legno contaminato

Dagli elementi fin qui raccolti abbiamo potuto constatare che le caratteristiche qualitative dei residui legnosi del verde urbano e quelle tecnico-economiche delle filiere città-legno-energia consentono alle imprese del verde di valutare la possibilità di operare investimenti al fine di produrre e vendere combustibili legnosi e servizi energetici. Va comunque approfondito l'aspetto dell'eventuale concorrenza fra le filiere energetiche e quella del compost. Quest'ultima svolge un ruolo insostituibile nell'efficienza della raccolta differenziata dei rifiuti e per tale ragione deve essere garantito l'apporto di una percentuale di legno agli impianti di compostaggio.

La graduale diffusione dell'uso delle biomasse legnose a fini energetici attraverso impianti termici di piccola e media scala nel medio periodo potrebbe portare ad una maggiore possibilità di valorizzazione energetica dei residui legnosi. Se a questo aspetto aggiungiamo il conseguente aumento della conoscenza tecnica dei combustibili legnosi e delle innovazioni tecnologiche per produrli e utilizzarli, possiamo aspettarci numerosi benefici economici, sociali e ambientali. I soggetti principalmente indicati a diventare protagonisti di queste filiere sono le imprese che operano nel verde urbano che in questo modo possono differenziare la vendita di prodotti e servizi, soprattutto nei mesi autunnali e invernali.

Per fare in modo che si verifichino tali scenari occorre stimolare un adeguamento normativo, una revisione razionale dei piani di gestione del verde urbano e promuovere un'efficace campagna di formazione tecnica e di comunicazione ambientale sui temi delle filiere legno-energia.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (2006). Produzione ed uso energetico del legno nell'azienda agricola. Camera del Commercio Industria Artigianato Agricoltura Padova (CCIAA), Associazione Italiana Energie Agro-Forestali (AIEL) Legnaro (Padova).
- AIEL (2002). La produzione potenziale di legno-energia nella terraferma del Comune di Venezia. Rapporto di Ricerca. Associazione Italiana Energie Agro-Forestali (AIEL), Legnaro (Padova).
- AIEL (2004). Energia del legno. Nozioni, concetti e numeri di base. Associazione Italiana Energie Agro-Forestali (AIEL), Legnaro (Padova).
- APAT (2003). Le biomasse legnose – Un'indagine sulle potenzialità del settore forestale italiano nell'offerta di fonti di energia. Rapporto 30/2003, a cura dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT), Roma.
- Bisoffi, S., Faciotto, G. (2000). I cedui a turno breve. *Sherwood* 59 (8), pp. 21-23.
- Casini, L. (in press). L'andamento dei prezzi del legname in Toscana. *Sherwood*
- Giordano, G. (1995). *Tecnologia del legno*. UTET, Milano.
- Hellrigl, B. (2007). *Elementi di xiloenergetica*. AIEL, Padova.
- Istat (2001). *Quinto Censimento Generale dell'Agricoltura*. Istituto Nazionale di Statistica, Roma.
- ITABIA (1995). *AFB-NETT Agricultural and Forestry Biomass. Altener Programme, Final Report*. Italian Biomass Association, ITABIA, Roma.
- Pettenella, D., Masiero, M. (2006). *Analisi dell'offerta nazionale di biomassa legnosa. Contributo al Progetto di ricerca: Politiche dell'energia rinnovabile da biomassa e filiere industriali del legno in Italia*, a cura del CERIS-CNR, Milano.
- Pari, L., Rossi F., Gallucci, F. (2006). Cresce la domanda di biomassa utilizzata a fini energetici. *L'Informatore agrario* (28), p. 27-30.
- Spinelli, R., Spinelli, R. (1998). La raccolta della biomassa di scarto nella pioppicoltura. *Legno Cellulosa Carta*, 1.
- Spinelli, R., Spinelli, R. (1998a). La raccolta delle ceppaie di pioppo. *Legno Cellulosa Carta*, 3.

SITI WEB

www.arpa.veneto.it/indice.asp?l=rifiuti.htm
www.aiel.cia.it
www.sian.it/inventarioforestale/jsp/home.jsp
www.venetoagricoltura.org
www.tesaf.unipd.it

Il gruppo di lavoro

Veneto Agricoltura – Azienda Regionale per i Settori Agricolo, Forestale ed Agroalimentare è stata istituita dalla Regione del Veneto con legge n. 35 del 5/09/1997. Opera per la valorizzazione del mondo rurale, qualità, sicurezza e innovazione attraverso attività di sperimentazione, formazione e divulgazione.

Attraverso la Sezione Ricerca e Sperimentazione, sotto la direzione del dr. Giovanni Chillemi e successivamente del Dr. Giustino Mezzalana, Veneto Agricoltura si è occupata della definizione del programma operativo e del coordinamento del gruppo di lavoro coinvolto nel progetto.

Il Settore Agroenergie e Fuori Foresta ha curato le fasi operative del progetto, il Settore Divulgazione Tecnica e Formazione Professionale si è occupato della fase divulgativa mentre l'Ufficio Stampa ha curato le relazioni con i Media.

Dott. Mariano Chiarion – Attualmente collabora con la Sezione Ricerca e Sperimentazione di Veneto Agricoltura nei Progetti Sementi Certificate, Proteine Vegetali, Compost, Trattamento reflui zootecnici, Modelli innovativi colturali nell'ambito del Bacino Scolante di Venezia; svolge attività di insegnante di economia agraria presso l'Istituto Agrario di S. Apollinare di Rovigo; ha seguito il comparto biologico e quello dei biocarburanti.

Dott.ssa Giulia Ruol – Laureata in Scienze Forestali a Padova nel 1991, dal 2006 è collaboratrice presso la Sezione Ricerca e Sperimentazione di Veneto Agricoltura in tema di Agro-energie e di Utilizzo sostenibile delle risorse naturali. Ricercatrice a contratto presso il Dipartimento di Biologia ed Economia Agro-industriale dell'Università degli Studi di Udine dal 1999 al 2005, ha collaborato a numerose ricerche nel settore dell'Economia Agraria, Agro-industriale e dell'Acquacoltura. Dottore di Ricerca in "Economia Ambientale, Montana e Forestale" presso l'Università degli Studi di Trento dal 1997, ha collaborato dal 1993 al 1998 con il Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-forestali dell'Università degli Studi di Padova, nell'ambito dell'Economia e Politica Forestale e del Marketing territoriale. È autrice di numerose pubblicazioni in tema di Economia Ambientale e di Gestione delle risorse naturali.

Dott. Massimo Zoppelletto – Laureato in Economia e Commercio, Corso di Laurea in Economia Aziendale – Università degli Studi di Venezia- Ca' Foscari. Libero professionista nel settore agro-zootecnico; ha svolto studi diversificati in particolare in Economia ed Organizzazione aziendale in agricoltura e nel settore agro-industriale; ha collaborato in numerosi progetti di ricerca per il Dipartimento di Economia Agraria e Agroindustriale dell'Università degli Studi di Venezia e con l'Università degli Studi di Udine – Dipartimento di Biologia ed Economia Agroindustriale, pubblicando in particolare per tematiche sul comparto ittico e agro-zootecnico. Nel 2006 ha seguito un progetto di sviluppo zootecnico ed agricolo in una joint-venture a compartecipazione italiana e malese in Indocina.

Dott.ssa Elena Fabbro – Laureata in Scienze e Tecnologie Agrarie dell'Università di Udine nel 2002, discutendo una Tesi in Economia Ambientale dal titolo "Indagine socio-economica su un campione di utenti per un equo approccio tariffario nella gestione dei rifiuti solidi urbani". Ha seguito il Dottorato di Ricerca in Economia, ecologia e tutela dei sistemi agricoli e paesistico ambientali, presso la stessa Università. Attualmente è borsista di ricerca pres-

so l'Università degli Studi di Udine. Durante il periodo di formazione universitaria si è occupata di diversi temi legati all'economia ambientale nell'ambito della viticoltura, dell'acquacoltura e delle problematiche legate alla valorizzazione dei materiali di scarto, agricoli e non, a fini energetici.

Dott.ssa Paola Landri – Collabora in vari progetti con Veneto Agricoltura, tra i quali Proteine Vegetali e Sementi Certificate. È esperta nel settore ittico, nell'autocontrollo e nella microbiologia alimentare. Ha svolto ricerche in Italia ed all'estero nella biologia marina.

Università degli Studi di Padova – Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali

Prof. Davide Pettenella – È professore associato presso il Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-forestali dell'Università degli Studi di Padova ed è docente in vari corsi di economia della Facoltà di Agraria. Svolge attività di ricerca sui temi dell'economia di mercato dei prodotti e dei servizi forestali ed ambientali. Ha pubblicato circa 290 lavori scientifici, tra i quali una decina di libri e monografie.

Dr. Diego Gallo – Si è laureato in Scienze Forestali ed Ambientali nel 2003 e da allora collabora presso il Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-forestali dell'Università di Padova con gruppi di lavoro sui temi dello sviluppo rurale e delle filiere agro-energetiche. Ha pubblicato alcuni articoli su questi argomenti e svolge la libera professione.

CRPA S.p.a. – Centro Ricerche e Produzioni Animali

Attivo dal 1972, il CRPA – Centro Ricerche Produzioni Animali mette la propria esperienza al servizio di privati ed enti pubblici nei settori agroalimentare e ambientale. Le finalità precisate dallo statuto sono “la conduzione di ricerche e la realizzazione e la gestione di servizi, allo scopo di promuovere il progresso tecnico, economico e sociale del settore degli allevamenti e di conseguire una generalizzata diffusione delle forme più avanzate di agricoltura ecocompatibile”.

Dott.ssa Lorella Rossi – Opera nell'ambito di un centro di eccellenza qual è il Centro Ricerche Produzioni Animali di Reggio Emilia, ha affrontato numerosi studi sul comparto delle biomasse, ha condotto indagini di rilevante spessore, è autrice di pubblicazioni anche per Veneto Agricoltura.

AIEL Associazione Italiana Energie Agroforestali

Associazione nazionale no-profit fondata nel 2001, ha come fine la promozione e la diffusione delle fonti energetiche rinnovabili di origine agricola e forestale e lo sviluppo del loro utilizzo per fini civili ed industriali. Promuove presso i consumatori, utenti ed imprenditori la conoscenza dei vantaggi ambientali, economici e sociali dell'uso a fini energetici dei prodotti agricoli e forestali nonché la conoscenza delle opportunità offerte dalle norme e dai provvedimenti vigenti. AIEL è impegnata a valorizzare il ruolo degli imprenditori agricoli che intendono impegnarsi nel settore agrienergetico e favorire l'impiego delle energie rinnovabili nell'intero settore produttivo nazionale, comunitario e internazionale come concreta opportunità d'impresa.

Dr. Marino Berton – Dopo aver ricoperto mansioni di dirigente presso una associazione di categoria degli imprenditori agricoli, a livello provinciale, regionale e nazionale, assume specifiche responsabilità nei settori delle politiche ambientali e territoriali, collaborando ad attivare uno dei più vasti progetti di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua della pianura padana. Nel 1998 è tra i fondatori ed animatori del Centro Internazionale Civiltà dell'Acqua. Nel 2001 è tra i soci fondatori di AIEL – Associazione Italiana Energia dal Legno, successivamente trasformata in Associazione Italiana Energie Agroforestali, della quale attualmente è il Presidente. Autore di numerose pubblicazioni in particolare sulle tecnologie per la coltivazione, raccolta, lavorazione e trasformazione delle colture agricole e forestali da destinare alla produzione di energia.