



# LE BIOMASSE

**Un'analisi su caratteristiche e prospettive del settore  
rivolta agli operatori agricoli della Toscana**

con la collaborazione scientifica  
di Borsa Merci Telematica Italiana S.C.p.A



*Il presente studio è stato realizzato dalla Camera di Commercio di Firenze  
con la collaborazione scientifica di Borsa Merci Telematica Italiana S.C.p.A.  
Si ringrazia la Dr.ssa Elisabetta Gravano della Regione Toscana  
per il prezioso contributo fornito alla stesura del capitolo 7*

*Camera di Commercio di Firenze  
Presidente: Vasco Galgani  
Segretario Generale: Laura Benedetto*

*Borsa Merci Telematica Italiana S.C.p.A.  
Presidente: Francesco Bettoni  
Direttore: Annibale Feroldi*

*Studio di Mercato "Le biomasse - Un'analisi su caratteristiche  
e prospettive del settore rivolta agli operatori agricoli della Toscana"  
Gruppo di lavoro BMTI:  
Gianluca Pesolillo (responsabile studio),  
Giampaolo Nardoni, Carla Bologna, Rossella Lotito, Sara Bergonzi.  
Ricercatore esterno: Sara Djelveh*

*Tutti i dati contenuti all'interno del presente documento,  
ove non diversamente specificato, sono aggiornati al 31 gennaio 2013*

*Grafica e cura editoriale: Pasquale Ielo*

*Stampa: Nomeazienda, dicembre 2012*

*© Camera di Commercio di Firenze, 2013  
È vietato manipolare o riprodurre con qualsiasi mezzo  
i contenuti della presente pubblicazione senza una autorizzazione scritta  
della Camera di Commercio di Firenze*

# SOMMARIO

---

INTRODUZIONE .....	7
1. LA BIOMASSA .....	9
1.1 IL COMPARTO FORESTALE E AGRO-FORESTALE. ....	10
1.2 IL COMPARTO AGRICOLO.....	11
1.2.1 LE BIOMASSE AGRICOLE RESIDUALI .....	12
1.2.2 LE COLTURE DEDICATE.....	13
1.3 IL COMPARTO ZOOTECNICO .....	16
1.4 I RESIDUI DELLE ATTIVITÀ INDUSTRIALI .....	17
1.4.1 L'INDUSTRIA DEL LEGNO .....	17
1.4.2 L'INDUSTRIA DELLA CELLULOSA E DELLA CARTA .....	18
1.4.3 L'INDUSTRIA AGROALIMENTARE .....	19
1.4.4 I RESIDUI URBANI.....	19
1.5 FORME COMMERCIALI: I BIOCOMBUSTIBILI .....	20
1.5.1 I BIOCOMBUSTIBILI ALLO STATO SOLIDO .....	20
1.5.2 I BIOCOMBUSTIBILI ALLO STATO LIQUIDO.....	22
1.5.3 I BIOCOMBUSTIBILI ALLO STATO GASSOSO .....	23
1.6 LE BIOMASSE IN TOSCANA: DISPONIBILITÀ E POTENZIALITÀ .....	24
2. LA NORMATIVA E GLI INCENTIVI PER IL SETTORE DELLE BIOMASSE.....	32
2.1 LE POLITICHE EUROPEE.....	33
2.1.1 LA STRATEGIA 20-20-20 .....	33
2.1.2 LA POLITICA EUROPEA PER I BIOCARBURANTI E IL FATTORE ILUC: ORIENTAMENTI RECENTI.....	35
2.2 LE POLITICHE NAZIONALI .....	36
2.2.1 IL PIANO DI AZIONE NAZIONALE PER LE ENERGIE RINNOVABILI.....	37
2.2.2 IL DECRETO LEGISLATIVO 28/2011.....	39
2.2.3 IL BURDEN SHARING.....	40
2.2.4 IL BURDEN SHARING: LA REGIONE TOSCANA .....	42
2.3 LE POLITICHE REGIONALI: LA TOSCANA.....	43
<i>Gli INCENTIVI PER LE ENERGIE RINNOVABILI .....</i>	<i>44</i>
2.3.1 GLI INCENTIVI PER L'ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DA IMPIANTI A BIOMASSE .....	44
2.3.2 GLI INCENTIVI PER L'ENERGIA TERMICA PRODOTTA DA IMPIANTI A BIOMASSE .....	47

2.3.3 IL NUOVO SISTEMA DI INCENTIVI ALLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA BIOMASSA: DECRETO MINISTERIALE 6 LUGLIO 2012 .....	48
2.3.4 IL NUOVO SISTEMA DI INCENTIVI ALLA PRODUZIONE DI ENERGIA TERMICA DA BIOMASSA: DECRETO MINISTERIALE 28 DICEMBRE 2012.....	50
3. LE FILIERE DELLE BIOENERGIE .....	53
3.1 L'ORGANIZZAZIONE DELLE FILIERE: CRITICITÀ.....	59
4. LA FILIERA LEGNO – ENERGIA .....	61
4.1 INTRODUZIONE ALLA FILIERA LEGNO-ENERGIA.....	61
4.2 LA RACCOLTA E LA TRASFORMAZIONE.....	62
4.2.1 IL COMPARTO FORESTALE .....	62
4.3 ANALISI DEI COSTI DI APPROVVIGIONAMENTO .....	66
4.3.1 I RESIDUI AGRICOLI ARBOREI .....	67
4.3.2 LE COLTURE DEDICATE.....	71
4.4 IL CONFERIMENTO .....	73
4.5 LE TECNOLOGIE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA.....	74
4.5.1 LE TECNOLOGIE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA TERMICA.....	74
4.5.2 LE TECNOLOGIE PER LA COGENERAZIONE TERMO-ELETTRICA .....	76
4.6 I MODELLI DI FILIERA LEGNO-ENERGIA .....	79
4.7 IL MERCATO DEI COMBUSTIBILI LEGNOSI .....	81
4.7.1 LA DOMANDA E L'OFFERTA.....	81
4.7.2 I SEGMENTI DI MERCATO .....	83
4.8 IL MERCATO DEL CIPPATO .....	85
4.8.1 LA FILIERA DEL CIPPATO IN ITALIA.....	85
4.8.2 I PREZZI .....	87
4.8.3 LE STRATEGIE DI APPROVVIGIONAMENTO.....	88
4.8.4 LE TECNICHE DI RACCOLTA .....	88
4.8.5 COSTI DI PRODUZIONE .....	89
4.8.6 POSSIBILI SVILUPPI DEL MERCATO DEL CIPPATO .....	90
4.9 MICRO-FILIERE LEGNO-ENERGIA DI AUTOCONSUMO.....	90
4.9.1 LA VALUTAZIONE DELLA FATTIBILITÀ DEL PROGETTO .....	91
4.9.2 I COSTI DI PRODUZIONE E LA CONVENIENZA DEL PROGETTO .....	92
4.10 I COSTI D'INVESTIMENTO PER LA FILIERA LEGNO-ENERGIA.....	95
4.10.1 ALCUNE INDICAZIONI SUI COSTI D'INVESTIMENTO PER LA FILIERA LEGNO-ENERGIA.....	95
4.10.2 ALCUNE INDICAZIONI SULLA SOSTENIBILITÀ DELL'INVESTIMENTO PER LA FILIERA LEGNO-ENERGIA....	97

5. LA FILIERA DEL BIOGAS .....	104
5.1 INTRODUZIONE ALLA FILIERA DEL BIOGAS .....	104
5.2 LE BIOMASSE IMPIEGATE .....	106
5.3 RESIDUI ZOOTECNICI PER LA PRODUZIONE DI BIOGAS.....	108
5.3.1 BIOGAS DAL COMPARTO ZOOTECNICO: I BOVINI .....	109
5.3.2 BIOGAS DAL COMPARTO ZOOTECNICO: I BUFALINI .....	110
5.3.3 BIOGAS DAL COMPARTO ZOOTECNICO: GLI AVICUNICOLI .....	111
5.4 LA DIGESTIONE ANAEROBICA E LE TECNOLOGIE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA.....	111
5.5 ANALISI ECONOMICO-FINANZIARIA DELL'ATTIVAZIONE DELLA FILIERA .....	115
5.5.1 ANALISI ECONOMICO-FINANZIARIA.....	115
5.5.2 I VANTAGGI O BENEFICI .....	118
5.5.3 I COSTI .....	120
5.5.4 ESEMPIO DI ANALISI FINANZIARIA PER UN PICCOLO IMPIANTO A BIOGAS.....	120
5.6 IL DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO: PICCOLA O GRANDE TAGLIA?.....	122
5.6.1 IL DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....	122
5.6.2 CONFRONTO TRA IMPIANTI DI BIOGAS DI TAGLIE DIVERSE NELLA PROVINCIA DI BOLZANO .....	125
5.6.3 LA SOSTENIBILITA' ENERGETICA .....	126
5.6.4 LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE .....	126
5.6.5 LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA .....	127
5.6.6 UN DIMENSIONAMENTO RAZIONALE.....	128
6. LA FILIERA DEGLI OLI VEGETALI .....	131
6.1 INTRODUZIONE ALLA FILIERA DEGLI OLI VEGETALI.....	131
6.1.1 LE PRINCIPALI COLTURE OLEAGINOSE .....	132
6.1.2 LA PRODUZIONE DELL'OLIO VEGETALE .....	134
6.1.3 DALL'OLIO VEGETALE AL BIOCOMBUSTIBILE LIQUIDO .....	138
6.1.4 GLI IMPIEGHI ENERGETICI DELL'OLIO .....	139
6.2 BIODIESEL.....	139
6.3 FILIERA OLIO VEGETALE COME CARBURANTE .....	143
6.4 LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA O TERMICA .....	144
6.5 LA COGENERAZIONE .....	145
6.5.1. SISTEMI DI COGENERAZIONE.....	145
6.5.2 IL DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....	146
6.5.3 VANTAGGI E LIMITI DELLA COGENERAZIONE.....	148
6.6 DIMENSIONAMENTO DELLA FILIERA.....	149
6.7 CONCLUSIONI.....	153

7. LE FILIERE DELLE BIOMASSA IN TOSCANA .....	154
7.1 IL POTENZIALE AGRO-ENERGETICO DELLA REGIONE TOSCANA: SINTESI DEI RISULTATI .....	154
7.2 IL POTENZIALE AGRO-ENERGETICO DELLA REGIONE TOSCANA: LO STUDIO DELL'ARSIA .....	155
7.2.1 IL SETTORE FORESTALE.....	156
7.2.2 IL SETTORE AGRICOLO.....	158
7.2.3 I BIOCARBURANTI LIQUIDI .....	161
7.2.4 IL BIOGAS .....	165
7.2.5. LA POTENZIALITÀ COMPLESSIVA DELL'AGROENERGIA TOSCANA.....	166
7.3 LA VALORIZZAZIONE DELLE RISORSE TERRITORIALI: IL SETTORE DELLA LEGNA.....	168
7.4 LA FILIERA LEGNO-ENERGIA E I BACINI DI APPROVVIGIONAMENTO .....	172
7.5 LA FILIERA LEGNO-ENERGIA: LA DOMANDA E L'OFFERTA .....	173
7.6 IL BIOGAS: AUTOCONSUMO E FILIERA CORTA .....	175
7.7 GLI OLI VEGETALI: TRA POTENZIALITÀ E PERPLESSITÀ.....	177
7.8 I PROGRAMMI REGIONALI PER LE BIOMASSE.....	181
8. CONCLUSIONI .....	185
ALLEGATO 1 - LE PRINCIPALI COLTURE ENERGETICHE.....	189
1. LE COLTURE LIGNO-CELLULOSICHE.....	189
1.1 IL PIOPPA .....	189
1.2 LA ROBINIA.....	191
1.3 L'EUCALIPTO.....	192
1.4 CANNA COMUNE (ARUNDO DONAX L.) .....	195
1.5 MISCANTO.....	196
1.6 CARDO.....	197
2. LE COLTURE ZUCCHERINO-AMIDACEE .....	198
2.1 SORGO ZUCCHERINO.....	198
2.2 TOPINAMBUR .....	199
2.3 MAIS AD USO ENERGETICO.....	201
2.4 TRITICALE .....	202
3. LE COLTURE OLEAGINOSE .....	204
3.1 COLZA .....	204
3.2 GIRASOLE.....	205
3.3 SOIA.....	207
BIBLIOGRAFIA .....	209

# INTRODUZIONE

*Negli ultimi anni la tematica dell'utilizzo delle biomasse, e dei relativi vantaggi e svantaggi ad esso connessi, è ormai diventata di grande attualità anche in Italia. Un'attenzione, a livello istituzionale e da parte dell'opinione pubblica, che va ricondotta sia alla necessità di porre in essere misure efficaci per combattere i cambiamenti climatici sia di provare a ridurre il grado di dipendenza dell'Italia dall'estero per il soddisfacimento del fabbisogno energetico nazionale.*

*Il tema delle biomasse però, più che nel caso di altre fonti di energia rinnovabile, mostra una stretta connessione con il settore agricolo, non solo per il ruolo dell'agricoltura come "fornitore di materia prima" ma anche per le ricadute importanti che lo sviluppo del settore delle biomasse può avere sulla redditività delle aziende agricole, in termini sia di riduzione dei costi energetici sia di maggiori ricavi derivanti dalla produzione e vendita di energia prodotta da fonti rinnovabili.*

*All'interno del contesto nazionale, il sistema agro-forestale toscano ha enormi potenzialità produttive: le biomasse agro-forestali rappresentano, tra le fonti rinnovabili, quelle più diffuse e più facilmente reperibili sul territorio regionale. La Toscana, in effetti, è la regione italiana con la maggiore superficie forestale: i boschi ricoprono più del 50% dell'intero territorio regionale. Parimenti, tra le diverse province, Firenze, assieme alle zone di Grosseto, Siena, Arezzo e Pisa, appare come uno dei principali bacini di approvvigionamento di biomassa nella regione Toscana, grazie alla maggiore disponibilità di superfici agricole e della maggiore accessibilità delle aree boschive.*

*Le potenzialità della Toscana nella produzione di biomasse e i possibili benefici per le aziende agricole regionali sono stati la premessa per la realizzazione del presente lavoro, il cui principale obiettivo è stato quello di mettere a disposizione degli operatori agricoli toscani le principali caratteristiche, novità e prospettive relative allo stato di sviluppo del settore delle biomasse nel contesto regionale. Sono state in particolare messe in rilievo tanto le debolezze quanto le potenzialità del settore in un'ottica che ha voluto tenere conto di diversi fattori: economici, ma anche sociali ed ambientali, coerentemente con i termini del dibattito attuale in materia.*

*Nel primo capitolo, dopo aver realizzato una panoramica iniziale delle biomasse a seconda della loro origine (agricola, zootecnica, forestale, da residui industriali etc.), viene analizzata la disponibilità in Toscana dei diversi tipi di biomassa da destinare ad uso energetico, in modo da fornire al lettore un primo quadro su quali siano nella regione le biomasse meglio sfruttabili.*

*Nel secondo capitolo è stato invece fornito un resoconto delle principali normative europee, nazionali e regionali che disciplinano la produzione di energia da biomasse. In particolare, per quanto riguarda la Toscana, apposito spazio è stato*

*dedicato agli incentivi previsti le biomasse, compreso il nuovo sistema di incentivi alla produzione di energia elettrica (Decreto Ministero Sviluppo Economico del 6 luglio 2012) e di energia termica da biomassa (Decreto Ministero Sviluppo Economico del 28 dicembre 2012).*

*Aspetto cruciale per lo sviluppo del settore delle biomasse è la nascita di filiere che siano realmente efficienti, sostenibili (anche in termini di consenso sociale) ed integrate col territorio. A tale scopo nel Capitolo 3, oltre ad una panoramica sulle caratteristiche delle filiere delle biomasse in Italia, sono stati presentati alcuni dei principali fattori potenzialmente limitanti.*

*L'analisi delle singole filiere del legno - energia, del biogas e degli oli vegetali è stata compiuta rispettivamente nei capitoli 4,5 e 6. Un'analisi che, oltre all'aspetto tecnologico riguardante la produzione di energia dalle diverse fonti, è stata sviluppata, anche grazie all'utilizzo di singoli casi di studio, anche in termini economico - finanziari, con l'obiettivo di fornire al lettore un quadro sui benefici e sui costi per l'azienda agricola derivanti dalla produzione di energia da biomasse.*

*Allo scopo di far emergere quali siano in Toscana le biomasse con le maggiori potenzialità, nel capitolo 7 è stata realizzata un'analisi sui diversi tipi di biomassa disponibili a livello regionale, analizzando possibili vantaggi e svantaggi e cercando di individuare quali meglio si adattino alla realtà regionale e alle singole province, Firenze in primis. A completamento, è stato fornito anche un quadro sui programmi regionali per le biomasse.*

*Infine, nel capitolo 8 si è provato a riassumere alcuni dei fattori chiave che potrebbero determinare lo sviluppo del settore, in particolare in Toscana, concentrando l'attenzione, sulla base di quanto emerso nei capitoli precedenti, sullo sviluppo di una filiera legno-energia.*

# 1. LA BIOMASSA

Con il termine “biomasse” viene indicata la materia organica di origine animale o vegetale, sia spontanea che coltivata dall’uomo, terrestre e marina, prodotta per effetto del processo di fotosintesi clorofilliana con l’apporto dell’energia della radiazione solare, di acqua e di svariate sostanze nutritive, e da cui sia possibile ricavare energia. L’art. 2 del D.lgs. 387/2003 (successivamente integrato dal D.lgs. 28/2011) riprende testualmente la direttiva 2001/77/CE e dunque fornisce la seguente definizione del termine “biomassa”.

**BIOMASSA - Definizione nella Normativa Italiana - DLGS 387/2003  
(integrato dal DLGS 28/2011)**

**La frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall’agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l’acquacoltura, gli sfalci e le potature provenienti dal verde pubblico e privato, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani.**

La definizione di biomassa, dunque, comprende materiali di origine eterogenea (vegetale ed animale, ma anche la parte biodegradabile dei rifiuti) che possono essere anche molto diversi tra loro per caratteristiche chimiche e fisiche. Di conseguenza, anche le loro utilizzazioni a fini energetici possono essere molteplici.

Per semplicità le biomasse idonee alla trasformazione energetica<sup>1</sup> possono essere suddivise per comparto di provenienza come segue:

1. Comparto forestale e agroforestale: residui delle operazioni selvicolturali o delle attività agroforestali, utilizzazione di boschi cedui, etc.;
2. Comparto agricolo: residui colturali provenienti dall’attività agricola (come paglie, stocchi, sarmenti di vite, ramaglie di potatura, etc.) e dalle colture dedicate. Per quanto concerne queste ultime, un’ulteriore classificazione distingue le diverse specie in:
  - a. Piante lignocellulosiche;
  - b. Piante oleaginose (per l’estrazione di oli e la loro trasformazione in biodiesel);
  - c. Piante alcoligene (per la produzione di bioetanolo);
3. Comparto zootecnico: reflui zootecnici per la produzione di biogas;
4. Comparto agro-industriale: residui provenienti dalle industrie del legno o dei prodotti in legno e dell’industria della carta, nonché residui dell’industria agroalimentare (sanse, vinacce, noccioli, lolla di riso, etc.);
5. Rifiuti urbani: residui delle operazioni di manutenzione del verde pubblico e frazione umida di rifiuti solidi urbani proveniente dalla raccolta differenziata.

---

*1) Sia che essa avvenga utilizzando direttamente la biomassa o previa trasformazione della stessa in un combustibile solido, liquido o gassoso (per maggiori dettagli: vedi filiere).*

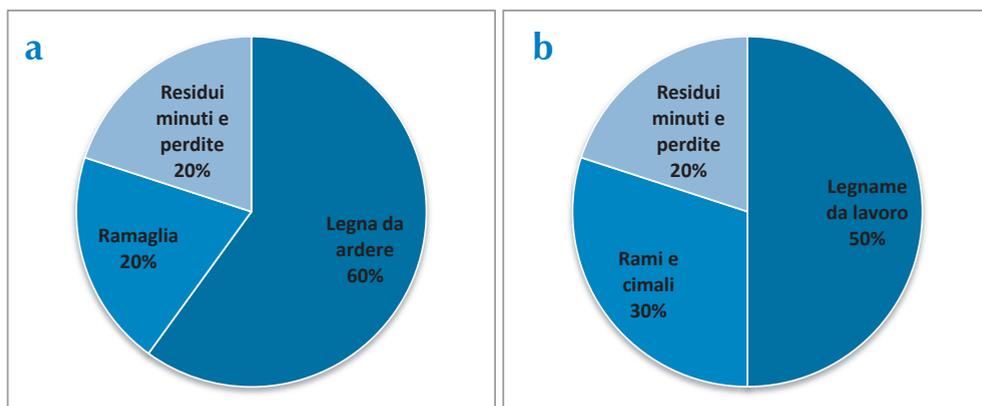
## 1.1 IL COMPARTO FORESTALE E AGRO-FORESTALE

Il prodotto principale ottenibile dal bosco è il legno. Il legno è utilizzato in varie tipologie di industria (costruzioni, mobili, carta, pasta di cellulosa, etc.) e per la produzione di energia, generalmente sotto forma di legna da ardere. Il principale strumento tecnico della selvicoltura naturalistica è costituito da operazioni di taglio e di eliminazione di alcune piante (alberi, ma anche arbusti) che consentano l'utilizzazione della produzione legnosa senza inficiare il processo di perpetuazione del bosco.

I residui forestali (ramaglia, cimiali, corteccia, foglie e radici) risultanti dai diversi tipi di intervento selvicolturale (taglio, allestimento, sramatura, scortecciatura, depezzatura, ecc.) vengono comunemente indicati come biomassa forestale. Va però rilevato che parte di questi non sono praticamente raccogliibili, da un punto di vista tecnologico (ad esempio le radici), ovvero non presentano alcun interesse economico (ad esempio le foglie).

Le operazioni interessanti per il prelievo di biomassa forestale a fini energetici comprendono sia interventi selvicolturali in boschi governati a fustaia (come ad esempio il prelievo degli assortimenti minori, comunemente lasciati in bosco, in seguito a interventi di taglio degli assortimenti forestali maggiori) sia interventi in boschi governati a ceduo. Per quanto riguarda quest'ultimi, i cedui italiani sono destinati soprattutto alla produzione di biomassa combustibile e di pali per uso agricolo.

**Figura 1.1.1 - Percentuale di prodotti e sottoprodotti ottenibili dal governo a ceduo (a) e fustaia (b) 2011**



Fonte: elaborazione BMTI su dati ENAMA

Un'ulteriore fonte di approvvigionamento è costituita dal materiale legnoso derivante dai tagli intercalari ovvero dagli interventi applicati alle giovani fustaie o alle fustaie in via di ricostituzione per aumentarne la stabilità, per regolamentarne la composizione specifica e per accrescerne la produzione di valore. Infine, tra le biomasse legnose, vanno annoverate anche quelle che derivano da attività di forestazione in ambito prettamente agricolo. Le fonti di biomassa a fini energetici, in questo caso, sono principalmente da ricondursi ai residui derivanti dalle utilizzazioni a fini commerciali di coltivazioni legnose, alle utilizzazioni delle formazioni lineari (come siepi e filari o piccoli boschetti) nonché

alle utilizzazioni delle formazioni boschive dedicate realizzate su superfici agricole.<sup>2</sup> La biomassa proveniente dal bosco viene venduta sul mercato in pezzature molto diverse per forma e grado di umidità. In taluni casi viene avviata alla produzione di forme densificate (pellet e bricchetti). Le pezzature più comuni sono i tronchetti di legno (soprattutto negli ambienti rurali o montani, dove tali tagli vengono spesso utilizzati per il riscaldamento residenziale) e il cippato.

Le caratteristiche chimico-fisiche delle biomasse, abbinate a quelle merceologiche (cioè quelle legate alla movimentazione ed alla compravendita) forniscono informazioni importanti per il mercato legno-energia. Uno dei principali parametri per la destinazione energetica del legno è il contenuto di acqua che ne influenza il peso, quindi il trasporto, ed indirettamente il contenuto energetico. Più in generale, le caratteristiche fisiche delle biomasse legnose rilevanti a fini energetici sono il tenore di umidità e la densità. Questi due fattori, infatti, accanto alla composizione chimica del materiale, incidono infatti sul potere calorifico del legno.

L'ampia disponibilità della fonte a livello nazionale (oltre il 32,3% del territorio italiano è coperto da boschi e foreste) rende interessante lo sfruttamento energetico delle biomasse forestali. Tuttavia il principale elemento di criticità al reperimento della biomassa in bosco è rappresentato dalle difficoltà logistiche e in particolare dalla presenza o meno di una viabilità forestale fruibile dai comuni mezzi di raccolta e trasporto e sufficientemente sviluppata.

## 1.2 IL COMPARTO AGRICOLO

Questo comparto può fornire un'ampia gamma di materiali potenzialmente utilizzabili a fini energetici: dai prodotti residuali di varie coltivazioni ai materiali derivanti da coltivazioni specialistiche dedicate alla produzione di biomassa combustibile. Nello specifico, i principali prodotti del settore agricolo sono:

- Biomasse residuali legnose, provenienti dalla gestione di vigneti e frutteti;
- Biomasse residuali erbose, di natura composita, provenienti dalle coltivazioni di cereali e altri seminativi;
- Biomasse originate da colture dedicate (lignocellulosiche, oleaginose ed alcoligene).

---

*2) Per quest'ultima si fa riferimento principalmente, alla pioppicoltura: i residui possono derivare sia dalle potature eseguite nel corso del ciclo di crescita della pianta, sia dagli scarti delle utilizzazioni a fini commerciali (comunemente viene utilizzato il tronco, mentre le ramaglie vengono lasciate in campo).*

### 1.2.1 Le biomasse agricole residuali

La categoria dei residui agricoli comprende l'insieme dei sottoprodotti derivanti dalle coltivazioni erbacee e legnose altrimenti non utilizzabili o con impieghi alternativi marginali. Tali residui si originano dalle operazioni svolte alla fine del ciclo colturale per le colture annuali (taglio, raccolta, ecc.) o dalle operazioni effettuate con varia periodicità sulle colture poliennali (potatura ed espianto). Le parti utilizzabili per la trasformazione energetica possono essere raccolti direttamente in campo come gli steli dei cereali, i tutoli del mais e delle colture industriali (girasole, tabacco), dalla lavorazione del prodotto (i raspi dell'uva, le brattee, la lolla di riso, le glume e le glumette) o dai rami e i tronchi derivati da potature ed espianti a fine ciclo colturale delle piante da frutto. Non tutti i residui provenienti da questo comparto sono utilmente destinabili alla produzione di energia sia a causa delle loro caratteristiche fisiche ed energetiche sia a causa di barriere economiche (costi di raccolta, bassa densità per unità di superficie) che ne limitano le possibilità di impiego.

**Tabella 1.2.1: Principali tipologie di residui delle colture agricole**

TIPOLOGIA DI BIOMASSE			
Erbacee		Legnose	
Coltura	Residuo	Coltura	Residuo
Frumento (tenero e duro)	Paglia	Vite	Sarmenti
Segale	Paglia	Olivo	Legna / Rami
Orzo	Paglia	Melo	Legna / Rami
Avena	Paglia	Pero	Legna / Rami
Riso	Paglia	Pesco	Legna / Rami
Mais	Stocchi / Tutoli	Agrumi	Legna / Rami
Girasole	Stocchi	Mandorlo	Legna / Rami
		Nocciolo	Legna / Rami
		Albicocco	Legna / Rami
		Actinidia	Potature

Fonte: BMTI

Nello specifico, sono ritenuti idonei alla trasformazione energetica i seguenti prodotti residuali:

1. Paglie dei cereali autunno-vernini (frumento tenero e duro, orzo, avena, segale);
2. Stocchi, tutoli e brattee di mais;
3. Paglia di riso;
4. Sarmenti di potatura della vite;
5. Ramaglia di potatura dei fruttiferi;
6. Legna e frasche di potatura di olivi.

Sebbene i residui colturali rappresentino una fonte energetica facilmente accessibile vanno considerate alcune criticità legate allo sfruttamento degli stessi e in particolare gli impieghi alternativi del materiale, la bassa produttività per unità di superficie e la composizione chimica delle biomasse.

Per quanto riguarda il primo aspetto, legato al ruolo agronomico dei residui colturali, c'è da rilevare che le pratiche agricole normalmente in uso trattano in maniera differente i diversi residui: se i residui di potatura vengono comunque raccolti e asportati dal campo, i residui colturali del mais sono normalmente lasciati sul campo e interrati; questa operazione permette infatti l'apporto di sostanze organiche al terreno al fine di migliorarne la struttura e di mantenerne la fertilità. Sebbene l'interramento di tale materiale sia una pratica valida in linea generale, non lo è in senso assoluto: l'interramento della paglia, ad esempio, nonostante a volte venga comunque eseguito, può alterare l'equilibrio del terreno a causa dell'elevato rapporto tra carbonio e azoto (rapporto C/N) che rende successivamente necessario l'arricchimento del terreno con composti azotati di origine chimica. La destinazione dei residui agricoli a fini energetici deve quindi essere valutata di volta in volta, tenendo presente che essa non è consigliabile quando ciò comporti dei risvolti negativi a livello agronomico. Un'approfondita conoscenza delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno agricolo si rivela dunque sempre necessaria al fine di definire correttamente un equilibrato livello di asportazione.

Un secondo aspetto riguarda le quantità disponibili per unità di superficie. Queste in genere sono relativamente modeste e spesso non giustificano la raccolta, l'asportazione e il trasporto della biomassa alla centrale termica. Il basso peso specifico del materiale inoltre fa aumentare il costo di trasporto per unità trasportata (il trasporto è un punto chiave della logistica) e diventa importante, quindi, anche la distribuzione sul territorio di tali residui. Per quanto attiene infine alla composizione chimica dei residui agricoli va evidenziato che un alto contenuto in cenere può comportare complicazioni in fase di impiego della biomassa: in linea generale la presenza di ceneri aumenta il pericolo della formazione di scorie e depositi a danno dei bruciatori ed aumenta le emissioni di particolato.

### 1.2.2 Le colture dedicate

Con il termine colture dedicate (o energetiche), si fa riferimento a coltivazioni allestite allo scopo di produrre biomassa da destinare alla produzione di energia elettrica e/o termica. Tali colture possono seguire le stesse identiche metodologie colturali delle coltivazioni tradizionali (es. mais per biogas, girasole per olio vegetale, pioppo per biomassa) oppure differire per le varietà utilizzate, le cure colturali, i sesti di impianto, i terreni su cui insistono (es. ex discariche, fasce di terreno ai bordi stradali e ferroviari, ecc.), e per le macchine ed i sistemi di raccolta, a volte studiati appositamente per queste colture.

Il principale ostacolo alla diffusione delle colture dedicate a fini energetici è oggi rappresentato dalla scarsa conoscenza delle opportunità che possono offrire al mondo agricolo. Alcuni fattori devono però essere attentamente valutati nella scelta delle specie più indicate. In generale, le biomasse di origine erbacea provenienti da colture perennanti, a parità di quantità di biomassa prodotta, sono caratterizzate da costi di produzione decisamente inferiori rispetto alle biomasse provenienti da colture legnose. Il vantaggio di costi inferiori della materia prima non compensa però una serie di ostacoli che ne limitano decisamen-

te l'utilizzo nella produzione di calore ed elettricità: tra i principali si riscontra la minor efficienza durante la combustione, se comparata con l'utilizzo di biomassa legnosa, ma anche il minor peso specifico, il minor potere calorifico per unità di peso e il maggiore contenuto di ceneri e di altri composti indesiderati in quanto corrosivi, quali potassio, fosforo, zolfo, o inquinanti quali zolfo, azoto e cloro.

Le strategie per ridurre nella biomassa le concentrazioni di questi elementi includono: l'utilizzo di piante con ciclo fotosintetico C4 in luogo di piante con ciclo fotosintetico C3, in quanto più efficienti nell'uso della risorsa idrica (la silice, in forma di acido silicico, è infatti facilmente traslocata alla pianta mediante assorbimento dell'acqua); evitare l'utilizzo di fertilizzanti contenenti cloro; preferire la coltivazione su terreni sabbiosi piuttosto che argillosi (è stato dimostrato infatti che, nel primo caso, il contenuto di ceneri alla raccolta è inferiore).

Infine, la raccolta effettuata nel tardo inverno, ove il ciclo colturale lo rende possibile come nel caso delle colture erbacee perennanti, favorisce la traslocazione di elementi quali il potassio e il cloro dagli apparati epigei (parte aerea della pianta) agli apparati radicali, riducendo in tal modo la concentrazione di questi inquinanti nella biomassa raccolta. Per alcune specie (graminacee), inoltre, la silice è presente in maggiore quantità nelle foglie e nelle infiorescenze e quindi la permanenza in campo della coltura in inverno, periodo durante il quale la pianta subisce la defogliazione, garantisce un deciso decremento del contenuto di silice e di ceneri nel raccolto. In conclusione una adeguata scelta delle colture da impiegare, della tipologia di terreno e una opportuna tecnica agronomica, in particolar modo nell'individuazione del periodo ottimale di raccolta, influenzano fortemente la qualità finale della biomassa erbacea.

Le colture energetiche possono essere raggruppate in tre categorie principali:

### **1. Colture da biomassa lignocellulosica:**

Le biomasse lignocellulosiche da colture dedicate, esattamente come le biomasse di origine forestale e i residui agricoli, possono trovare impiego come combustibili nei moderni impianti di riscaldamento, autonomi o centralizzati. Più raramente vengono utilizzate per la produzione combinata di energia termica ed elettrica in impianti di cogenerazione.

Per la produzione di questa categoria di biomassa, le colture dedicate maggiormente impiegate, in virtù delle loro rese colturali, sono:

- Il pioppo;
- La robinia;
- L'eucalipto;
- La canna comune;
- Il miscanto;
- Il cardo da fibra.

Gli impianti a rapido accrescimento realizzati con colture arboree come pioppo, robinia o eucalipto sono comunemente identificati con diversi acronimi di derivazione anglosassone, quali: SRC (Short Rotation Coppice) o SRF (Short Rotation Forestry). Tali termini indicano le stesse formazioni colturali e possono dunque essere utilizzati indistintamente.

## 2. Colture oleaginose:

Le colture oleaginose, così come quelle alcoligene, si differenziano dalle precedenti in quanto non forniscono direttamente il biocombustibile, bensì la materia prima da cui ricavare lo stesso attraverso trasformazioni chimiche e biochimiche. Tra le colture oleaginose vanno annoverate molte specie, diffuse su scala mondiale, sia arboree (come ad esempio la palma da cocco), sia erbacee.

In Italia, le principali colture impiegate per la produzione di olio sono la colza, il girasole e la soia, anche se questa coltura è impiegata principalmente per il suo alto valore proteico e può fornire olio come co-prodotto. Le superfici coltivate ad oleaginose in Italia ammontano a circa 285.000 ha nel 2009, di queste quelle a destinazione energetica sono circa 33.600 ha (AGEA). Queste colture non prevedono particolari differenze con le tecniche tradizionali e le normali prassi agronomiche. In linea generale le colture oleaginose producono semi caratterizzati da un elevato contenuto in oli: nel girasole il contenuto in oli è in media del 48% con punte del 55%, mentre nel colza è in media del 41% con picchi del 50%. I semi di soia presentano delle concentrazioni inferiori comprese, in media, tra il 18 e il 21%; per tale motivo, ai fini della destinazione energetica, questa coltura risulta spesso sfavorita rispetto alle precedenti. Gli oli grezzi ottenuti dalle colture oleaginose sono caratterizzati da un elevato potere calorifico inferiore (in media di 9.400 kcal/kg), per cui possono essere utilizzati come biocarburanti, in sostituzione del gasolio, per la produzione di energia termica ed elettrica e in cogenerazione.

## 3. Colture alcoligene:

Con il termine alcoligene ci si riferisce a quelle colture, siano esse saccarifere (barbabietola da zucchero, canna da zucchero, sorgo zuccherino) o amidacee (cereali, in particolare frumento tenero e mais), atte alla produzione di biomassa dagli elevati contenuti in carboidrati fermentescibili che possono essere destinati, mediante opportuni processi di fermentazione, alla produzione di biocarburanti liquidi (es. bioetanolo ed ETBE) o gassosi (biogas e biometano).

La materia prima da avviare alla filiera di produzione del bioetanolo può essere costituita da zuccheri semplici (glucosio, saccarosio e mannosio), o da zuccheri complessi (amido, cellulosa ed emicellulosa) ed è ottenuta, rispettivamente, dalle colture dedicate saccarifere o da quelle amilacee. Nel caso di produzione di bioetanolo da zuccheri semplici si parla di produzione di bioetanolo di prima generazione. Il ricorso alle colture dedicate per la produzione del bioetanolo di prima generazione si presta, tuttavia, ad alcune osservazioni relative soprattutto alla concorrenza con il settore alimentare. Sono in effetti in avanzato stadio di studio le tecnologie per la produzione di bioetanolo di seconda generazione, ottenuto, cioè, a partire da glucidi più complessi, come la cellulosa e l'emicellulosa. Tali tecnologie consentirebbero di utilizzare anche altre tipologie di biomasse (non solo derivanti da colture dedicate, ma anche da materiali residui<sup>3)</sup> caratterizzate da una minor competizione con le produzioni alimentari e tendenzialmente da un costo di approvvigionamento più contenuto.

---

3) Ad esempio gli scarti della produzione ortofrutticola, che si possono avvalere delle stesse tecnologie impiegate per le materie prime derivanti dalle colture dedicate saccarifere e amilacee. Inoltre, un ruolo di rilievo può essere svolto anche dai residui lignocellulosici provenienti dalle lavorazioni agricole e dalla frazione organica dei rifiuti solidi urbani.

In Europa il bioetanolo è prodotto utilizzando principalmente frumento, orzo e barbabietola da zucchero. Per quanto riguarda l'Italia, le colture saccarifere ritenute più adatte alle condizioni del terreno e del clima sono la barbabietola da zucchero e il sorgo zuccherino, mentre, per quanto riguarda le colture amilacee, si fa riferimento soprattutto al frumento tenero (specie nell'Italia meridionale) ed al mais, in particolare nell'Italia settentrionale.

### 1.3 IL COMPARTO ZOOTECNICO

Le deiezioni zootecniche, ossia i prodotti di scarto (o reflui) di un allevamento, si caratterizzano per una composizione estremamente variabile non solo in funzione dell'origine (bovina, suina, avicola, ecc.), ma anche in funzione delle modalità di allevamento e di gestione. Nei diversi tipi di allevamento, i reflui zootecnici sono prodotti come materiale non palabile (liquame, liquiletame) o materiale palabile (letame, pollina da allevamento su lettiera).

Le deiezioni zootecniche, ricadenti nella definizione di liquame, sono quelle che meglio si prestano allo sfruttamento energetico mediante digestione anaerobica. Il potenziale energetico dei liquami zootecnici è in diretto rapporto con il contenuto in sostanza organica. E' in effetti proprio la sostanza organica che, attraverso il processo di fermentazione o di digestione anaerobica dà luogo alla formazione di biogas. Il biogas si origina dalla decomposizione del materiale organico da parte di alcuni tipi di batteri ed è composto di: metano, anidride carbonica e idrogeno molecolare.

Il biogas è un vettore energetico molto versatile: può alimentare caldaie per la produzione termica, impianti di cogenerazione e motori per l'autotrazione. Ha un quantitativo energetico elevato (11.600 kcal/kg), inoltre può essere distribuito attraverso la rete oppure stoccato e conservato.

Oltre alla quantità di sostanza organica presente, il biogas producibile dai reflui di allevamento è influenzato da molteplici fattori tra cui: la qualità del materiale (in particolare: la composizione del materiale, la presenza di elementi essenziali e quella di elementi tossici), la specie allevata, la destinazione produttiva, il numero dei capi, lo stadio di accrescimento, le soluzioni stabulative adottate, le modalità di conduzione, le strutture aziendali, la gestione e lo stoccaggio dei rifiuti stessi. Data la variabilità nella composizione dei prodotti di scarto dei diversi tipi di allevamento, la produzione di biogas, in termini di resa, è direttamente influenzata dalla tipologia del substrato utilizzato, come riassunto nella tabella a pagina seguente.

#### **EFFLUENTE di ALLEVAMENTO: Definizione**

**"Le deiezioni del bestiame o una miscela di lettiera e di deiezione di bestiame, anche sotto forma di prodotto trasformato."  
(D.lgs. 11 maggio 1999, n.152 e successive modifiche)**

**Tabella 1.3.1: Rendimento in biogas di diversi substrati organici**

Tipo di materiale	Contenuto di sostanza secca (%)	Sostanza organica (% s.s.)	Resa di biogas m <sup>3</sup> /t sostanza organica
Liquame bovino	6-11	68-85	200-260
Letame bovino	11-25	65-85	200-230
Liquame suino	2,5-9,7	60-85	260-450
Letame suino	20-25	75-90	450
Liquame avicolo	10-29	75-77	200-400
Letame avicolo	32,0-32,5	70-80	400
Letame ovino	25-30	80	240-500
Letame equino	28	75	200-400

Fonte: ENAMA

## 1.4 I RESIDUI DELLE ATTIVITÀ INDUSTRIALI

### 1.4.1 L'industria del legno

Gli scarti di lavorazione provenienti dall'industria del legno più significativi in termini di utilizzo come fonte energetica possono essere così classificate:

1. Residui della prima lavorazione del legno: sciaveri, segatura, corteccia, trucioli, refili, intestature, etc.
2. Residui della seconda lavorazione del legno: segatura, trucioli, refili, etc.

La produzione in termini di qualità e quantità varia molto in funzione del processo produttivo adottato dall'azienda e dalla tipologia del materiale legnoso lavorato<sup>4</sup>. Inoltre alcune operazioni possono essere svolte direttamente in bosco come la scortecciatura, la refilatura o l'intestazione con l'impossibilità di recupero del sottoprodotto. Il recupero presso l'industria del legno dei residui può essere effettuato con sistemi di raccolta meccanica (specie per sciaveri, intestature, refili e trucioli) o con sistemi di aspirazione (per segatura e polveri legnose).

Onde evitare che in fase di combustione possano svilupparsi gas nocivi e a meno che gli impianti non siano dotati di tecnologia anti-inquinamento, a fini energetici possono essere utilizzati solo i residui e i sottoprodotti legnosi non trattati chimicamente (ad esempio residui da scortecciatura, taglio, pressatura, ecc.) o trattati con prodotti non contenenti

4) Ad esempio, un'industria che lavora molto legno di conifera ha elevate produzioni di corteccia rispetto alle latifoglie

metalli pesanti o composti alogenati organici (questi ultimi sono tipici del legno trattato con preservanti o con altre sostanze chimiche).

In base a uno studio condotto da Cerullo e Pellegrini, la produzione di scarti legnosi da parte del sistema legno arredamento italiano ammonta a oltre 4,6 milioni di tonnellate all'anno, di cui il 55% è legno non trattato. Questa grande quantità di residui ha già, allo stato attuale, un mercato: in linea di massima è utilizzato a fini energetici oppure quale materia prima secondaria per la produzione di pellet, di pannelli e nella produzione di carta. Le aziende compiono la scelta tra le diverse destinazioni in funzione alle necessità energetiche degli impianti, alle capacità di investimento in tecnologie per il riutilizzo dei materiali, alle condizioni di mercato nonché agli obblighi di legge.

C'è inoltre da dire che il mercato energetico delle biomasse legnose soffre la concorrenza proprio del settore che le fornisce una quota parte della materia prima. L'industria, e quindi il mercato, dei pannelli truciolari e dell'MDF (Medium Density Fibreboard) assorbe quote consistenti di scarti legnosi. Tale concorrenza comporta una certa difficoltà a reperire la biomassa grezza, tanto che l'approvvigionamento avviene spesso all'estero, a un prezzo sostenuto.

### 1.4.2 L'industria della cellulosa e della carta

Per quanto concerne i residui della cellulosa e della carta, essi possono essere classificati in tre gruppi, ciascuno con caratteristiche specifiche:

1. Residui di produzione dell'industria cartaria. Tali residui sono generalmente prodotti dal processo di depurazione delle acque e si presentano principalmente sotto forma di fanghi. Essi sono idonei al recupero sia di materia che di energia.
2. Scarti di lavorazione, gli sfridi e i foglietti. Questa categoria di residui è generalmente riavviata direttamente in testa all'impianto e dunque rimessa in produzione.
3. Altri rifiuti (scarti di ferro, legno e plastica provenienti dalla gestione degli imballaggi, gli oli esausti, etc.). Questi ultimi hanno minore importanza e sono generalmente assimilabili ai rifiuti urbani.

La mancanza di un quadro normativo certo non ha comunque permesso lo sviluppo di forme avanzate di trattamento dei rifiuti, come già avvenuto in altri Paesi della Comunità Europea.

È da segnalare infatti come, in Italia, la percentuale di residui dell'industria cartaria avviati al recupero energetico è pari al 12,5%, mentre la media europea (Italia inclusa) si attesta su un valore superiore al 50%. Inoltre, non tutti i residui da produzione cartaria sono riconosciuti quale combustibile adeguato e pulito (Direttiva Europea 2000/76) e ciò comporta l'obbligo dello smaltimento in discarica di residui altrimenti utilizzabili per il recupero di energia.

### 1.4.3 L'industria agroalimentare

Alcuni materiali di scarto provenienti dalle lavorazioni dell'industria agroalimentare si prestano, grazie al loro elevato carico organico e il loro alto tenore di umidità, al trattamento mediante digestione anaerobica ed alla produzione di biogas:

- Per quanto riguarda il settore lattiero caseario, il rifiuto principale della lavorazione del formaggio è indubbiamente il siero, utilizzato prevalentemente per l'alimentazione animale, specie suina. Il rendimento in biogas è stimato mediamente in 0,35 Nm<sup>3</sup> /kg ss.
- Per quanto concerne il settore della macellazione, la quantità di rifiuti e sottoprodotti risultanti rappresentano circa il 40-50% del peso vivo dell'animale di partenza. Gli effluenti presentano alti carichi organici dovuti alla presenza di sangue, grasso e materiale stercoario, oltre che di deiezioni. La qualità degli effluenti, comunque, dipende dalle precauzioni che vengono adottate nel recupero/gestione del sangue, dei grassi e dei contenuti intestinali.
- Le attività che riguardano la preparazione di pesce finalizzate alla produzione di prodotti congelati o in scatola, producono effluenti ricchi di residui a base di carne, sotto forma per lo più di acque di lavaggio.
- Rivestono particolare interesse i residui a elevato carico organico (zuccheri, alcol, ecc.) provenienti dalla lavorazione di succhi di frutta, birra (lieviti esausti e acque di lavaggio), distillati (borlande di distillazione, acque di lavaggio).
- Nell'industria saccarifera, gli effluenti derivati dalla fase di lavorazione del melasso, grazie all'elevato contenuto in sostanza organica, possono venire utilizzati per lo sfruttamento a scopi energetici mediante digestione anaerobica con produzione di biogas.
- Altri settori interessanti per la possibile presenza di residui e sottoprodotti interessanti i processi di conversione bioenergetica sono i seguenti: gli scarti di lavorazione dell'industria molitoria e pastaria, le vinacce dell'industria enologica, le sanse e le acque di vegetazione di quella olearia.

### 1.4.4 I residui urbani

La frazione verde biodegradabile dei rifiuti solidi urbani (e cioè, sostanzialmente, la porzione formata dagli scarti lignocellulosici e dalla componente organica umida) rientra nella definizione di biomassa. L'attività di recupero e gestione dei Rifiuti Solidi Urbani (RSU), attraverso la Raccolta Differenziata e la gestione di giardini e di viali pubblici e privati interni ai centri abitati porta alla produzione di sottoprodotti interessanti per il settore agricolo e per la produzione energetica. Le caratteristiche analitiche di queste biomasse sono fortemente disomogenee e variano in funzione della percentuale di frazione erbacea o legnosa presente. Si tratta comunque di una biomassa con contenuto di umidità e pezzatura molto variabile.

Pur tralasciando tutti i possibili sistemi che possono essere impiegati per la conversione dei RSU in energia, è opportuno rimarcare come, dal processo di lavorazione aerobica o anaerobica della frazione organica dei rifiuti solidi urbani, si possano ricavare basicamente due prodotti di particolare interesse: il biogas (ulteriormente trasformabile in biometano) ed il compost di qualità, il cui principale utilizzo avviene nel settore agricolo.

## 1.5 FORME COMMERCIALI: I BIOCOMBUSTIBILI

Il termine “biocombustibili” individua, nella sua accezione più ampia, l’insieme di quelle biomasse o prodotti derivanti dalle biomasse che presentano caratteristiche fisiche ed energetiche tali da renderle idonee ad essere utilizzate negli impianti energetici.

I biocombustibili possono derivare direttamente dalle biomasse (come ad esempio, la legna da ardere) od essere ottenuti a seguito di un processo di trasformazione strutturale del materiale organico. Tra questi ultimi, i principali sono: cippato, pellets, brichette, biodiesel, bioetanolo, biogas e biometano.

I biocombustibili possono essere classificati in funzione del loro stato come:

1. Solidi (legna da ardere, cippato e pellet di legno, brichette, ecc.);
2. Liquidi (oli vegetali, alcoli, eteri, esteri, ecc.);
3. Gassosi (biogas e biometano).

### 1.5.1 I biocombustibili allo stato solido

Le biomasse lignocellulosiche, prima di essere immesse sul mercato, subiscono generalmente un processo di trasformazione volto a conferire loro caratteristiche fisiche ed energetiche necessarie al loro utilizzo commerciale.

Le principali forme commerciali per le biomasse allo stato solido sono:

1. legna da ardere (in ciocchi o tronchetti),
2. cippato,
3. pellet,
4. bricchetti.

#### BIOCOMBUSTIBILI Definizione

“L’insieme di quelle biomasse o prodotti derivanti dalle biomasse che presentano caratteristiche fisiche ed energetiche tali da renderle utilizzabili in processi di combustione o altra trasformazione termochimica e, quindi, idonee all’impiego negli impianti energetici.”

#### Legna da ardere

La legna da ardere è un combustibile solido ancora oggi molto utilizzato in Italia ed è anzi il principale combustibile legnoso utilizzato (circa 19,1 Mt/anno). Ciononostante, l’utilizzo di questa tipologia di biocombustibile avviene quasi esclusivamente a livello domestico in piccoli impianti alimentati manualmente come camini aperti e stufe tradizionali. Solo il 7,5% del consumo nazionale è destinato a stufe innovative e meno dell’1% a moderne caldaie per il riscaldamento centralizzato e la produzione di acqua calda sanitaria.

Generalmente, gli utilizzatori finali provvedono autonomamente alla produzione del combustibile oppure lo acquistano sul mercato locale (consorzi, serre, ferramenta, etc.). La legna è generalmente venduta in ciocchi o tronchetti, con pezzature che vanno dai 50 ai 500 mm, e tenori in umidità inferiori al 50% a seconda del tempo e della tipologia di stagionatura a cui è sottoposta la biomassa.

L’utilizzo di questa tipologia di biocombustibile appare in declino a favore di forme densificate quali bricchetti e, soprattutto, pellet.

## Cippato

Questa tipologia di biocombustibile solido si ottiene tramite la cippatura dei residui delle utilizzazioni boschive tanto erbose quanto legnose (sottomisure, ramaglie e cimali) e la successiva riduzione in scaglie omogenee (3-5 cm), idonee all'alimentazione automatica degli impianti energetici. L'omogeneità (ottenuta con la calibratura tramite vagli) è infatti il parametro più importante per i chips destinati alla combustione, dato che la presenza di chips di dimensioni disomogenee provoca spesso fastidiosi bloccaggi dei sistemi d'alimentazione degli impianti. Oltre alla pezzatura, altre caratteristiche qualitative del cippato di legno a uso energetico sono il contenuto idrico e le ceneri. Importante è anche il tenore di umidità della biomassa di partenza che deve essere compreso tra il 25% e il 50%: valori al di sotto o al di sopra di queste soglie possono infatti causare problemi al funzionamento della cippatrice.

Per il cippato ad uso energetico si possono considerare, fondamentalmente, tre mercati di riferimento:

1. Le grandi centrali elettriche;
2. I teleriscaldamenti, in alcuni abbinati a cogeneratori;
3. Le minireti di teleriscaldamento e caldaie ad uso domestico.

Nello specifico del caso italiano, il mercato del legno cippato presenta tuttora notevoli elementi di complessità e disomogeneità territoriale, specie per quanto riguarda i costi di produzione. In generale, inoltre, sono spesso presenti forti condizioni di competizione tra la destinazione ad uso energetico e altri impieghi, quali quello nell'industria dei pannelli e della produzione di paste ad uso cartario. La mancanza di un modello standardizzato di compravendita del combustibile basato sul contenuto energetico, infine, non aiuta lo sviluppo del mercato.

## Pellet

Il pellet è un biocombustibile densificato normalmente di forma cilindrica, derivante da un processo industriale attraverso il quale la biomassa polverizzata viene compressa e trasformata in piccoli cilindri di diametro variabile da 6 a 8 mm e lunghezza tra i 5 ed i 40 mm. Il pellet può essere utilizzato sia in stufe che in caldaie appositamente adattate. Il grande interesse suscitato da questo biocombustibile deriva dal fatto che esso, nella movimentazione, si comporta in maniera analoga ai fluidi: ciò permette un elevato grado di automazione degli apparecchi e degli impianti di combustione, al punto che nelle modalità di impiego essi si avvicinano agli impianti alimentati con olio combustibile, e per il solo esercizio, persino a quelli del gas naturale.

Per la produzione di pellet possono essere impiegate diverse tipologie di materie prime, di origine legnosa e non, anche se a tutt'oggi l'origine legnosa rimane quella più comune. Nello specifico, per quanto concerne i pallet di legno, la materia prima impiegata può provenire tanto da legno vergine (foreste, piantagioni, etc.), quanto da sottoprodotti e residui dell'industria di lavorazione del legno e da legno usato.

Il pellet non di legno, prodotto dall'utilizzo di materie prime generalmente di origine agricola<sup>5</sup> è comunemente caratterizzato da un elevato contenuto di ceneri, cloro, azoto, e zolfo. Il suo utilizzo è, quindi, raccomandato in apparecchi termici specificatamente progettati onde evitare il rischio di corrosione.

5) Biomassa erbacea, biomassa da frutti, miscele e miscugli.

## Il bricchetto

Le bricchette sono un combustibile densificato, generalmente di forma cubica o cilindrica, prodotto dalla pressatura di differenti residui legnosi polverizzati con contenuto idrico residuo (M) non superiore al 15%. Al pari della pellettizzazione, la bricchettatura rappresenta una tecnologia di rilevante interesse in quanto, riducendo notevolmente la densità del materiale, consente di concentrare elevate riserve energetiche in un volume contenuto. Analogamente, la densificazione della biomassa in bricchetti, presenta gli stessi vantaggi e svantaggi della trasformazione in pellet<sup>6</sup>. I bricchetti possono essere utilizzati in sostituzione della legna da ardere e del carbone, adeguando opportunamente alcuni parametri operativi e sono generalmente impiegati in apparecchi termici con caricamento manuale, quali stufe e caminetti, seppure non manchino applicazioni di carattere industriale.

Infine anche per quanto riguarda il bricchetto, così come per il pellet, la principale materia prima utilizzata è il legno, seppure possa essere prodotto a partire anche da altri tipi di materia prima di origine prevalentemente agricola.

### 1.5.2 I biocombustibili allo stato liquido

Il documento di riferimento per la classificazione dei biocombustibili utilizzabili nel settore dei trasporti è la Direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo in base alla quale si considerano tali tutti i biocombustibili elencati nella tabella 1.5.1.

### 1.5.3 I biocombustibili allo stato gassoso

Il biogas è un combustibile ad elevato potere calorifico ottenuto in seguito alla digestione anaerobica della sostanza organica. Tramite tale processo biologico la sostanza organica viene, in assenza di ossigeno, trasformata in una miscela gassosa costituita principalmente da metano e anidride carbonica.

In genere, le materie prime utilizzabili consistono in effluenti zootecnici, residui dell'industria agro-alimentare, acque e fanghi reflui, etc.

Attualmente i principali impieghi del biogas sono relativi alla produzione di energia termica e/o elettrica, ma non mancano ulteriori possibilità di applicazione, tra cui la produzione di carburante per veicoli<sup>7</sup>. Di questi usi, in Italia, la produzione combinata di calore e di

---

6) In seguito al processo di bricchettatura si ottiene infatti un miglioramento delle caratteristiche fisiche della biomassa (densità, omogeneità, ecc.), una riduzione dei volumi, una riduzione dei costi di stoccaggio e trasporto e un miglioramento del comportamento durante la combustione. Al contempo però il processo di bricchettatura, al pari della pellettizzazione, necessita di un preventivo condizionamento del materiale e in particolare dell'essiccazione della biomassa fino a valori di umidità pari all'8-10%, al fine di ottenere bricchetti con umidità del 6-8%, condizione per la quale questi mostrano buona resistenza, non si fessurano e il processo di bricchettatura offre buone rese. È necessaria anche una fase di triturazione della biomassa, sino ad ottenere una granulometria di 6-8 mm, per raggiungere il migliore grado di compattazione del materiale e le migliori rese.

7) Oltre a questa, altre possibilità di applicazione emergenti risultano essere la produzione di gas naturale per iniezione nella rete pubblica di trasporto e distribuzione; la produzione di freddo (trigenerazione), per esempio con macchine ad assorbimento e, infine, l'utilizzo in forni industriali come combustibile primario o ausiliario.

elettricità (cogenerazione) è la soluzione più comunemente adottata, mentre la produzione di carburante per veicoli, sebbene diffusa su scala europea, in Italia fatica ad affermarsi.

Il biometano è ottenuto dal biogas mediante un processo denominato "upgrading" (rimozione della CO<sub>2</sub>), associato ad un trattamento di purificazione. I sistemi di purificazione utilizzabili sono molteplici e determinano in alcuni casi una diversa variabilità di alcune caratteristiche del biocombustibile finale.

In ogni caso, il biometano ottenuto contiene circa il 95-98% di metano, molto simile al gas naturale, e come tale, può essere immesso nella rete di distribuzione del gas naturale per l'utilizzo domestico (preparazione di cibi e riscaldamento) e nei trasporti.

**Tabella 1.5.1: Classificazione dei biocombustibili utilizzabili nel settore dei trasporti**

Direttiva 2009/28/CE
<b>OLIO VEGETALE PURO</b>
Olio prodotto da piante oleaginose mediante pressione, estrazione o processi analoghi, greggio o raffinato ma chimicamente non modificato, qualora compatibile con il tipo di motore usato e con i corrispondenti requisiti in materia di emissioni.
<b>BIODIESEL</b>
Estere metilico ricavato da un olio vegetale o animale, di tipo diesel, destinato ad essere usato come biocombustibile.
<b>BIOETANOLO</b>
Etanolo ricavato dalla biomassa e/o dalla parte biodegradabile dei rifiuti, destinato ad essere usato come biocombustibile.
<b>BIOMETANOLO</b>
Metano ricavato dalla biomassa, destinato ad essere usato come biocarburante.
<b>BIODIMETILETERE</b>
Etere dimetilico ricavato dalla biomassa, destinato ad essere usato come biocombustibile.
<b>BIO – ETBE (etil-t-butiletere)</b>
ETBE prodotto partendo da bioetanolo. La percentuale in volume di bio-ETBE calcolata come biocombustibile è del 47%.
<b>BIO – MTBE (metil-t-butiletere)</b>
Carburante prodotto partendo da biometanolo. La percentuale in volume di biocombustibile nel bio-MTBE è del 36%.
<b>BIOCOMBUSTIBILI SINTETICI</b>
Idrocarburi sintetici o miscele di idrocarburi sintetici prodotti a partire dalla biomassa.

Fonte: Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea

## 1.6 LE BIOMASSE IN TOSCANA: DISPONIBILITÀ E POTENZIALITÀ

Al fine da valutare la disponibilità di biomasse da destinare ad uso energetico, appare utile fornire una breve rassegna relativa ai quantitativi di biomassa potenzialmente ottenibili sul territorio toscano. Questa parte dello studio si concretizza in un'indagine compilativa di tipo bibliografico che, seppure non voglia considerarsi esaustiva, vuole fornire una prima visione generale delle potenzialità di biomassa reperibili a livello regionale.

Disponibilità delle biomasse residuali del settore agricolo

Le biomasse ottenibili da tale settore, come già precedentemente descritto, sono costituite dalla quota di residui colturali "qualitativamente idonei e tecnicamente raccogliabili" provenienti tanto dagli scarti delle colture erbacee quanto di quelle arboree. Per quanto riguarda le prime, si tratta prevalentemente delle paglie di cereali come i frumenti, l'avena, l'orzo, la segale, il riso, oltre agli stocchi e i tutoli del mais e gli stocchi del girasole. Come si può osservare dalla tabella 1.6.1, la maggiore disponibilità per questa tipologia di residuo è localizzata nel Nord (quasi il 70% del potenziale nazionale), mentre le regioni del Centro-

Sud appaiono lontane dai livelli produttivi settentrionali.

**Tabella 1.6.1: Disponibilità potenziale di residui delle colture erbacee in Italia**

Regione	TOT Produzione residuo t/anno s.s.	Incidenza Nazionale
Piemonte	1.474.550	16%
Valle d'Aosta	137	0%
Lombardia	1.691.829	18%
Trentino-Alto	1.928	0%
Veneto	1.496.340	16%
Friuli-Venezia Giulia	486.241	5%
Liguria	2.751	0%
Emilia-Romagna	1.138.035	12%
Toscana	395.079	4%
Umbria	291.495	3%
Marche	420.279	4%
Lazio	249.687	3%
Abruzzo	115.400	1%
Molise	100.516	1%
Campania	161.638	2%
Puglia	508.453	5%
Basilicata	217.305	2%
Calabria	102.191	1%
Sicilia	363.363	4%
Sardegna	139.254	1%
<b>ITALIA</b>	<b>9.356.471</b>	<b>100%</b>

Fonte: ENAMA

Ovviamente, i dati riportati in tabella 1.6.1 rappresentano un valore sintetico, dietro il quale si celano differenze anche rilevanti, ma comunque coerenti con le diverse vocazioni territoriali del territorio nazionale (ad esempio, vi sono maggiori potenzialità per i residui di frumento tenero nelle regioni settentrionali, mentre nel Sud-Italia il potenziale quantitativo più interessante si riferisce al frumento duro).

Per quanto concerne la Toscana, i potenziali più interessanti concernono le paglie di frumento duro (221.666 t/anno s.s.) e, in termini relativi al totale nazionale per queste colture, quelle di avena (18.469 t/anno s.s.) e quelle di girasole (38.138 t/anno s.s.).

Il dettaglio provinciale inoltre (tabella 1.6.2) mostra come le province a maggiore vocazione siano Grosseto e Siena.

**Tabella 1.6.2: Stima delle disponibilità di paglie di frumento in Toscana (dettaglio provinciale)**

Produzione residuo t/anno s.s.			
Province	Frumento tenero	Frumento duro	Totale
Massa-Carrara	555	-	555
Lucca	142	338	480
Pistoia	289	48	337
Firenze	5.047	9.816	14.863
Livorno	1.982	16.093	18.075
Pisa	4.038	34.898	38.936
Arezzo	5.989	9.767	15.756
Siena	11.085	69.567	80.652
Grosseto	6.503	44.596	51.099
Prato	399	516	915
Toscana	36.029	185.637	221.666
ITALIA	1.120.941	1.929.614	3.050.556

Fonte: ENAMA

**Tabella 1.6.3: Stima delle disponibilità di altri residui culturali in Toscana (dettaglio provinciale)**

Produzione residuo t/anno s.s.							
Regioni	Segale	Orzo	Avena	Riso	Mais	Girasole	TOTALE
Massa-Carrara	-	60	-	-	4.085	-	4.145
Lucca	36	337	19	-	9.949	392	10.734
Pistoia	14	155	135	-	8.424	727	9.454
Firenze	95	6.633	1.174	-	21.964	1.853	31.718
Livorno	15	2.754	1.339	-	2.153	2.607	8.868
Pisa	6	2.312	2.196	-	13.807	5.609	23.929
Arezzo	49	5.829	648	-	4.167	4.452	15.145
Siena	6	10.304	6.615	369	11.026	8.648	36.968
Grosseto	117	6.495	6.300	532	3.926	13.628	30.997
Prato	-	236	43	-	951	223	1.454
Toscana	339	35.115	18.469	900	80.451	38.138	173.412
ITALIA	4.715	687.733	167.228	649.447	4.581.602	215.190	6.305.915

Fonte: ENAMA

Per quanto riguarda invece i residui delle colture arboree (si tratta perlopiù dei residui delle potature di ulivi, viti, meli, peri, peschi, nettarine, susini e albicocchi), a livello nazionale, la maggiore disponibilità è localizzata nel Sud Italia, specie per quanto concerne le potature di olivo e vite, sempre in virtù della maggiore vocazione del territorio alla coltura primaria. Come si può osservare dalla tabella 1.6.4, è la Puglia a primeggiare (776.000 t/anno), mentre, tra le regioni del Centro Italia, la disponibilità maggiore si riscontra in Toscana.

**Tabella 1.6.4: Disponibilità potenziale di residui delle colture arboree in Italia**

Regione	TOTALE Produzione residuo t/anno s.s.	Incidenza Nazionale
Piemonte	124.710	4%
Valle	1.512	0%
Lombardia	44.213	1%
Trentino-Alto Adige	66.718	2%
Veneto	147.703	4%
Friuli-Venezia Giulia	32.129	1%
Liguria	2.751	0%
Emilia-Romagna	197.385	6%
Toscana	225.781	7%
Umbria	59.324	2%
Marche	43.796	1%
Lazio	206.165	6%
Abruzzo	112.785	3%
Molise	33.245	1%
Campania	229.984	7%
Puglia	775.809	23%
Calabria	323.506	10%
Sicilia	600.724	18%
Sardegna	128.115	4%
<b>TOT. ITALIA</b>	<b>3.356.355</b>	

Fonte: ENAMA

Per quanto riguarda quest'ultima regione, nello specifico, i quantitativi potenzialmente maggiori si riferiscono ai residui della potatura di viti (soprattutto nelle province di Firenze e Siena) e di ulivi (specie nelle zone di Firenze e Grosseto), come mostra il dettaglio provinciale (tabella 1.6.5).

Appare a questo punto opportuno sottolineare che i dati sopra riportati fanno riferimento ai quantitativi potenzialmente ricavabili e non a quelli effettivamente ottenibili. Il calcolo di questi ultimi necessita di una stima che tenga conto, tra le altre variabili, anche degli attuali utilizzi e delle barriere logistiche, economiche e gestionali esistenti.

Sulla base della bibliografia disponibile, è stato valutato che circa il 45-50% del potenziale dei residui arborei risulti effettivamente e ragionevolmente accessibile. Leggermente più bassa (circa il 40%) la stima relativa ai residui erbacei. Trattandosi di una stima, i risultati ottenuti devono comunque essere considerati come indicativi e sono suscettibili di integrazioni, laddove indagini condotte in loco apportino nuove e/o più dettagliate informazioni al quadro di riferimento attuale.

**Tabella 1.6.5: Stima delle disponibilità di potature di olivi e viti in Toscana (dettaglio provinciale)**

Provincia	Olivo t/a s.s.	Vite t/a s.s.	Totale
Massa-Carrara	1.219	1.411	2.630
Lucca	3.851	1.806	5.657
Pistoia	10.686	1.408	12.094
Firenze	34.668	25.572	60.240
Livorno	7.417	3.953	11.370
Pisa	10.141	5.418	15.558
Arezzo	15.070	9.656	24.726
Siena	20.604	26.708	47.311
Grosseto	25.481	12.591	38.072
Prato	2.719	540	3.259
Toscana	131.856	89.062	220.917
ITALIA	1.547.711	1.123.372	2.671.083

Fonte: ENAMA

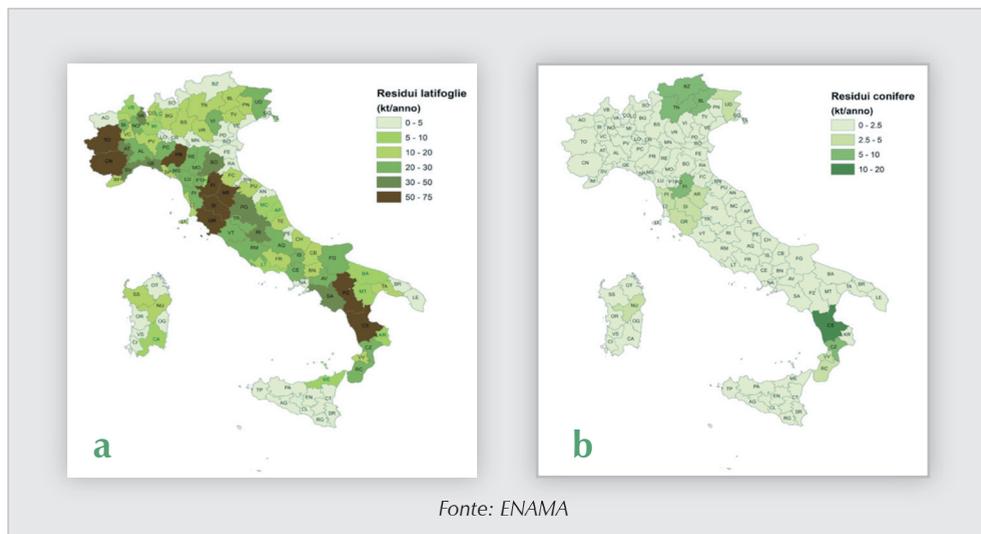
## Disponibilità delle biomasse residuali del settore forestale

Sulla base dei dati ENEA relativi alla realizzazione dell'Atlante delle biomasse, il potenziale di risorse legnose prelevabili dai boschi nazionali sarebbe pari a circa 2 milioni di tonnellate annue in sostanza secca, di cui circa 1,8 Mt/anno da Latifoglie e 126 Kt/anno da conifere, distribuite sul territorio nazionale come sintetizzato dalle Figure 1.6.6 A e 1.6.6 B.

Un altro studio, predisposto dall'Università degli studi della Tuscia di Viterbo (Dipartimento di Tecnologie, Ingegneria e Scienze dell'Ambiente e delle Foreste - DAF), sulla base di criteri diversi da quelli considerati dall'ENEA, ha invece calcolato i residui forestali attuali effettivi come pari a circa 2,4 Mm<sup>3</sup> (circa 845.000 t/anno s.s.) e ha poi stimato quelli potenzialmente disponibili in oltre 6 Mm<sup>3</sup> (pari a circa 2.100.000 t/anno s.s.). La somma di queste due componenti (effettivi attuali + potenziali stimati) indicherebbe il dato nazionale del totale dei residui forestali italiani (pari nello specifico a oltre 8,6 Mm<sup>3</sup>, cioè 3.000.000

t/anno s.s. circa). La tabella 1.6.7 riassume i risultati ottenuti dal DAF dell'Università degli studi della Tuscia, proponendone una disaggregazione su base regionale, che mostra come i potenziali maggiori risiedano in Trentino-Alto Adige (13% del totale nazionale) e Toscana (1,06 Mm<sup>3</sup>, pari a oltre il 12% del totale nazionale).

**Figure 1.6.6: Disponibilità di biomassa da foreste di latifoglie (a) e conifere (b)**



Un altro studio, predisposto dall'Università degli studi della Tuscia di Viterbo (Dipartimento di Tecnologie, Ingegneria e Scienze dell'Ambiente e delle Foreste - DAF), sulla base di criteri diversi da quelli considerati dall'ENEA, ha invece calcolato i residui forestali attuali effettivi come pari a circa 2,4 Mm<sup>3</sup> (circa 845.000 t/anno s.s.) e ha poi stimato quelli potenzialmente disponibili in oltre 6 Mm<sup>3</sup> (pari a circa 2.100.000 t/anno s.s.). La somma di queste due componenti (effettivi attuali + potenziali stimati) indicherebbe il dato nazionale del totale dei residui forestali italiani (pari nello specifico a oltre 8,6 Mm<sup>3</sup>, cioè 3.000.000 t/anno s.s. circa).

La tabella 1.6.7 riassume i risultati ottenuti dal DAF dell'Università degli studi della Tuscia, proponendone una disaggregazione su base regionale, che mostra come i potenziali maggiori risiedano in Trentino-Alto Adige (13% del totale nazionale) e Toscana (1,06 Mm<sup>3</sup>, pari a oltre il 12% del totale nazionale).

Dall'analisi degli studi sopra citati emerge anche che la presenza di vincoli di natura strutturale, come limitazioni di carattere stazionale (quota e pendenza) e di accessibilità (distanza dalla viabilità), riduca sensibilmente la disponibilità effettiva di superfici forestali che possano essere realisticamente inserite all'interno di un bacino di approvvigionamento locale di biomasse forestali per la produzione di energia. Il dato sui consumi domestici confermerebbe tale debolezza: in effetti il mercato dei consumi interni di legna da ardere e cippato è in buona parte alimentato dall'offerta estera.

**Tabella 1.6.7: Stime circa la disponibilità di biomasse forestali ad uso energetico**

Regione	Biomassa attuale non prelevata (m <sup>3</sup> )	Biomassa potenziale per energia (m <sup>3</sup> )	Biomassa Totale (m <sup>3</sup> )	Incidenza Naz.: Biomassa Tot. (m <sup>3</sup> )
Piemonte	98.681	571.641	670.322	8%
Valle	5.418	103.901	109.319	1%
Lombardia	316.316	454.193	770.509	9%
Trentino-Alto Adige	334.907	823.435	1.158.342	13%
Veneto	72.230	278.354	350.584	4%
Friuli-Venezia	51.449	210.694	262.143	3%
Liguria	23.617	233.071	256.688	3%
Emilia-Romagna	75.699	308.098	383.797	4%
Toscana	440.484	620.366	1.060.850	12%
Umbria	102.016	168.499	270.515	3%
Marche	50.315	114.414	164.729	2%
Lazio	213.069	286.187	499.256	6%
Abruzzo	57.787	216.523	274.310	3%
Molise	40.978	57.558	98.536	1%
Campania	133.990	244.213	378.203	4%
Puglia	23.615	100.706	124.321	1%
Basilicata	87.947	206.314	294.261	3%
Calabria	248.226	522.786	771.012	9%
Sicilia	14.031	244.477	258.508	3%
Sardegna	22.985	459.637	482.622	6%
<b>ITALIA</b>	<b>2.413.760</b>	<b>6.225.067</b>	<b>8.638.827</b>	<b>100%</b>

Fonte: ENAMA

Collegato al settore dei residui forestali, seppure non assimilabile ad esso, è il settore delle biomasse residuali dell'industria di lavorazione del legno. Per questo comparto, di per sé composito, seppure i quantitativi stimati dalla bibliografia possano apparire di una certa rilevanza, l'effettivo utilizzo a scopi energetici presenta alcune limitazioni dovute ad aspetti di mercato (destinazioni d'uso alternative) o qualitativi (materiali trattati o "impuri"). A titolo generale, è comunque opportuno ricordare che una stima comprensiva dei residui legnosi a scopo energetico ricavabili da questo comparto dovrebbe considerare:

- I residui della prima lavorazione del legno (segatura, corteccia, trucioli, refili, intestature, etc.) prodotti nelle segherie.
- I residui della seconda lavorazione del legno (segatura, trucioli, refili, etc.) derivanti dalla produzione di mobili, imballaggi, infissi, pali, travi, strutture lignee, compensati, impiallacciati, etc.
- I residui dell'industria della carta (cortecce, refili, pulper, etc.).
- Il legno riciclato.
- Gli imballaggi (pallets e cassetame).
- Le demolizioni e le dismissioni (pali, travi, strutture, infissi, mobili, compensati, etc.).
- Le traversine ferroviarie.

## Disponibilità delle biomasse residuali del settore zootecnico

Sul territorio nazionale sono censiti quasi 163.000 allevamenti bovini-bufalini (cui corrispondono capi per oltre 6 milioni di unità) e circa 15.000 allevamenti suini (esclusi quelli allo stato brado e semi-brado) per quasi 6 milioni di unità<sup>8</sup>.

Sulla base dell'indagine condotta dall'ENEA, il quantitativo complessivo delle deiezioni prodotte da questi allevamenti sarebbe pari, per quanto concerne i bovini-bufalini, ad oltre 80 milioni di m<sup>3</sup>/anno di deiezioni liquide e 10 milioni di t/anno di solide, mentre per i suini a circa 17 milioni di m<sup>3</sup>/anno di deiezioni liquide e 0,75 milioni di t/anno di solide. Se tali quantitativi di effluenti zootecnici fossero interamente destinati alla digestione anaerobica, si potrebbe arrivare a produrre annualmente un volume di biogas stimato in circa 1,8 miliardi, come riassunto nella tabella 1.6.8.

**Tabella 1.6.8: Stima delle disponibilità di biomasse residuali negli allevamenti di bovini e suini**

Allevamenti	n°Aziende	n°Capi	Deiezioni liquide (m <sup>3</sup> /anno)	Deiezioni solide (t/anno)	Biogas (m <sup>3</sup> /anno)
Bovini	162.700	6.359.000	80.624.000	10.203.000	1.471.800.000
Suini	15.200	5.832.000	17.140.000	752.000	345.764.000

Fonte: ENAMA

La stessa indagine dell'ENEA fornisce i dati sulla stima delle deiezioni producibili annualmente e il potenziale di biogas da queste ottenibile su base regionale e provinciale<sup>9</sup>. Per quanto riguarda il settore dei bovini, il potenziale maggiore è nel Nord Italia, con un potenziale di biogas producibile di circa 917 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno.

La regione con una maggiore vocazione è la Lombardia (circa 343 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno), seguita da Piemonte (182 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno), Veneto (156 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno) ed Emilia Romagna (148 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno). Per quanto riguarda il Meridione, le 8 regioni considerate, costituite da 40 province, mostrano un potenziale di biogas producibile di circa 418 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno.

La regione con una maggiore vocazione è in questo caso la Campania (circa 120 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno), seguita dalla Sicilia (84 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno) e dalla Sardegna (70 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno). Infine, per quanto riguarda le regioni del Centro Italia (Toscana, Umbria, Lazio e Marche), il potenziale di biogas producibile è stato stimato essere pari a circa 138 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno. Il Lazio risulterebbe essere la regione con una maggiore vocazione (circa 82 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno), seguita dalla Toscana (21 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno).

In quest'ultima regione, come sintetizzato nella tabella seguente, il potenziale maggiore (in termini di biogas ottenibile) si troverebbe nella provincia di Grosseto (oltre 7 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno), seguita da quelle di Arezzo e Firenze (oltre 3 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno).

8) Dati della Banca Dati Nazionale dell'Istituto di zooprofilassi.

9) In questo caso, per calcolare la quota di deiezioni che realisticamente si potrebbero destinare alla produzione di biogas in impianti di digestione anaerobica, sono stati esclusi gli allevamenti di dimensioni minori.

**Tabella 1.6.9: Produzioni annue di deiezioni bovine e potenziale biogas ottenibile in Toscana**

Province	n°Aziende	n°Capi	Deiezioni liquide (m <sup>3</sup> /anno)	Deiezioni solide (t/anno)	Biogas (Nm <sup>3</sup> /anno)
Massa	738	3.446	41.175	5.208	751.563
Lucca	749	5.101	56.849	7.149	1.036.259
Pistoia	190	4.542	35.319	4.364	641.182
Firenze	517	13.904	178.169	22.527	3.251.820
Livorno	159	2.963	40.105	5.083	732.368
Pisa	384	9.992	101.964	12.796	1.857.734
Arezzo	601	15.115	190.909	24.140	3.484.401
Siena	377	12.554	157.874	19.981	2.882.067
Grosseto	903	30.343	390.670	49.472	7.132.815
Prato	50	558	7.708	978	140.780
<b>TOSCANA</b>	<b>4.668</b>	<b>98.518</b>	<b>1.200.742</b>	<b>151.698</b>	<b>21.910.989</b>
<b>ITALIA</b>	<b>162.700</b>	<b>6.359.000</b>	<b>80.624.000</b>	<b>10.203.000</b>	<b>1.471.800.000</b>

Fonte: ENAMA

Per quanto concerne gli allevamenti suini, anche in questo caso la maggior concentrazione di aziende zootecniche nell'Italia settentrionale corrisponde ad un potenziale superiore di biogas producibile in quest'area (oltre 9 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno): al primo posto la Lombardia (187 milioni di m<sup>3</sup>/anno) seguita da Piemonte (61 milioni di m<sup>3</sup>/anno) ed Emilia Romagna (53 milioni di m<sup>3</sup>/anno). Nel resto della penisola, il potenziale di biogas stimato mostra valori decisamente più contenuti, con stime interessanti soprattutto nelle isole (in Sardegna il potenziale stimato è di circa 7,3 milioni di m<sup>3</sup>/anno).

Per quanto concerne la Toscana, il potenziale stimato per le oltre 600 aziende censite e i relativi 42.000 capi (circa) è pari ad oltre 2,3 milioni di Nm<sup>3</sup>/anno, di cui circa la metà sarebbe ottenibile nella provincia di Grosseto, decisamente la zona con maggior vocazione per gli allevamenti suini.

**Tabella 1.6.10: Produzioni annue di deiezioni suine e potenziale biogas ottenibile in Toscana**

Province	n° Aziende	N° Capi	Deiezioni liquide (m <sup>3</sup> /anno)	Deiezioni solide (t/anno)	Biogas (Nm <sup>3</sup> /anno)
Massa	7	1.687	3.401	172	70.480
Lucca	107	600	2.232	92	44.537
Pistoia	12	1.568	5.790	241	115.784
Firenze	32	1.177	5.201	211	103.549
Livorno	55	302	1.082	49	21.957
Pisa	83	405	1.292	59	26.252
Arezzo	1	2	8	0	159
Siena	132	17.482	41.577	1.968	850.555
Grosseto	184	18.220	52.660	2.348	1.065.503
Prato	6	124	312	16	6.480
<b>TOSCANA</b>	<b>619</b>	<b>41.567</b>	<b>113.555</b>	<b>5.156</b>	<b>2.305.256</b>
<b>ITALIA</b>	<b>15.200</b>	<b>5.832.000</b>	<b>17.140.000</b>	<b>752.000</b>	<b>345.764.000</b>

Fonte: ENAMA

## 2. LA NORMATIVA E GLI INCENTIVI PER IL SETTORE DELLE BIOMASSE

### 2.1 LE POLITICHE EUROPEE

L'utilizzo di energia proveniente da fonti rinnovabili, assieme ai risparmi energetici e ad un aumento dell'efficienza energetica, costituiscono dei pilastri fondamentali del pacchetto di misure necessarie per ridurre le emissioni di gas a effetto serra e per rispettare il protocollo di Kyoto e gli ulteriori impegni assunti a livello comunitario e internazionale per la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra.

In questo quadro, l'UE ha assunto un ruolo trainante negli anni, emanando una serie di provvedimenti volti a rafforzare le azioni dei diversi Paesi membri per il raggiungimento di obiettivi ambiziosi nel campo delle energie rinnovabili, derivabili tanto dai trattati internazionali sottoscritti, quanto da obiettivi specifici interni all'Unione Europea stessa. Questo in considerazione non solo del contributo delle rinnovabili alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici, ma anche in funzione del loro ruolo nel favorire la sicurezza degli approvvigionamenti energetici, così come lo sviluppo tecnologico e l'innovazione e, infine, nel creare posti di lavoro e sviluppo regionale, specialmente nelle zone rurali ed isolate.

Il primo atto in tal senso può essere fatto risalire al 1997 quando, con il Libro bianco delle rinnovabili (COM(97) 599), furono indicate una serie di misure per raggiungere il raddoppiamento della percentuale di energia da fonti rinnovabili (rispetto ai livelli del 1997) e si arrivasse entro il 2010 al 12% di energia rinnovabile negli usi finali. Il Libro Bianco costituì anche la base per l'emanazione nel 2001 della Dir. 2001/77/CE che pose degli obiettivi indicativi nazionali compatibili con l'obiettivo globale del 12% del consumo interno lordo di energia entro il 2010 e, in particolare, con una quota indicativa del 22,1% di elettricità prodotta da fonti energetiche rinnovabili sul consumo totale di elettricità della Comunità entro il 2010.

Per quanto concerne l'Italia, l'obiettivo assegnatole era del 25%. Venne sancito, inoltre, l'impegno per la Commissione a relazionare ogni due anni sullo stato d'avanzamento delle energie rinnovabili nei diversi paesi dell'Ue. La Direttiva 2001/77/CE è stata abrogata a decorrere dal 1° gennaio 2012 dalla Direttiva 2009/28/CE (vedi in seguito).

Un altro atto importante nel quadro dello sviluppo europeo del settore delle biomasse è la Direttiva 2004/8/CE, il cui obiettivo è l'incremento dell'efficienza energetica attraverso un quadro per la promozione e lo sviluppo della Cogenerazione ad Alto Rendimento di calore ed energia, basata sulla domanda di calore utile e sul risparmio di energia primaria.

Nel 2005, il Piano d'azione per la biomassa (COM (2005) 628) ha provveduto a definire alcune misure atte a promuovere l'impiego della biomassa per il riscaldamento, per la produzione di elettricità e per i trasporti, accompagnate da misure trasversali concernenti l'approvvigionamento, il finanziamento e la ricerca nel settore della biomassa.

A partire dal 2006 è stata definita a livello europeo la nuova politica energetica comune, con l'emanazione del Libro verde sulla strategia europea per un'energia sostenibile, competitiva e sicura, a cui è seguita, nel 2007 il Piano d'azione globale nel settore dell'energia, adottato dal Consiglio europeo nel marzo del 2007 con riferimento al periodo 2007/09. A partire da questo atto, che ha accolto le principali proposte della Commissione Europea (COM(2007)1) presentate nel gennaio dello stesso anno, è stato avviato un percorso in base al quale le tematiche energetiche e della lotta al cambiamento climatico sono divenute il fulcro delle politiche europee del settore.

Il piano d'azione definisce diversi fattori prioritari (l'aumento di competitività del mercato interno, la sicurezza dell'approvvigionamento, la politica energetica internazionale e le tecnologie energetiche, etc.), oltre all'invito alla Commissione a predisporre le misure in grado di cogliere tali strategie. La novità più rilevante in tal senso consiste nell'assunzione di target vincolanti per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

Ciò significa che ciascun Paese membro deve assumersi un obbligo per il quale sono previste sanzioni nel caso d'inadempienza. In particolare, il Piano d'Azione ha stabilito come obiettivo vincolante il raggiungimento di una quota del 20% di energie rinnovabili sul totale dei consumi negli usi finali di energia dell'UE entro il 2020, nonché una quota minima del 10% di biocarburanti nel totale dei consumi di benzina e gasolio per autotrazione dell'UE entro il 2020.

### 2.1.1 La Strategia 20-20-20

Con la comunicazione (COM(2008)30) "Due volte 20 per il 2020", la Commissione indica una serie di proposte normative tra loro collegate in applicazione delle strategie definite nel Piano d'Azione (come da richiesta del Consiglio europeo). Nello specifico, tali proposte riguardano:

- una direttiva sulla promozione delle energie rinnovabili, per contribuire a conseguire gli obiettivi vincolanti, con un metodo per la ripartizione degli impegni tra gli Stati membri;
- la modifica della direttiva sul sistema comunitario di scambio delle quote di emissione e una proposta relativa alla riduzione dei gas ad effetto serra in settori non rientranti nel sistema comunitario di scambio delle quote di emissione;
- una proposta per definire un quadro adeguato per la cattura e l'immagazzinamento del carbonio;
- una valutazione dell'impatto economico delle varie proposte con riferimento alle effettive capacità applicative dei diversi Stati membri.

Con l'approvazione di tali proposte, tra la fine del 2008 e la primavera del 2009 viene definitivamente varato il cosiddetto Pacchetto "Clima-Energia" o Pacchetto "20-20-20", in funzione degli obiettivi riferiti all'aumento della quota di energia da fonti rinnovabili, alla riduzione delle emissioni di gas serra e al miglioramento dell'efficienza energetica.

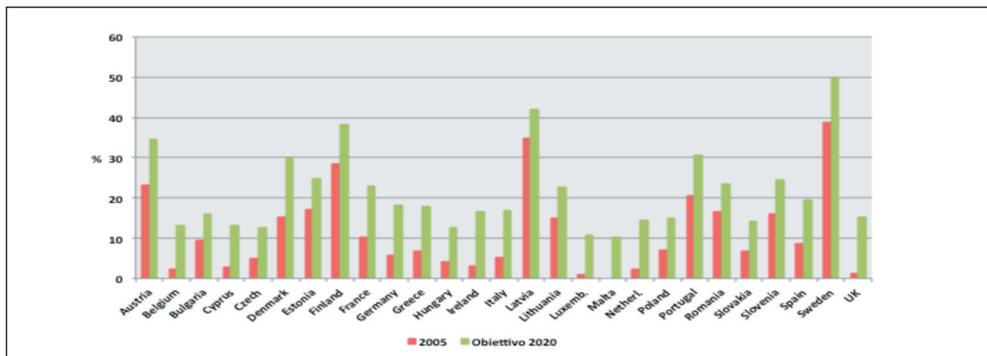
Nello specifico, tale pacchetto è composto da sei provvedimenti legislativi finalizzati a:

1. la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> provenienti dal settore dei trasporti (Reg. (CE) 443/2009);
2. l'aumento della quota di energia da fonti rinnovabili fino al 20% sul consumo finale lordo di energia al 2020 e fino al 10% nei trasporti, sempre al 2020 (Dir. 2009/28/CE);
3. la revisione del sistema di scambio delle emissioni di gas a effetto serra (Dir. 2009/29/CE);
4. la riduzione dei gas a effetto serra derivanti dal ciclo di vita dei combustibili (Dir. 2009/30/CE);
5. la cattura e lo stoccaggio geologico della CO<sub>2</sub> (Dir. 2009/31/CE);
6. la ripartizione tra gli Stati membri degli sforzi comunitari per ridurre le emissioni di gas serra (-20% rispetto al 1990) e la conferma dell'obiettivo di migliorare l'efficienza energetica del 20% (Dec. 2009/406/CE), così come già indicato dal Piano d'azione per l'efficienza energetica (COM(2006) 545).

Il Pacchetto "20-20-20", dunque, tramite la Direttiva 2009/28/CE, ha stabilito, oltre all'aumento della quota di energia da fonti rinnovabili fino al 20% sul consumo finale lordo di energia al 2020, anche un quadro comune per la promozione dell'energia rinnovabile nei tre settori principali: elettrico, riscaldamento/raffreddamento e trasporti.

In tale prospettiva la Direttiva punta a sviluppare la produzione di energia termica da biomasse ed introduce una serie di criteri di sostenibilità ambientale da applicare alla produzione di biocarburanti e bioliquidi. Inoltre, la Direttiva detta anche norme specifiche relative ai trasferimenti di quote di energia prodotta da fonti rinnovabili tra gli Stati membri, ai progetti comuni tra gli Stati membri ed i Paesi terzi, alle garanzie di origine, alle procedure amministrative, all'informazione e alla formazione nonché all'accesso alla rete elettrica per l'energia da fonti rinnovabili. Per ciascuno Stato membro è previsto, infine, un obiettivo nazionale specifico che, nel caso dell'Italia, è pari al 17% del consumo finale (figura 2.1.1).

**Figura 2.1.1: Obiettivi nazionali di incidenza delle fonti di energia rinnovabili sul totale dei consumi finali di energia. Anno 2008**

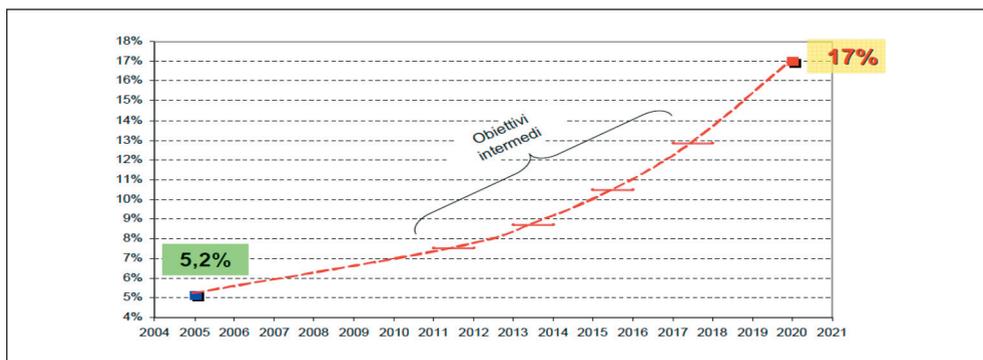


Fonte: Elaborazione BMTI su dati Commissione Europea

Si consideri a tal proposito che, sebbene gli obiettivi finali indicati dalla direttiva siano vincolanti, non lo sono quelli intermedi, in modo da garantire una certa flessibilità agli Stati membri nell'implementazione delle diverse strategie (figura 2.1.2).

In attuazione delle disposizioni introdotte dalla direttiva, nel 2010 ogni Stato membro ha notificato alla Commissione Europea il proprio Piano di Azione Nazionale sull'energia rinnovabile (PAN) in cui è definito il percorso attraverso il quale raggiungere gli obiettivi assegnati.

**Figura 2.1.2: Obiettivo assegnato all'Italia e traiettoria minima indicata dalla Direttiva 2009/28/CE (GSE)**



Fonte: Piano di Azione Nazionale sull'energia rinnovabile (PAN)

## 2.1.2 La politica europea per i biocarburanti e il fattore ILUC: orientamenti recenti

Recentemente, in risposta alle richieste della comunità scientifica e della società civile relative a una revisione della politica europea dei biocarburanti, la Commissione ha presentato una proposta di modifica alla normativa vigente in tema di biocarburanti. In particolare, la proposta si concentra sul concetto di ILUC, ovvero degli "effetti indiretti del cambiamento di uso del suolo" la cui considerazione, in base ad alcuni studi recenti, inciderebbe fortemente sul bilancio ambientale dei biocarburanti e dunque sulla loro sostenibilità.

In questo senso, alcuni biocarburanti, come quelli ottenuti da rifiuti e da scarti forestali, risulterebbero decisamente migliori, rispetto a quelli ottenuti da colture come ad esempio gli oli vegetali, lo zucchero e l'amido, dal momento che non comportano uno spostamento della produzione verso terreni non agricoli (boschi, foreste...), le naturali banche del carbonio.

Dopo un lungo e tortuoso percorso di consultazioni, se non anche travagliato, la Commissione ha proposto, nell'ottobre 2012, delle modifiche che, agli occhi dei proponenti, dovrebbero rafforzare gli incentivi per i biocarburanti più performanti, disincentivando la conversione dei terreni alla produzione di bioenergie.

I punti chiave della proposta della Commissione sono:

- l'aumento al 60% della soglia minima di riduzione dei gas a effetto serra per i nuovi impianti al fine di migliorare l'efficienza dei processi di produzione dei biocarburanti e scoraggiare ulteriori investimenti in impianti che danno scarsi risultati nella riduzione delle emissioni;
- l'inclusione dei fattori del cambiamento indiretto della destinazione dei terreni (il cosiddetto "fattore ILUC") nelle dichiarazioni dei fornitori di carburanti e degli Stati membri sulle riduzioni delle emissioni di gas a effetto serra dei biocarburanti e bioliquidi;
- la limitazione al livello di consumo attuale, ossia al 5% fino al 2020, della quantità di biocarburanti e bioliquidi derivati da colture alimentari che possono essere contabilizzati ai fini dell'obiettivo UE del 10% di energia rinnovabile nel settore dei trasporti entro il 2020, pur mantenendo gli obiettivi generali di energia rinnovabile e di riduzione dell'intensità di CO<sub>2</sub>;
- l'offerta di incentivi di mercato per i biocarburanti che non hanno impatto, o hanno un impatto basso, in termini di emissioni derivanti dal cambiamento indiretto della destinazione dei terreni, in particolare per i biocarburanti di seconda e terza generazione derivati da materie prime che non implicano una domanda supplementare di terreni, come ad esempio le alghe, la paglia e vari tipi di rifiuti, perché contribuiranno di più all'obiettivo del 10% di energia rinnovabile nei trasporti fissato dalla direttiva sulle energie rinnovabili.

## 2.2 LE POLITICHE NAZIONALI

La politica nazionale ha seguito gli sviluppi di quella europea, da cui sono derivate le principali strategie e priorità, così come i relativi obiettivi e vincoli. Nello specifico, per quanto attiene alla realtà attuale, la strategia europea delineata con il Pacchetto 20-20-20 si è tradotta per l'Italia in un duplice obiettivo:

- I. il raggiungimento di una quota di energia rinnovabile pari al 17% del consumo finale lordo, così come precedentemente indicato (paragrafo 2.1.1, figura 2.1.2);
- II. la riduzione dei gas serra del 13% rispetto al dato del 2005.

Nel corso di questi 7 anni, la posizione di partenza dell'Italia è sensibilmente migliorata in funzione di una normativa in materia di rinnovabili estremamente ampia ed in continuo aggiornamento, sebbene il conseguimento degli obiettivi sia ancora distante<sup>10</sup>. Il periodo più recente è stato, in particolare, caratterizzato da due provvedimenti programmatici e regolamentari fondamentali, entrambi emanati in attuazione della Direttiva 2009/28/CE:

- il Piano Nazionale per le Energie Rinnovabili (PAN) che stabilisce le strategie per il raggiungimento degli obiettivi nazionali indicati in ambito europeo;
- il D.lgs. 28/2011, che individua il quadro normativo per il perseguimento degli stessi obiettivi, rimandando ad una serie di successivi decreti l'individuazione delle misure applicative concrete.

<sup>10</sup>) Nomisma, *La sfida delle bioenergie. Tendenze e scenari per le energie rinnovabili in agricoltura*, 12° Rapporto Nomisma agricoltura, 2011.

## 2.2.1 Il Piano di Azione Nazionale per le Energie Rinnovabili

Il PAN rappresenta uno strumento innovativo e determinante nella definizione della più ampia strategia energetica dell'Italia, e, in questo senso, si affianca al Programma sull'efficienza energetica, al burden sharing regionale ed al Piano energetico nazionale. Come previsto dalla direttiva 2009/28/CE, l'Italia ha notificato alla Commissione europea il proprio PAN, così come redatto dal Ministero dello Sviluppo Economico, nel luglio 2010. Nello specifico, il PAN definisce:

- il consumo finale atteso per il periodo 2010-2020;
- gli obiettivi e le strategie per le energie rinnovabili in Italia;
- le misure per il conseguimento dell'obiettivo del 17% dei consumi finali di energia mediante fonti rinnovabili<sup>11</sup>.

Per quanto riguarda il primo punto, i consumi finali lordi di energia al 2020<sup>12</sup> vengono calcolati pari ad un valore di 133 Mtep, con la previsione di un ingente sforzo in materia di efficienza energetica.

**Tabella 2.2.1: Traiettorie nazionali consumi finali lordi**

Traiettorie nazionali consumi finali lordi					
Valori in [ktep]					
Anno iniziale di riferimento	2012	2014	2016	2018	2020
136.712	132.049	132.298	132.546	132.749	133.042

Fonte: Piano di Azione Nazionale sull'energia rinnovabile (PAN)

In merito alle strategie ed agli interventi necessari al raggiungimento degli obiettivi in tema di rinnovabili, il PAN indica una serie di azioni che mirano al rafforzamento degli strumenti attuali, alla piena attuazione del sistema di standard obbligatori (specie in materia di efficienza energetica degli edifici), alla promozione della cogenerazione diffusa e al rafforzamento dei titoli di efficienza energetica.

11) Si fa sempre riferimento ai consumi finali, cioè a quanta energia elettrica, termica e da trasporto consumeranno in Italia le imprese, i cittadini e gli enti di ogni tipo, nell'anno considerato. I consumi finali vengono così descritti dalla Direttiva 2009/28/CE: "i prodotti energetici forniti a scopi energetici all'industria, ai trasporti, alle famiglie, ai servizi, compresi i servizi pubblici, all'agricoltura, alla silvicoltura e alla pesca, ivi compreso il consumo di elettricità e di calore del settore elettrico per la produzione di elettricità e di calore, incluse le perdite di elettricità e di calore con la distribuzione e la trasmissione".

12) I consumi finali lordi sono dati dalla somma di: consumi elettrici (compresi i consumi degli ausiliari di centrale, le perdite di rete e i consumi elettrici per trasporto), consumi termici (riscaldamento e raffreddamento), in tutti i settori, con esclusione del contributo dell'energia elettrica per usi termici, consumi per tutte le forme di trasporto (ad eccezione del trasporto elettrico - i cui consumi sono inclusi tra quelli elettrici - e della navigazione internazionale che restano di competenza nazionale).

Infine, per quanto riguarda l'obiettivo del 17% e con riferimento ai diversi settori coinvolti, il Piano prevede di:

- procedere alla razionalizzazione delle misure esistenti per l'incentivazione delle rinnovabili per la produzione di energia elettrica;
- potenziare le politiche di promozione delle rinnovabili nel settore dell'energia termica;
- rafforzare le misure di promozione delle rinnovabili con riferimento al settore dei trasporti.

L'obiettivo del 17% è stato infatti a sua volta suddiviso, nell'ambito del Piano d'azione nazionale per le energie rinnovabili presentato dall'Italia a Bruxelles nel giugno 2010, tra i tre settori: elettrico, termico (riscaldamento e raffrescamento), dei trasporti (carburanti, biocarburanti, quota elettricità) come segue:

- settore elettrico: obiettivo del 26%;
- settore termico: obiettivo del 17%;
- settore trasporti: obiettivo del 7%;

La media delle tre percentuali è pari al 17%, cioè all'obiettivo complessivo. Per quanto riguarda, nello specifico, il settore della biomassa, le tabelle 2.2.2, 2.2.3 e 2.2.4 riportano la stima del contributo previsto agli obiettivi per il 2020 divisi per tecnologia (elettrica, termica e trasporti).

**Tabella 2.2.2: Stima del contributo previsto dal settore della biomassa agli obiettivi 2020 per tecnologia rinnovabile elettrica**

	2005 Capacità installata (MW)	2005 Produzione lorda di elettricità (GWh)	2015 Capacità installata (MW)	2015 Produzione lorda di elettricità (GWh)	2020 Capacità installata (MW)	2020 Produzione lorda di elettricità (GWh)
Biomassa solida	653	3.477	1.333	6.329	1.640	7.900
Biogas	284	1.198	826	4.074	1.200	6.020
Bioliquidi	0	0	710	3.309	980	4.860
Totale Biomassa	937	4.675	2.869	13.712	3.820	18.780
Tot. Rinnovabile Elettrica <sup>13</sup>	18.787	56.356	35.526	81.918	43.823	98.885

Fonte: Piano di Azione Nazionale sull'energia rinnovabile (PAN)

13) Include l'energia idroelettrica, quella geotermica, quella solare, quella delle maree, quella eolica e, ovviamente, quella da biomassa.

**Tabella 2.2.3: Stima del contributo previsto dal settore della biomassa agli obiettivi 2020 (Mtep) per tecnologia rinnovabile termica**

	2005 Mtep	2015 Mtep	2020 Mtep
Biomassa solida	1.629	3.404	5.254
Biogas	26	83	266
Bioliquidi	0	33	150
Totale Biomassa	1.655	3.521	5.670
Totale Rinnovabile Termica	1.916	6.062	10.456

Fonte: Piano di Azione Nazionale sull'energia rinnovabile (PAN)

**Tabella 2.2.4: Stima del contributo previsto dal settore della biomassa agli obiettivi 2020 (Mtep) per tecnologia rinnovabile nei trasporti**

	2005 Mtep	2015 Mtep	2020 Mtep
Bioetanolo/bio-ETBE	0	374	600
Biodiesel	179	1.374	1.880
Altre (biogas, oli vegetali, etc.)	0	27	50
Totale Rinnovabile Trasporti	318	2.040	2.899

Fonte: Piano di Azione Nazionale sull'energia rinnovabile (PAN)

## 2.2.2 Il Decreto Legislativo 28/2011

Con il Decreto Legislativo 28/2011 vengono attuate le strategie delineate nel Piano di Azione Nazionale e viene altresì reperita nell'ordinamento interno la Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili al 2020.

Il decreto, dunque, definisce gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari al raggiungimento degli obiettivi al 2020 in materia di quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia e di quota di energia da fonti rinnovabili nei trasporti.

Inoltre il D.lgs 28/2011, entrato in vigore nel Marzo 2011 detta, tra le altre cose, norme relative alle garanzie di origine, all'informazione e alla formazione, all'accesso alla rete

elettrica e ai criteri di sostenibilità per biocarburanti solidi e liquidi. Infine esso introduce novità importanti per il futuro delle rinnovabili, tra cui:

- la semplificazione amministrativa;
- la revisione del meccanismo degli incentivi<sup>14</sup>;
- nuovi obblighi in termini di efficienza energetica degli edifici e di integrazione delle fonti rinnovabili;
- modifiche al D.lgs. 192/05 sulla certificazione energetica in caso di compravendita e locazione;
- interventi a favore dello sviluppo tecnologico ed industriale.

Per quanto riguarda, infine, i tempi di applicazione dei diversi provvedimenti contenuti nel decreto, essi differiscono e per alcuni la tempistica non è stata definita. Quest'ultima eventualità ha suscitato non poche critiche da parte degli operatori del settore, in quanto potenzialmente portatrice di incertezza per il futuro del settore.

### 2.2.3 Il Burden Sharing

Dopo una lunga attesa, nel novembre 2011 è stato approvato il cosiddetto decreto Burden Sharing, dal quale emergono impegni per le Regioni sul fronte delle energie rinnovabili al 2020. Si tratta, infatti, del provvedimento in base al quale gli obblighi assegnati dall'Unione Europea all'Italia sono stati suddivisi su base regionale. Il successivo DM del 15 marzo è poi entrato in vigore il 3 aprile 2012 (con oltre 1.100 giorni di ritardo rispetto ai tempi stabiliti dalla Legge Finanziaria del 2008)<sup>15</sup>.

Sulla base del decreto, ad ogni Regione e Provincia autonoma viene assegnata una quota minima di incremento dell'energia (elettrica, termica e trasporti) prodotta con fonti rinnovabili, necessaria a raggiungere l'obiettivo nazionale – al 2020 – del 17% del consumo finale lordo (tabella 2.2.5)<sup>16</sup> così come calcolato nella tabella "Traiettorie nazionali consumi finali lordi" del paragrafo 2.2.1.

**Tabella 2.2.5: Traiettorie Obiettivi Italia**

Traiettorie obiettivi Italia, dalla situazione iniziale al 2020					
Obiettivo nazionale per l'anno (%)					
Anno iniziale di riferimento	2012	2014	2016	2018	2020
5,3	8,2	9,3	10,6	12,2	14,3

Fonte: Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana

14) Per quanto concerne i meccanismi di incentivazione, si faccia riferimento al paragrafo finale.

15) Comma 167 dell'articolo 2 della Legge finanziaria 2008, modificato dall'articolo 8-bis del DL 30 dicembre 2008, convertito con modificazioni dalla legge n. 13/2009.

16) In realtà, tra le Regioni non è spartito per intero l'obiettivo del 17%, ma solo il 14,3%. Infatti, il Dm Sviluppo 15 marzo 2012, all'articolo 2, specifica che non concorrono alla determinazione della quota da ripartire tra le Regioni e le Province autonome "il consumo di biocarburanti per trasporti e le importazioni di energia rinnovabile da Stati membri e da Paesi terzi". Queste quote di obiettivo vengono considerate di competenza nazionale.

A partire dal percorso stabilito a livello nazionale in termini di incidenza delle energie rinnovabili sui consumi finali lordi di energia elettrica e termica<sup>17</sup> sintetizzato nella tabella precedente, per ogni Regione vengono quindi definiti i rispettivi valori di:

- I. Contenimento dei consumi finali lordi (in ktep). Viene delineata la traiettoria degli scenari da prevedere sui consumi finali lordi negli anni intermedi (2012, 2014, 2016, 2018) e dello scenario finale al 2020. Tale traiettoria rappresenta un'indicazione e una guida, non un obiettivo vincolante per la Regione. D'altra parte, è evidente che riducendo i consumi finali, la Regione potrà raggiungere con maggiore facilità gli obiettivi di energia (termica + elettrica) da fonti rinnovabili.
- II. Sviluppo fonti rinnovabili. Viene indicato l'obiettivo finale di consumo da FER elettriche e FER termiche al 2020 rispetto all'anno iniziale di riferimento, nonché la relativa percentuale di incremento richiesto, che è il dato più significativo per la Regione stessa.

È stato inoltre previsto che:

- a partire dal 2013, il Ministero dello sviluppo economico dovrà provvedere, "entro il 31 dicembre di ciascuno anno, alla verifica per ciascuna regione e provincia autonoma della quota di consumo finale lordo coperto da fonti rinnovabili, riferita all'anno precedente"<sup>18</sup>;
- a partire dal 2016 gli obiettivi intermedi e finali risulteranno vincolanti. In caso di mancato conseguimento degli obiettivi da parte della Regione, solo a decorrere dal 2017 (sulla base dei dati al 2016), il Governo potrà intervenire, anche attraverso la nomina di un commissario, prendendo i necessari provvedimenti;
- non potrà esserci intervento del Governo nei confronti di una Regione per mancato conseguimento degli obiettivi nel caso in cui l'insieme delle Regioni abbia raggiunto gli obiettivi nazionali, intermedi o finali;
- gli obiettivi nazionali "rappresentano obiettivi minimi, che potranno essere integrati e anche diversamente articolati nell'arco dei previsti aggiornamenti biennali, per tener conto del maggior apporto di alcune fonti, di eventuali mutamenti tecnologici così come degli esiti del monitoraggio". In caso di aggiornamento degli obiettivi del Piano di azione, si provvede al conseguente aggiornamento degli obiettivi di ciascuna regione.

---

17) L'energia per trasporti non è considerata (vedi nota precedente).

18) Dm 15 marzo 2012, art. 5 comma 1.

## 2.2.4 Il Burden Sharing: la Regione Toscana

Il DM 15 marzo 2012 stabilisce anche le tipologie di compiti e competenze di livello regionale. A tal proposito, ogni regione può:

- Stabilire limiti massimi per le singole fonti: fermi restando gli obiettivi indicati, la Regione può stabilire “i limiti massimi alla produzione di energia per singola fonte rinnovabile in misura non inferiore a 1,5 volte gli obiettivi previsti nei rispettivi strumenti di pianificazione energetica per la medesima fonte<sup>19</sup>”.
- Sospendere i procedimenti autorizzativi in corso. Considerato l’impatto sulle reti elettriche degli impianti di produzione a fonti rinnovabili non programmabili, la Regione può anche “sospendere i procedimenti di autorizzazione in corso su motivata segnalazione da parte dei gestori delle reti circa la sussistenza di problemi di sicurezza per la continuità e la qualità delle forniture<sup>20</sup>”.
- Utilizzare ulteriori strumenti e/o iniziative regionali per promuovere il contenimento dei consumi finali lordi, tramite lo sviluppo di modelli di intervento per l’efficienza energetica e le fonti rinnovabili su scala distrettuale e territoriale e/o l’integrazione della programmazione in materia di fonti rinnovabili e di efficienza energetica con la programmazione di altri settori.

Per quanto riguarda, nello specifico, la Regione Toscana, la traiettoria degli obiettivi previsti dal DM Burden Sharing è riassunta nella tabella sottostante.

**Tabella 2.2.6: Traiettoria degli obiettivi Regione Toscana, dalla situazione iniziale al 2020**

BURDEN SHARING					
Traiettoria degli obiettivi Regione Toscana, dalla situazione iniziale al 2020					
Obiettivo regionale per l’anno (%)					
Anno iniziale di riferimento	2012	2014	2016	2018	2020
6,2	8,7	9,5	12,3	14,1	16,5

Fonte: Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana

19) Ciò significa che, in pratica, fatto 100 l’obiettivo per una fonte, la Regione potrà stabilire – per il proprio territorio – un limite massimo di produzione da quella fonte non inferiore a 150.

20) Il Gestore di rete deve corredare la segnalazione con una proposta degli interventi di messa in sicurezza che si considerano necessari e propedeutici a consentire un’ulteriore installazione di impianti rinnovabili non programmabili in condizioni di sicurezza. La sospensione può avere in ogni caso una durata massima di otto mesi.

## 2.3 LE POLITICHE REGIONALI: LA TOSCANA

La Legge Regionale n. 39 del 2005, così come modificata dalla Legge regionale n. 69 del 3 dicembre 2012 (Legge di semplificazione dell'ordinamento regionale 2012<sup>21</sup>), detta la programmazione regionale in materia di energia, norme sull'autorizzazione unica, sulla certificazione energetica degli edifici e in materia di inquinamento luminoso. Nello specifico, la LR 39/2005:

- disciplina le diverse tematiche energetiche,
- definisce i poteri della Regione,
- definisce gli obiettivi e gli strumenti di programmazione energetica regionale nel quadro istituzionale, determinando l'approvazione di ulteriori strumenti programmatici.

In particolare, gli strumenti di programmazione si articolano in un Piano di Indirizzo Energetico Regionale (PIER), dei suoi documenti attuativi e di un documento di monitoraggio e valutazione.

Il PIER è stato impostato avendo come obiettivo formale il raggiungimento del 20% di energia prodotta al 2020 così come stabilito in ambito europeo, ma viene anche sottolineata la previsione di uno sviluppo ancora più accentuato della quantità di energia elettrica prodotta in Toscana da fonti rinnovabili, che potrà arrivare fino al 50% del totale, mentre quella delle biomasse è prevista fino al 240%. A livello generale, inoltre, il PIER identifica 7 obiettivi prioritari:

- I. Riduzione del 20% dei gas serra al 2020;
- II. Quota delle fonti energetiche rinnovabili al 2020 pari al 20%;
- III. Promozione della ricerca;
- IV. Diversificazione dell'approvvigionamento di gas;
- V. Riconversione degli impianti inquinanti;
- VI. Miglioramento del rendimento energetico di immobili ed impianti;
- VII. Promozione della partecipazione del consumatore e sua tutela.

In particolare, per quanto concerne il settore delle biomasse, il PIER stabilisce l'esigenza fondamentale della sostenibilità generale del settore, specie per quanto concerne il rispetto delle caratteristiche proprie dell'agricoltura toscana e dell'attività forestale.

Ciò si traduce nel fatto che per la biomassa, la Regione Toscana ritiene opportuno ai fini energetici solo l'utilizzo di risorse provenienti da un bacino di approvvigionamento strettamente connesse al luogo di utilizzo della stessa biomassa, pertanto vengono privilegiati soprattutto impianti di piccola-media taglia che assicurino un rapporto più diretto tra il bacino di approvvigionamento e l'utilizzo della biomassa. Inoltre, viene stabilito che non oltre il 15% dei seminativi regionali (pari a circa 540 ha) possa essere destinato alle colture agroenergetiche, in funzione del fatto che esse vengono considerate complementari al complesso delle attività dell'azienda agricola. Per quanto riguarda l'analisi dei programmi regionali sulle biomasse si rimanda al Capitolo 7.

21) Con la quale vengono apportate modifiche alla normativa riguardante le autorizzazioni degli impianti a fonti rinnovabili.

## Gli Incentivi per le energie rinnovabili

Per soddisfare le esigenze pubbliche di sviluppo delle energie rinnovabili (tra cui la biomassa) legate, soprattutto, all'esigenza di contrastare l'effetto dei cambiamenti climatici, sono stati implementati negli ultimi anni diversi meccanismi di sostegno, di competenza prevalentemente statale, volti a garantire una remunerazione degli investimenti comparabile a quella delle fonti fossili.

Per quanto riguarda la produzione di energia elettrica, i principali strumenti di incentivo sono rappresentati da:

- I. il sistema dei Certificati Verdi (CV);
- II. il sistema con tariffe onnicomprensive per impianti di taglia non superiore a 1 MWe (200 kWe per gli impianti eolici);
- III. il sistema del conto energia per il solare fotovoltaico e termodinamico;
- IV. l'utilizzo di contributi comunitari per l'investimento in impianti;
- V. gli sgravi fiscali sulle accise.

Per quanto concerne invece la produzione di energia termica e l'incremento dell'efficienza energetica, i principali strumenti di supporto sono rappresentati da:

- I. il sistema dei Titoli di Efficienza Energetica o Certificati Bianchi;
- II. gli sgravi fiscali per il teleriscaldamento e per interventi di sostituzione delle caldaie con caldaie a biomasse;
- III. i contributi comunitari per l'investimento in impianti.

### 2.3.1 Gli incentivi per l'energia elettrica prodotta da impianti a biomasse

Sulla base della Legge 244/2007 e s.m.i. e del D.M. 18/12/2008, l'energia elettrica prodotta dagli impianti a biomasse, collegati alla rete, può essere incentivata con due alternativi meccanismi di sostegno: i Certificati Verdi oppure, nel caso di impianti con potenza fino a 1 MW, le Tariffe Onnicomprensive:

- i Certificati Verdi (CV) sono titoli negoziabili, rilasciati sulla base all'energia elettrica prodotta dagli impianti;
- le Tariffe Onnicomprensive (TO), alternative ai CV, riservate agli impianti a biomasse con potenza non superiore a 1 MW, sono tariffe fisse di remunerazione dell'energia elettrica immessa in rete.

Entrambi i meccanismi sono riconosciuti per un periodo di 15 anni e sono gestiti dal Gestore dei Servizi Energetici (GSE).

Va sottolineato che, mentre le Tariffe Onnicomprensive (TO) remunerano solo l'energia elettrica immessa in rete, i Certificati Verdi (CV) remunerano tutta l'energia netta prodotta (al netto dei servizi ausiliari di impianto), dunque questi ultimi premiano anche l'eventuale quota di produzione autoconsumata.

Nel caso dei CV, inoltre, in aggiunta all'incentivo, i produttori possono contare su un ulteriore ricavo: la valorizzazione dell'energia elettrica prodotta, che permane anche al termine del periodo di incentivazione (15 anni)<sup>22</sup>.

Tale valorizzazione dipende dall'uso che si fa dell'energia prodotta: essa può infatti essere immessa in rete (attraverso la vendita sul mercato elettrico, il "ritiro dedicato" o lo "scambio sul posto") oppure autoconsumata (in questo caso si beneficia di un "costo evitato" di acquisto dell'energia).

Al fine di consentire l'accesso ai sistemi d'incentivazione basati sui certificati verdi e sulle tariffe onnicomprensive, il GSE provvede a qualificare gli impianti (comma 3, art. 3 del D. MSE 18/12/2008) come Impianti Alimentati a Fonti Rinnovabili (qualifica IAFR). La qualifica IAFR può essere ottenuta sia da impianti già entrati in funzione che da impianti ancora in fase progettuale. Pertanto il produttore che intenda accedere ad uno dei meccanismi incentivanti deve presentare domanda al GSE per il riconoscimento. La domanda deve pervenire al GSE non oltre il termine di 3 anni dalla data di entrata in esercizio dell'impianto e varia in funzione dello stato in cui si trova l'impianto alla data della presentazione della domanda. Il GSE è tenuto a comunicare al produttore entro 90 giorni dalla data di ricevimento della domanda di qualifica, l'esito della domanda. Se entro questo periodo il produttore non riceve dal GSE nessuna comunicazione, la richiesta di qualificazione si ritiene accolta.

I Certificati Verdi sono titoli negoziabili, rilasciati dal GSE in misura proporzionale all'energia prodotta da un impianto qualificato IAFR (impianto alimentato da fonti rinnovabili), entrato in esercizio entro il 31 dicembre 2012 ai sensi di quanto previsto dal D. lgs. 28/2011. Essi hanno validità triennale: quelli rilasciati per la produzione di energia elettrica in un dato anno (anno di riferimento dei CV) possono essere usati per ottemperare all'obbligo anche nei successivi due anni.

Ogni Certificato Verde attesta convenzionalmente la produzione di 1 MWh di energia rinnovabile, tale produzione può derivare da:

- l'immissione nel sistema elettrico nazionale di 1 MWh di energia rinnovabile effettivamente prodotto: in questo caso, dunque, i CV rappresentano una fonte di ricavo aggiuntiva a quella ottenuta dalla vendita di energia elettrica;
- l'acquisto di Certificati Verdi dai produttori di energia "verde".

I CV sono negoziabili sul "mercato dei Certificati Verdi" organizzato dal Gestore dei Mercati Energetici (GME), oppure possono essere venduti attraverso un accordo bilaterale redatto tra acquirente e venditore. Il valore di un Certificato Verde (€/MWh) si forma, dunque, come risultato dell'incontro di domanda (soggetti obbligati) e offerta (produttori da fonti rinnovabili): indicativamente, con riferimento all'energia prodotta nel 2010, il prezzo medio dei CV scambiati fino a giugno 2011 è stato di 81,69 €/MWh<sup>23</sup>.

Anche il GSE partecipa al mercato, offrendo e acquistando CV sul mercato e assolvendo a un ruolo molto importante per i produttori di fonti rinnovabili: l'acquisto dell'eccesso di offerta di CV sul mercato (che in effetti si è sistematicamente verificato negli ultimi anni).

22) Le Tariffe Onnicomprensive costituiscono invece una unica fonte di ricavo, in funzione del valore (elevato) riconosciuto. Finito il periodo di incentivazione, cessa la componente incentivante, ma rimane la possibilità di remunerare l'energia prodotta.

23) Prezzo medio ponderato per le quantità scambiate, sia sul mercato sia mediante contratti bilaterali, considerando tutti gli scambi monitorati dal GME da gennaio 2010 a giugno 2011 (Fonte: GSE).

Il prezzo di ritiro dei CV da parte del GSE nel 2011, calcolato secondo una formula prevista per legge, è stato pari a 87,38 €/MWh. Il prezzo di offerta dei CV da parte del GSE nel 2011, anch'esso calcolato come da normativa, è stato pari a 113,10 €/MWh.

Per ottenere i CV, il produttore ne richiede l'emissione in seguito all'esito positivo della procedura di "qualifica di impianto alimentato da fonti rinnovabili" (qualifica IAFR). Solo per gli impianti di potenza nominale media annua non superiore ad 1 MW (0,2 MW per gli impianti eolici) con esclusione della fonte solare può essere esercitato il diritto di opzione tra i Certificati Verdi e la Tariffa Onnicomprensiva<sup>24</sup>.

Le Tariffe Onnicomprensive costituiscono dunque il meccanismo di incentivazione alternativo ai Certificati Verdi, riservato agli impianti a fonti rinnovabili fino ad una certa soglia di potenza: nel caso d'impianti a biomasse, si tratta di 1 MW. Anch'esse sono riconosciute per un periodo di 15 anni, durante il quale restano fisse, in funzione della quota di energia immessa in rete.

Tali tariffe sono dette "onnicomprensive" in quanto il loro valore include implicitamente sia una componente incentivante sia una componente di valorizzazione dell'energia elettrica immessa in rete. Sino al termine del periodo di incentivazione, le tariffe costituiscono l'unica fonte di remunerazione, mentre, una volta terminato tale periodo, rimane la possibilità di valorizzare l'energia elettrica prodotta.

Le Tariffe Onnicomprensive sono inoltre differenziate per tipologia di fonte utilizzata. Inoltre, in funzione della tipologia d'intervento impiantistico realizzato (nuova costruzione, riattivazione, rifacimento e potenziamento), esse si applicano a una quota o a tutta l'energia immessa in rete: quest'ultima opzione è possibile solo per impianti di nuova costruzione. Le tariffe previste per gli impianti a biomassa sono contenute nel D.M. 18/12/2008 e sono indicate nella tabella sottostante:

**Tabella 2.3.1: Tariffe Onnicomprensive per Impianti a Biomassa**

Tipologia di biomassa	Tariffa €/MWh
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Biogas e biomasse (diverse da quelle dei punti successivi);</b></li> <li>- <b>Alcol etilico di origine agricola proveniente dalla distillazione dei sottoprodotti della vinificazione;</b></li> <li>- <b>Residui di macellazione e sottoprodotti delle attività agricole, agroalimentari e forestali (anche quando vengono sottoposti a un trattamento di liquefazione o estrazione meccanica);</b></li> <li>- <b>Oli vegetali puri tracciabili attraverso il sistema integrato di gestione e di controllo previsto dal regolamento (CE) n. 73/2009</b></li> </ul>	280
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Gas di discarica;</b></li> <li>- <b>Gas di depurazione (biogas ottenuto dai fanghi di depurazione delle acque reflue);</b></li> <li>- <b>Bioliquidi (diversi dalla riga precedente)</b></li> </ul>	180

Fonte: GSE

24) Contestualmente alla prima emissione di Certificati Verdi, il GSE attiva, a favore del produttore, un "conto proprietà" per il "deposito" dei certificati stessi. Il GSE mantiene traccia delle emissioni dei Certificati Verdi e delle relative transazioni mediante un sistema informatico dedicato al quale i titolari del conto proprietà possono accedere, dopo l'assegnazione di un codice identificativo da parte del GSE. Il conto proprietà è attivato anche a favore dei produttori e/o importatori soggetti all'obbligo di cui all'art. 11 del D.lgs.79/99, all'atto della ricezione, da parte del GSE, dell'autocertificazione attestante la produzione e/o importazione non rinnovabile, nonché a favore dei soggetti che intendano effettuare attività di trading di Certificati Verdi.

### 2.3.2 Gli incentivi per l'energia termica prodotta da impianti a biomasse

I principali incentivi a disposizione dei generatori di calore a biomassa sono:

- le agevolazioni fiscali per il risparmio energetico;
- i Titoli di Efficienza Energetica (TEE), anche noti come Certificati Bianchi;
- inoltre, gli utenti delle reti di teleriscaldamento alimentate da biomasse possono usufruire di un credito d'imposta.

#### La detrazione fiscale del 55%

Fino al 31 dicembre 2012, chi installava una stufa o una caldaia a biomassa o uno scambiatore per allacciarsi a una rete di teleriscaldamento alimentata a biomassa, poteva usufruire delle detrazioni fiscali previste per gli interventi di ristrutturazione che aumentano l'efficienza e il risparmio energetico di un edificio. Si tratta di uno sconto da applicare alle imposte dovute dal contribuente, pari al 55% delle spese sostenute, ripartito su dieci anni. Si tratta, quindi, di riduzioni riguardanti l'IRPEF (imposta sul reddito delle persone fisiche) e l'IRES (imposta sul reddito delle società), concesse per interventi volti ad aumentare il livello di efficienza energetica degli edifici. Come tutte le detrazioni d'imposta, l'agevolazione è limitata all'ammontare dell'imposta annua del contribuente, derivante dalla dichiarazione dei redditi presentata.

Possono usufruire dell'agevolazione tutti i soggetti che abbiano la disponibilità di un immobile (sia i proprietari sia chi è in affitto o in usufrutto). I generatori di calore a biomassa, per poter usufruire dell'agevolazione fiscale, devono essere installati in un immobile esistente, già dotato di un impianto di riscaldamento. L'intervento deve configurarsi come una sostituzione totale o parziale del vecchio generatore termico e non come un'integrazione allo stesso né come una nuova installazione<sup>25</sup>.

Entro 90 giorni dal termine dei lavori è necessario inviare all'ENEA per via telematica la scheda informativa relativa agli interventi realizzati. Tutte le ricevute dei bonifici all'impresa che svolge i lavori, così come le fatture e ricevute fiscali per gli acquisti e le prestazioni detraibili ed il certificato di asseverazione devono essere conservati come prova di pagamento.

#### I Titoli di Efficienza Energetica o Certificati Bianchi

I Titoli di Efficienza Energetica (TEE) sono titoli negoziabili che certificano i risparmi energetici negli usi finali di energia e si rivolgono a specifici operatori e soggetti professionali. Il meccanismo dei Titoli di Efficienza Energetica si fonda sull'obbligo, posto dalla normativa in capo alle aziende distributrici di gas e/o di energia elettrica, con più di 50.000 clienti finali, di conseguire un obiettivo annuo prestabilito di risparmio energetico, grazie alla realizzazione di determinati progetti. Le aziende distributrici di elettricità e gas possono assolvere al proprio obbligo realizzando interventi e attività che implicino un risparmio

---

25) La sostituzione di un impianto centralizzato con impianti individuali autonomi non può accedere alla detrazione del 55%.

energetico e dunque danno diritto ai Certificati Bianchi, direttamente presso gli utenti finali, oppure acquistando i TEE sul mercato dei Titoli di Efficienza Energetica organizzato dal GME<sup>26</sup>. Il conseguimento di tale risparmio è certificato tramite l'emissione dei Titoli di Efficienza Energetica da parte del Gestore dei Mercati Energetici (GME): un Certificato Bianco corrisponde al risparmio di 1 tep (tonnellate equivalenti di petrolio), che corrisponde all'energia sviluppata dalla combustione di una tonnellata di petrolio.

Le tipologie dei Titoli variano in funzione del tipo di energia risparmiata (energia elettrica, gas, combustibili), mentre il loro valore dipende dagli esiti delle contrattazioni, che avvengono o sul mercato organizzato dal GME, oppure in virtù di accordi bilaterali. Negli ultimi anni il valore medio dei Certificati Bianchi è cresciuto. Nel corso del 2010, il valore medio degli scambi è stato di 81 €/TEE senza IVA (75 €/TEE è stato il valore medio degli scambi bilaterali, pari a circa il 70% di tutti gli scambi, mentre 93 €/TEE è il valore medio osservato per le contrattazioni avvenute sul mercato del GME).

### **Il credito d'imposta per l'allacciamento alle reti di teleriscaldamento a biomassa**

La legge finanziaria 2009 (L. 22/12/2008 n. 203, art. 2) ha confermato un'ulteriore agevolazione sulla fornitura di calore mediante reti di teleriscaldamento alimentate da biomassa, pari a € 25,80 per ogni MWh termico fornito. Si tratta ancora una volta di un'agevolazione in forma di credito d'imposta, che viene trasferita sul prezzo di cessione del calore all'utente finale.

La legge finanziaria 2001 (L. 23/12/2000 n. 388, art. 29) ha introdotto un contributo per gli utenti che si allacciano alle reti di teleriscaldamento alimentate da biomassa. Si tratta di un credito d'imposta, del valore di € 20,66 per ogni kW di potenza impegnata, che è trasferito all'utente finale attraverso uno sconto, operato dalla società che eroga il servizio calore, nella bolletta del cliente. Lo Stato provvede poi al rimborso alla società.

### **2.3.3 Il nuovo sistema di incentivi alla produzione di energia elettrica da biomassa: Il Decreto Ministeriale 6 luglio 2012**

Il Decreto Ministeriale del 6 luglio 2012, attuazione del decreto legislativo del 3 marzo 2011 n.° 28, introduce un nuovo sistema di incentivi (fondato sulla sola tariffa onnicomprensiva per gli impianti già entrati in esercizio e per quelli che entreranno in esercizio in data successiva al 31 dicembre 2012) sulla produzione elettrica da fonti rinnovabili con 4 profonde novità:

1. il concetto della durata media del tipo d'impianto incide sulla durata del riconoscimento degli incentivi;
2. la fine del regime dei Certificati Verdi dal 2016;
3. il riconoscimento del concetto di "sostenibilità" delle biomasse;
4. l'incremento della tariffa base per la produzione combinata di energia elettrica e termica.

---

26) L'offerta di Titoli sul mercato può essere data dai cosiddetti "soggetti volontari", i quali realizzano interventi di risparmio energetico presso gli utenti finali e vendono i Certificati Bianchi ottenuti ai soggetti obbligati.

Il valore dell'incentivo è fissato in funzione della durata media dell'impianto, e cioè per 20 anni (durata media della vita di un impianto). Inoltre il decreto prevede che, a partire dal 1° gennaio 2013, la produzione di energia da fonti rinnovabili (diverse dal fotovoltaico) sia incentivata in considerazione di specifiche caratteristiche dell'impianto. In particolare si tiene conto della fonte energetica rinnovabile e della tipologia di fonte energetica, nonché, specie per quanto riguarda le biomasse, della classe di potenza. Per quanto concerne le biomasse, la logica è quella della valorizzazione delle produzioni agricole e contemporanea disincentivazione della destinazione alla produzione di energia di beni destinabili al consumo alimentare e della destinazione dei terreni agricoli a colture energetiche. In tal senso, per la prima volta viene conferito un valore maggiore alle biomasse "pure", tramite l'assegnazione di un punteggio superiore ai "sottoprodotti" anziché ai prodotti, sposando l'approccio della complementarità delle produzioni agroenergetiche rispetto all'attività principale dell'azienda.

In base al nuovo regime, la valorizzazione dell'energia elettrica prodotta da impianti fino a 5 MW avviene tramite uno dei seguenti metodi:

- I. Ritiro dedicato per impianti di taglia  $\leq 1$  MW. Esso consiste nella cessione dell'energia elettrica al GSE, che provvede a remunerarla.
- II. Energia incentivata (incentivazione alternativa al ritiro dedicato nel caso di impianti di taglia  $\leq 1$  MW, ma automatica per impianti di taglia superiore ad 1MWp ed inferiore ai 5 MW) in cui viene riconosciuta una tariffa premio calcolata sulla tariffa incentivante meno il valore dell'energia elettrica riconosciuto dal GSE sull'energia immessa in rete e ritirata.

Nel caso di impianti a biogas e biomasse fino ad 1 MW, è comunque prevista la possibilità di optare per la seconda tipologia di tariffa al fine di promuovere l'autoconsumo aziendale. Per gli impianti di taglia superiore ai 5 MW, è previsto l'accesso al sistema delle aste. Il sistema delle aste prevede l'assegnazione di specifici contingenti espressi in MW:

- 120 per le biomasse caratterizzate da prodotti e sottoprodotti di origine biologica, da rifiuti, biogas, gas di depurazione, di discarica e bioliquidi sostenibili;
- 350 per biomasse caratterizzate da rifiuti per i quali la frazione biodegradabile è determinata forfettariamente con le modalità indicate nel decreto stesso.

All'asta, possono partecipare i titolari di impianti già provvisti di autorizzazione con il preventivo di connessione accettato. Nello specifico, l'asta viene eseguita con la tecnica del ribasso (cioè mediante accettazione di offerte di riduzione percentuale rispetto al valore posto a base d'asta, corrispondente all'incentivo vigente per l'ultimo scaglione di potenza alla data di entrata in esercizio per ciascuna tipologia e dimensione d'impianto<sup>27</sup>) ma sono esclusi i ribassi inferiori al 2% della base d'asta.

---

27) L'incentivo minimo riconosciuto è corrispondente alla riduzione del 30% rispetto base.

In sintesi, il nuovo sistema di incentivazione, oltre a prevedere un meccanismo di riduzione progressiva del livello incentivante, è caratterizzato dall'introduzione di un contingente massimo annuo di finanziamenti (5,8 miliardi di euro) e, per accedere agli incentivi per gli impianti inferiori ai 5 MW, occorrerà iscriversi ad appositi registri, per i quali sarà necessario il solo titolo autorizzativo<sup>28</sup>.

### 2.3.4 Il nuovo sistema di incentivi alla produzione di energia termica da biomassa: il Decreto Ministeriale 28 dicembre 2012

Il 2 gennaio 2013 è inoltre entrato in vigore il DM Sviluppo economico 28 dicembre 2012, che stabilisce i nuovi obiettivi nazionali di risparmio energetico per le imprese di distribuzione di energia elettrica e gas per gli anni 2013-2016. Tale decreto è stato previsto per incentivare interventi di piccole dimensioni, per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili.

Il meccanismo d'incentivazione approvato tiene conto di quei soggetti che erano stati esclusi dagli interventi di detrazione fiscale del 55% poiché non soggetti a IRPEF o IRAP: in particolare le amministrazioni pubbliche, e tutti gli altri soggetti che, avendo redditi limitati, non potevano beneficiare a pieno delle detrazioni. I contributi disponibili ammontano a 900 milioni di euro<sup>29</sup>, di cui 200 milioni per le pubbliche amministrazioni e 700 milioni per i privati, e sono destinati ad interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili realizzati a decorrere dall'entrata in vigore del decreto stesso, ai fini del raggiungimento degli obiettivi specifici previsti dai Piani di azione per le energie rinnovabili e per l'efficienza energetica.

Si prevedono due tipi di incentivi: il primo finalizzato alla produzione di energia termica da fonti rinnovabili, il secondo a incrementare l'efficienza energetica. L'accesso agli incentivi per le rinnovabili termiche sarà consentito sia ai soggetti pubblici sia ai privati e riguarderà:

- la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di pompe di calore, elettriche o a gas, utilizzando energia aerotermica, geotermica o idrotermica;
- la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale o di riscaldamento delle serre esistenti e dei fabbricati rurali esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di generatore di calore alimentato da biomassa<sup>30</sup>;
- l'installazione di collettori solari termici, anche abbinati a sistemi di solar cooling;
- la sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore.

28) INEA, Decreto Ministeriale 6 luglio 2012: *Incentivi per Energia da Biomassa, 2012*.

29) Il contributo sarà corrisposto dal GSE in rate annuali uguali per 2 o 5 anni, sulla base del tipo di intervento oggetto dell'incentivazione e sarà mediamente equivalente a circa il 40% delle spese sostenute.

30) Le aziende agricole potranno accedere anche agli incentivi per l'installazione - oltre che per la sostituzione - d'impianti di climatizzazione invernale dotati di generatori di calore alimentati a biomasse.

Per contro, l'accesso agli incentivi per l'efficienza energetica è riservato ai soli soggetti pubblici e riguarda:

- l'isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato;
- la sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato;
- la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzando generatori di calore a condensazione;
- l'installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti con esposizione da Est-Sud-Est a Ovest, fissi o mobili, non trasportabili.

Per accedere agli incentivi, il soggetto, possibile beneficiario, deve presentare la domanda al GSE, entro 60 giorni dalla data di effettuazione dell'intervento o di ultimazione dei lavori. I beneficiari degli incentivi possono avvalersi dello strumento del finanziamento tramite terzi o di un contratto di rendimento energetico ovvero di un servizio energia. Il soggetto che fa richiesta dell'incentivo è tenuto a corrispondere un corrispettivo pari all'1% del valore del contributo totale previsto come incentivo per l'intervento, che sarà trattenuto come somma a valere sulle rate annuali cui ha diritto, con un massimale pari a 150 €<sup>31</sup>.

L'incentivo non è cumulabile con altri contributi statali ad eccezione dei fondi di garanzia, di rotazione e i contributi in conto interesse. Limitatamente agli edifici pubblici a uso pubblico, gli incentivi sono cumulabili con incentivi in conto capitale, nel rispetto della normativa comunitaria e nazionale.

Per tutti gli interventi ammessi all'incentivo, il decreto stabilisce specifici valori prestazionali minimi: in particolare, l'incentivo sarà commisurato all'energia rinnovabile prodotta e al risparmio energetico conseguito e sarà differenziato per taglie e zone climatiche, tale da coprire una percentuale della spesa sostenuta per l'intervento.

Il DM Sviluppo economico 28 dicembre 2012 ha inoltre stabilito i nuovi obiettivi per il periodo 2013-2016 relativi alla disciplina dei Certificati Bianchi, così come riassunto nella Tabella 2.3.2.

**Tabella 2.3.2: Nuovi obiettivi per il periodo 2013-2016**

Periodo d'obbligo 2013-2016	
Anno	Obiettivo cumulato annuo (Mtep)
2013	4,60
2014	6,20
2015	6,60
2016	7,60

Fonte: GSE

31) Questo contributo è previsto per la copertura delle attività svolte dal GSE e dall'ENEA in merito ai dati e alle informazioni fornite dai soggetti responsabili nonché ai controlli sugli interventi e in generale a tutte le attività gestionali, amministrative, di verifica e controllo finalizzate all'erogazione degli incentivi.

A differenza di quanto disposto per il periodo 2005-2012), inoltre, gli obblighi quantitativi nazionali annui di incremento dell'efficienza energetica degli usi finali di energia elettrica e gas che devono essere conseguiti dai soggetti obbligati non sono espressi in Mega Tep, ma in numero di Certificati Bianchi (tabella 2.3.3).

**Tabella 2.3.3: Obiettivi annui per energie elettrica e gas**

Obiettivi annui energia elettrica		Obiettivi annui gas	
Anno	Numero di Certificati Bianchi (milioni)	Anno	Numero di Certificati Bianchi (milioni)
2013	3,03	2013	2,48
2014	3,71	2014	3,04
2015	4,26	2015	3,49
2016	5,23	2016	4,28

Fonte: GSE

### 3.3. LE FILIERE DELLE BIOENERGIE

Negli ultimi anni, il settore delle bioenergie ha attirato, e sta attirando, un grande interesse non solo a livello politico-istituzionale, ma soprattutto da parte degli operatori del settore, tanto agricoli quanto industriali. Una delle ragioni risiede probabilmente nella consapevolezza che il settore racchiuda un grande potenziale non ancora pienamente sfruttato anche a causa della maggiore complessità progettuale rispetto ad altre fonti di energia rinnovabile. Tra questo potenziale un fattore di prim'ordine è svolto dal possibile ruolo che le bioenergie potrebbero svolgere in termini di sviluppo di strutture economiche locali, nonché come possibili fonti alternative di reddito per il settore agricolo. In questo senso, lo sviluppo di filiere agro-energetiche è pienamente coerente non solo con le logiche di sviluppo sostenibile, ma anche con quelle di promozione di un nuovo modello agricolo caratterizzato da sostenibilità, multifunzionalità e competitività.

In Europa, i recenti sviluppi delle attività agro-energetiche, svolte dalle imprese agricole, e delle relative filiere, possono anzi essere considerati una diretta conseguenza dell'emergere di questi nuovi approcci, che fanno riferimento, rispettivamente, agli impegni internazionali assunti in materia di cambiamenti climatici e alla riforma della Politica Agricola Comunitaria. D'altronde, non va nemmeno sottovalutato il ruolo assunto dai consumatori e, più in generale, dalla società civile nella definizione degli obiettivi delle misure d'intervento nel settore agricolo, non a caso sempre più orientati alla difesa di valori come la sicurezza alimentare ed ambientale.

I più recenti sviluppi della Politica Agricola Comunitaria possono essere considerati, almeno in parte, come un prodotto di tale cambio di paradigma, che ha a sua volta investito il mondo agricolo ed agro-industriale continentali, chiamati ad intraprendere radicali cambiamenti in virtù del nuovo paradigma sviluppato a Bruxelles. Se il vecchio approccio agricolo europeo prevedeva infatti una politica settoriale forte, basata sul sostegno dei prezzi in base ad un modello accoppiato alla produzione, nel nuovo paradigma si è invece affermato l'obiettivo di promuovere un'agricoltura multifunzionale, sostenibile e competitiva.

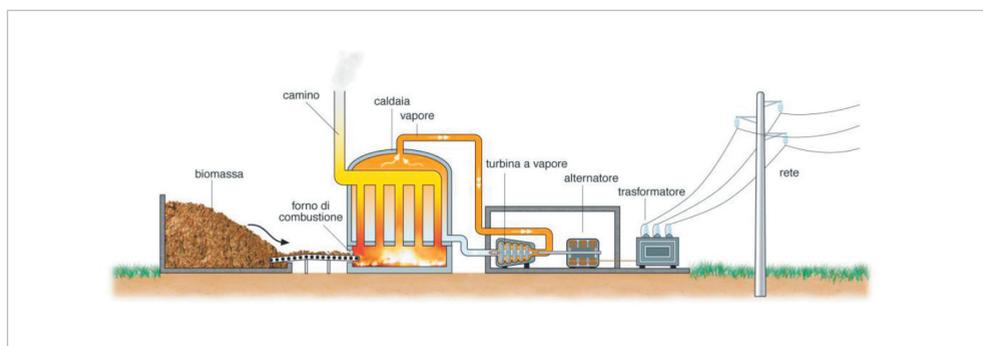
Volendo in questa sede tralasciare le polemiche e i problemi conseguenti la riforma della PAC, appare opportuno tuttavia sottolineare come in tale mutato contesto l'impresa agricola abbia recuperato un ruolo strategico: quello di uno strumento necessario per raggiungere nuovi obiettivi, quali la salvaguardia del paesaggio, dell'ambiente e del benessere animale; il contributo allo sviluppo di una vita e di un'economia rurali; la tutela della qualità e della sicurezza dei prodotti alimentari. Alla base del nuovo approccio europeo emerge infatti con chiarezza l'affermazione del principio di sussidiarietà, in base al quale le strategie di pianificazione, ivi comprese quelle attinenti ai settori agricolo ed energetico, ritornano in una dimensione locale e rurale in modo da valorizzare le differenti peculiarità ambientali, sociali ed economiche di territori diversi. In tale modello, dunque, il peso dell'impresa agricola, ma soprattutto agro-energetica, è evidentemente di prim'ordine. Le biomasse, di conseguenza, rivestono un ruolo sempre più importante per via della crescente interazione con il mondo agricolo e grazie al fatto di poter sfruttare una tecnologia, almeno per alcuni sistemi, matura.

In particolare, la filiera e le tecnologie per l'impiego della biomassa per la produzione di calore, tanto per usi civili che industriali, è relativamente semplice, poco costosa e ampiamente esposta ad ulteriori innovazioni tecnologiche nonostante il grado di maturità raggiunto. Lo sviluppo di questa filiera, tuttavia, risulta ancora almeno parzialmente condizionato da barriere "psicologiche" legate soprattutto alla fiducia del mercato nei confronti del reperimento della biomassa, trattandosi di un combustibile non ancora commercializzato su canali tradizionali.

Per quanto concerne la filiera nazionale di produzione di energia elettrica, si tratta di una realtà importante, anche se difficile da quantificare con certezza e ancora solo parzialmente sfruttata: solo una parte degli impianti esistenti, infatti, è finalizzata anche alla produzione di calore per gli usi di teleriscaldamento. Si tratta perlopiù di impianti termoelettrici, che sfruttano turbine alimentate dal calore prodotto dalla combustione diretta delle biomasse o dei sottoprodotti derivanti dalla gassificazione. Le restanti producono invece solo energia elettrica, poi ceduta alla rete del Gestore dei Servizi Energetici (GSE)<sup>32</sup>.

Gli impianti termoelettrici di combustione diretta sono alimentati principalmente con biomassa legnosa proveniente da diversi settori (forestale, agricolo, agroalimentare, etc.), in essi l'energia termica contenuta nella biomassa viene trasformata prima in energia meccanica e, successivamente, in energia elettrica. Le taglie di tali centrali possono variare dalle medie centrali termoelettriche alimentate da biomasse solide, solitamente da cippato di legno, sino ai piccoli gruppi elettrogeni alimentati da biocombustibili liquidi. Se si esclude la fase preliminare di trattamento della biomassa, gli impianti termoelettrici a biomasse sono abbastanza simili a quelli alimentati con combustibili tradizionali, come sintetizzato nella figura 3.1.1.

**Figura 3.1.1: Schema impianto termico a biomassa**



Fonte: ENAMA

32) Sfortunatamente, è tutt'altro che agevole distinguere tra le due tipologie d'impianti, in quanto i dati riportati sul bollettino del GSE (che può essere considerata una delle fonti più autorevoli in questo campo, se non la più autorevole in assoluto) comprendono tutte le centrali a biomasse che producono energia elettrica, senza distinzione tra quelle che generano anche calore per gli usi di teleriscaldamento e quelle che producono invece solo energia elettrica, per poi cederla alla rete dello stesso GSE. Confrontando i dati resi disponibili dal GSE con quelli di altre fonti alternative altrettanto accreditate (CRPA, Itabia, etc.) emergono in effetti discrepanze anche significative che non si prestano a facili interpretazioni.

Le tipologie impiantistiche più diffuse sono le seguenti:

- impianti tradizionali con forno di combustione della biomassa solida, caldaia che alimenta una turbina a vapore accoppiata ad un generatore;
- impianti con turbina a gas alimentata dal syngas da biomasse in ciclo semplice o combinato con turbina a vapore;
- impianti termoelettrici ibridi, che utilizzano biomasse e fonti convenzionali (il caso più frequente è la co-combustione della biomassa e della fonte convenzionale nella stessa fornace);
- impianti, alimentati da biomasse liquide (oli vegetali, biodiesel), costituiti da motori accoppiati a generatori (gruppi elettrogeni).

Per quanto riguarda il biogas, esso si presta benissimo alla valorizzazione energetica per combustione diretta, grazie all'ottimo potere calorifero che lo caratterizza. Tale processo può essere attuato in caldaia per sola produzione di calore, o anche in motori accoppiati a generatori per la produzione di sola elettricità oppure per la cogenerazione di energia termica ed elettrica. Gli impianti termoelettrici a biogas effettuano quindi la conversione dell'energia termica contenuta nel biogas in energia meccanica e successivamente in energia elettrica. Nella tabella 3.1.1 sono riportate numerosità e potenza efficiente lorda degli impianti alimentati con bioenergie<sup>33</sup>: per quanto riguarda la variazione nel corso del biennio 2010-2011<sup>34</sup>, dunque, la numerosità degli impianti è aumentata dell'81%, soprattutto per i molti piccoli impianti a biogas, mentre la potenza cresce del 20% (+474 MW) sia per gli impianti a bioliquidi che per gli impianti a biogas. Nel 2011 la potenza degli impianti alimentati con le bioenergie è pari a oltre 2.800 MW, equivalenti al 7% di quella relativa all'intero parco impianti rinnovabile<sup>35</sup>.

**Tabella 3.1.1: Potenza e numerosità degli impianti alimentati da bioenergie 2010-2011**

	2010		2011		Var.% 2011/2010	
	N° Impianti	MW	N° Impianti	MW	N° Impianti	MW
<b>Biomasse</b>	142	1.242,70	170	1.288,50	19,7%	3,7%
da rifiuti urbani	71	797,9	71	827,5	0	3,7%
da altre biomasse	71	444,7	99	461	39,4%	3,7%
<b>Biogas</b>	451	507,7	819	773,4	81,6%	52,3%
da rifiuti	228	341,3	260	356,4	14%	4,4%
da fanghi	47	14,6	60	29,7	27,7%	104%
da deiezioni animali	95	41,4	165	89,5	73,7%	116,3%
da attiv. agro-forestali	81	110,4	334	297,9	312,3%	169,7%
<b>Bioliquidi</b>	97	601,2	275	763,4	183,5%	27%
oli vegetali grezzi	86	510	234	653,9	172,1%	28,2%
altri bioliquidi	11	91,2	41	109,5	272,7%	20,1%
<b>TOTALE BIOENERGIE</b>	669	2.351,5	1.213	2.825,3	81,3%	20,1%

Fonte: GSE

33) Non sono inclusi gli impianti ibridi, ossia quelli che producono elettricità principalmente sfruttando combustibili convenzionali: gas, carbone e altro.

34) A partire dal 2010, grazie alla collaborazione tra il GSE e Terna, è stato possibile tener conto anche degli impianti di taglia più piccola, che negli anni precedenti non erano stati censiti nelle statistiche.

35) GSE

Come si può osservare dalla stessa tabella, gli impianti più numerosi sono quelli alimentati con i biogas (65%), seguiti da quelli a bioliquidi (22%) e infine da quelli a biomasse (13%). Al contrario, in termini di potenza, dei 2.825 MW generati il 46% deriva da impianti che bruciano biomasse, il 27% utilizza bioliquidi e il restante 27% è alimentato da biogas. Questo dipende dalla taglia media degli impianti: i biogas hanno potenza installata media pari a poco meno di 1 MW, e dunque risultano più orientati verso la microgenerazione, mentre gli impianti a biomasse e rifiuti, di tagli maggiore, arrivano a circa 8 MW medi.

Come si vedrà in seguito, questo non deve portare a concludere che la filiera del biogas sia necessariamente più corta di quella degli impianti alimentati da altre biomasse<sup>36</sup>, seppure è vero che le potenzialità del biogas in micro-filiera, specie di autoconsumo, siano state tra le opzioni finora più sfruttate in conseguenza della loro convenienza economica. Microgenerazione diffusa, autoconsumo, micro-filiera e filiera agroindustriali delle biomasse, infatti, non appartengono a filosofie di sviluppo antitetiche, ma sono al contrario coerenti con una politica nazionale finalizzata a conciliare obiettivi ambientali, energetici (diversificazione delle fonti di approvvigionamento) ed agricoli (multifunzionalità, sostenibilità e competitività del settore).

In questo senso, se si esclude l'autoconsumo, la grande sfida per l'intero settore delle bioenergie è quella di collegare gli impianti, di qualunque taglia essi siano, ad una filiera di approvvigionamento dedicata. Sebbene gli interventi a questo scopo necessari vadano calibrati sulle diverse realtà impiantistiche, essi devono essere considerati come il prodotto di un approccio complementare che garantisca tanto una maggiore penetrazione della microgenerazione, quanto la sostenibilità ambientale dei grandi impianti. Tali interventi dovrebbero cioè essere indirizzati a garantire:

- da un lato, la diffusione di applicazioni tecnologiche di piccola scala (microgenerazione) che per definizione sono più predisposte ad accogliere logiche di sviluppo di filiere locali;
- dall'altro, la strutturazione di bacini di approvvigionamento locale per i grandi impianti industriali di trasformazione.

---

36) Nella definizione di filiera lunga, in opposizione a quella corta, c'è un po' di confusione. Con lungo e corto s'indicano due aspetti: numero di operatori, ove all'aumentare del numero di operatori si dice che la filiera s'allunga, minore il numero di operatori, la filiera si accorcia. Corto e lungo è utilizzato in un'accezione spaziale, con riferimento al numero di chilometri che il bene o semilavorati percorrono. Si dice che una filiera è lunga se, la somma dei km percorsi da materie prime, semilavorati, bene finale sono tanti. Invece, la filiera è corta se il prodotto è a km zero. Si tende a identificare il corto anche in termini di km, il lungo nell'accezione di numero di operatori col numero di km. Questo non è vero. L'accezione di filiera, corta o lunga, in termini di numero di passaggi e di km percorsi, possono andare in due direzioni opposte. Si può avere una filiera molto corta, in termini di numero di passaggi, ma lunga in termini di km percorsi. I pochi km "percorsi" dalle materie prime, che è un elemento utilizzato nella comunicazione tra imprese e consumatori per indicare che il processo produttivo ha basso impatto ambientale negativo, per mancanza di trasporto, non è determina che il prodotto realizzato con tali materie prime abbia un impatto ambientale "migliore" di un altro le cui materie prime abbiano "percorso" più km. Anche le dimensioni delle imprese, laddove i processi produttivi manifestino una scala ottimale efficiente per dimensioni delle imprese ampie, rispetto a quelle presenti in una certa zona, implicano che il prodotto che viene da lontano è stato realizzato con miglior livello d'efficienza. Filiera lunga e corta si definiscono in termini relativi.

Tenendo in considerazione queste due grandi linee di sviluppo, nei capitoli a seguire analizzeremo le principali filiere di biomasse presenti sul territorio italiano, fornendo, laddove possibile, esempi concreti d'impianti e filiere realizzati, specie con riferimento al territorio toscano. L'indagine, dunque, affronterà temi diversi, legate alle prospettive di sviluppo di mercati locali e nazionali, oltre che di diverse alternative progettuali, dai grandi impianti alla microgenerazione. Coerentemente con quanto affermato in precedenza, un'attenzione particolare verrà dedicata alla produzione di energia su scala locale e, almeno parzialmente, al modello di filiera corta.

Con il termine "Filiera corta" s'individuano tutto l'insieme di pratiche finalizzate al recupero di un rapporto diretto tra produttori e consumatori, anche al fine di contenere e ridurre i costi al consumo dei prodotti (in questo caso si tratta di energia).

All'interno delle filiere corte s'inseriscono tanto le micro-filiera di autoconsumo per la produzione di energia termica e acqua sanitaria destinata al fabbisogno di locali con volumetrie ridotte, quanto le esperienze di microgenerazione. Questa tipologia di filiera ben si adatta all'interno di aziende agrarie, zootecniche o a vocazione serricola.

Per quanto riguarda le prime, infatti, lo sfruttamento del cascame termico prodotto nei piccoli impianti non permette solo di garantire la sostenibilità economica dell'investimento, ma anche di valorizzare appieno le potenzialità energetiche delle biomasse<sup>37</sup>, nonché la stretta congiunzione che lega il territorio di produzione della materia prima all'utenza finale.

Per quanto concerne le aziende a vocazione serricola, inoltre, le potenzialità più interessanti risiedono nella valorizzazione energetica di residui di potature agricole o di prodotti di lavorazione agro-industriali (come sanse e vinacce esauste) in piccole caldaie per produrre calore da utilizzare in serre.

In sintesi, quello della filiera corta risulta essere un modello applicabile in una qualsiasi azienda agroforestale che possa garantire il reperimento di biomassa necessaria<sup>38</sup> a soddisfare le esigenze termiche di edifici con volumetrie contenute. I vantaggi di un tale sistema di produzione di energia per autoconsumo sono molteplici. I più significativi sono rappresentati dal consistente risparmio economico dovuto alla forte riduzione dei costi di trasporto e di smaltimento, oltre che dal contenimento dell'inquinamento ambientale. Condizione necessaria allo sviluppo di tale modello è dunque la costruzione di reti territoriali in cui le imprese agricole siano in grado di assicurare contingenti energetici al territorio attraverso

#### FILIERA CORTA Definizione

"filiera produttiva caratterizzata da un numero limitato e circoscritto di passaggi produttivi, e in particolare d'intermediazioni commerciali, che possono portare anche al contatto diretto fra il produttore e il consumatore."

37) A differenza dei grandi impianti, infatti, le centrali di taglia più piccola permettono, a fronte di rendimenti di conversione minori, di valorizzare al meglio il calore di scarto derivante dal processo di generazione di energia elettrica.

38) Ci sono vari modi in cui un'impresa può garantire tale reperimento: utilizzando la biomassa legnosa ricavata da boschi esistenti, oppure quella ottenuta dalle piantagioni dedicate, ma anche sfruttando gli scarti di potature propri o di aziende vicine, così come gli scarti di segherie limitrofe.

un sistema di generazione distribuita. Questo sistema, per definizione, è finalizzato alla produzione di energia elettrica in unità di autoproduzione di piccole dimensioni localizzate in più punti del territorio (anziché centralizzata in poche grandi centrali elettriche) e, dunque, si caratterizza per un ridotto impatto ambientale oltre che per un alto livello di accettabilità da parte del tessuto sociale del territorio di riferimento.

Le potenzialità di questa scelta possono giungere, inoltre, fino alla creazione di veri e propri distretti agroenergetici, in grado di garantire l'autosufficienza energetica attraverso l'impiego di fonti di energia rinnovabile di origine agricola provenienti esclusivamente dall'ambito territoriale del distretto medesimo e mediante l'adozione di tecnologie efficienti negli usi finali. La possibilità di produrre e di consumare l'energia a livello locale, come potrebbe avvenire nel contesto di un distretto agro-energetico, costituisce, inoltre, l'espressione concreta di quell'assunto essenziale, in base al quale deve essere l'imprenditore agricolo a beneficiare del valore aggiunto derivante dall'energia da lui prodotta.

Ciò non toglie che, nell'ottica di un approccio complementare che permetta la diffusione sostenibile tanto della microgenerazione quanto di soluzioni impiantistiche di taglie maggiori, verranno analizzate anche le prospettive di sviluppo di un mercato nazionale della biomassa, necessario a garantire la sostenibilità ambientale dei grandi impianti. In assenza di tale mercato, infatti, l'unica logica di approvvigionamento percorribile appare quella di derivazione estera (importazioni), evidentemente poco coerente con gli obiettivi ambientali, energetici ed agricoli che guidano lo sviluppo del settore bioenergetico. Condizione necessaria per lo sviluppo di un tale mercato, a tutt'oggi non ancora maturo, è, come si vedrà in seguito, lo sviluppo di una rete logistica appropriata, in termini tanto di reti di trasporto, quanto d'infrastrutture.

Una pre-condizione necessaria allo sviluppo razionale di una simile rete è evidentemente una conoscenza dettagliata della disponibilità di biomassa sul territorio nazionale e delle tecniche di lavorazione in uso, ottenibile, ad esempio, tramite la realizzazione di un apposito inventario. Una sorta di banca dati in continuo aggiornamento, cioè, che racchiuda informazioni sulle quantità in giacenza presso ciascun imposto, il tempo di giacenza, la posizione dell'imposto e i punti nodali dell'infrastruttura viaria che collegano più imposti ai potenziali utenti.

Una simile banca dati sarebbe peraltro uno strumento estremamente utile non solo ai fini dello sviluppo del mercato nazionale della biomassa, ma anche per promuovere le filiere bioenergetiche locali nell'ottica di filiera corta<sup>39</sup> precedentemente descritta, poiché permetterebbe una mappatura del territorio e delle tecnologie di lavorazione, la cui utilità in fase progettuale è innegabile.

---

39) In questo caso non si fa evidentemente riferimento all'autoconsumo, sebbene una banca dati delle tecnologie di lavorazione della biomassa in uso potrebbe rivelarsi utile, in fase progettuale, anche per le piccole realtà che volessero valutare la possibilità di dotarsi di un impianto di microgenerazione finalizzato all'autoconsumo.

### 3.1 L'ORGANIZZAZIONE DELLE FILIERE: CRITICITÀ

Sulla base delle esperienze fino ad oggi condotte nel settore della bioenergia, si può affermare che gli aspetti critici di maggior rilevanza sono quelli relativi alla fattibilità economica, al consenso sociale e all'effettiva disponibilità di biomassa.

#### La fattibilità economica

Per quanto riguarda la produzione di energia elettrica da biomasse vegetali, le principali motivazioni che rendono negativa l'economicità dei progetti sono gli ingenti costi di investimento in fase di realizzazione e gli elevati costi della biomassa in fase di gestione.

Il settore del riscaldamento domestico e del teleriscaldamento, là ove le condizioni siano particolarmente favorevoli, è l'unico che presenta caratteristiche tali da rendere attrattiva la fattibilità economica dei progetti.

Infine anche per il settore dei biocombustibili liquidi (biodiesel e bioetanolo) e gassosi, strettamente legati al comparto agricolo, non sono poche le difficoltà da risolvere per rendere economicamente vantaggioso il bilancio dell'intera filiera di produzione. Si può immaginare un percorso di sviluppo delle filiere agro-energetiche solo attraverso l'affermazione di adeguati meccanismi di incentivazione a sostegno del reddito degli agricoltori, primo anello della filiera, fino alla defiscalizzazione del prodotto finito.

#### Il consenso sociale

Il problema dell'accettabilità sociale rappresenta oggi la seconda delle barriere per lo sviluppo delle biomasse come fonti rinnovabili di energia, ed in particolare è ormai riconosciuto che l'accettabilità sociale è, ed è stata, la causa più frequente di insuccesso delle varie iniziative, in particolare per impianti di produzione di energia elettrica alimentati da biomasse vergini. Come già ampiamente spiegato, la biomassa è l'unica fonte rinnovabile che prima di essere utilizzata deve essere prodotta (coltivata se di origine agricola o comunque curata se forestale), raccolta e trasportata.

In genere, il costo di approvvigionamento della materia prima incide per circa il 45% sul costo totale della produzione di energia. Per le colture energetiche dedicate tale costo varia da 30 a 60 €/t di sostanza secca ed include coltivazione, raccolta, stoccaggio e trasporto del prodotto. Si prevede che tale costo possa essere dimezzato nel medio periodo. Ciò sarà possibile migliorando le pratiche agronomiche ed incrementando la produttività delle colture dall'attuale 10-15 t/ha/anno di sostanza secca a 20-25 t/ha/anno.

Anche il concetto di forestazione a rapida rotazione è legato alla diffusione delle pratiche di coltivazione, inclusi i tagli e la raccolta del prodotto. In Europa si prevede che circa 15 milioni di ettari di terreno possano essere messi a riposo a seguito della revisione della Politica Agricola Comunitaria. Di questi, 5 milioni potrebbero essere utilizzati per la forestazione a rapida rotazione. Per competere con la produzione agricola, dovrà essere raggiunta una produttività pari a 10 t/ha/anno di sostanza secca ed un prodotto finale facilmente commerciabile. Attualmente quello della pasta di legno è il mercato più redditizio, ma anche il mercato dei combustibili potrà rivelarsi interessante nel medio periodo. L'interesse per queste coltivazioni risiede nella buona resa in biomassa, nei tagli ravvicinati, e nella rapida ricrescita delle piante dopo il taglio. Alcune specie arboree, poi, (Pioppo, Salice, Eucalipto, Ginestra, Robinia) presentano numerosi vantaggi per il riuso di

terreni abbandonati e per la protezione del suolo. Il principale impedimento allo sviluppo di questo tipo di forestazione è rappresentato dalla mancanza di tecniche di coltivazione appropriate, inclusi la raccolta meccanica e i sistemi di lavorazione a livello locale. Molti sforzi sono stati compiuti negli ultimi anni per superare tali ostacoli, particolarmente nei Paesi dell'Europa settentrionale.

In questi aspetti risiede la causa principale dell'elevato costo della biomassa, parametro che limita notevolmente il ritorno economico, e di conseguenza anche l'attenzione, delle imprese potenzialmente interessate al settore della bioenergia.

Di seguito sono sintetizzate le maggiori criticità legate alla disponibilità ed all'approvvigionamento nel comparto forestale ed in quello agricolo.

### Comparto forestale

- la limitata accessibilità nella maggioranza dei boschi italiani;
- l'inadeguatezza della formazione professionale;
- la ridotta presenza di imprese forestali.

### Comparto agricolo

- le scarse conoscenze sulle quantità di biomasse effettivamente utilizzabili in determinati territori;
- l'elevata polverizzazione della proprietà fondiaria che complica l'organizzazione ad ampia scala sia della raccolta dei residui, sia della coltivazione di specie dedicate;
- la scarsa disponibilità di cantieri di lavoro con adeguati livelli tecnologici e produttivi;
- la presenza di vincoli normativi al trasporto ed impiego di residui e sottoprodotti.

Attenzione: numerazione uguale a quella della figura a pag.54

**Figura 3.1.1: Opportunità e Criticità di Microgenerazione e Grandi Impianti (integrazione basata su Agriconsulting)**

	MICROGENERAZIONE	GRANDI IMPIANTI
<b>+</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Stretta connessione tra territorio e utenza finale;</li> <li>● Sempre conveniente per autoconsumo, laddove sia garantita la disponibilità della biomassa nel tempo;</li> <li>● Possibilità di ottimizzare la localizzazione in funzione dello sfruttamento del calore;</li> <li>● Coerenza con gli obiettivi di sviluppo dell'agroenergia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Affidabilità tecnologica;</li> <li>● Bassi costi di gestione grazie alle economie di scala ottenibili;</li> <li>● Elevati rendimenti di produzione di energia elettrica;</li> <li>● Coerenza con gli obiettivi di sviluppo dell'agroenergia.</li> </ul>
<b>-</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bassi rendimenti di produzione di energia elettrica;</li> <li>● Sostenibilità economica della produzione di energia elettrica possibile con la valorizzazione del cascame termico di produzione (produzione di energia elettrica e termica).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Scarsa connessione tra territorio e utenza finale;</li> <li>● Logiche di approvvigionamento che, se non supportate da una logistica adeguata, rischiano di orientarsi verso l'importazione;</li> <li>● Scarsa sostenibilità ambientale in caso di importazioni;</li> <li>● Scarsa possibilità di utilizzare le centrali in assetto cogenerativo.</li> </ul>

Fonte: Elaborazione BMTI su dati Agriconsulting

## 4. LA FILIERA LEGNO-ENERGIA

### 4.1 INTRODUZIONE ALLA FILIERA LEGNO-ENERGIA

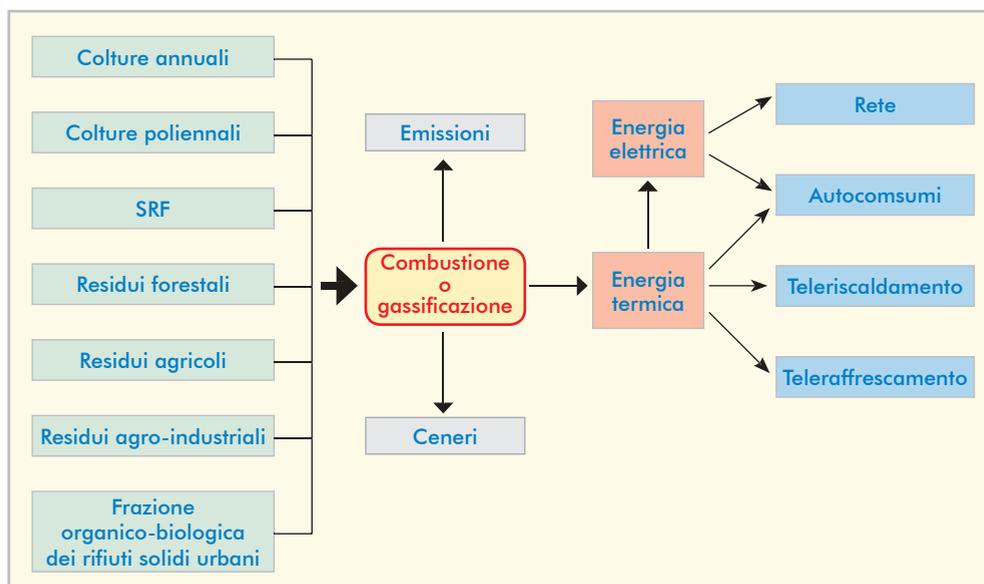
Le biomasse legnose per la loro localizzazione in aree rurali svantaggiate rappresentano una risorsa che comporta uno stretto legame tra la loro valorizzazione e le politiche di sviluppo delle aree marginali.

Si tratta di una filiera estremamente importante nel panorama italiano delle rinnovabili, dove si stima che la disponibilità potenziale di materiale legnoso, sia sotto forma di materia prima (la superficie forestale italiana è di circa 10 milioni di ettari pari al 35% del territorio nazionale) che di residui dall'attività agroforestale e delle lavorazioni del legno, sia molto elevata ed adeguata a rispondere a fabbisogni energetici decentrati con impatti ambientali non negativi. La biomassa più utilizzata in Italia è infatti il legno, che è anche, tra le rinnovabili, la seconda fonte di energia primaria italiana (circa il 30%) dopo l'idroelettrico. Attualmente questa risorsa viene impiegata soprattutto per alimentare apparecchi termici a livello domestico (circa 4,5 milioni di famiglie in Italia utilizzano la legna a scopo energetico su varia scala, di queste, oltre la metà la utilizza come fonte di riscaldamento principale).

#### FILIERA LEGNO - ENERGIA Definizione

Il termine filiera legno-energia indica un insieme organizzato di fattori di produzione, trasformazione, trasporto e utilizzazione del legno a fini energetici; partendo dalla produzione, passando attraverso la riduzione del legno in materiale idoneo alla trasformazione energetica e finendo con l'alimentazione della caldaia e la gestione degli impianti termici.

**Figura 4.1.1: La filiera dei biocombustibili solidi**



Il largo consumo del legno nelle varie forme (legna da ardere, cippato e pellet), è principalmente motivato dalla convenienza economica di tale combustibile nei confronti di quelli fossili e riguarda perlopiù l'utilizzo di sistemi tradizionali<sup>40</sup>. Sebbene questi ultimi non siano neutrali da un punto di vista ambientale e presentino un'efficienza energetica limitata (40-50%), le moderne tecnologie consentono di sfruttare al meglio il combustibile legno per la produzione di energia termica<sup>41</sup> (e dove possibile anche di energia elettrica in cogenerazione), con effetti benefici sia sull'ambiente che sul territorio.

Il mercato italiano del pellet è uno dei più importanti in Europa, con oltre 1,2 Mt consumate e un valore economico stimato in 250 milioni di euro. A sua volta, il controvalore economico dei mercati del cippato equivale a circa 150 milioni di euro. Complessivamente, il valore economico dei combustibili legnosi è stimato in circa 2.300 milioni di euro.

Va tuttavia sottolineato che, per l'avvio di filiere legno-energia efficienti, non è sufficiente avere la disponibilità di biomassa ma occorre tenere in considerazione alcuni aspetti legati alla filiera quali:

- la raccolta e la trasformazione in prodotti utilizzabili a fine energetico (legna da ardere, cippato e pallet<sup>42</sup>);
- l'arrivo nel luogo dell'utilizzazione finale e le tecnologie utilizzate per la produzione di energia.

## 4.2 LA RACCOLTA E LA TRASFORMAZIONE

Per analizzare queste fasi, si è ritenuto opportuno suddividere le biomasse utilizzate per comparto di provenienza (forestale ed agricolo, che a sua volta comprende le colture arboree a rapido accrescimento o colture dedicate) in maniera analoga a quanto fatto nel Capitolo 1. Per ciascuna di queste tipologie verrà inoltre presentata un'analisi dei costi di approvvigionamento al netto delle operazioni di trasporto, per le quali il numero di variabili in gioco risulta tale da non consentire stime di carattere generale.

### 4.2.1 Il Comparto Forestale

Come analizzato nel Capitolo 1, la principale fonte di combustibili legnosi deriva dalla gestione ordinaria e straordinaria dei boschi, dalle quali si possono ricavare sostanzialmente due tipi di assortimento: la legna da ardere ed il cippato<sup>43</sup>.

Dall'avvento della metanizzazione, l'utilizzo della legna come principale forma di energia per il riscaldamento è andato calando drasticamente e con esso lo sviluppo di un settore produttivo che è stato ritenuto marginale poiché la legna da ardere è stata considerata un prodotto obsoleto, a domanda inelastica rispetto al reddito, destinato quindi ad essere emarginato dal mercato dalla diffusione di altre forme d'energia.

---

40) Nel 2008 in Italia risultavano installati circa 4,9 milioni di stufe a legna tradizionali, camini e termocamini aperti o chiusi, termocucine e stufe a pellet (dati CECED 2010).

41) Per quanto riguarda l'impiantistica, si stanno rapidamente diffondendo le caldaie di nuova generazione, a fiamma inversa, che garantiscono rendimenti energetici superiori all'80%.

42) Per una caratterizzazione completa dei combustibili di origine legnosa si veda il Capitolo 1.

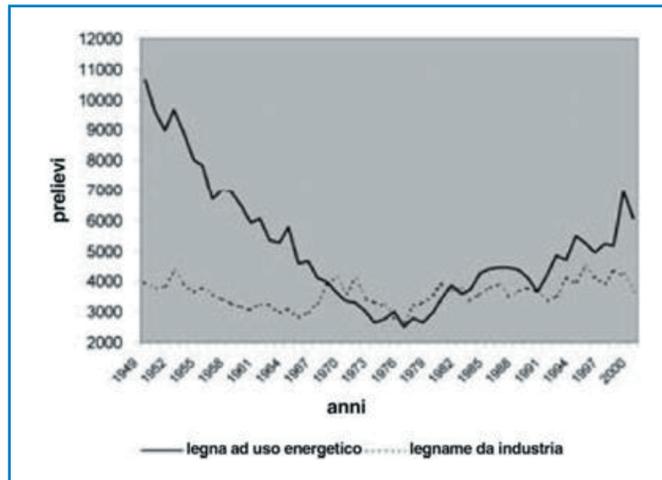
43) Il pellet, nonostante sia un combustibile legnoso, non può essere considerato tra gli assortimenti direttamente ritraibili, in quanto deriva da un processo di trasformazione industriale (per maggiori dettagli, v. cap. X).

Nell'ultimo decennio si è assistito ad una decisa inversione di tendenza, legata all'aumento dei prezzi di petrolio e GPL, all'aumento dei consumi da parte di alcuni specifici settori (ad esempio la ristorazione) ed alla disponibilità di tecnologie in grado di aumentare le rese nel riscaldamento domestico e di consentire l'uso delle biomasse in impianti di medio-grandi dimensioni altamente automatizzati nonché alla politica di incentivi messa in atto dallo stato e dalle regioni.

Le stime sulla disponibilità di biomassa legnosa a livello nazionale variano in un intervallo da 15 a 25 milioni di tonnellate di sostanza secca in relazione alla metodologia adottata ed alle fonti dei dati di partenza. Il contributo energetico potenziale è stimato intorno a 4 MTEP (milioni di tonnellate equivalenti di petrolio). Di fatto, sebbene siano disponibili numerosi studi e ricerche nel settore delle bioenergie forestali, essi sono in genere finalizzati a contesti territoriali limitati.

Manca cioè un quadro d'insieme sulla distribuzione geografica della domanda e dell'offerta di combustibili legnosi. Le statistiche prodotte dal GSE S.p.A. rilevano che nell'arco temporale compreso tra il 1999 e il 2009, il numero degli impianti alimentati da biomasse solide (principalmente cippato di legna) è aumentato secondo un tasso medio annuo pari al 7,8%. Dai 25 impianti del 1999 si arriva fino ai 53 impianti presenti in Italia nel 2009.

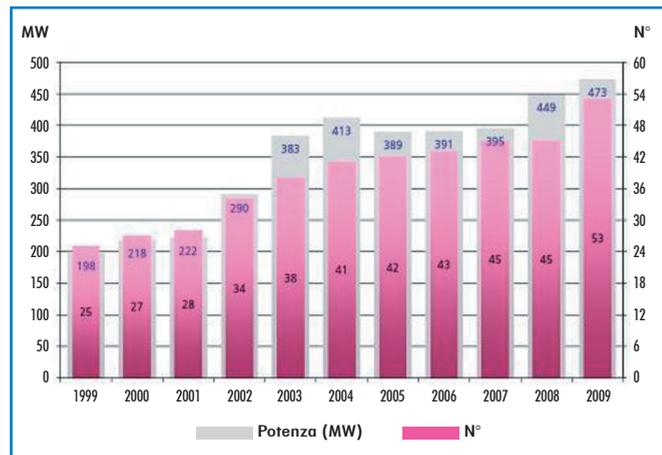
**Figura 4.2.1: Andamento dei prelievi di legna in Italia in migliaia di m<sup>3</sup>**



Attenzione: immagine troppo scadente

Fonte: APAT

**Figura 4.2.2: Evoluzione della potenza installata e del numero degli impianti alimentati da biomasse solide in Italia dal 1999 al 2009**



Fonte: GSE

Nel periodo considerato, la produzione di energia è salita da 587 a 2.828 GWh (per un incremento medio annuo del 17%); mentre l'evoluzione del parco impianti alimentati da biomasse solide è stata caratterizzata da un incremento della taglia: nel 1999 la dimensione media è pari a 7,9 MW, nel 2009 arriva a 8,9 MW<sup>44</sup>.

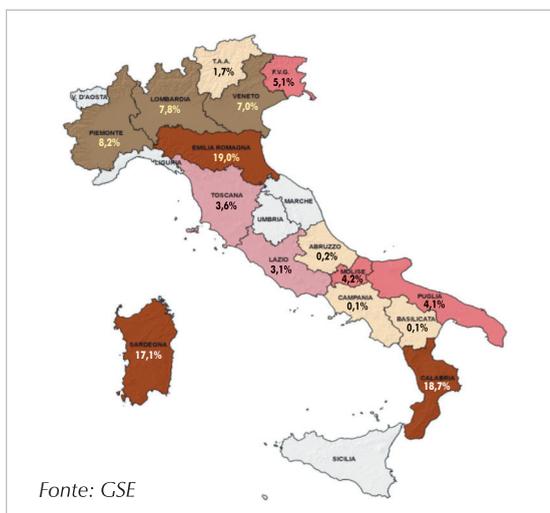
Per quanto riguarda la distribuzione regionale della produzione da biomasse solide<sup>45</sup>, nel 2011 i dati del GSE evidenziano una buona diffusione di questa tipologia di combustibile nell'Italia settentrionale, dove si distingue l'Emilia Romagna con il 19%. In Italia centrale Toscana con il 3,6% e Lazio con il 3,1% hanno i valori più alti. Tra le Regioni meridionali si distingue la Calabria con il 18,7% della produzione nazionale. La Sardegna si attesta su un discreto 17,1%.

Sebbene il dato sulla dimensione media sia in parte sovrastimato a causa del fatto che solo dal 2010 il GSE ha incluso nelle sue statistiche gli impianti di più piccola taglia, va tuttavia rilevato il proliferare di impianti di grandi dimensioni, favorito dal regime di incentivi. Quest'ultimo, se da una parte contribuisce a realizzare gli obiettivi di produzione di energia rinnovabile e risparmio di CO<sub>2</sub> che il nostro Paese deve raggiungere per rispettare gli impegni europei e il protocollo di Kyoto, d'altra parte mette in luce le criticità dovute ad una mancanza di pianificazione e coordinamento a livello nazionale ed ai limiti del settore forestale che sconta l'arretratezza dovuta ad anni di scarsa considerazione.

Uno dei rischi cui più facilmente si può andare incontro in fase di pianificazione è infatti legato a valutazioni erranee o approssimative riguardo alla disponibilità reale della biomassa: spesso le valutazioni teoriche anche a livello locale non tengono debitamente conto delle difficoltà reali di approvvigionamento causate da una serie di fattori come la scarsità di ditte forestali attrezzate, la frammentazione della proprietà, la difficoltà nelle operazioni di taglio ed esbosco per mancanza di un'adeguata viabilità forestale, la domanda di prodotti legnosi preesistente e l'eventuale vicinanza con altri impianti con lo stesso bacino di approvvigionamento.

Se si vuole quindi evitare il ricorso a materia prima proveniente dall'estero con l'annullamento del vantaggio ambientale, è auspicabile che queste considerazioni unitamente

**Figura 4.2.3: Distribuzione % regionale della produzione da biomasse solide nel 2011**



44) Il dato sulla dimensione media è però in parte sovrastimato a causa del fatto che solo dal 2010, è stato possibile tener conto anche degli impianti di taglia più piccola, che negli anni precedenti non erano stati censiti nelle statistiche.

45) Esclusi i rifiuti urbani biodegradabili.

ad altre di carattere ambientale ed economico vengano poste alla base di ogni processo decisionale che riguardi l'installazione di impianti a biomassa forestale.

Per le biomasse di origine forestale, così come per gran parte delle biomasse residuali in generale, infatti, sussistono, a oggi, problematiche concernenti l'ottimizzazione del ciclo produttivo, alla logistica (raccolta, trasporto, stoccaggio, ecc.) e ai processi avanzati di conversione energetica, oltre ad un'attenta valutazione dell'impatto ambientale e agronomico legato al loro impiego energetico.

Ai fini della nostra analisi, è possibile suddividere i boschi in due grandi categorie: quelli che producono solamente legno da energia e gli altri, da cui, cioè, si può ricavare biomassa ad uso energetico a partire dagli scarti di lavorazione.

Alla prima categoria appartengono i boschi giovani, soprattutto i cedui e le giovani piantagioni, che una corretta gestione forestale impone di diradare al fine di garantire uno sviluppo ottimale ed una migliore resistenza alle avversità. L'intervento può essere effettuato con diversi sistemi, a seconda delle condizioni operative. Il sistema del legno corto prevede l'abbattimento delle piante, il loro allestimento in tronchetti e il successivo esbosco dei tronchetti fino al raggiungimento di una strada camionabile. Il lavoro può essere effettuato con metodi manuali o meccanici, optando nel primo caso per motoseghe e trattori e nel secondo per harvester (macchina dotata di testate che taglia, srama e seziona le piante) e forwarder (macchina per il trasporto del legname). In alternativa al sistema del legno corto, si può ricorrere a quello della pianta intera che prevede di posticipare l'allestimento in tronchetti fino alla strada camionabile, e quindi implica l'esbosco di piante intere. Anche qui il lavoro può eseguirsi secondo diversi livelli di meccanizzazione, che nel caso più sviluppato prevedono l'uso di feller (abbattitrice) e skidder (slitta meccanica)<sup>46</sup>.

Per quanto riguarda i boschi sfruttati per la produzione di legname da opera, è sempre possibile ricavare della biomassa energetica attraverso il recupero dei residui, soprattutto ramaglie e cimoli, che spesso rappresentano una porzione notevole del volume abbattuto. In genere il lavoro è effettuato in due passaggi: nel primo si abbattano le piante e si allestiscono i tronchi da lavoro, che immediatamente vengono esboscati; nel secondo si recuperano le ramaglie ed i cimoli, che erano rimasti sul terreno. Questo secondo passaggio generalmente prevede la cippatura, che può essere effettuata direttamente in campo, oppure all'imposto. La cippatura in campo richiede l'impiego di una cippatrice semovente, che può essere dotata di un cassone incorporato in cui raccogliere il cippato, oppure affiancata da un trattore che traina un rimorchio cassonato a sponde alte. Quando il cassone è pieno, la macchina ritorna all'imposto e lo svuota a terra, o in un container scarrabile. La sequenza inversa si osserva quando invece sono le ramaglie ad essere caricate su un cassone e portate all'imposto, dove saranno cippate e caricate direttamente su autocarro.

Una terza opportunità è rappresentata dall'imballatura dei residui, che consiste nel comprimere e legare le ramaglie in modo da formare pacchi cilindrici, simili ai tronchi per forma e dimensione. Questo consente di movimentare il residuo con le stesse macchine

---

46) Inoltre, la meccanizzazione integrale è disponibile in diverse taglie, esistono infatti mini-abbattitrici e mini-processori che traducono i dettami della migliore tecnologia scandinava o nordamericana in attrezzature leggere ed economiche, dove peso e costo sono ridotti a meno della metà rispetto a quelli dei modelli commerciali sviluppati per altri contesti orografici.

impiegate per movimentare i tronchi, evitando la duplicazione delle attrezzature. Il recupero dei residui può anche essere effettuato in un solo passaggio, esboscando le piante intere e lavorandole all'imposto: qui vengono separati il legname da industria ed il residuo ad uso energetico, il primo caricato sui camion ed inviato in fabbrica, ed il secondo cippato e portato in centrale.

La raccolta integrata consente notevoli economie, e spesso è l'unico modo per recuperare il residuo nei boschi di montagna, dove l'esbosco separato di rami e cimali sarebbe operativamente troppo laborioso, nonché non conveniente da un punto di vista economico. Questo sistema di lavoro, molto diffuso nell'arco alpino, consente di meccanizzare l'allestimento attraverso l'impiego del processore. In questo modo, il costo di raccolta del legname da industria viene ridotto di oltre il 30 %, e in più si riesce a recuperare una buona quantità di biomassa da cui trarre un introito aggiuntivo.

### 4.3 ANALISI DEI COSTI DI APPROVVIGIONAMENTO

I boschi rappresentano un caso estremamente complesso per la raccolta e la trasformazione, perché presentano condizioni di lavoro variabili, e oltretutto offrono assortimenti diversi (principalmente legna da ardere e cippato) a cui corrispondono caratteristiche e prezzi altrettanto eterogenei.

Per questi motivi, un'analisi dei costi relativi all'acquisizione, trasformazione e trasporto delle biomasse di origine forestale risulta tutt'altro che agevole. A titolo esemplificativo ed escludendo la disamina dei costi relativi al trasporto e allo stoccaggio della biomassa<sup>47</sup>, di seguito vengono riportati costi medi relativi alle fasi di approvvigionamento e di condizionamento del combustibile<sup>48</sup>.

**Tabella 4.3.1: Costi medi indicativi inerenti l'approvvigionamento e il condizionamento del combustibile**

FILIERA PRODUTTIVA	Abbattimento e allestimento (€/t)	Esbosco Totale (€/t)	TOTALE (€/t)
Ceduo - taglio raso	14 - 20	11 - 15	25 - 35
Interventi in fustaia	30 - 42	17 - 19	47 - 61
Diradamento fustaia	17 - 23	17 - 19	34 - 42
Filari agricoli	12 - 14	16 - 18	28 - 32

Fonte: Area Science Park

47) causa del numero delle variabili in gioco (distanza percorsa, tipo di automezzo, costo orario operaio, tipo di biocombustibile, ecc.) che altrimenti renderebbe estremamente complessa l'analisi dei costi.

48) Tali dati sono stati reperiti sulla base della bibliografia esistente a questo proposito. Resta inteso che tali costi hanno valore puramente indicativo, in quanto, oltre ad essere fortemente dipendenti dalle condizioni del mercato energetico, presentano un'elevata variabilità interna, imputabile alle diverse condizioni in cui si svolgono le operazioni di cantiere forestale.

Le fonti di combustibili legnosi provenienti dal comparto agricolo sono essenzialmente di due tipi:

- residui agricoli arborei;
- colture dedicate.

### 4.3.1 I residui agricoli arborei

Come si è visto nel capitolo 1, questa categoria di residui proviene, perlopiù, dalla potatura di vigneti ed oliveti, oltre che di frutteti; anche per essa sussistono ad oggi le stesse problematiche analizzate per le biomasse residuali forestali. Al contrario dei residui agricoli di natura erbacea, per i quali i processi di raccolta e trasformazione vengono effettuati con sistemi e macchine già ampiamente disponibili in agricoltura (come mietitrebbie, raccogli-mballatrici, etc.), infatti, per la raccolta dei residui dell'arboricoltura si è reso necessario sviluppare nuove macchine agricole per raccogliere, imballare e/o tritare il materiale legnoso risultante dalla potatura o dagli espanti.

A livello logistico per il recupero delle potature si possono utilizzare due diverse metodologie: la raccolta e cippatura, oppure l'imballatura. Nel primo caso, il materiale può essere concentrato in capezzagna con un trattore munito di lama frontale, e quindi sminuzzato con un trituratore. Esistono anche macchine che svolgono il lavoro in un solo passaggio: si tratta di trinciasarmenti modificate attraverso l'applicazione di un cassone ove convogliare il trinciato<sup>49</sup>. In alternativa nei vigneti si possono usare imballatrici di vario tipo, capaci di confezionare balle di varia forma e dimensioni: rispetto al trinciato, le balle si conservano meglio ma implicano una doppia lavorazione, perché il materiale deve essere comunque trinciato prima dell'avvio in caldaia.

In generale, per quanto riguarda la produzione di biomassa da residui agricoli tanto arborei che erbacei, si tratta di operazioni semplici e relativamente economiche<sup>50</sup> sia perché le macchine impiegate sono già normalmente in uso nella maggior parte delle aziende agricole sia perché non vi sono criticità particolari che possano incidere sul costo complessivo.

#### **I residui delle potature di vigneti: i sarmenti di vite**

I sarmenti sono rami lunghi ed esili con andamento prostrato o rampicante tipici della coltura della vite. Normalmente e con cadenza annuale, la potatura della vite si effettua nel periodo novembre-febbraio per controllare il ciclo vegeto- produttivo della pianta. Proprio in questo periodo si ha la disponibilità del prodotto residuale. Il tempo utile per la raccolta dei sarmenti può variare tra 20-30 gg. fino a 80-90 gg. a seconda dell'inizio della potatura e della zona di produzione, ma deve comunque concludersi prima della ripresa vegetativa (marzo-aprile).

---

49) Queste macchine sono disponibili in diverse versioni, e si distinguono in modelli leggeri e modelli industriali, i secondi molto più pesanti e costosi, ma anche molto più produttivi ed operativi in presenza di ramaglie con pezzature maggiori.

50) A questa filiera non vengono infatti imputati i costi di produzione del prodotto principale il quale ha un mercato diverso e in assenza del quale non si svilupperebbe la filiera energetica dei sottoprodotti.

La coltura della vite è diffusa in tutta l'Italia con moltissime varietà, in condizioni stazionarie e con sistemi d'allevamento diversi, per cui risulta difficile standardizzare i sistemi di raccolta di questo sottoprodotto. In ogni caso, le tecniche colturali classiche prevedono la combustione dei sarmenti ai bordi del vigneto (40-50% del totale); oppure, se la coltura è meccanizzata, vengono trinciati ed interrati (50% del totale).

I residui delle potature, ai sensi del D. Lgs. n. 22/97 (Decreto Ronchi), quando devono essere smaltiti, rientrano nella categoria dei rifiuti. Se contrariamente a ciò, viene loro conferita una destinazione energetica<sup>51</sup>, possono essere considerati biomasse combustibili.

Per quanto riguarda le tecniche di raccolta, il recupero dei residui di potatura può essere condotto secondo varie modalità e con diverse tipologie di macchinari. Inevitabilmente, la tecnica impiegata per la raccolta delle potature incide sul costo di produzione del cippato. Nei vigneti pianeggianti e con interfilari sufficientemente larghi, i sarmenti possono essere raccolti con macchine raccogliballatrici che producono balle parallelepipedo di 15-18 kg.

In linea di principio si possono avere due diverse tecniche per la raccolta e il recupero delle potature:

- imballatura in campo e successiva cippatura;
- cippatura in campo.

Per quanto riguarda la prima tecnica, essa consente di raccogliere, comprimere e confezionare i sarmenti in modo da ottenere unità omogenee, facilitandone la movimentazione e lo stoccaggio. A tal fine possono essere utilizzate piccole imballatrici parallelepipedo oppure rotoimballatrici. L'imballatura del materiale è molto efficace anche se la movimentazione delle balle può determinare un aumento dei costi perché è effettuata comunemente a mano o tramite un trattore dotato di forche. Dopo la raccolta, le balle vengono stoccate per alcuni mesi fino ad arrivare ad un contenuto idrico del 10% e successivamente cippate.

L'imballatura ha un costo variabile in funzione della dimensione delle balle e del tipo di macchina impiegata, mediamente il costo varia da 15,00 a 29,00 €/t.

Per quanto concerne, invece, la cippatura/trinciatura in campo, essa si effettua tramite macchinari appositi che possono essere distinti in:

- trinciasarmenti semi-industriali: normali trinciatrici a mazze a cui è stato applicato un contenitore ribaltabile (di capacità che varia tra i 2 ed i 7 m) nel quale si accumula il materiale trinciato.
- trinciacaricatrici industriali: macchine appositamente costruite per trattare i residui di potatura (generalmente a partire da una cippatrice a disco o a tamburo) e in quanto tali consentono di ottenere un prodotto particolarmente omogeneo e regolare. Possono essere semoventi o applicate a un trattore agricolo, ma in ogni caso richiedono potenze elevate. Sono inoltre caratterizzate da un'applicazione frontale che le rende capaci di trattare anche le andane più alte.
- cippatrice – trinciasarmenti: si tratta di trinciasarmenti a cui sono state applicate modifiche tali da renderle comparabili alle macchine cippatrici per quanto riguarda la fase di raccolta e l'omogeneità del prodotto finale.

---

51) D. Lgs. n. 152/06 (ex. DPCM 8 marzo 2002).

## I residui delle potature di oliveti

La coltura dell'olivo è molto diffusa nel Centro-Sud Italia, ma è anche presente in zone pedemontane nei pressi dei grandi laghi del Nord (lago di Garda), oltre che in Liguria e Romagna. La forma e le dimensioni variano in maniera consistente di zona in zona: dalle piccole dimensioni dell'Italia centrale (circa 4-5 metri), fino a piante di 15-20 m in alcune zone del Sud-Italia.

I residui della potatura dell'olivo consistono in legna e frasche (o ramaglie), per questo, molto spesso le potature vengono lavorate in un secondo momento onde separare tronchi e rami dalle frasche. La raccolta della legna, costituita da rami di maggiori dimensioni, e delle frasche avviene durante e dopo la potatura (gennaio-aprile), che viene effettuata con cadenze variabili in base alle metodologie colturali ed alle varietà delle colture. Le frasche possono essere lasciate in campo per un periodo di 20-30 giorni al fine di far perdere al materiale parte dell'umidità in esse contenuta, periodi più lunghi possono però innescare fenomeni di decomposizione del materiale.

I sistemi di recupero sono differenti a seconda del sottoprodotto: la legna è generalmente raccolta a mano; mentre le frasche possono essere raccolte principalmente con due sistemi: con macchine raccogliballatrici (che producono ballette da 34-40 kg) oppure con triciacaricatrici che convogliano il prodotto trinciato in grandi sacchi, cassoni integrati alla macchina operatrice o rimorchi agricoli<sup>52</sup>.

Data la ridotta dimensione delle aziende olivicole, la legna è quasi sempre impiegata come combustibile in azienda; le frasche, invece, a causa della loro difficile gestione sono molto spesso bruciate in campo.

## I residui delle potature di fruttiferi

I residui della potatura delle principali colture arboree da frutto (melo, pero, susino, pesco, albicocco, mandorlo, nocciolo, actinidia e agrumi) sono costituiti da rami e ramaglie.

Per quanto riguarda queste colture, la potatura viene effettuata per conferire alla pianta la forma voluta e, quindi, per regolare l'equilibrio vegeto-produttivo della stessa. In generale si effettuano due tipologie di potature: una di produzione effettuata solitamente prima della ripresa vegetativa, che è quella che asporta la maggior quantità di massa legnosa; ed un'altra durante il periodo primaverile-estivo al fine di eliminare rami giovani che non portano frutto.

La raccolta delle ramaglie deve avvenire prima della ripresa vegetativa al fine di consentire gli interventi colturali e fitosanitari che iniziano in questo periodo. Il tempo utile per la raccolta delle potature, affinché perdano umidità ma non inizino il processo di decomposizione, va da 15-20 gg. a 70-80 gg. Le macchine ed i sistemi per la raccolta, il trattamento e il trasporto della ramaglia sono gli stessi illustrati nei paragrafi precedenti per i residui delle potature della vite e dell'olivo.

Attualmente la legna è utilizzata per circa l'80-90% in azienda mentre la ramaglia viene trinciata ed interrata in loco o più spesso bruciata a bordo campo al fine di prevenire fonti d'inoculo di patogeni.

---

52) Sono in fase di studio sistemi di imballaggio delle frasche con macchine che producono balle parallelepipede di grandi dimensioni fino a 500 kg.

## I residui agricoli arborei

L'analisi di questi costi dipende, evidentemente, da diverse variabili, tra cui assumono importanza cruciale, oltre ai quantitativi di biomassa residuale disponibili<sup>53</sup>, il tipo di operazione effettuata per la raccolta dei residui e la macchina utilizzata. Di seguito vengono presentati, a titolo indicativo, i risultati dell'analisi di diverse possibilità di raccolta dei residui in alcuni cantieri sperimentali<sup>54</sup>. In particolare, l'esposizione si concentrerà sulla raccolta dei residui viticoli ed olivicoli, in considerazione della diffusione di tali colture sul territorio italiano<sup>55</sup>, e sul confronto dei costi relativi all'utilizzo di macchine diverse (a cui corrispondono operazioni diverse), tutte attualmente disponibili sul mercato.

Per quanto riguarda la raccolta delle sarmenti di vite (tabella 4.3.2), il costo oscilla tra i 34 €/t ed i 40 €/t, solo il secondo cantiere (con trinciacaricatrice Berti) ha un costo superiore (63 €/t) a causa in quanto le dimensioni della macchina per la trinciatura in sarmenti si sono rivelate poco adatte al sesto d'impianto del vigneto.

**Tabella 4.3.2: Analisi dei costi dei quattro cantieri analizzati per la raccolta dei sarmenti di vite**

MACCHINA OPERATRICE	OPERAZIONE	COSTO ORARIO (€/h)	COSTO OPERAZIONE	COSTO TOTALE (€/t s.f.)
Ripartrak	Raccolta con rastrello	27,20	7,00	36,00
	Imballatura	39,10	13,00	
	Carico	53,20	16,00	
Berti	Trinciatura e carico	62,89	63,00	63,00
Caeb	Imballatura	34,70	22,00	40,00
	Recupero bal- le e carico	41,30	18,00	
Caeb con accumulatore	Imballatura	35,60	26,00	34,00
	Carico	40,70	8,00	

Fonte: SUSCACE-FAESI

53) Che dipendono dalla "vocazionalità" del territorio considerato.

54) L'analisi si basa su: D'Antonio P., D'antonio C., Evangelista C., Doddato V., "Raccolta dei sarmenti di vite e olivo: analisi di diversi cantieri sperimentali" in Progetti di Ricerca SUSCACE e FAESI, *Recenti acquisizioni scientifiche per le colture energetiche*, n.4, Maggio 2012.

55) Nello specifico, l'analisi è stata condotta in un'area a Nord Est della Basilicata, al confine con la Provincia di Foggia, su un comprensorio ad elevata vocazione viticola e olivicola.

Per quanto riguarda la raccolta delle sarmenti di olivo, sintetizzata nella tabella 4.3.3, il costo del prodotto finale oscilla intorno ai 40 €/t, anche per quanto riguarda la trinciacaricatrice Berti<sup>56</sup>. Dall'analisi dello studio, inoltre, emerge una notevole incidenza dei costi di carico delle balle, che rendono il prodotto imballato più costoso di quello trinciato, a causa principalmente della manodopera aggiuntiva richiesta.

**Tabella 4.3.3: Analisi dei costi dei due cantieri analizzati per la raccolta dei sarmenti di olivo**

MACCHINA OPERATRICE	OPERAZIONE	COSTO TOTALE (€/t)
Caeb con caricatore	Imballatura	43,30
	Carico balle	
Berti	Trinciatura	40,60
	Carico	

Fonte: SUSCACE-FAESI

### 4.3.2 Le colture dedicate

Per quanto concerne queste colture, la fase di raccolta prevede due sistemi distinti. Il primo prevede che la biomassa venga tagliata, raccolta e sminuzzata in una successione continua: l'intera operazione è effettuata da una sola macchina, ed il materiale è scaricato su un carro a bordo campo già in forma di cippato. L'altro sistema invece si basa sulla separazione delle fasi di taglio, raccolta e sminuzzatura, che possono essere effettuate anche con attrezzature diverse ed in tempi distinti.

Il primo sistema è generalmente più produttivo e più semplice sotto il profilo organizzativo, ma ha una scarsa flessibilità operativa e può richiedere attrezzature piuttosto ingombranti. Il secondo sistema è più flessibile, consente un parziale ricorso ad attrezzature convenzionali e soprattutto permette di dilazionare la sminuzzatura fino a che l'umidità dei fusti non sia scesa a livelli ottimali. In Italia, il metodo più diffuso è quello della raccolta in un solo passaggio, effettuata con falciatrinciacaricatrici di grossa potenza. Esistono anche trinciacaricatrici applicabili a trattori agricoli (testate di raccolta), ma le prestazioni e l'affidabilità di queste attrezzature sono molto inferiori a quelle delle falciatrinciacaricatrici semoventi.

Come visto nel Capitolo 1, le colture dedicate maggiormente impiegate, in virtù delle loro rese colturali sono il pioppo, la robinia e l'eucalipto. Per un dettaglio relativo alle caratteristiche di tali colture si rimanda all'allegato 1.

#### Le colture dedicate: analisi dei costi di approvvigionamento

Anche in questo caso, i costi di approvvigionamento e produzione dipendono da diversi fattori: le caratteristiche del terreno, la manodopera utilizzata (e il tempo di manodopera), il livello di meccanizzazione (e il tempo impiegato dalle macchine nelle diverse operazioni), il consumo di carburante, la quantità di fertilizzanti e di erbicidi per il contenimento delle infestanti e la frequenza nell'utilizzo, etc.

<sup>56</sup>) In questo caso, infatti, i sestri d'impianto 5x5 hanno azzerato le problematiche relative alla manovrabilità della macchina riscontrate nel filare del vigneto.

L'analisi dei costi è resa ancor meno agevole dal fatto che dal punto di vista produttivo non esiste al momento un monitoraggio complessivo delle effettive disponibilità delle biomasse raccolte, poiché i casi di veri distretti energetici sono ancora in fase di sviluppo.

A titolo indicativo, nella tabella 4.3.4 si propongono i costi di coltivazione annuali per 8 diverse colture energetiche con riferimento alle produzioni medie ottenute nelle annate agrarie 2009-2010<sup>57</sup>. I dati riguardano sia colture poliennali (pioppo, robinia, eucalipto e canna comune) che erbacee annuali (girasole, colza, brassica e sorgo da fibra) calcolati su un database di 389 appezzamenti, corrispondenti a 2.969 ettari coltivati in 11 diverse regioni italiane (per un totale di 312 aziende agricole coinvolte).

**Tabella 4.3.4: Costi di coltivazione per colture energetiche**

COLTURA	PRODUZ. MEDIA ANNUA (2009/2010) (t s.s./Ha)	COSTO PRODUZIONE (€/t s.s.)	COSTO TOTALE (€/Ha)
Pioppo	9,00	78,48	706,30
Robinia	8,50	65,07	553,10
Eucalipto	9,00	73,04	657,40
Canna comune	11,00	88,07	968,80
Sorgo da fibra	14,89	66,38	988,27
Girasole	2,65	260,22	689,19
Colza	2,18	240,65	525,72
Brassica carinata	1,55	420,41	650,96

Fonte: SUSCACE-FAESI

Come si può osservare, per quanto riguarda la realizzazione delle piantagioni (costo produzione), tra le colture poliennali, la canna comune ha il costo più elevato, implicabile alle maggiori spese del materiale d'impianto (che a sua volta implica un notevole impegno in termini di manodopera e di meccanizzazione). Il costo minore si nota invece per l'eucalipto.

Per quanto riguarda il calcolo del costo totale sono stati considerati sia i costi esterni che i costi interni per tutta la durata decennale delle piantagioni ipotizzando gli interventi e i costi rilevati nei primi anni e le quantità di biomassa prodotte con le prime ceduzioni. Le produzioni per gli anni successivi sono state considerate costanti, ma si può ipotizzare che in realtà queste possano incrementare rispetto al primo taglio.

<sup>57</sup> L'analisi dei costi si basa su: Coaloa D., "Bilanci economici delle colture energetiche", in *Progetti di Ricerca SUSCACE e FAESI, Recenti acquisizioni scientifiche per le colture energetiche*, n.4, Maggio 2012.

## 4.4 IL CONFERIMENTO

Il trasporto delle biomasse o dei “biocombustibili finali” all’impianto di conversione energetica pone delle criticità per il contenimento dei costi di approvvigionamento e di emissioni di CO<sub>2</sub> fossile in atmosfera. Per questi motivi è sempre opportuno fare ricorso a mezzi efficienti e stabilire un corretto rapporto tra il quantitativo di biomassa trasportata e la distanza di percorrenza. L’influenza è comunque trascurabile se le distanze percorse sono brevi, o se eventuali grandi distanze sono percorse trasportando grandi quantitativi di biomassa (trasporto su navi).

Ciononostante, tenendo conto anche della sostenibilità ambientale dell’utilizzo della biomassa legnosa, alcuni studi sottolineano come il grado di diffusione sul territorio e il dimensionamento degli impianti dovrebbero tenere conto dell’esigenza di minimizzare le distanze di trasporto del combustibile, contenendole entro un raggio massimo di 10-20 chilometri<sup>58</sup>.

In linea generale, i costi di trasporto per tonnellata dipendono dal costo orario dei veicoli, dai tempi di viaggio (andata e ritorno) e dal carico trasportato. I costi orari non variano molto tra il trattore agricolo con rimorchio (58 €/ora), l’autocarro (57 €/ora) e l’autotreno (68 €/ora). I tempi di viaggio dipendono principalmente dalle distanze coperte e dai limiti di velocità del mezzo, ma anche il tipo di viabilità e i tempi di scarico hanno un effetto non trascurabile. Il carico utile dipende dalle limitazioni di peso imposte ai diversi veicoli o dalla capacità volumetrica del cassone rispetto alla densità del materiale trasportato. Il numero di variabili in gioco rende poco agevole la formulazione di stime e riferimenti specifici inerenti le condizioni di trasporto del biocombustibile. Ciononostante è possibile fare alcune generalizzazioni: ad esempio, a causa della differente densità del materiale, è quasi sempre più economico trasportare tondame piuttosto che cippato o balle, cippato piuttosto che sezioni di piante, e sezioni di piante piuttosto che cimali e ramaglie. Il trasporto di tronchi e il successivo uso di una cippatrice stazionaria è, inoltre, un’opzione molto interessante.

Compatibilmente con le condizioni della viabilità e degli imposti, conviene sempre optare per il veicolo più veloce e più capiente, a meno che non si tratti di brevissime distanze e/o di lotti più estremamente esigui. L’uso dell’autotreno può aumentare la distanza economica di trasporto, fin quasi a raddoppiarla: sulle grandi distanze di trasporto può essere conveniente movimentare il materiale dall’imposto fino ad un piazzale intermedio, se la movimentazione consente di raggiungere un sito accessibile agli autotreni. Altrimenti è possibile impiegare container scarrabili, movimentati all’imposto con la sola motrice e poi trasferiti sul rimorchio una volta al piazzale intermedio, anche se questa operazione comporta un tempo addizionale di carico variabile tra 20 e 40 minuti per autotreno, in funzione della distanza tra l’imposto e il piazzale intermedio.

---

58) A tale riguardo sono state sviluppate delle metodologie di valutazione dei costi economici e ambientali del trasporto, che sono parte integrante del processo di definizione delle scelte relative alle dimensioni e alla localizzazione degli impianti, all’ampiezza e all’articolazione dei bacini di raccolta. Di particolare interesse è l’algoritmo su base GIS messo a punto nell’ambito del Progetto BioSit (Bernetti & Fagarazzi, 2003).

## 4.5 LE TECNOLOGIE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA

### 4.5.1 Le Tecnologie per la Produzione di Energia Termica

La combustione del legno avviene essenzialmente in tre stadi, in funzione della temperatura del processo:

1. essiccazione
2. degradazione
3. combustione

La combustione è direttamente influenzata dalla qualità del combustibile, in funzione della tipologia di caldaia: a titolo indicativo, tanto maggiore è l'uniformità della pezzatura e del contenuto idrico nel combustibile legnoso e tanto migliore sarà la combustione. Nel giro di 25 anni, con un'accelerazione sostenuta nell'ultimo decennio, vi è stato un impressionante miglioramento tecnologico delle caldaie a legno.

Negli anni '80 l'efficienza media di una caldaia a legna era nel range 50-60% mentre oggi supera l'80-85% e nei modelli più evoluti è certificato essere superiore al 90%. Il massimo livello tecnologico si osserva in particolare nei piccoli e medi impianti alimentati a cippato con sistemi di caricamento automatico, dove pertanto non è più necessaria la quotidiana presenza di personale che provveda all'introduzione manuale del combustibile. Di seguito verranno presentate le principali tipologie di caldaie ad oggi presenti sul mercato.

- **LE CALDAIE A PEZZI DI LEGNA:** si tratta di apparecchi termici a caricamento manuale che vengono perlopiù utilizzate in edifici che richiedono una potenza termica di 50-60 kW fino a 100 kW. In questo tipo di caldaie, l'installazione di un accumulo inerziale (o puffer) è fondamentale poiché consente di ottimizzare il processo di combustione e la durata di vita della caldaia stessa.
- **LE CALDAIE A PELLETT:** queste caldaie, così come quelle a cippato, richiedono un contenitore per lo stoccaggio del combustibile situato in prossimità della caldaia. Da qui una coclea lo preleva e lo trasporta in caldaia, ove avviene la combustione. I bruciatori per pellet da utilizzare in caldaie a gasolio si applicano sulla parte anteriore della caldaia e vengono alimentati dall'alto bruciando il pellet tramite una fiamma orizzontale che si proietta nella caldaia, al pari di quanto avviene negli impianti a gasolio. In alternativa, gli apparecchi possono essere a caricamento laterale tramite coclea e/o spintore). In tutti i casi l'accensione è automatica e molto rapida, per mezzo di una resistenza elettrica. Nei sistemi più avanzati la regolazione dell'aria comburente e del flusso di combustibile vengono effettuate automaticamente ad opera di un microprocessore. Esistono anche bruciatori a pellet che possono essere applicati ad una caldaia esistente con trasformazioni tutt'altro che complesse. Le caldaie a pellet sono impiegate principalmente in ambiente urbano e suburbano a servizio di singole abitazioni e piccoli condomini. Le caldaie con focolare sotto-alimentato possono avere potenze comprese fra 10 kW e 2,5 MW. Quelle con caricamento laterale da 15-25 kW fino ad alcuni MW e quelle con focolare alimentato a caduta da 6-15 kW fino a 30 kW.

- **LE CALDAIE A CIPPATO:** le caldaie a cippato, in base alle loro caratteristiche, possono essere utilizzate su scala domestica o industriale, oppure possono essere messe al servizio di reti di teleriscaldamento. In questo caso, il calore prodotto dalla caldaia viene trasportato in altri edifici posti nelle vicinanze attraverso una rete di teleriscaldamento composta da tubazioni ben isolate. Le caldaie a cippato possono essere distinte in base al tipo di focolare che le rende idonee all'impiego di combustibili con caratteristiche diverse. I focolari sono distinguibili in sottoalimentati, a caricamento laterale (con coclea e/o spintore) e con caduta dall'alto. Quelle più comuni, specie nell'ambito del mercato degli impianti medio – piccoli, sono quelle a griglia con alimentazione laterale in cui l'alimentazione del cippato avviene con l'ausilio di una coclea o di uno spintore idraulico, tecnologia particolarmente raccomandabile nel caso di impiego di cippato non di qualità. A loro volta, questa tipologia di caldaie si possono distinguere in:
  - Caldaie a griglia fissa: si tratta di generatori di piccola e media potenza da 25 kW fino a circa 400-500 kW impiegati a scala domestica fino al servizio di mini reti di teleriscaldamento. L'impianto comprende un silo, generalmente a pianta quadrata, dal quale il cippato è estratto con bracci a balestra o articolati. Il sistema di estrazione incanala il cippato nella coclea di trasporto collegata, per mezzo di un pozzetto di sicurezza intermedio, alla coclea di caricamento, che porta il cippato e lo introduce nel focolare. La serranda taglia fuoco è un dispositivo di sicurezza contro il ritorno di fiamma che, in caso di superamento di una determinata temperatura soglia, chiude ermeticamente il pozzetto che separa la coclea di trasporto da quella di carico, impedendo che prenda fuoco il deposito. Il deposito del cippato può essere disposto in vari modi rispetto al vano tecnico della caldaia. Le soluzioni più economiche sono quelle nelle quali viene ricavato in una stanza esistente oppure si crea una struttura in legno esterna adiacente al vano tecnico su una platea in cemento. Questo tipo di caldaie necessita di un cippato con pezzatura omogenea, sia per la ridotta dimensione della griglia sia perché pezzi fuori misura possono essere causa di blocchi alle coclee di trasporto e di caricamento.

**LEGENDA – Caldaia a griglia fissa**

1. sottoalimentazione a spinta;
2. piastra di concentrazione fiamma;
3. scambiatore;
4. turbolatori;
5. flusso gas caldi;
6. canna fumaria;
7. sonda Lambda2;
8. scambiatore di sicurezza (EN 303-5);
9. motore coclee e sistema pulizia scambiatore;
10. coclea asporto cenere;
11. barra comando sistema pulizia scambiatore;
12. cassetto cenere;
13. aria primaria;
14. aria secondaria pre-riscaldata.



**Figura 4.5.1:**  
**Schema di caldaia a griglia fissa**

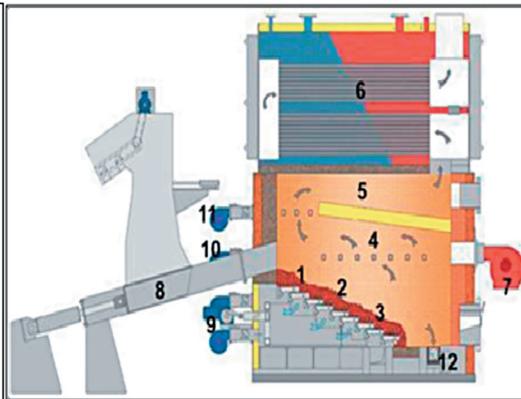
Fonte: ENAMA

- Caldaie a griglia mobile: sono generatori di potenza medio-grande, indicativamente da 500 kW fino ad alcuni MW, impiegati sia a scala industriale che al servizio di reti di teleriscaldamento e quindi di grandi volumi e/o di elevati fabbisogni termici. Tuttavia, recentemente, il mercato propone caldaie a griglia mobile anche di piccola taglia.

Nelle caldaie a griglia mobile la griglia non è fissa ma si muove su un piano più o meno inclinato. Sono caldaie adatte alla combustione di cippato umido (w fino a 50-55%) con caratteristiche dimensionali variabili ed elevato contenuto di cenere. Il deposito del cippato è generalmente a pianta rettangolare con sistema di estrazione a rastrelli. Inoltre, la coclea di caricamento può essere sostituita da uno spintore idraulico, essenziale nel caso si impieghi materiale triturato molto eterogeneo, con una notevole frazione di pezzi fuori misura.

#### LEGENDA - Caldaia a griglia mobile

1. zona di essiccazione;
2. zona di gassificazione;
3. zona di ossidazione;
4. camera primaria;
5. camera secondaria;
6. scambiatore;
7. bruciatore ausiliario;
8. spintore idraulico;
9. ventilatori aria primaria; 10. ventilatori aria secondaria;
11. ventilatori aria terziaria
12. coclea estrazione cenere.



**Figura 4.5.2:**  
**Schema**  
**di caldaia**  
**a griglia**  
**mobile**

Fonte: ENAMA

### 4.5.2 Le tecnologie per la cogenerazione termo-elettrica

Questi impianti, oltre a produrre calore, realizzano la trasformazione dell'energia termica in elettrica: sono quindi caratterizzati dalla presenza di un bruciatore ove la biomassa produce calore ed un vettore energetico utilizzato per far funzionare un motore termico, che aziona a sua volta un alternatore.

La trasformazione energetica avviene solitamente in due tempi: il calore primario generato dall'impianto termico viene trasportato da un vettore energetico nel motore esotermico (così chiamato perché i due processi, termico e meccanico, sono fisicamente separati), direttamente collegato al generatore di corrente elettrica. Il motore produce energia elettrica mediante accoppiamento, in genere tramite un giunto elastico, ad un alternatore. L'energia prodotta dall'alternatore deve essere resa disponibile in una forma compatibile con le esigenze della rete. Per questo motivo essa viene dapprima convertita in corrente continua, quindi ritrasformata in corrente alternata alla frequenza suddetta di rete, per mezzo di un dispositivo detto "inverter". A questo punto, con l'ausilio di un normale trasformatore, la corrente viene portata alla tensione ottimale per l'immissione in rete (nel caso di cessione al GSE).

In questi impianti, la concomitante produzione di energia termica rappresenta in realtà la frazione maggioritaria dell'energia ricavabile dalle biomasse, tenuto conto che il rendimento della produzione di energia elettrica varia entro limiti molto ampi (dal 10 al 30% dell'energia lorda immessa nell'impianto attraverso la biomassa). La cogenerazione è finalizzata prima di tutto a migliorare il rendimento energetico o economico della trasformazione energetica primaria e può intervenire in varie fasi (sull'essiccazione della biomassa ai fini della sua conservazione, sul suo preriscaldamento per ridurre la perdita di calore durante la fase d'innesco della combustione, oppure sul preventivo riscaldamento dei fluidi di lavoro, nei cosiddetti economizzatori).

La frazione termica più importante, in una logica di cogenerazione, può essere ceduta per riscaldamento, tanto in ambito aziendale che extra aziendale. Fra gli usi aziendali si segnalano in particolare:

- la produzione di acqua calda per uso domestico (da riscaldamento e sanitaria);
- la produzione di acqua calda per uso zootecnico (lavaggio impianti di mungitura, cuccette per fattrici, preparazione di alimenti in frazione liquida o semiliquida);
- il riscaldamento di essiccatoi e colture protette (serre e tunnels);
- la produzione di vapore o acqua calda per l'azionamento di impianti frigoriferi ad assorbimento.

In ambito extra aziendale si segnala la fornitura di acqua calda per impianti di teleriscaldamento di fabbricati civili, di locali e di edifici pubblici, di impianti sportivi ecc., a condizione che questi si trovino a distanza idonea, in relazione alla temperatura dell'acqua calda in uscita dall'impianto, ai fabbisogni dell'utenza ed al grado di isolamento delle tubature di adduzione.

La presenza di un sistema di cogenerazione può essere funzionale al risparmio dei costi di gestione della centrale termica, oppure può anche essere destinata a produrre una redditività propria<sup>59</sup>.

Buona parte dell'energia elettrica prodotta nel mondo viene generata per mezzo di turbine a vapore, trattandosi di una tecnologia consolidata, affidabile e della durata superiore a quella dei motori alternativi. Inoltre esse possono utilizzare diverse fonti di energia termica, tanto caldaie (alimentate con qualsiasi tipo di combustibile, fossile o rinnovabile), quanto scambiatori di calore riscaldati ad energia solare, geotermica o nucleare. Infine, gli impianti a vapore si caratterizzano per rendimento termodinamico elevato.

Negli impianti destinati a produrre soltanto energia elettrica, il calore viene trasmesso ad un grande quantitativo di acqua, derivata da un fiume o da un serbatoio artificiale di dimensioni opportune, in modo che abbia il tempo di raffreddarsi a temperature di poco superiori a quella dell'ambiente esterno; si tratta tuttavia di energia preziosa che viene dispersa inutilmente e che può produrre danni ambientali in termini di inquinamento termico.

---

59) Sul piano tecnologico si segnala la possibilità, per ciascuna utenza termica collegata, di montare un contatore elettronico in grado di determinare con precisione la quantità di energia acquistata (in kWh o in MJ), sulla base della portata di acqua calda e della differenza di temperatura fra ingresso ed uscita.

In un processo di cogenerazione il condensatore è in realtà un recuperatore di calore, ossia un grande scambiatore, costituito nella sua forma più semplice da una batteria di serpentine di tubo di rame immerse in un flusso di acqua da riscaldare, che circola in pressione. L'acqua, riscaldandosi, sottrae calore al vapore fino a che, raggiunta la temperatura ottimale per il trasporto termico viene inviata all'impianto di distribuzione o valorizzazione (rete di teleriscaldamento, essiccatoi o altri impieghi). Il vapore, una volta ritornato allo stato liquido, viene pompato nuovamente in caldaia per iniziare un nuovo ciclo: naturalmente è indispensabile sottrarre al vapore soltanto la quantità di calore strettamente necessaria, per non diminuire il rendimento termodinamico del processo.

L'economizzatore, un particolare scambiatore di calore che ha il compito di preriscaldare l'acqua proveniente dal condensatore fin quasi alla temperatura di vaporizzazione, svolge un ruolo cruciale in quanto consente di recuperare l'energia necessaria dal vapore prelevato nei diversi stadi della turbina. In questo modo il calore della caldaia viene utilizzato quasi esclusivamente per la vaporizzazione e per il surriscaldamento del vapore.

Tra le tecnologie disponibili per la cogenerazione, una variante evoluta rispetto alle tradizionali turbine a vapore è rappresentata dal turbogeneratore ORC (Organic Rankine Cycle), che, grazie ad alcuni accorgimenti tecnici volti a renderne più semplice la conduzione e l'esercizio, è più agevolmente utilizzabile in impianti di dimensione industriale<sup>60</sup>.

Il funzionamento di tale turbogeneratore si basa su tre punti fondamentali:

1. la biomassa viene bruciata in una caldaia per produrre energia termica;
2. il fluido utilizzato come termovettore è un olio diatermico;
3. il turbogeneratore converte, sostanzialmente, il calore in elettricità.

Sostanzialmente il turbogeneratore sfrutta la potenza dell'olio diatermico per preriscaldare e valorizzare un fluido. Il vapore del fluido attiva poi la turbina accoppiata direttamente al generatore elettrico. Il calore di condensazione viene poi valorizzato in una rete di teleriscaldamento.

---

60) Le turbine a vapore presentano infatti, a fronte di un buon rendimento energetico, una lunga serie di complicazioni costruttive: le caldaie sono soggette a rischi di esplosione dovuta al fluido di lavoro; il funzionamento del generatore di vapore richiede la presenza continua di personale qualificato e appositamente abilitato; le alte temperature e pressioni in gioco comportano l'adozione di sistemi di sicurezza particolarmente evoluti e costosi; l'acqua utilizzata nel ciclo, infine, anche se demineralizzata, può determinare fenomeni di corrosione che devono essere attentamente monitorati.

## 4.6 I MODELLI DI FILIERA LEGNO-ENERGIA

L'uso dei combustibili legnosi a scopo energetico può realizzarsi attraverso diversi modelli di gestione della filiera, a loro volta attuabili attraverso differenti forme organizzative dei soggetti imprenditoriali.

1. Filiera dell'autoconsumo. L'utente ha accesso a una fonte di combustibile sotto forma di residui e sottoprodotti agricoli, forestali o industriali, per cui utilizza il suo stesso combustibile, gestendo direttamente l'intera filiera dal bosco fino alla conversione in energia. Ad ogni modo, possono essere necessarie strutture specifiche per la movimentazione del legname, la cippatura, l'immagazzinamento e il trasporto.

**Figura 4.6.1: Filiera dell'autoconsumo**



Fonte: elaborazione BMTI su dati ARSIA

2. Filiera della vendita del combustibile. Le imprese locali (che includono i proprietari locali e le ditte boschive, le segherie e le cooperative di fornitura di combustibile) forniscono la biomassa legnosa alla centrale di riscaldamento sulla base di un contratto di fornitura che definisce tutti gli aspetti qualitativi e quantitativi, nonché di ubicazione, tempistica e prezzo delle consegne.

In questo modo si assicura una certa flessibilità dei prezzi, seppure aumentando le spese amministrative necessarie alla stipula del contratto stesso. I fornitori generalmente consegnano la biomassa già cippata con una pezzatura e un contenuto di umidità definiti e possono essere pagati in base al peso, al volume o al contenuto energetico del materiale consegnato.

**Figura 4.6.2: Filiera della vendita del combustibile**

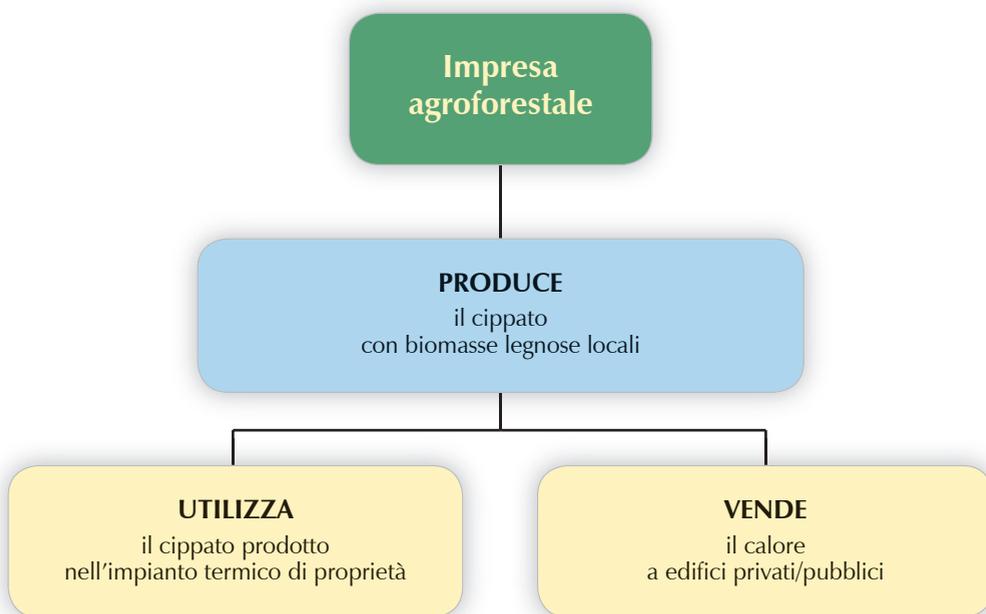


Fonte: elaborazione BMTI su dati ARSIA

3. Filiera della vendita del calore. In questo caso è un contratto di fornitura del calore a regolare le condizioni di vendita dell'energia dal proprietario dell'impianto all'utente finale. A sua volta, il gestore dell'impianto firmerà degli appropriati contratti di fornitura con le compagnie che consegnano il combustibile.

Il gestore dell'impianto di conversione e il fornitore di combustibile possono associarsi o coincidere, come succede quando un grande fornitore di combustibile decide di costruire una caldaia e vendere il calore piuttosto che la biomassa, trattenendo tutto il valore aggiunto realizzato con la conversione energetica. In questo caso la filiera di approvvigionamento è semplificata dalla creazione di un'impresa di servizio energetico.

**Figura 4.6.3: Filiera della vendita del calore**



Fonte: elaborazione BMTI su dati ARSIA

Nei paragrafi successivi si analizzeranno le principali filiere agricole delle biomasse legnose, ovvero quella della vendita del combustibile e quella dell'autoconsumo.

## 4.7 IL MERCATO DEI COMBUSTIBILI LEGNOSI

Per inquadrare il mercato dei combustibili legnosi nel loro complesso, occorre innanzitutto definirne domanda ed offerta. In seguito verranno presentate alcune considerazioni specifiche sui diversi segmenti di mercato che, come si avrà modo di esporre, differiscono in maniera significativa. In particolare, si tratterà con particolare attenzione la porzione rappresentata dal mercato del cippato, in considerazione delle potenzialità esistenti per questo mercato.

### 4.7.1 La domanda e l'offerta

Per quel che riguarda la domanda, i fattori principali da considerare sono i clienti, i prezzi e le condizioni di approvvigionamento. D'altronde, dal lato dell'offerta, occorre valutare anzitutto la disponibilità di materia prima e combustibile legnoso.

#### L'offerta

Per quanto riguarda la disponibilità di materia prima si può fare riferimento al Capitolo 1, che consente anche di inquadrare tale grandezza su scala regionale, con riferimento al contesto toscano e con riferimento alle principali fonti di materia prima energetica (selvicoltura ed agricoltura). I canali di distribuzione per queste materie prime sono i boschi appartenenti al demanio pubblico, agli enti locali e ai proprietari privati. I combustibili legnosi (legna da ardere, cippato, pellet e briquettes) si ottengono dalla trasformazione o ri-trasformazione delle materie prime legnose provenienti dalle fonti sopra menzionate. La loro disponibilità è a sua volta legata a diversi fattori come: il settore industriale che organizza la trasformazione, i canali di distribuzione e la distribuzione regionale delle industrie manifatturiere. La distribuzione di combustibili legnosi può seguire numerosi canali:

- agricoltori e proprietari forestali possono organizzare la distribuzione di combustibili legnosi a scala locale, specialmente se organizzati in associazioni;
- le industrie del legno organizzano spesso la consegna diretta verso le centrali a biomassa, entro un raggio di 40-50 km;
- i commercianti di legname sono molto attivi in questo campo, che è strettamente legato alla loro attività principale. Finora questi sono stati i più efficaci nell'aggregare l'offerta e consegnare il combustibile legnoso a molti impianti di conversione, anche piuttosto distanti dalla fonte primaria del combustibile legnoso. Il commercio internazionale contribuisce a questo quadro.

In generale, dal lato dell'offerta, come visto nel capitolo 1, la disponibilità di biomassa è molto elevata e non rappresenta in sé un limite all'installazione di nuovi impianti di teleriscaldamento. Ovviamente, occorre differenziare in base alla taglia dell'impianto e, naturalmente, dalla quantità di biomassa già assorbita da altre utenze. Laddove le nuove centrali elettriche di piccola taglia (1 MWe) si dimostrassero idonee ad un impiego commerciale, i margini di sfruttamento aumenterebbero in maniera notevole. In generale, comunque, il principale limite dal lato dell'offerta è rappresentato più dalla possibilità di attingere la biomassa a costi ragionevoli, che dai limiti fisici di disponibilità della stessa.

## La domanda

Per quanto riguarda la domanda, occorre anzitutto domandarsi chi siano le principali utenze che richiedano combustibili legnosi. Oltre alle centrali elettriche a biomassa, che come si è visto ad inizio capitolo ammontano a 99 impianti installati a fine 2011 (per una potenza pari a 461 MW), la domanda per questi combustibili proviene per lo più dalle caldaie per riscaldamento domestico e riscaldamento collettivo. In questo campo, la legna da ardere è molto più popolare del cippato, il che equivale a prezzi più elevati e ad una filiera di distribuzione più organizzata ed efficace. Non bisogna, però, sottovalutare il potenziale del settore domestico nell'assorbire importanti quantitativi di cippato di legno<sup>62</sup>. Il settore del riscaldamento collettivo è molto diversificato e offre opzioni variegata ai potenziali partner di mercato (edifici pubblici, centri ricreativi, impianti di trasformazione del legno che possono utilizzare il loro stesso residuo o sottoprodotto, centri industriali, alberghi e altre attrazioni del settore turistico, industrie, etc.).

Le condizioni di approvvigionamento sono uno dei fattori più importanti per l'acquirente e hanno un considerevole effetto sul prezzo finale, che logicamente dipende dai quantitativi, dal luogo, dal momento di consegna, nonché dalla forma in cui la biomassa viene consegnata. Le condizioni di approvvigionamento, a loro volta, dipendono da molti fattori, come le strutture disponibili, il prezzo che l'acquirente del calore è disposto a pagare e il costo rappresentato dall'investimento per costruire nuove strutture o ristrutturare quelle preesistenti. Esistono tre opzioni principali per l'approvvigionamento di combustibile legnoso, che coincidono con i tre modelli di filiera analizzati in precedenza: auto-approvvigionamento secondo il modello di auto-consumo, contratto di fornitura del combustibile per la filiera di vendita del combustibile, contratto di fornitura del calore per la filiera di vendita dell'energia.

## Il prezzo

Per quanto riguarda il prezzo, questo mostra un'elevata variabilità, a seconda dell'origine, del quantitativo, della qualità e della consapevolezza e preparazione dell'acquirente. A titolo indicativo, e con riferimento ai diversi segmenti di mercato in seguito analizzati, le tabelle 4.7.1, 4.7.2, 4.7.3 confrontano i livelli di prezzo, rilevati su più Piazze, per i diversi biocombustibili presenti sul mercato.

**Tabella 4.7.1: Confronto dei prezzi all'ingrosso della legna da ardere su Piazze differenti (novembre 2012)**

LEGNA DA ARDERE - TIPOLOGIA	PIAZZA	PREZZO (€/t)
forte sfusa - u.t.q. 40% semilavorata 2-4 metri	Milano	80,00
dolce - u.t.q. 40% semilavorata 2-4 metri	Milano	57,50
essenza forte in pezzi da mt. 1	Avellino	90,25
essenza dolce in pezzi da mt. 1	Avellino	70,00
essenza forte	Arezzo	60,00
essenza dolce	Arezzo	30,62

Fonte: Elaborazioni BMTI su listini camerali

62) L'esempio austriaco è molto eloquente: tra il 1994 e il 2004 sono state installate circa 12.000 caldaie a cippato in abitazioni private.

**Tabella 4.7.2: Confronto dei prezzi all'ingrosso del cippato su Piazze differenti (novembre 2012)**

CIPPATO – TIPOLOGIA	PIAZZA	PREZZO (€/metro stero)
cippato da legna vergine senza corteccia da segheria	Milano	15,25
cippato di abete scortecciato (€/metro stero)	Bolzano	21,02

Fonte: Elaborazioni BMTI su listini camerati

**Tabella 4.7.3: Confronto dei prezzi all'ingrosso del pellet su Piazze differenti (novembre 2012)**

PELLET – TIPOLOGIA	PIAZZA	PREZZO (€/t)
pellet 72 Classe A, in sacchetti da 15 kg cad.	Milano	205,00
pellets (segatura legno vergine) sfusi	Bolzano	237,50

Fonte: Elaborazioni BMTI su listini camerati

#### 4.7.2 I segmenti di mercato

I segmenti di mercato dei combustibili legnosi sono essenzialmente quattro: quello della legna da ardere, quello del pellet, quello delle briquettes e, infine, quello del cippato. Considerando il grado di diffusione di quest'ultimo segmento, gli verrà dedicata una trattazione specifica nel paragrafo 4.8.

Per quanto riguarda il segmento di mercato della legna da ardere, esso è caratterizzato da un'offerta molto variegata, caratterizzata da ampie quote di mercato sommerso e di prodotto proveniente dall'estero (prevalentemente Europa dell'Est e Francia), mentre la domanda è guidata per lo più dal settore del riscaldamento privato (domestico e collettivo).

La legna da ardere viene tipicamente venduta a peso, ma in alcune zone, tra cui la Toscana, esiste anche il sistema di vendita a volume (metro stero). Esiste, inoltre, una sufficiente omogeneità del prodotto acquistato dai fornitori differenti (pezzatura, specie), sebbene questa non sia codificata, ma sia, al contrario, di tipo consuetudinario. Con queste modalità di vendita il grado di omogeneità e trasparenza è sufficiente, specie per quanto concerne i consumatori rurali a reddito medio-basso, che si caratterizzano per un'adeguata conoscenza di prezzi e qualità.

Meno consapevoli risultano invece i consumatori urbani, per lo più occasionali, normalmente a reddito medio-alto.

Il pellet è un combustibile densificato, di forma cilindrica, derivante da un processo industriale<sup>63</sup> (cfr. Capitolo 1); di conseguenza, l'approvvigionamento della materia prima deriva dai comparti di prima e seconda lavorazione del legno<sup>64</sup>, piuttosto che dal settore della selvicoltura.

Il mercato italiano del pellet è frammentato e molto localizzato: nel 2008 erano circa 90 le aziende produttrici, concentrate nel Nord Italia (il 60% della produzione avviene in Lombardia, Veneto e Friuli Venezia Giulia) con una produzione pari a circa il 73% del totale<sup>65</sup> nazionale. Quest'ultimo è stato stimato, sempre con riferimento al 2008, essere pari a 700.000 tonnellate. L'intera produzione nazionale viene impiegata internamente ma non è, tuttavia, sufficiente a far fronte all'elevata domanda, che viene parzialmente soddisfatta da pellet di produzione estera.

La quota di pellet importato da altri paesi non è definibile con certezza, dato che i canali di importazione sono numerosi e fortemente diversificati<sup>66</sup>. I principali consumatori sono le piccole utenze private, che impiegano questo combustibile prevalentemente in stufe e in caldaie per il riscaldamento domestico centralizzato, per questo la principale forma in cui viene commercializzato il combustibile in Italia è il confezionamento in piccoli sacchi.

Il mercato è anche caratterizzato da un alto grado di eterogeneità in termini sia di caratteristiche del prodotto, sia di sistemi di utilizzazione dello stesso. Pertanto, al fine di assicurare un pieno sviluppo di questo segmento di mercato, appare necessario uno sforzo di standardizzazione, possibilmente basato su parametri qualitativi che assicurino il raggiungimento del livello qualitativo richiesto dal mercato e dai consumatori<sup>67</sup>. Si tratta comunque di un mercato in forte crescita e con grandi potenzialità di espansione.

Per quanto riguarda infine le briquette, altro combustibile densificato, esse sono comunemente prodotte dalla pressatura di diversi residui legnosi, di origine agricola e forestale, in modo da assicurare una maggiore uniformità al combustibile.

Le briquette hanno le dimensioni della legna per stufa e vengono comunemente impiegate negli apparecchi termici a caricamento manuale, in sostituzione della legna da ardere. Per questo, le dimensioni del mercato non sono facilmente individuabili.

Il mercato è anche caratterizzato da un alto grado di eterogeneità in termini sia di caratteristiche del prodotto, sia di sistemi di utilizzazione dello stesso. Pertanto, al fine di assicurare un pieno sviluppo di questo segmento di mercato, appare necessario uno sforzo di standardizzazione, possibilmente basato su parametri qualitativi che assicurino il raggiungimento del livello qualitativo richiesto dal mercato e dai consumatori. Si tratta comunque di un mercato in forte crescita e con grandi potenzialità di espansione.

---

63) Il pellet di legno deve essere prodotto da legno vergine non contaminato, così come stabilito dal D.lgs. n. 152/2006.

64) La materia prima è rappresentata principalmente da segatura, trucioli e altri scarti di segheria, che complessivamente rappresentano oltre l'80% del materiale utilizzato.

65) ARSIA - Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel Settore Agricolo-Forestale, *La filiera Legno-Energia: Risultati del progetto Interregionale Woodland Energy*, 2009.

66) Per l'anno 2008 il quantitativo di pellet importato dalla sola Austria è stato pari a circa 240.000 tonnellate.

67) Ad esempio, nell'ambito del progetto Woodland Energy, è emerso che sia il pellet ricavato dalle potature di vite sia da quelle di olivo sono caratterizzati da un contenuto di ceneri molto elevato, tale da renderne sconsigliabile l'impiego in piccoli impianti di riscaldamento.

Per quanto riguarda infine le briquette, altro combustibile densificato, esse sono comunemente prodotte dalla pressatura di diversi residui legnosi, di origine agricola e forestale, in modo da assicurare una maggiore uniformità al combustibile.

Le briquette hanno le dimensioni della legna per stufa e vengono comunemente impiegate negli apparecchi termici a caricamento manuale, in sostituzione della legna da ardere. Per questo, le dimensioni del mercato non sono facilmente individuabili.

## 4.8 IL MERCATO DEL CIPPATO

Il mercato del cippato è ancora nella sua fase iniziale di sviluppo, tranne in alcune realtà concentrate nell'Italia Settentrionale, come ad esempio il Trentino Alto Adige. Si tratta, pertanto, di un mercato poco omogeneo, in cui esistono tuttora categorie dimensionali non codificate. Per lo sviluppo di questo segmento, appare necessaria una maggiore standardizzazione del mercato stesso, nonché la creazione di strumenti di informazione, specie sul livello dei prezzi, da mettere a disposizione degli operatori.

Sul primo punto va segnalato che il cippato è normalmente commerciato in volume, mentre alcuni studi rilevano che la compravendita basata sul Contenuto Energetico del combustibile sarebbe uno degli strumenti che permetterebbe una maggiore trasparenza per gli operatori: il contenuto energetico è infatti esattamente valutabile in base al peso ed al contenuto idrico. Solo recentemente sono state avviate esperienze concrete di compravendita di cippato su base contrattuale tenendo conto del suo contenuto energetico. Per quanto riguarda il livello dei prezzi, invece, esso è fortemente legato al grado di diffusione degli impianti di grossa taglia e alla loro disponibilità a pagare il cippato.

### 4.8.1 La Filiera del Cippato in Italia

L'utilizzo del cippato a scopo energetico può realizzarsi attraverso diversi modelli di gestione della filiera che coincidono con quelli analizzati, in linea generale, per la filiera legno-energia:

- I. **FILIERA DELL'AUTOCONSUMO.** La più antica e diffusa forma di uso del legno a scopo energetico nelle aziende agroforestali è l'autoconsumo, che si realizza quando l'impianto termico è alimentato con il legno cippato autoprodotta dal proprietario attraverso l'utilizzazione dei soprassuoli gestiti. L'azienda agroforestale ricava il combustibile legnoso, dunque, dai sistemi arborei di cui dispone. La finalità principale o esclusiva di tale filiera è la produzione dell'energia termica necessaria al riscaldamento degli ambienti lavorativi e dell'abitazione dell'imprenditore. Il principale vantaggio derivante dall'attivazione di tale filiera è il risparmio che l'imprenditore riesce a ottenere, rispetto alla spesa da sostenere con l'impiego dei combustibili fossili.
- II. **FILIERA DELLA VENDITA DEL CIPPATO.** È basata sulla presenza, nel territorio, di alcuni impianti di piccola e media taglia, che possono essere al servizio di edifici privati e/o di edifici pubblici, alimentati con cippato di provenienza locale, fornito da imprese agroforestali in forma singola o associata. In questo modello di filiera, l'imprenditore agroforestale colloca sul mercato locale il cippato prodotto in esubero rispetto all'autoconsumo, stipulando dei contratti di fornitura con il o i soggetti privati e/o pubblici coinvolti.

III. FILIERA DELLA VENDITA DEL CALORE (LEGNO-ENERGIA CONTRACTING). L'impresa agroforestale non si limita semplicemente a fornire il legno cippato, ma realizza l'impianto termico e vende calore alle utenze pubblico/private. Esistono poi casi in cui l'impresa agroforestale oltre a fornire il legno cippato, svolge un ruolo di gestione dell'impianto termico già realizzato da altri soggetti, pubblici (Comuni, Comunità Montane, Province ecc.) o privati, e quindi fornisce un servizio di prestazione energetica (mod. EPC: Contratto di Prestazione Energetica). In questo modello di filiera, l'impresa agroforestale vende direttamente l'energia alle utenze, massimizzando la remunerazione della sua attività. Con il modello contracting sono inoltre superati molti problemi legati all'approvvigionamento, soprattutto in relazione alle caratteristiche del combustibile, al suo prezzo e alla sua provenienza.

Oggi la filiera italiana del cippato è rappresentata da un insieme di operatori che idealmente si possono raggruppare nelle seguenti categorie:

- 1. Autoconsumatori artigianali/industriali:** coloro che producono e impiegano "scarti" legnosi. È la via prevalente con cui l'industria del legno utilizza gli scarti della lavorazione, impiegandoli internamente per il riscaldamento degli edifici industriali e/o a supporto dei processi produttivi, specialmente per l'essiccazione del tondame e/o del tavolame.
- 2. Autoconsumatori agricolo-forestali:** sono le aziende agroforestali e/o agrituristiche che usano il materiale legnoso ricavabile da boschi o da superfici coltivate di proprietà, in forma singola e/o associata. Può essere considerata una forma di autoconsumo, peraltro largamente diffusa.
- 3. Produttori commerciali nazionali:** coloro che producono il cippato quale prodotto principale e/o secondario delle proprie attività. Questa categoria è rappresentata principalmente dalle industrie di lavorazione del legno, che dispongono di scarti legnosi in eccesso rispetto alla quota di autoconsumo, dalle ditte boschive che utilizzano soprassuoli forestali di proprietà o in appalto, da ditte contoterziste che dispongono o acquistano materia prima da trasformare e, infine, dalle aziende (pubbliche e private) che praticano la gestione e lo smaltimento dei rifiuti legnosi in ambito urbano e periurbano.
- 4. Operatori commerciali internazionali:** imprese che organizzano le attività di reperimento, trasporto e consegna del cippato. Il ruolo di tali imprese che operano sul mercato internazionale sta diventando sempre più significativo con lo sviluppo degli impianti di medie e grandi dimensioni per la produzione di energia elettrica.
- 5. Utilizzatori:** coloro che per il rifornimento del cippato si rivolgono interamente al mercato. Sono in via prevalente gli impianti di teleriscaldamento di media e grande potenza, localizzati prevalentemente nelle regioni dell'arco alpino, gli impianti di cogenerazione e le centrali elettriche. Si sta inoltre sviluppando, come già accennato in precedenza, il modello della vendita dell'energia termica a un'utenza terza (contracting) a opera, in particolare, delle aziende agricole, dei piccoli proprietari di bosco o in generale di operatori che dispongono di determinati quantitativi di cippato. Si verifica pertanto che il produttore di cippato, non vende la parte in esubero del proprio combustibile, ma la utilizza per la produzione e la vendita dell'energia, conseguendo una maggiore remunerazione.

### 4.8.2 I prezzi

A tutt'oggi, le centrali elettriche di taglia industriale costituiscono il principale utente del cippato combustibile, e, in quanto tali, determinano le condizioni del mercato. I prezzi attuali sono il risultato della prevalenza industriale e sono relativamente bassi. Le centrali elettriche offrono tra 40 e 45 €/t tal quale, consegnata all'impianto. Questo prezzo rappresenta un netto miglioramento rispetto ai 20 €/t pagati nel 2000, ma è comunque lo stesso che era offerto dai pannellifici nel 1994<sup>69</sup>. A questo prezzo, la produzione di cippato forestale risulta conveniente solo in particolari circostanze, e soprattutto dove la cippatura costituisce un modo per smaltire dei residui indesiderati, o dove le condizioni di raccolta sono particolarmente favorevoli.

Per questo, studi condotti sul campo segnalano come, ad oggi, la produzione di cippato può solo rappresentare un'azione complementare, nell'ambito di una strategia integrata di raccolta volta a massimizzare il valore complessivo del legname disponibile, e a ridurre il costo totale di produzione.

Questo implica che nella maggior parte dei casi la produzione esclusiva di cippato non è conveniente sotto il profilo economico, da qui la dipendenza dal residuo industriale e dalle importazioni, spesso usate come strumento per calmierare i prezzi. La convenienza può allora derivare da altri fattori, legati agli sviluppi di altre filiere forestali<sup>70</sup>, a loro volta influenzati dagli introiti addizionali ottenibili dall'eventuale produzione di cippato. Questo finisce per articolare un sistema complesso, i cui risultati sono difficili da prevedere.

Alcuni autori, a tal proposito, segnalano come il numero crescente di impianti costruiti in tutta Europa potrebbe cambiare questa situazione, riducendo la disponibilità del residuo industriale e costringendo ad una maggiore attenzione verso la risorsa forestale. Pertanto, per evitare che il settore si sviluppi in funzione dell'offerta estera, sarebbe necessario legare la produzione di energia al territorio, cosa attuabile più facilmente costruendo una rete decentralizzata di piccoli impianti, che hanno un maggior potenziale di filiera. In questo caso però è l'offerta che potrebbe diventare un problema.

D'altro canto va anche rilevato che la cippatura industriale consente una netta riduzione del costo di conferimento, non è un caso che in Nord Italia, dove il mercato è più sviluppato, molti utenti affidino il servizio di cippatura a contoterzisti specializzati. A tal proposito, un'opzione paventata è quella di sviluppare sistemi chiusi, dove le risorse, i fornitori, l'impianto e l'utenza siano identificati sin dall'inizio e vincolati tra loro da opportuni accordi. Questo modello funziona già in diverse Regioni, e può essere una strategia utile per avviare il settore. Tuttavia, un tale modello può rivelarsi particolarmente rigido e difficile da espandere, limitando ulteriori progressi nel settore.

---

69) *Progetto Leader Plus, Linee Guida per lo Sviluppo di un Modello di Utilizzo del Cippato a Scopi Energetici, Risultati del Progetto Transnazionale, 2011.*

70) *Ad esempio: la copertura di parte del costo d'utilizzazione da altre fonti esterne, come avviene nel caso della ripulitura di linee elettriche, dell'apertura di piste da sci o degli interventi di miglioramento forestale sovvenzionati con denaro pubblico.*

### 4.8.3 Le strategie di approvvigionamento

Il cippato forestale ha un valore modesto e la sua produzione non può offrire grandi profitti se non è integrata in qualche modo, nello specifico si possono distinguere due strategie:

- I. L'integrazione di prodotto nella fase di raccolta (o integrazione orizzontale): se parte del legname può essere convertito in assortimenti di valore, tali assortimenti andrebbero prodotti in modo da contribuire a sostenere parte del costo di produzione del cippato. Un esempio è quello del recupero dei residui di utilizzazione: se la raccolta è organizzata bene e le piante sono allestite all'imposto, il prodotto principale sosterrà i costi dell'abbattimento, esbosco e allestimento, e sulla produzione di cippato graveranno solo i costi relativi alla cippatura ed al trasporto. La stessa produzione primaria potrebbe trarre vantaggi dalla produzione collaterale di cippato: l'esbosco di piante intere e l'allestimento all'imposto consentono di impiegare attrezzature meccaniche altrimenti incapaci di accedere in bosco, e il cui uso potrebbe abbattere il costo di utilizzazione di circa il 30 %<sup>71</sup>.
- II. L'integrazione di processo (o integrazione verticale), che consiste nella gestione congiunta di più fasi dello stesso processo produttivo. Essa consente di controllare meglio la ripartizione del valore aggiunto prodotto lungo la filiera, che altrimenti dipenderebbe solo dal potere negoziale dei diversi soggetti coinvolti<sup>72</sup>.

Infine, per quanto riguarda le tecniche di approvvigionamento, anche per il segmento del cippato, la disponibilità di infrastrutture adeguate è il punto cruciale: una buona rete viaria aumenta l'efficienza delle operazioni di raccolta e trasporto, abbattendo il costo di approvvigionamento.

### 4.8.4 Le tecniche di raccolta

La produzione di cippato impone il cambiamento dei sistemi di utilizzazione tradizionali e richiede una riorganizzazione generale delle operazioni di raccolta. Andare a raccogliere i residui dopo un'utilizzazione tradizionale è una strategia perdente, che non può generare alcun profitto: la cosa migliore invece è esboscare le piante intere ed allestirle all'imposto, o buttarle direttamente nella cippatrice se sono troppo piccole per produrre assortimenti diversi dal cippato. In generale, bisogna ridurre al minimo la manipolazione del legname e la meccanizzazione è l'unico modo per rendere conveniente la raccolta del legno.

71) Questa procedura spesso non viene applicata per l'impossibilità di smaltire il residuo accumulato all'imposto, un problema risolvibile tramite l'avvio e l'integrazione con il mercato della biomassa, appunto. Manuale cippato.

72) Un'alternativa potrebbe essere quella di utilizzare entrambe le strategie orizzontale e verticale, come dimostrato nell'ambito del progetto transnazionale "Sviluppo della filiera Foresta Legno Energia" realizzato con il contributo finanziario della Unione Europea, nell'ambito del Programma Leader +. Nell'ambito del progetto, il Gruppo di Azione Locale (GAL) gallese, Conwy ha attuato una strategia improntata al pragmatismo: i boschi di quercia che il GAL gestisce possono fornire sia tondame da sega che biomassa, e il primo è senz'altro più pregiato della seconda. Da qui una strategia che fa perno sul prodotto di maggior valore, e integra la produzione energetica con il ruolo di importante prodotto collaterale. Il piano consiste innanzitutto nel raggruppare le parcelle forestali sotto una gestione centralizzata, in modo da costituire una riserva adeguata di materia prima. Contemporaneamente si avvia la costruzione di una segheria destinata a produrre tavolame di pregio, associata ad una mini-centrale elettrica capace di trasformare in un prodotto vendibile dall'alto valore aggiunto tanto gli scarti della segheria, che i residui delle utilizzazioni destinate a rifornirla di tondame.

La cippatura è una lavorazione meccanica che sostituisce l'inefficiente allestimento manuale delle piante di piccole dimensioni. Gli harvester offrono un grandissimo potenziale per aumentare l'efficienza della raccolta integrata, abbattendo il costo di produzione della biomassa. La meccanizzazione comporta però investimenti elevati, che devono essere giustificati da un volume di lavoro altrettanto elevato. La quantità di combustibile richiesta dal funzionamento di un singolo impianto di teleriscaldamento da 1 MWt non è abbastanza consistente da giustificare l'acquisto di una cippatrice industriale autocarrata. Il gestore quindi deve decidere se acquistare una macchina più piccola, se ricorrere a un contoterzista o se associarsi ad altri impianti che operano nella stessa area per effettuare l'acquisto in comune. Il ricorso a un contoterzista forse è la soluzione più semplice ed efficace, il che spiegherebbe anche perché i contoterzisti costituiscono la spina dorsale dell'industria boschiva in quei paesi dove il bosco ha un ruolo economico significativo.

#### 4.8.5 Costi di produzione

Per dare un'idea circa i costi di produzione connessi con l'avvio di una filiera di commercializzazione del legno cippato, si prendono in considerazione i risultati ottenuti da un cantiere sperimentale realizzato a Villa Estense (PD)<sup>73</sup> e dedicato solo alla produzione di cippato in una logica di attività per conto terzi e commercializzazione del combustibile<sup>74</sup>. La tabella 4.8.1 sintetizza i risultati del cantiere sperimentale con riferimento ai costi di produzione del cippato<sup>75</sup>. Come si può osservare il prezzo di mercato (65 €/t) è superiore al costo di produzione (53,40 €/t) riferito al contenuto idrico commerciale del cippato.

**Tabella 4.8.1: Costi di produzione di un cantiere per la commercializzazione del cippato**

Operazione	Voci di costo orario	t/h	€/t	€/t	€/t	Prezzo di mercato €/t W = 35%
				W = 51% <sup>76</sup>	W = 35% <sup>77</sup>	
Abbattimento	Gru + cesoia Naarva (1 operaio)	3,2	49,56	28,31	34,10	
Carico, trasporto e scarico	Gru + pinza + tratrice (1 operaio)	4,5	41,02	9,12	10,98	
Cippatura	Trattrice + cippatrice (1 operaio)	8,0	55,20	6,90	8,31	
<b>TOTALE</b>			<b>145,78</b>	<b>44,32</b>	<b>53,40</b>	<b>65</b>

Fonte: elaborazione BMTI su dati AIEL e CCIAA Padova

73) Il cantiere utilizza un modulo a media meccanizzazione, effettuato su una siepe razionale di platano (*Platanus acerifolia*) di 390 m con polloni di 6 anni.

74) L'analisi si basa su: AIEL e CCIAA di Padova (autori vari), "Produzione ed uso energetico del legno in azienda agricola", [www.pd.camcom.it](http://www.pd.camcom.it).

75) Il metodo analitico impiegato per determinare i costi di produzione ha assunto come riferimento temporale il costo orario di produzione di cippato.

76) Il contenuto idrico del filare di prova (W=51%).

77) I costi di produzione sono stati riferiti anche al contenuto idrico commerciale (W=35%) e si ottengono dividendo i costi orari (€/h) di ogni singola operazione per la sua produttività oraria (t/h).

#### 4.8.6 Possibili sviluppi del mercato del cippato

Le possibilità di cogenerazione appaiono particolarmente interessanti per lo sviluppo del mercato<sup>78</sup>. Tra queste si segnala la possibile disponibilità di micro-impianti per la cogenerazione di calore ed energia elettrica già a partire da una taglia di 1 MW. I micro-impianti di cogenerazione sono dieci volte più piccoli delle centrali tradizionali e promettono un'efficienza di conversione identica, o anche maggiore, al contempo riducendo il costo di realizzazione dell'impianto e quello legato allo sforzo logistico necessario a garantire un approvvigionamento abbondante e regolare.

In caso questa opzione si rivelasse percorribile, alcuni studi prospettano la realizzazione di una rete decentralizzata di piccole centrali elettriche, ancora più remunerative degli impianti di teleriscaldamento. In modo analogo, si potrebbe investigare meglio il potenziale dei piccoli impianti a cippato per uso domestico (già peraltro diffusi in alcune regioni alpine), la cui maggiore diffusione potrebbe far crescere un mercato locale per il cippato di qualità. Anche in questo caso, però, il punto cruciale da affrontare riguarda la logistica della distribuzione, che presenta possibilità di sviluppo pressoché illimitate considerando il potenziale risparmio ottenibile con un'organizzazione appropriata.

### 4.9 MICRO-FILIERE LEGNO-ENERGIA DI AUTOCONSUMO

La micro-filiera di autoconsumo energetico rappresenta un efficace modello produttivo in virtù della maggiore valorizzazione della biomassa: specie quando la filiera energetica si affianca a pre-strutturate realtà i cui residui di produzione rappresentano trucioli, segatura o polveri di legno vergine tutto il valore aggiunto ottenuto durante il processo di trasformazione del legno in energia rimane, infatti, all'interno della micro-filiera. Perché tale modello risulti efficace, va verificato che sussistano alcune condizioni minime, necessarie alla realizzazione di una micro-filiera di autoconsumo energetico:

- presenza di edifici adatti ad essere riscaldati con biomassa vegetale,
- reperibilità, per un periodo pari alla durata tecnica della centrale termica che sarà installata (generalmente 15-20 anni), della materia prima legno per il funzionamento della micro-filiera.

Per quanto concerne la prima condizione, qualunque edificio può essere dotato di un impianto di riscaldamento che utilizzi legno come materia prima. L'installazione di un impianto "a legna" appare particolarmente vantaggioso laddove l'edificio sia dotato di una caldaia oramai obsoleta (e quindi in genere funzionante a gasolio) oppure non vi sia rete di gas metano nelle vicinanze o, più in generale, quando l'edificio debba essere ristrutturato o costruito ex-novo.

Per quanto riguarda il materiale, esso può essere reperito dai boschi esistenti, da piantagioni dedicate costituite oppure può essere rappresentato da scarti delle utilizzazioni forestali e agrarie, o ancora da scarti di segherie<sup>79</sup>. Pertanto, la micro-filiera può quindi essere attivata non solo nel caso in cui il proprietario dell'immobile possieda anche terreni boscati atti al prelievo di materiale per destinazione energetica oppure abbia disponibilità di messa

78) Progetto Leader Plus (2011).

79) Per maggiori dettagli sulla disponibilità di biomassa si veda il capitolo 1.

a coltura, su adeguati terreni, di piantagioni dedicate (SRF o MRF), ma anche se sia possibile reperire presso la propria azienda (o comunque nelle vicinanze) residui dell'industria del legno e/o di coltivazioni agrarie arboree.

A titolo indicativo, per valutare se la materia prima disponibile è effettivamente sufficiente agli scopi del progetto, è consigliabile verificare l'esistenza o meno delle seguenti condizioni:

- il legno cippato ritraibile dalle foreste locali è abbondante/sufficiente;
- le foreste locali sono adatte alla produzione di legno cippato;
- il legno cippato è prodotto ad una distanza accettabile dall'impianto (<50 km);
- disponibilità di residui legnosi agricoli;
- disponibilità di residui legnosi dell'industria del legno;
- disponibilità di scarti delle utilizzazioni forestali;
- presenza di aziende locali che producono cippato;
- esistenza di un mercato del pellet;
- dotazione di strutture per lo stoccaggio ed il trasporto del cippato.

#### 4.9.1 La valutazione della fattibilità del progetto

La valutazione della fattibilità del progetto, ovviamente coinvolge altre variabili oltre a quelle sopra menzionate. Si tratta di fattori esogeni la cui presenza, seppure non necessaria in termini assoluti, può facilitare la realizzazione di una micro-filiera. Tra questi assumono particolare importanza l'organizzazione della distribuzione di energia nella località in questione e la presenza o meno di programmi specifici (nazionali, regionali, ma anche europei) che possano supportare la realizzazione del progetto, oltre ovviamente all'adeguatezza delle risorse finanziarie disponibili. Una sintesi indicativa dei fattori considerati in questo senso più rilevanti è proposta nella tabella 4.9.1.

**Tabella 4.9.1: Presenza di altri fattori favorevoli alla realizzazione di una micro-filiera legno-energia**

Presenza di altri fattori favorevoli per una micro-filiera legno/energia	SI	NO
Adeguate disponibilità finanziarie o presenza di affidabili partner finanziari	+	-
Assenza della rete del metano	+	-
Incentivi nazionali, regionali, provinciali, altri	+	-
Programmi di supporti (es. GAL, Agenda 21, ecc...)	+	-
Iniziative e politiche locali o regionali che supportano e/o promuovono il settore legno-energia	+	-
Agricoltori/imprese boschive locali interessati alla vendita del cippato e/o del calore	+	-
Presenza di produttori-rivenditori di impianti a cippato	+	-
Presenza nei comuni vicini di esperienze positive	+	-
Presenza di personale interessato e competente alla gestione della caldaia	+	-
Possibilità di acquisto, o d'utilizzo in conto terzi, di tutte le macchine necessarie per la produzione e la trasformazione del legno in cippato.	+	-

Fonte: Leader Plus (Progetto), Linee Guida per lo Sviluppo di un Modello di Utilizzo del Cippato a Scopi Energetici, Risultati del Progetto Transnazionale, 2011.

Una volta determinata l'esistenza delle condizioni di cui sopra ed effettuata una stima globale della materia prima disponibile annualmente, andrà verificato che essa sia sufficiente alle esigenze termiche dell'edificio da riscaldare. Queste ultime saranno calcolate sulla base della volumetria esistente e determineranno, per l'appunto, l'approvvigionamento di materia prima necessaria al suo funzionamento.

Il dimensionamento della caldaia viene generalmente effettuato considerando un fabbisogno medio, al netto delle varie dispersioni, di 30 W/m<sup>3</sup>. Per cui, considerando un edificio con volumetria pari a 10.000 m<sup>80</sup>, la caldaia da installare dovrà avere una potenza di 300 kW. La caldaia da installare, considerata la limitata potenza, sarà probabilmente a griglia fissa.

La tipologia dell'edificio da dotare d'impianto di riscaldamento a legna andrà esaminata attentamente al fine di assicurare dispersioni termiche minime tramite le necessarie modifiche (in caso di ristrutturazione di impianto) o la previsione dei dovuti accorgimenti progettuali (materiali idonei, doppi vetri per le finestre ecc.) in caso di edificio in costruzione. In edifici dove siano già presenti impianti di riscaldamento a gasolio o metano (non obsoleti) è generalmente consigliabile, se tecnicamente possibile, di non eliminarli, ed installare il nuovo impianto in parallelo. In ogni edificio dovrà essere poi individuato preventivamente il vano caldaia, che soddisfi tutte le normative vigenti in termini di sicurezza, e lo spazio per il silos del cippato, che dovrà avere facile accessibilità per il suo riempimento<sup>81</sup>.

Per quanto riguarda il fabbisogno di materia prima, esso dipenderà dalla volumetria dei fabbricati da riscaldare. Per calcolare il fabbisogno annuale di energia termica nell'impianto medio<sup>82</sup>, sarà necessario individuare i giorni medi di funzionamento e le ore giornaliere di accensione. Considerando 150 giorni/anno e 10 ore al giorno si ottengono 1500 ore di funzionamento annuo. Ciò significa che l'energia termica complessivamente sviluppata è di 450.000 kWh. Tenuto conto di un contenuto energetico medio del cippato di 3,37 kWh/kg con un tenore idrico del 30%, e di un rendimento medio della caldaia a biomassa dell'80%, saranno necessari circa 166,91 tonnellate di materiale. Tale quantità al fresco è pari a circa 178,76 tonnellate (umidità media del 53%). L'approvvigionamento della biomassa necessaria può derivare sia dal taglio di formazioni boscate presenti in azienda (tra queste rientrano anche quelle presenti lungo corsi d'acqua, che periodicamente vanno ripuliti per garantire un regolare deflusso delle acque), sia da piantagioni di specie a rapido accrescimento da costituire ex-novo, oppure dalla raccolta di potature di olivi, viti ed altre specie arboree (vedi capitolo 1).

#### 4.9.2 I costi di produzione e la convenienza del progetto

La valutazione dei costi di produzione è altrettanto importante poiché consente all'imprenditore agricolo che decidesse di realizzare una caldaia per l'autoconsumo di valutare se il costo di auto-produzione del combustibile legnoso è o meno competitivo. A titolo indicativo, di seguito si presentano i risultati ottenuti da un cantiere sperimentale realizzato

80) In questa sede tale volumetria verrà considerata come la massima riscaldabile con le microfiliere di auto-consumo. Volumetrie superiori presuppongono l'attivazione di mini reti di teleriscaldamento.

81) A tal proposito si consideri che indicativamente per posizionare una caldaia da 500 kW serve un vano tecnico di circa. Lo spazio indicativamente necessario per il silos del cippato è invece di circa 5x5x3 m.

82) Volumetria di 10.000 m<sup>3</sup> e centrale termica della potenza nominale di 300 kW.

a Gazzo Padovano (PD)<sup>83</sup> con finalità di autoconsumo e valorizzazione delle attrezzature e delle materie prime disponibili in azienda<sup>84</sup>. La tabella 4.9.2 sintetizza i risultati del cantiere sperimentale con riferimento ai costi di produzione della legna da ardere e del cippato<sup>85</sup>.

**Tabella 4.9.2: Costi di produzione di un cantiere di autoconsumo alimentato a legna da ardere e cippato.**

Assortimento	Operazione	Voci di costo orario	t/h	€/t	€/t W = 53% <sup>86</sup>	€/t W = 35% <sup>87</sup>	Prezzo di mercato €/t W = 35%
LEGNA DA ARDERE	Abbattimento, allestimento e concentrazione	Manodopera (2 operai) + motosega	0,46	27,04	58,78	70,82	
	Trasporto	Manodopera (2 operai) + trattrice + carro	2,2	40,61	18,46	22,24	
		TOTALE		67,65	77,24	93,06	120
CIPPATO	Abbattimento	Manodopera (2 operai) + motosega	1,38	27,04	19,59	23,61	
	Cippatura	Trattrice + cippatrice (2 operai)	2,5	52,90	25,80	31,09	
		TOTALE		79,94	45,40	54,70	65

Fonte: dati AIEL e CCIAA di Padova.

Come si può osservare il prezzo di mercato del cippato (65 €/t) è superiore al costo di produzione (54,70 €/t) riferito al contenuto idrico commerciale del cippato. Lo stesso può dirsi per la legna da ardere che, a fronte di un prezzo di produzione pari a circa 93 €/t, ha un prezzo di mercato di 120 €/t.

Per dare un'idea del vantaggio economico della biomassa ad uso energetico rispetto ai combustibili fossili, sebbene questa valutazione vada fatta caso per caso, si possono mettere a confronto, a titolo indicativo, i costi per unità di energia sviluppata dai diversi combustibili (tabella 4.9.3). Per produrre, ad esempio, 10 kWh di energia termica si devono spendere 1,1-1,2 euro con il gasolio, 0,70-0,75 euro con metano, 0,60-0,65 con il carbone, mentre il costo scende a 0,25-0,35 euro per biomassa con umidità del 25-30%. In termini quantitativi, per sostituire il contenuto energetico di un kg di gasolio, sono

83) Il cantiere Grantortino utilizza un modulo per la produzione di legna da ardere e cippato. L'abbattimento, la sramatura e la depezzatura sono realizzate con motosega, la cippatura avviene lungo il filare con cippatrice alimentata manualmente.

84) L'analisi si basa su: AIEL e CCIAA di Padova (autori vari), "Produzione ed uso energetico del legno in azienda agricola", [www.pd.camcom.it](http://www.pd.camcom.it).

85) Il metodo analitico impiegato per determinare i costi di produzione ha assunto come riferimento temporale il costo orario di produzione della legna da ardere e del cippato.

86) Il contenuto idrico del filare di prova (W=53%).

87) I costi di produzione sono stati riferiti anche al contenuto idrico commerciale (W=35%) e si ottengono dividendo i costi orari (€/h) di ogni singola operazione per la sua produttività oraria (t/h).

necessari circa 3-4 kg di legna<sup>88</sup>. A tal proposito, per dare un'idea delle possibilità derivanti dall'attivazione di una micro-filiera di auto-consumo, di seguito, viene presentato un confronto dei costi di gestione annuali di due sistemi di riscaldamento, il primo alimentato a cippato ed il secondo a gasolio. È stato considerato un fabbisogno annuo di energia termica pari a 264,6 MWh (e dunque inferiore a quello precedentemente definito per un impianto medio) da distribuire in 1500 ore di funzionamento.

Per sopperire a tale fabbisogno annuo di energia termica, considerando un rendimento medio della caldaia<sup>89</sup> dell'80%, è necessario bruciare circa 102 t di cippato (umidità del 30%), oppure circa 24,8 t di gasolio (in questo caso con rendimento della caldaia del 90%). Come riassunto nella tabella 4.9.4, l'impiego del cippato autoprodotta porta ad un risparmio medio nei costi di gestione del riscaldamento pari a circa 81 euro per MWh

**Tabella 4.9.3: Confronto costi per unità di energia sviluppata da diversi combustibili**

COMBUSTIBILE	Costo/10 Kwh En termica	ENERGIA TERMICA PRODOTTA
Gasolio	1,14 - 1,29 €	10 kWh
Metano	0,80 - 0,85	
Carbone	0,60 - 0,65	
Biomassa (umidità 25-30%)	0,25 - 0,35	

Fonte: Elaborazione BMTI su dati CRA

**Tabella 4.9.4: Confronto tra i costi di gestione di un sistema di riscaldamento alimentato a cippato e uno alimentato a gasolio (CRA 2008).**

Parametri considerati	Unità Misura	Impianto a cippato ( C )	Impianto a gasolio ( G )	Rapporto G/C
Volume edificio	m <sup>3</sup>	5.880	5.880	1
Fabbisogno energetico unitario	W/m <sup>3</sup>	0,03	0,03	1
Periodo di funzionamento	h/anno	1.500	1.500	1
Fabbisogno di energia	kWh/anno	264.600	264.600	1
Potenza caldaia	kW	232	232	1
Rendimento caldaia	%	80,00%	90,00%	1,13
Potere calorifero combustibile (PCI)	kWh/kg	3,25	11,86	3,65
Consumo annuo combustibile	t/anno	101,77	24,79	0,24
Consumo orario combustibile	kg/h	67,85	16,53	0,24
Costo centrale termica, posa in opera e collaudo	€	42.224	16.936	0,4
Prezzo combustibile	€/kg	0,08	1,4	17,5
Costo combustibile per unità energetica prodotta	€/kWh	0,031	0,131	4,26
Costo annuale combustibile	€	8.141,54	34.703,53	4,26
Altri costi annuali di gestione	€	8.979,98	3.806,03	0,42
Costo complessivo di gestione annuale	€	17.121,51	38.509,56	2,25
Costo produzione dell'energia termica	€/MWh	64,71	145,54	2,25

Fonte: Elaborazione BMTI su dati CRA

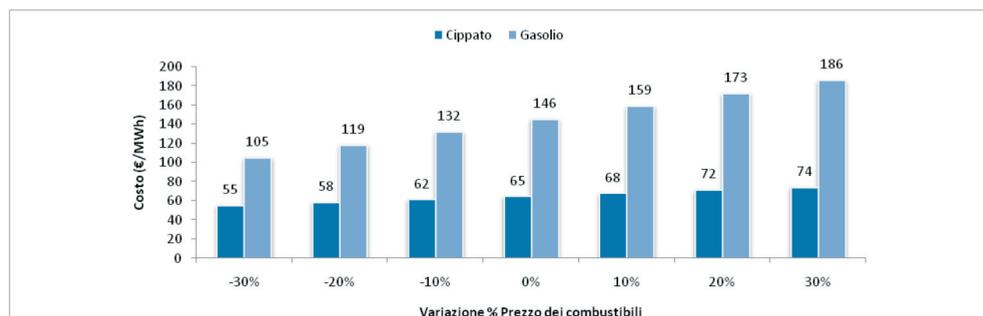
88) CRA Spa, (Autori Vari), *Nozioni di base per la costituzione di microfiliera energetiche di autoconsumo*, Dicembre 2008.

89) I costi dell'investimento iniziale per l'acquisto e l'installazione della caldaia si considerano verosimilmente ammortizzati in un periodo di 20 anni di durata tecnica dell'impianto.

di energia termica prodotta rispetto all'impiego del combustibile fossile. Tale risparmio corrisponde ad un vantaggio annuo di circa 21.000 euro che dunque dimostra la sostenibilità della microfiliere per produzione di energia termica.

Un altro dato interessante, specie considerando la volatilità dei prezzi energetici, è che, a parità di condizioni, aumentando della stessa percentuale i prezzi del cippato e del gasolio, il primo sistema diventa sempre più competitivo, come sintetizzato nella figura 4.9.1.

**Figura 4.9.1: Confronto variazione del costo di produzione dell'energia termica con medesime variazioni % dei prezzi del combustibile (2008).**



Fonte: Elaborazione BMTI su dati CRA

## 4.10 I COSTI D'INVESTIMENTO PER LA FILIERA LEGNO-ENERGIA

### 4.10.1 Alcune indicazioni sui costi d'investimento per la filiera legno-energia

Fermo restando che l'analisi dei costi d'investimento debba essere effettuata caso per caso in funzione dell'elevato numero di variabili coinvolte, nella tabella 4.10.1 (manuale caldaia) si riportano alcuni riferimenti relativi ai costi indicativi di investimento per la realizzazione di impianti termici di piccola-media taglia.

**Tabella 4.10.1: Costi indicativi di investimento per la realizzazione di impianti termici di piccola-media taglia<sup>90</sup>**

Tecnologia	Potenza (kW)	Livello investimento (€)	Consumi (t/a)	Approvvigionamento	Complessità tecnico/gestionale
Caldaia a legna	<35	7.000 - 15.000	5-10	Semplice - Locale	Molto Bassa
Caldaia a legna	35 - 100	15.000 - 30.000	10-25	Semplice - Locale	Molto Bassa
Caldaia a cippato	35 - 150	20.000 - 70.000	10-35	Semplice - Locale	Bassa
Caldaia a cippato	150-300	70.000 - 150.000	50-100	Locale - Con Produttori Professionali	Media
Caldaia a cippato	300-500	150.000 - 350.000	150-300	Locale - Con Produttori Professionali	Media
Caldaia a cippato	500-1.000	350.000 - 500.000	150-300	Locale - Con Produttori Professionali	Media
Caldaia a pellet	<35	10.000 - 15.000	5-7	Canali commerciali	Molto Bassa

Fonte: Elaborazione BMTI su dati ARSIA

90) ARSIA (Autori vari), Impianti termici a legno, cippato e pellet, Novembre 2009.

Trattandosi di costi indicativi, i dati si caratterizzano per un'ampia variabilità che tuttavia permette di notare come, tendenzialmente, i costi di investimento per la realizzazione di una caldaia a legna siano i più bassi, mentre maggiori appaiono quelli per la realizzazione di caldaie a pellet. Tale risultato può derivare dal grado di diffusione di tali impianti e delle relative tecnologie.

In linea generale, i costi da tenere in considerazione per la realizzazione di impianti termici alimentati da biocombustibili legnosi riguardano:

- il costo della rete di teleriscaldamento che varia in funzione della distanza del tracciato, dell'onerosità delle operazioni di scavo/ripristino, nonché del numero e tipo di utenze collegate;
- i costi di gestione e manutenzione: quest'ultimi tendono ad aumentare all'aumentare della taglia dell'impianto. Per un impianto di media taglia alimentato a cippato si aggirano intorno ai 2.500-4.000 € annui;
- i costi per la spesa elettrica, che dovrebbero attestarsi intorno al 5-10% rispetto alle spese correnti annue. A tal proposito va sottolineato che è essenziale, in fase di progettazione, valutare correttamente il dimensionamento delle elettropompe e della rete di riscaldamento, al fine di non incorrere in costi eccessivi di energia elettrica che possono inficiare la performance economico-finanziaria dell'impianto stesso<sup>91</sup>;
- i costi delle opere edili, necessari per adeguamento e/o la costruzione del vano tecnico e del silo per il cippato o pellet.

Considerando l'attuale interesse nei confronti della cogenerazione, anche nella prospettiva di micro-impianti di cogenerazione, di seguito si riportano alcune indicazioni in merito ai costi di investimento necessari alla realizzazione di un impianto di cogenerazione di piccola scala a partire dal cippato, basati sull'analisi del progetto "Centro di innovazione e trasferimento di tecnologia ambientale per la sostenibilità nell'Appennino"<sup>92</sup>.

**Tabella 4.10.2: Valutazione costi indicativi di investimento per la realizzazione di un impianto di cogenerazione di piccola taglia<sup>93</sup>**

COSTI	€
Acquisto gasificatore e cogeneratore	135.000
Opere edili	35.000
Attrezzature per la cogenerazione	15.000
Rete di riscaldamento e connessioni idrauliche	40.000
Impiantistica elettrica e elettronica	35.000
Spese tecniche	40.000
<b>TOTALE</b>	<b>300.000</b>

Fonte: COSEA-CISA

91) ARSIA (2009) op. cit.

92) COSEA-CISA, *Impianto di cogenerazione a cippato di legna con rete di teleriscaldamento al servizio del complesso scolastico del comune di Castel d'Aiano, Novembre 2007.*

93) COSEA-CISA (2007).

#### 4.10.2 Alcune indicazioni sulla sostenibilità dell'investimento per la filiera legno-energia

A titolo indicativo vengono di seguito riportate i dati relativi alle analisi finanziarie di 5 casi scelti sulla base delle caratteristiche dimensionali dell'impianto, della tecnologia applicata e della biomassa utilizzata.

Il primo caso è quello dell'azienda agricola biologica di Ramina F. - Gazzole di Montegaldella (Vi), che coltiva orticole e alleva tacchini e nel 2004 ha installato una piccola caldaia alimentata a legna ai fini dell'autoconsumo. I dati relativi all'analisi finanziaria sono riassunti nella Tabella 4.10.3<sup>94</sup>. L'investimento si ripaga a partire dall'ottavo anno e il VAN<sup>95</sup> al 16mo anno è pari a oltre 7.200 €.

**Tabella 4.10.3: Analisi finanziaria – azienda agricola con piccola caldaia a legna per autoconsumo**

Anno di realizzazione	2004
Potenza caldaia (kW)	20-30
Rendimento certificato (%)	91-93
Volume riscaldato (mc)	540
Numero di persone	6
Lunghezza rete teleriscaldamento (m)	20
Volume dell'accumulo inerziale (litri)	1.500
Numero ore anno di funzionamento	1.660
Energia termica per anno erogata (MWh)	44,8
Energia elettrica impegnata (kWe)	3
Consumo combustibile annuo (t)	12,6
Contenuto idrico combustibile (w%)	20-25
Costo della legna autoprodotta (€/t)	93
<b>INVESTIMENTO A - Caldaia a legna</b>	
Costo caldaia a legna (€)	6.979
Costo accumulo inerziale e sanitari (€)	1.562
Costo tubazioni di distribuzione (€)	2.500
Costo installazione e accessori (€)	
Detrazione IRPEF annuale per 10 anni (€)	437
TOTALE INVESTIMENTO (€) - (IVA esclusa)	12.145
Contributo (€) nessuno	
Manutenzione ordinaria (€/anno)	360
Manutenzione straordinaria (€/anno)	75
Tasso annuo di attualizzazione (%)	3
<b>INVESTIMENTO B - Caldaia a metano</b>	
Investimento per caldaia a metano (€)	1.500
Spese annue di metano (€/anno)	2.690
Manutenzione annua (€/anno)	220
<b>INDICI FINANZIARI</b>	
VAN <sub>16</sub> (€)	7.272
SRI <sub>16</sub> (%)	12,8

Fonte: dati AIEL e CCIAA di Padova

94) L'analisi si basa su: AIEL e CCIAA di Padova (autori vari), "Produzione ed uso energetico del legno in azienda agricola", [www.pd.camcom.it](http://www.pd.camcom.it).

95) Il VAN rappresenta il capitale totale che rimane all'imprenditore, in un periodo di tempo stabilito (nell'esempio in questione si è scelto, prudenzialmente, un periodo di 16 anni) dopo avere pagato tutti i costi di produzione e di investimento, attualizzato al momento dell'investimento. In pratica è un indicatore semplificato che permette di confrontare l'investimento con il profitto: se l'impianto richiede un investimento di 100 e il VAN calcolato è pari a 120, significa che dopo avere pagato l'impianto e tutti i costi di gestione, l'operazione ha fruttato il 120% dell'investimento.

Il secondo caso è quello dell'azienda agrituristica di di Bettella M. di Limena (PD), che coltiva e vende ortaggi presso lo spaccio aziendale e ospita attività formative nella sala multifunzionale e ha installato una piccola caldaia alimentata a cippato ai fini dell'autoconsumo.

I dati relativi all'analisi finanziaria sono riassunti nella Tabella 4.10.4<sup>96</sup>. Anche grazie alla contribuzione del 50% ottenuta dal PSR del Veneto (Misura 9.5), l'investimento si ripaga a partire dal quarto anno e il VAN<sup>97</sup> al 16imo anno è pari a oltre 23.200 €.

**Tabella 4.10.4: Analisi finanziaria. Azienda agrituristica con piccola caldaia a cippato per autoconsumo**

<b>Anno di realizzazione</b>	<b>2004</b>
Potenza caldaia (kW)	55-65
Rendimento certificato (%)	90
Volume riscaldato (mc)	680
Numero di persone	3+20 potenziali
Lunghezza rete teleriscaldamento (m)	0
Volume dell'accumulo inerziale (litri)	3.000
Numero ore anno di funzionamento	1.500
Energia termica per anno erogata (MWh)	82,5
Energia elettrica impegnata (kWe)	3
Consumo combustibile annuo (t)	27,5
Contenuto idrico combustibile (w%)	30
Costo del cippato autoprodotta (€/t)	54,7
<b>INVESTIMENTO A - Caldaia a cippato</b>	
Costo caldaia a cippato (€)	25.800
Costo accumulo inerziale e sanitari (€)	7.200
costo tubazioni di distribuzione	1.800
Detrazione IRPEF annuale per 10 anni (€)	626
<b>TOTALE INVESTIMENTO (€) - (IVA esclusa)</b>	<b>34.800</b>
Contributo(€)	17.400
Manutenzione ordinaria (€/anno)	552
Manutenzione straordinaria (€/anno)	100
Tasso annuo di attualizzazione (%)	3
<b>INVESTIMENTO B - Caldaia a metano</b>	
Investimento per caldaia a metano (€)	4.000
Spese annue di metano (€/anno)	4.455
Manutenzione annua (€/anno)	260
<b>INDICI FINANZIARI</b>	
VAN <sub>16</sub> (€)	23.225
SRI <sub>16</sub> (%)	26,51

Fonte: dati AIEL e CCIAA di Padova

96) L'analisi si basa su: AIEL e CCIAA di Padova (autori vari), "Produzione ed uso energetico del legno in azienda agricola", [www.pd.camcom.it](http://www.pd.camcom.it).

97) Il VAN rappresenta il capitale totale che rimane all'investitore, in un periodo di tempo stabilito (nell'esempio in questione si è scelto, prudenzialmente, un periodo di 16 anni) dopo avere pagato tutti i costi di produzione e di investimento, attualizzato al momento dell'investimento. In pratica è un indicatore semplificato che permette di confrontare l'investimento con il profitto: se l'impianto richiede un investimento di 100 e il VAN calcolato è pari a 120, significa che dopo avere pagato l'impianto e tutti i costi di gestione, l'operazione ha fruttato il 120% dell'investimento.

Il terzo caso è quello dell'azienda agrituristica di Gargan di Levada – Piombino Dese (PD), con attività vivaistica per la produzione di piante ornamentali e gestione di un maneggio e nel 2005 ha installato una piccola caldaia alimentata a cippato.

In questo caso l'agricoltore, oltre a riscaldare la propria azienda, vende il calore ad una utenza privata limitrofa. I dati relativi all'analisi finanziaria sono riassunti nella Tabella 4.10.5<sup>98</sup>. Anche grazie alla contribuzione del 38,6% ottenuta dal PSR del Veneto (Misura 9.5), l'investimento si ripaga a partire dal quinto anno e il VAN<sup>99</sup> al 16imo anno è pari a 18.600 €.

**Tabella 4.10.5: Analisi finanziaria. Azienda agrituristica con piccola caldaia a cippato per autoconsumo e vendita del calore**

Anno di realizzazione	2005
Potenza caldaia (kW)	45
Rendimento certificato (%)	85
Volume riscaldato (mc)	1.562
Numero di persone	8
Numero edifici riscaldati	3
Lunghezza rete teleriscaldamento (m)	120
Numero ore anno di funzionamento	2.150
Energia termica erogata (MWh/anno)	96,75
Energia autoconsumata (MWh/anno)	80
Energia venduta (MWh/anno)	16,8
Prezzo energia venduta (€/MWh)	40
Energia elettrica impegnata (kWe)	0,95
Consumo combustibile annuo (t)	32,5
Contenuto idrico combustibile (w%)	30
Costo del cippato autoprodotta (€/t)	54,7
<b>INVESTIMENTO A - Caldaia a cippato</b>	
Costo caldaia a cippato (€)	17.000
Opere edili (€)	1.000
Costo tubazioni di distribuzione (€)	5.500
Costo installazione e accessori (€)	4.700
Detrazione IRPEF annuale per 10 anni (€/anno)	623
TOTALE INVESTIMENTO (€) - (IVA esclusa)	28.200
Contributo(€)	10.900
Manutenzione ordinaria (€/anno)	140
Manutenzione straordinaria (€/anno)	120
Tasso annuo di attualizzazione (%)	5
<b>INVESTIMENTO B - Caldaia a metano</b>	
Investimento per caldaia a metano (€)	2.000
Mancata spesa annua di metano dell'agricoltore (€/anno)	4.800
Manutenzione annua (€/anno)	260
<b>INDICI FINANZIARI</b>	
VAN <sub>16</sub> (€)	18.600
SRI <sub>16</sub> (%)	24,93

Fonte: dati AIEL e CCIAA di Padova

98) L'analisi si basa su: AIEL e CCIAA di Padova (autori vari), "Produzione ed uso energetico del legno in azienda agricola", [www.pd.camcom.it](http://www.pd.camcom.it)

99) Il VAN rappresenta il capitale totale che rimane all'imprenditore, in un periodo di tempo stabilito (nell'esempio in questione si è scelto, prudenzialmente, un periodo di 16 anni) dopo avere pagato tutti i costi di produzione e di investimento, attualizzato al momento dell'investimento. In pratica è un indicatore semplificato che permette di confrontare l'investimento con il profitto: se l'impianto richiede un investimento di 100 e il VAN calcolato è pari a 120, significa che dopo avere pagato l'impianto e tutti i costi di gestione, l'operazione ha fruttato il 120% dell'investimento.

Il quarto caso è quello di una rete di riscaldamento alimentata da caldaia a cippato (500 kW) di proprietà e gestione del Comune di Loro Ciuffenna (AR) realizzata per fornire calore a 270 edifici pubblici nelle vicinanze (lunghezza della rete pari a 270 m).

I dati relativi all'analisi finanziaria sono riassunti nella Tabella 4.10.6<sup>100</sup>. Anche grazie alla contribuzione del 32% ottenuta, il valore attuale netto è pari a oltre 300.000 €.

**Tabella 4.10.6: Analisi finanziaria – impianto e rete di riscaldamento (cippato) in Provincia di Arezzo**

SPESE		
Investimento complessivo	€	337.855
Contributo		32% - 108.114
Investimento netto	€	229.741
Cippato	t/anno	266
Costo del cippato	€/t	60+IVA 10%
Spesa annua per il cippato	€/anno	17.551
Spese, gestione, amministrazione, ricambi, imprevisti, smaltimento cenere, energia elettrica	€	11.609
MANCATE SPESE/ INTROITI		
Riscaldamento	€	60.000
Manutenzione annua	€	1.500
Sostituzione caldaia - 1° anno (2 caldaie)	€	20.000
INDICI FINANZIARI		
Saggio di attualizzazione		1,50%
Valore Attuale Netto - VAN	€	300.804
Saggio DI Rendimento Interno - SRI		16,96%

Fonte: dati AIEL e CCIAA di Padova

L'ultimo caso è quello di una rete di riscaldamento alimentata da caldaia a cippato (350 kW) di proprietà della Comunità Montana del Casentino, realizzata e gestita nel Comune di Castel San Niccolò (AR) per servire 100 edifici pubblici nelle vicinanze (lunghezza della rete pari a 575 m).

I dati relativi all'analisi finanziaria sono riassunti nella Tabella 4.10.7<sup>101</sup>. Anche grazie alla contribuzione del 50% ottenuta, il valore attuale netto è pari a quasi 195.000 €.

100) L'analisi si basa sui risultati del Progetto Transnazionale - Progetto Leader Plus (op. cit.).

101) Idem

**Tabella 4.10.7: Analisi finanziaria – impianto e rete di riscaldamento (cippato) in Provincia di Arezzo**

SPESE		
Investimento complessivo	€	213.185
Contributo		50,2% - (107.00)
Investimento netto	€	106.185
Cippato	t/anno	220
Costo del cippato	€/t	60 + IVA 10%
Spesa annua per il cippato		14.560
Spese, gestione, amministrazione, ricambi, imprevisti, smaltimento ceneri, energia elettrica	€	6.500
MANCATE SPESE/INTROITI		
Riscaldamento a metano	€	8.550
Manutenzione annua	€	1.500
Sostituzione caldaia 1° anno (Pro Loco)	€	2.500
Allacciamento utenze private (Ipotesi di suddivisione in 5 rate annual)	€	6.600
Energia venduta ai privati	MWh/anno	405
Prezzo energia	€/MWh	69
Fatturato energia	€	27.908
INDICI FINANZIARI		
Saggio di attualizzazione		1,50%
Valore Attuale Netto – VAN	€	194.880
Saggio di Rendimento Interno - SRI		25,62%

Fonte: dati AIEL e CClAA di Padova

Nel presente paragrafo ed in quelli successivi vengono riportati gli aggiornamenti normativi intercorsi dalla scorsa edizione del presente studio. Le novità normative riguardano sia la legislazione comunitaria che quella nazionale e regionale. A livello comunitario si segnala l'entrata in vigore ormai prossima del Regolamento 995/2010 (UE Timber Regulation). Relativamente al quadro giuridico nazionale si riportano le novità introdotte dal Piano di Settore della Filiera Legno 2011, nato in seno al Tavolo della Filiera Legno istituito dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali nel dicembre 2010. Infine, con riferimento alla normativa regionale, è stata introdotta la Legge Regionale n.° 45 del 12 ottobre 2012 recante "Gestione, tutela e valorizzazione del patrimonio forestale regionale", con la quale il legno viene riconosciuto come importante fonte economica.

Nell'ambito del quadro giuridico europeo, il 20 ottobre 2010 l'Unione Europea ha adottato il Regolamento n. 995/2010, meglio noto come UE Timber Regulation, volto a contrastare il commercio di legname tagliato abusivamente. Si tratta di una delle misure contenute nel Piano d'Azione UE 2003 in applicazione delle normative di governance e commercio nel settore forestale (FLEGT). Il regolamento entrerà in vigore il 3 marzo 2012: si ritiene, dunque, opportuno riportare il contenuto e gli obblighi sanciti dal suddetto Regolamento in vista della sua imminente applicazione. Si ricorda, inoltre, che l'Italia, avendo un ruolo importante nel contesto internazionale come importatore mondiale, è fortemente soggetta

al commercio di legname illegale e prodotti da esso derivati. L'applicazione di tale regolamento è quindi di fondamentale importanza per l'Italia e può costituire un'opportunità per gli operatori della filiera italiana del legno.

Per legno illegale s'intende la raccolta, il trasporto, l'acquisto e la vendita di materiale legnoso effettuati nel mancato rispetto delle leggi nazionali o internazionali in materia. Il Regolamento identifica il legno di provenienza illegale con quello ottenuto violando le legislazione applicabile nel Paese di produzione.

Il legislatore europeo si pone gli obiettivi generali di contrastare i problemi ambientali, economici e sociali che nascono dal disboscamento illegale. Tra i danni economici conseguenti al traffico di legname illegale, si registra a livello planetario, in base agli studi della Banca Mondiale, una perdita del valore economico per l'industria e i proprietari forestali pari a circa 10 miliardi di euro per anno. Dal punto di vista ambientale, i danni si riscontrano nella deforestazione, nei cambiamenti climatici e nella perdita di biodiversità. Inoltre, circa il 15-20% dei gas ad effetto serra è causato dal degrado e dallo sfruttamento continuo delle foreste. In termini sociali il taglio illegale è connesso a speculazioni per lo sfruttamento delle terre e risorse, all'impoverimento delle comunità indigene e locali ed a conflitti armati. Il taglio abusivo compromette anche l'attività degli operatori responsabili che devono concorrere con il legname illegale, immesso sul mercato a un prezzo più basso del 7-16% rispetto al legno legale, poiché non sono inclusi i costi di rimboscimento né il pagamento di eventuali tasse o imposte (Fonte: *Illegal Wood for European Market 2008 WWF*).

In questo contesto l'EU Timber Regulation del 2010 ha introdotto una Due Diligence (dovuta diligenza) per il commercio del legname. Nello specifico, sono stati introdotti degli obblighi per operatori e commercianti. Gli operatori sono definiti come persone fisiche o giuridiche che immettono per primi il legno o i prodotti derivati nel mercato comunitario e sono, ad esempio, proprietari boschivi, imprese di utilizzazione o importatori. I commercianti sono invece definiti nel regolamento come le persone fisiche o giuridiche che vendono o acquistano legno e prodotti da esso derivati già immessi da altri sul mercato comunitario. Alcuni esempi di commercianti sono le imprese di prima e seconda lavorazione le imprese di trasformazione e le cartiere.

I settori coinvolti sono elencati in allegato al Regolamento e sono: legno grezzo, legno squadrato, avanzi e cascami di legno, legna da ardere, segatura, legno sfogliato, legno tranciato, fogli d'impiallacciatura e per compensato. Sono coinvolti anche i prodotti del legno, quali casse in legno, pallet, lavori di carpenteria, pannelli, pavimenti in legno, cornici in legno, traversine, costruzioni prefabbricate in legno, mobili, rivestimenti murali. Sono esclusi i settori della carta stampata, del riciclato e del bambù. Inoltre, i prodotti dotati di licenze FLEGT o CITIES sono esclusi dall'applicazione del Regolamento in quanto già conformi ai requisiti necessari. Il Regolamento contiene tre disposizioni principali (art. 4 e art. 5):

- divieto per gli operatori d'immissione sul mercato UE di legname tagliato abusivamente e dei prodotti da esso derivati;
- obbligo per gli operatori di applicare la Due Diligence nella commercializzazione del legname;
- obbligo per i commercianti di garantire la tracciabilità dei materiali legnosi, tenendo un registro con il nome e i dati dei fornitori e dei clienti. Le informazioni contenute nel registro devono essere conservate per cinque anni ed esibite, su richiesta, alle autorità competenti.

All'art. 6 del Regolamento il legislatore descrive i requisiti del sistema di Due Diligence, il quale consiste nell'applicare adeguate procedure di gestione del rischio per ridurre al minimo la possibilità di immettere sul mercato comunitario legname tagliato abusivamente. Gli elementi del sistema di Due Diligence sono:

- informazione, riguardante la denominazione commerciale dei prodotti, il paese di produzione, la concessione di taglio e ogni altro documento attestante l'osservanza della legislazione nazionale;
- procedure di valutazione del rischio, che tengano conto delle garanzie fornite da certificazioni, delle specie per le quali è diffuso il taglio abusivo, di pratiche illegali, dell'esistenza di sanzioni e della complessità della catena di approvvigionamento;
- procedure di attenuazione del rischio, volte a minimizzare efficacemente il rischio, esigendo informazioni supplementari e/o la verifica da parte di terzi.

Per l'applicazione del Regolamento gli Stati Membri designano una o più autorità competenti, le quali devono collaborare con le autorità dei Paesi terzi. Inoltre, il sistema di Due Diligence può essere implementato dal singolo operatore oppure è possibile utilizzare un sistema sviluppato e monitorato da un soggetto riconosciuto dall'Unione Europea come Organismo di Monitoraggio. Quest'ultimo può essere anche un ente privato in grado di sviluppare e gestire un sistema di Due Diligence.

Quanto agli aspetti sanzionatori (art. 19), il Regolamento prevede che ogni Stato Membro determini le sanzioni da irrogare in caso di violazione dello stesso. Le sanzioni, che devono essere effettive, proporzionate e dissuasive, possono consistere in:

- sanzioni pecuniarie, commisurate al danno ambientale, al valore del legno o dei prodotti ottenuti, alle perdite fiscali ed al danno economico;
- sequestro del legno e dei prodotti da esso derivati;
- immediata sospensione dell'autorizzazione ad esercitare l'attività commerciale.

In Italia le imprese della filiera del legno da tempo mettono in pratica sistemi per contrastare il commercio di legname illegale, adempiendo già in buona parte alle disposizioni dell'EU Timber Regulation.

L'attività di prevenzione del commercio di legname tagliato abusivamente è svolta in Italia su base volontaria tramite la certificazione di Catena di Custodia PEFC. Il Regolamento di Esecuzione (UE) N. 607/2012 ha implicitamente riconosciuto gli standard di Catena di Custodia PEFC e FSC come una base di partenza per l'implementazione di un sistema di Due Diligence da parte delle aziende.

Le certificazioni già esistenti non vengono quindi qualificate come prova automatica (green lane) di rispondenza ai requisiti della Regolamento 995/2010; vengono tuttavia riconosciute come modello di base idoneo a minimizzare il rischio di commercializzazione nel mercato comunitario di legname e/o prodotti in legno di origine illegale. Gli operatori possono quindi adeguarsi aggiungendo alla PEFC gli elementi propri della Due Diligence richiesta dal Regolamento 995/2010.

## 4. LA FILIERA DEL BIOGAS

### 5.1 INTRODUZIONE ALLA FILIERA DEL BIOGAS

Negli ultimi anni, sulla spinta degli obiettivi fissati in sede europea e dell'introduzione di forti incentivi alla produzione di energia elettrica da biogas, in Italia si sono moltiplicate le iniziative finalizzate alla realizzazione di impianti di digestione anaerobica che utilizzano scarti agro-zootecnici e/o colture dedicate. Il fenomeno italiano segue di qualche anno quello avvenuto in altri Paesi del Centro-Nord Europa (anzitutto Germania e Austria).

Il biogas, costituito da una miscela di gas, prevalentemente metano (almeno il 50%, in genere pari a 55-75% quando è ottenuto con gli effluenti zootecnici) ed anidride carbonica<sup>102</sup>, si origina da fermentazione anaerobica di materiale organico di origine vegetale ed animale (rifiuti conferiti in discarica ovvero frazione organica dei rifiuti urbani, fanghi di depurazione, deiezioni animali, scarti di macellazione, scarti organici agro-industriali, residui colturali, colture energetiche<sup>103</sup>).

Giova ricordare che in Italia, tra gli impianti a biomasse, quelli alimentati a biogas sono i più numerosi (65%) ma anche quelli con una taglia media tendenzialmente inferiore (poco meno di 1 MW). Come sintetizzato nella tabella 5.1.1, nel 2011 risultano in Italia 819 impianti alimentati a biogas rispetto ai 451 censiti l'anno precedente (+82%), ma va nuovamente segnalato che fino al 2010 il censimento non teneva conto degli impianti di più piccola taglia, la cui incidenza, specie per quanto concerne il biogas, è effettivamente notevole<sup>104</sup>.

Ciononostante, va qui segnalato che il forte sviluppo della filiera, comunque caratterizzata da impianti di piccola taglia, si è in effetti verificato a partire dal 2009, a seguito dell'introduzione, come sistema di incentivazione per gli impianti di potenza inferiore ad 1 MW elettrico, della tariffa onnicomprensiva (0,28 €/kWh elettrico per 15 anni) per l'energia elettrica immessa in rete e del coefficiente moltiplicatore 1,8 per i certificati verdi di questi stessi impianti (a patto che le matrici utilizzate derivino da una filiera agricola "corta" o da contratti di filiera)<sup>105</sup>.

Tale sistema di incentivazione rende la produzione di energia elettrica in ambito agro-zootecnico una grande opportunità imprenditoriale, grazie alla possibilità di gestire tutto il valore aggiunto della filiera produttiva, avendo la certezza della vendita integrale di tutta la produzione ad un unico acquirente, che è obbligato ad acquistare ad un prezzo garantito per un periodo di tempo prefissato e, generalmente, molto più lungo dei tempi di ritorno dell'investimento<sup>106</sup>.

102) Metano, anidride carbonica, tracce di idrogeno solforato e acqua.

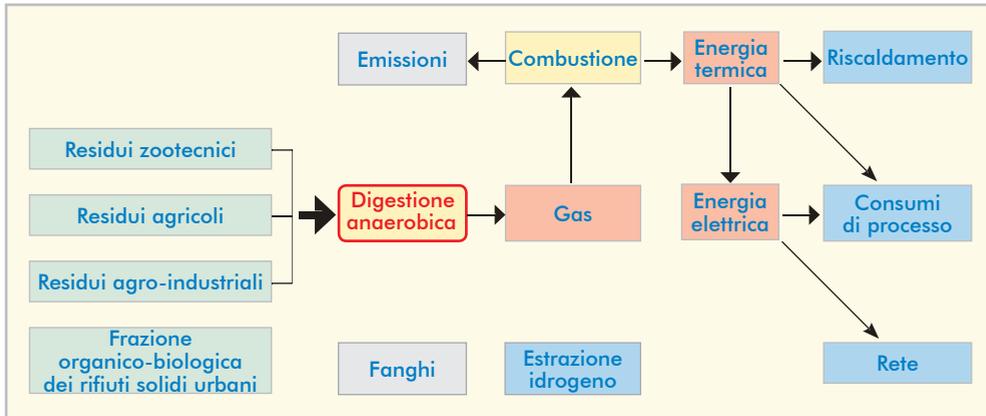
103) Il Dlgs 28/2011 parla di "gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas" a seconda dell'origine e modalità di fermentazione. In effetti, tutti i tre tipi di gas indicati sono dei biogas, ma la loro elencazione separata nella normativa richiamata mette in evidenza la molteplicità di matrici organiche da cui il biogas può essere prodotto.

104) Cfr. Capitolo 3: Aspetti di filiera.

105) CRPA Spa, Dossier Agroenergie, A cura di Piccinini S., Fabbri C., Dodano M., Gennaio 2010.

106) ENAMA (2011).



**Figura 5.1.2: La filiera del biogas**

Fonte: ITABIA

Fonte: ITABIA

## 5.2 LE BIOMASSE IMPIEGATE

Come sintetizzato nella Figura 5.1.2, le principali matrici impiegate per la produzione di biogas (substrati) sono:

- **I reflui zootecnici.** La produzione di biogas da effluenti zootecnici di allevamento dipende non solo dalla specie allevata, ma anche da altri fattori quali lo stadio di accrescimento e la modalità di stabulazione. Sono principalmente impiegati gli effluenti di bovini (liquame/letame) e i liquami suini. Meno diffuso è invece l'utilizzo della pollina, a causa di alcune criticità fisiche riscontrate<sup>107</sup>. Considerando l'importanza dell'utilizzo di questa biomassa, nonché i fini del presente studio, essa verrà analizzata nel dettaglio nel paragrafo che segue.
- **I residui agricoli**<sup>108</sup>. Si tratta di residui provenienti dai raccolti agricoli quali foraggi, frutta e vegetali di scarsa qualità, percolati da silos e paglia che possono essere addizionati come co-substrati alle deiezioni animali.
- **I residui agroindustriali**<sup>109</sup>. L'industria agro-alimentare lavora ingenti quantità di prodotti agricoli e produce reflui che spesso sono avviabili alla digestione anaerobica. Alcuni esempi sono il siero di latte dell'industria casearia, i reflui liquidi dell'industria di lavorazione della frutta, gli scarti organici di macellazione dell'industria della carne. Queste matrici possono essere addizionate come co-substrati nella digestione di liquami zootecnici<sup>110</sup>. Secondo un'indagine condotta nel 2010 dal CRPA, in Italia sarebbero almeno 32 gli impianti a biogas che trattano esclusivamente reflui provenienti dall'agro-industria<sup>111</sup>.

107) Come l'elevata concentrazione di azoto, la presenza di impurità, etc.

108) Ai sensi del D.Lgs. 152/06 (articolo 185) possono essere considerati sottoprodotti (e quindi non rifiuti) ai fini della produzione di energia, i materiale fecali e vegetali provenienti da sfalci e potature da attività agricole (oltre che dalla manutenzione del verde pubblico e privato), utilizzati nelle attività agricole stesse, anche al di fuori del luogo di produzione, ovvero ceduti a terzi, o utilizzati in impianti aziendali o interaziendali per produrre energia, calore o biogas.

109) D.Lgs. 152/06.

- **La frazione organico-biologica dei rifiuti solidi urbani.** L'attività di recupero e gestione dei Rifiuti Solidi Urbani (RSU), attraverso la Raccolta Differenziata, porta alla produzione di due sottoprodotti: il compost di qualità (definito dal DLgs 217/06 ed utilizzabile in agricoltura) e il biogas, appunto, ulteriormente trasformabile in biometano.

Per tutte le tipologie analizzate, si tratta di biomasse ricche in sostanza organica, tra le quali, almeno tradizionalmente, le più utilizzate sono quelle di provenienza zootecnica, sebbene si stia rapidamente diffondendo (figura 5.1.1) l'impiego di altre biomasse (in co-digestione) ad intensità energetica maggiore, come residui organici e colture dedicate. Per quanto riguarda queste ultime, si tratta di quelle piante specificatamente coltivate per l'avvio alla digestione anaerobica per la produzione di biogas. Nel Centro-Nord si prestano alla produzione di biogas le colture da insilato, quali mais ceroso, sorgo, triticale, segale, loiessa. Nel Centro-Sud, considerando che la disponibilità di acqua è più limitata, si può far ricorso a cereali autunno vernini (grano, orzo, triticale), oppure a colture a ciclo primaverile-estivo, con basse esigenze idriche (sorgo, girasole). Secondo un'indagine condotta nel 2010 dal CRPA, almeno il 51% degli impianti co-digerisce gli effluenti zootecnici con colture energetiche e sottoprodotti agroindustriali. In ogni caso, la convenienza nel loro utilizzo deve essere valutata in funzione del costo di approvvigionamento, della possibilità di stoccaggio e della disponibilità di superfici per la distribuzione del digestato<sup>112</sup>.

Le diverse tipologie di biomassa utilizzabili corrispondono, ovviamente, a rese diverse. La resa energetica dei vari substrati è infatti strettamente legata alla quantità e alla qualità della sostanza organica in essi contenuta, che a sua volta condiziona la resa specifica di conversione in biogas e la percentuale in metano (tabella 5.2.1). D'altronde, una valutazione completa non può prescindere da valutazioni complementari a quelle relative alle rese. Si consideri,

**Tabella 5.2.1: Resa in biogas e contenuto metano (%) di diverse tipologie di substrato 2011**

SUBSTRATO	RESA BIOGAS Nm <sup>3</sup> /T sost. organica	RESA BIOGAS Nm <sup>3</sup> /T tal quale	CONTENUTO IN METANO (%)
<b>ALLEVAMENTO</b>			
Liquame bovino	250-400	20-30	55-60
Letame bovino	350-450	60-75	55-60
Liquame suino	400-450	15-20	60-65
<b>AGRICOLTURA</b>			
Insilato di mais	600-680	190-210	52
Insilato di sorgo	500-560	140-160	52
Insilato di triticale	550-650	170-200	53
Insilato di erba	500-550	130-140	52
<b>AGROINDUSTRIA</b>			
Siero di latte	670	30	58
Bucchette di pomodoro	350	80	55
Polpa di patate	580	100	52

Fonte: Elaborazioni BMTI su dati ENAMA

ad esempio, che le colture energetiche, caratterizzate da rese energetiche elevate e certe, hanno anche costi di produzione/approvvigionamento elevati e spesso correlati ai prezzi di mercato delle corrispondenti produzioni alimentari (es. granella di mais e mais insilato). Le biomasse di scarto, per contro, sono caratterizzate da rese energetiche variabili, con disponibilità temporali diversificate in relazione alla matrice organica considerata, ma con un costo di approvvigionamento nullo o comunque minimo.

110) In merito all'impiego di tali matrici organiche è fondamentale una valutazione attenta sia degli aspetti tecnici e, soprattutto degli aspetti formali che ne derivano (l'inquadramento normativo ed autorizzativo, la classificazione e l'impiego del digestato, etc.).

111) 112) CRPA Spa (2010) op. cit.

### 5.3 RESIDUI ZOOTECNICI PER LA PRODUZIONE DI BIOGAS

L'utilizzo di residui zootecnici è l'alternativa più utilizzata, almeno tradizionalmente, per la produzione di biogas. Inoltre la presenza di numerosi esempi d'impianti realizzati ha permesso la realizzazione di analisi che dimostrano che, in effetti, la produzione di biogas dai residui zootecnici è sostenibile da un punto di vista economico (redditività), energetico (produzione di energia rinnovabile) ed ambientale (tra cui la riduzione delle emissioni in atmosfera di sostanze odorogene e dell'inquinamento idrico<sup>113</sup>).

Il potenziale nazionale di biogas derivante da allevamenti bovini e bufalini supera i 1.480 milioni di Nm<sup>3</sup> di biogas, mentre quello suino è pari a 345,8 milioni Nm<sup>3</sup>. La localizzazione di tale potenziale è concentrata in poche regioni dell'Italia centro-settentrionale oltre che in Campania, specie per quanto riguarda i bufalini. La produzione di biogas varia notevolmente a seconda del settore di origine dei reflui, come sintetizzato nella tabella 5.3.1 e specificato nei paragrafi seguenti.

**Tabella 5.3.1: Rendimento in biogas di diversi substrati organici 2011**

Tipo di materiale	Contenuto di sostanza secca (%)	Sostanza organica (% s.s.)	Resa di biogas m <sup>3</sup> /t sostanza organica
Liquame bovino	6-11	68-85	200-260
Letame bovino	11-25	65-85	200-230
Liquame suino	2,5-9,7	60-85	260-450
Letame suino	20-25	75-90	450
Liquame avicolo	10-29	75-77	200-400
Letame avicolo	32-32,5	70-80	400
Letame ovino	25-30	80	240-500
Letame equino	28	75	200-400

Fonte: Elaborazioni BMTI su dati ENAMA

Il settore suinicolo italiano è caratterizzato da un'elevata concentrazione nella zona settentrionale del Paese (circa l'85% dei capi è ubicato al Nord Italia, e quasi il 50% nella sola Lombardia) e di una specializzazione nell'allevamento della tipologia da ingrasso (dei circa 9 mln di capi, più della metà sono da ingrasso). Il comparto sta inoltre attraversando una situazione di forte difficoltà dovuta, principalmente, all'aumento dei costi di produzione (es. mangimi) ed alla riduzione delle quotazioni del prezzo della carne pagata agli allevatori. Proprio per questo, la valorizzazione energetica dei reflui zootecnici delle aziende suinicole può funzionare come un sostegno da non sottovalutare per la sostenibilità economica della filiera, specie in seguito alle problematiche connesse con l'attuazione della direttiva Nitrati<sup>114</sup>.

113) Ciancaleone F., Jodice R., "Biogas da reflui zootecnici: meno emissioni e più efficienza", in *L'Informatore Agrario*, n. 6/2011, p.54

114) La digestione anaerobica con la quale si produce biogas, non riduce automaticamente l'azoto presente nei reflui, tuttavia rappresenta un'interessante alternativa per la riduzione dei costi dei trattamenti (altamente energivori) necessari per la rimozione dell'azoto.

Per quanto riguarda la gestione ordinaria dei liquami suini, il principale problema riguarda il loro elevatissimo contenuto d'acqua, che quindi deve essere ridotto, comportando un notevole aggravio dei costi di gestione e conservazione in azienda (aumento dei volumi da stoccare, trasportare e distribuire)<sup>115</sup>. Per quanto concerne invece l'utilizzo a fini energetici, i reflui zootecnici da allevamenti suini sono caratterizzati da un'ottima propensione tecnica alla digestione anaerobica (e dunque all'utilizzo per la produzione di biogas), in quanto, una volta ridotto il tenore in acqua, essi risultano ben dotati di sostanza organica, di buon potere tampone e privi di frazioni "inerti" non desiderate. A tal scopo, è però opportuno che si utilizzino deiezioni "fresche"<sup>116</sup>.

La produzione specifica di biogas da liquami suini varia tra 450 e 550 m<sup>3</sup> per tonnellata di solidi volatili, di cui il 60-65% è metano. A titolo indicativo si riporta che dal liquame prodotto da un suino da ingrasso del peso vivo di 85 kg si possono ottenere mediamente 0,100 m<sup>3</sup> di biogas al giorno.

### 5.3.1 Biogas dal comparto zootecnico: i bovini

Analogamente a quanto accade per il settore suino, anche il patrimonio bovino italiano è concentrato nel Settentrione e, anche questo comparto sta sperimentando le difficoltà derivanti dall'aumento dei costi di produzione e dalla riduzione, per gli allevatori, di alcune voci di ricavo (latte, carne, etc.). Anche in questo caso quindi, la valorizzazione energetica dei reflui zootecnici provenienti dagli allevamenti in questione può concorrere ad assicurare tanto la sostenibilità economica della filiera quanto l'attuazione della direttiva Nitrati. Un vantaggio addizionale della valorizzazione energetica dei reflui deriva dalla riduzione delle emissioni di odori sgradevoli dallo stoccaggio del digestato.

Anche per gli allevamenti bovini, il sistema di allevamento degli animali<sup>117</sup> incide fortemente sul contenuto di solidi totali degli effluenti zootecnici, così come sul contenuto di sostanza secca<sup>118</sup>. L'eventuale aggiunta di paglia, spesso utilizzata nelle stalle, inoltre, conduce a variazioni nel contenuto di solidi totali.

115) Le diverse tipologie di stalle si sono in effetti sviluppate anche per ridurre questa problematica.

116) I diversi studi applicati sul funzionamento degli impianti di produzione del biogas hanno infatti evidenziato che è opportuno che i liquami suini arrivino in digestione anaerobica con un tenore di sostanza secca pari ad almeno il 3-4% e senza stoccaggi intermedi.

117) I sistemi di allevamento più diffusi sono generalmente legati alla dimensione della mandria ed a ragioni climatiche. È possibile distinguere i sistemi in: sistemi a stabulazione fissa (adatti per mandrie fino a 30-40 capi) oppure libera per mandrie di dimensioni superiori. I primi possono, a loro volta, essere distinti in allevamenti dove si ricorre all'uso di paglia per lettiera o in allevamenti senza lettiera (con asportazione idraulica o meccanica delle deiezioni).

118) In funzione della categoria di animale allevato e del sistema di allevamento, il contenuto di sostanza secca nei liquami è molto diversificato: nel caso di allevamento di vitelli da carne bianca in box singolo con pulizia ad acqua tale contenuto è compreso tra 0,5 e 3%; per gli allevamenti di bovini da carne in stabulazione libera in box su pavimento fessurato il range cresce tra il 7 ed il 10%; per gli allevamenti di vacche da latte il contenuto in sostanza secca negli effluenti aumenta passando dagli allevamenti a stabulazione libera su cuccette con corsie di servizio a pavimentazione piena o fessurata, ad allevamenti a stabulazione fissa con pulizia delle canalette per ricircolo dei liquami, con valori compresi tra il 10 ed il 16%.

Per quanto concerne l'utilizzo a fini energetici, tra i punti di forza dell'utilizzo degli effluenti bovini va segnalata oltre alla disponibilità regolare e continuativa, anche la buona propensione tecnica alla digestione anaerobica, derivante, anche in questo caso, dalla buona dotazione di sostanza organica, di potere tampone e l'assenza di frazioni inerti non desiderate. Diversamente da quanto osservato per i reflui suini, negli allevamenti bovini, l'utilizzo di acqua per la pulizia e il risciacquo delle zone calpestate dal bestiame risulta essere notevolmente inferiore e quindi l'effetto di diluizione è minimo. Ciò non toglie che, analogamente a quanto segnalato per i liquami suini, è opportuno che anche quelli bovini arrivino in digestione anaerobica senza stoccaggi intermedi (e dunque utilizzando deiezioni fresche).

La produzione specifica di biogas da reflui zootecnici bovini varia tra 300 e 450 m<sup>3</sup> per tonnellata di solidi volatili, di cui il 55-60% è metano. A titolo indicativo, si evidenzia che dal liquame prodotto da una vacca da latte del peso vivo medio di 500 kg, si possono ottenere mediamente 0,750 m<sup>3</sup> di biogas al giorno.

### 5.3.2 Biogas dal comparto zootecnico: i bufalini

Il settore bufalino in Italia conta un patrimonio complessivo di circa 350 mila capi, fortemente concentrato in Campania (oltre il 70% dei capi) e nel Lazio (circa il 20% del totale). Nell'ultimo decennio il settore ha sperimentato una crescita del numero di capi complessivi che ha interessato tanto aree tradizionalmente vocate quanto altre zone. I motivi di questo fenomeno sono da ricondursi principalmente all'aumento della domanda di latte da parte dell'industria di trasformazione, ma anche all'applicazione di moderne tecniche di allevamento, ormai assimilabili a quelle impiegate nel settore bovino, che ha permesso un deciso miglioramento nelle prestazioni produttive degli animali. In ogni caso, anche per quanto concerne il settore in questione, la valorizzazione energetica dei reflui zootecnici appare come uno strumento utile per incrementare e garantire la sostenibilità economica della filiera produttiva, nonché per ridurre i costi operativi legati all'attuazione della direttiva Nitrati.

Il D.M. 7 aprile 2006, che dispone le norme per la distribuzione dei liquami zootecnici sul suolo agricolo per le aziende zootecniche, assimila la gestione dei reflui della specie bufalina a quella bovina, in considerazione delle affini caratteristiche fisiologiche connesse alla produzione di refluo<sup>119</sup>. Pertanto, la valutazione delle quantità di effluenti prodotte nell'allevamento bufalino, così come le caratteristiche chimiche medie degli effluenti, fanno riferimento al settore bovino. Analogamente a quanto accade nell'allevamento bovino, infatti, l'utilizzo degli effluenti bufalini per la produzione di biogas trae beneficio dalla disponibilità regolare e continuativa della materia prima, che presenta inoltre una buona propensione tecnica alla digestione anaerobica, in quanto ben dotata di sostanza organica, di buon potere tampone e priva di frazioni inerti non desiderate.

---

<sup>119</sup> Tra le due tipologie di allevamento sussistono comunque differenze rilevanti, legate alle specie allevate (che possono presentare, ad esempio, diversi tempi di ruminazione), all'alimentazione dei capi e, soprattutto, alla tipologia ed alle tecniche di gestione dell'allevamento.

### 5.3.3 Biogas dal comparto zootecnico: gli avicunicoli

Il comparto cunicolo rappresenta il quarto settore della zootecnia italiana. Oltre il 70% dei capi presenti sul territorio nazionale si concentrano in Veneto, Lombardia ed Emilia Romagna. Dagli anni '80, la produzione di carne è notevolmente cresciuta soprattutto in risposta all'aumento della domanda finale.

L'elevato potere fertilizzante delle biomasse provenienti dalle deiezioni del settore avicunicolo (la cosiddetta "pollina"), a causa dell'alta concentrazione di azoto, è stato tradizionalmente sfruttato tramite il compostaggio e la produzione di concimi. Tuttavia, specie in seguito alle problematiche emerse con l'attuazione della Direttiva Nitrati, la valorizzazione energetica della pollina ha assunto grande interesse, offrendo una soluzione alternativa per la gestione delle deiezioni del settore.

Come precedentemente anticipato, le filiere di sfruttamento energetico della pollina sono tuttavia caratterizzate da diverse problematiche<sup>120</sup>. Per la produzione di biogas dalla digestione anaerobica, le principali criticità sono legate a effetti tossici dovuti all'elevato contenuto di azoto e all'elevata salinità oltre che alla presenza di materiale sedimentabile e all'elevato contenuto di lignina<sup>121</sup>.

Tenuto conto di questi aspetti, la produzione di biogas appare fattibile in alcuni contesti, specie in co-digestione con altre biomasse. Le deiezioni cunicole, particolarmente la frazione solida, con un contenuto di sostanza secca pari al 35-40%, si prestano alla valorizzazione energetica mediante la produzione di biogas, con una resa specifica di circa 350 Nm<sup>3</sup>/t di sostanza secca.

## 5.4 LA DIGESTIONE ANAEROBICA E LE TECNOLOGIE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA

Tramite il processo di digestione anaerobica, la sostanza organica presente nelle biomasse viene trasformata in metano ed anidride carbonica, i principali costituenti del biogas. La digestione anaerobica è un processo biologico complesso che, in assenza di ossigeno (anaerobiosi), riduce il carico organico inquinante presente in numerosi tipi di reflui.

Il processo di digestione avviene in fasi distinte (idrolisi, acidogenesi, acetogenesi e metanogenesi), ma interdipendenti tra di loro, ad ognuna delle quali sono associati diversi gruppi di microrganismi (batteri idrolitici, fermentanti, acetogenici e metanigeni). Tali reazioni biologiche avvengono all'interno di un digestore (reattore anaerobico), dove sono ricreate le condizioni ottimali per la buona riuscita dell'intero processo.

<sup>120</sup> Non solo relative alla produzione di biogas. La produzione di energia (elettrica e termica) in impianti di gassificazione, pirolisi e piro-gassificazione è infatti ancora in fase sperimentale a causa di difficoltà prevalentemente di tipo impiantistico. Per quanto concerne la combustione, invece, anche a seguito delle recenti modifiche normative (L. 96/2010), essa è possibile in caldaie simili a quelle impiegate per le biomasse agroforestali a patto che siano dotate di griglia mobile e debitamente adattate in funzione delle composizioni specifiche e delle caratteristiche chimico-fisiche di ceneri e scorie.

<sup>121</sup> Le deiezioni asportate fresche presentano un contenuto in solidi totali del 18-20% ed alto contenuto di azoto. L'ammoniaca, che si libera in presenza di acqua per idrolisi enzimatica, può raggiungere alte concentrazioni, inibire il processo di digestione e dare luogo a forti emissioni nella fase di stoccaggio del digestato. Inoltre, frequentemente la pollina contiene inerti che sedimentando possono causare problemi operativi e ridurre il volume utile dei reattori.

CONDIZIONI IN CUI OPERA IL DIGESTORE ANAEROBICO
Ambiente anaerobico (assenza di ossigeno)
Temperatura compresa tra:
30-40° C (sistemi mesofili)
40-55° C (sistemi termofili)
Ambiente neutro (6,7 < pH < 7,4)
Elevata umidità del substrato (>50%)
Rapporto carbonio/azoto compreso tra 20-40

La complessità alla base del processo biologico di produzione del biogas rende necessario un attento controllo di determinati parametri (parametri di stabilità del processo) al fine di garantirne il buon funzionamento e di ottimizzare le rese.

Alla fine del processo di digestione anaerobica, si ottiene il digestato, un prodotto di composizione e consistenza variabili in funzione dei substrati utilizzati e delle modalità di conduzione dell'impianto. Il digestato è un buon materiale fertilizzante, ad effetto concimante più o meno pronto

a seconda della quota di azoto minerale presente, e, quindi, dell'origine del digestato stesso. Sono ormai numerosi gli esempi che dimostrano come, utilizzando corrette pratiche agronomiche di distribuzione, il digestato possa essere utilizzato in sostituzione totale o parziale dei fertilizzanti chimici, con interessanti benefici agronomici ed ambientali. In particolare, per valorizzare appieno il potenziale nutritivo del digestato e minimizzare le perdite, è necessario che la distribuzione avvenga a ridosso dell'epoca di utilizzo delle colture e che sia tempestivamente seguita da interrimento<sup>122</sup>.

Dal punto di vista normativo, si è a lungo lamentata l'assenza di un quadro chiaro sull'utilizzazione del digestato, in assenza del quale le singole regioni hanno interpretato in maniera anche estremamente diversa il dosaggio del digestato ai fini del suo impiego agronomico<sup>123</sup>. Questo vuoto normativo ha comportato evidenti problemi per gli impianti a biogas a causa delle diverse interpretazioni degli organi di controllo, in alcuni casi così restrittive da classificare il digestato come un rifiuto, impedendone di fatto l'utilizzazione agronomica.

Recentemente, la legge 7 agosto 2012 n.134 ha stabilito che il digestato è da considerare un sottoprodotto e non più un rifiuto a patto che sia ottenuto dalla digestione anaerobica, da effluenti di allevamento, o da residui di natura vegetale, da residui anche se mescolati tra di loro e destinati a scopi agronomici<sup>124</sup>.

Per quanto riguarda le tecnologie per la produzione di energia da biogas, la figura 5.4.1 sintetizza il funzionamento di un impianto di biogas, che è costituito da:

- Sistema di alimentazione substrati predisposto alla ricezione, allo stoccaggio e all'introduzione del substrato nel digestore e composto da serbatoi e attrezzature varie (pompe, tramogge, coclee, etc.)

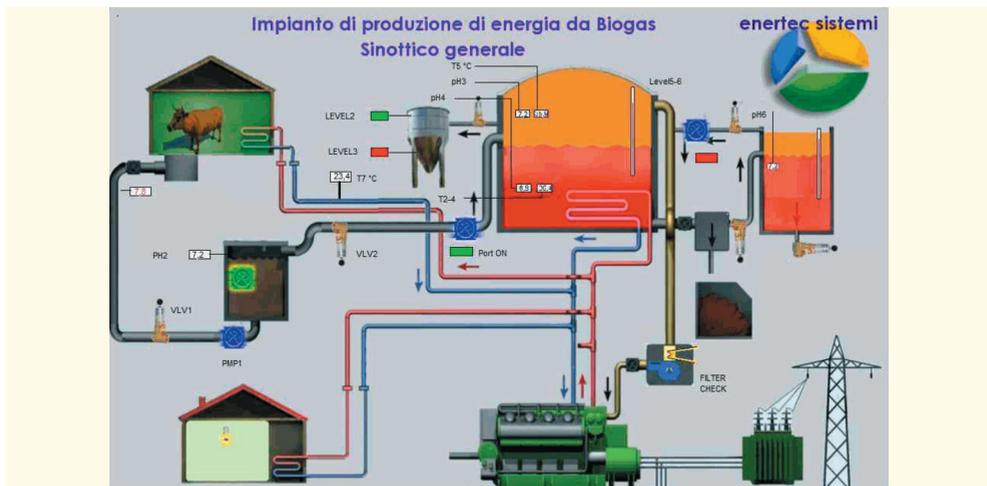
122) ENAMA (2011).

123) Una volta stabilita la possibilità di impiego agronomico del digestato, il dosaggio deve infatti essere definito in base al contenuto di azoto, nel rispetto dei vincoli stabili dalla Direttiva Nitrati e relativi provvedimenti attuativi.

124) Terra e Vita, N.31-32/2012, Rotundo D., "Biogas, il digestato non è un rifiuto", 4 agosto 2012.

- Digestore anaerobico che comprende una o più vasche. Il digestore può essere di vari tipi:
  - I digestori a umido (adatti alla digestione di materiali con contenuto in sostanza secca inferiore al 10-12%) sono i più diffusi in campo agricolo e possono essere verticali e completamente miscelati oppure a flusso orizzontale.
  - I digestori a secco che sono invece più diffusi per il trattamento dei RSU (materiale con contenuto in sostanza secca superiore al 20%).
- Inoltre, a seconda del numero di stadi in cui avviene la digestione, il digestore può essere monostadio oppure bistadio.
- Trattamento biogas (deumidificazione, desolfurazione, filtrazione, etc.)
- Unità di cogenerazione che comprende l'insieme di apparecchiature atte alla cogenerazione (motore, alternatore, scambiatore, circuito raffreddamento, scarico fumi, ecc.), alla compressione del gas, ai sistemi di controllo ed il bruciatore di emergenza (torcia). Il biogas prodotto alimenta infatti un cogeneratore costituito da un motore a combustione interna accoppiato ad un alternatore di calore per il recupero termico.
- Installazioni elettriche e allacciamento alla rete.
- Strumenti per l'automazione e il controllo per permettere all'impianto di operare sia in modalità manuale che automatica e monitorare il funzionamento dell'impianto. Gli impianti sono infatti generalmente dotati di diversi tipi di sensori (per il livello di temperatura, di pH, etc.) che consentono il monitoraggio costante del processo e della produzione di energia.
- Vasca di stoccaggio del digestato.

**Figura 5.4.1: Schema di funzionamento del processo produttivo di un impianto di biogas**

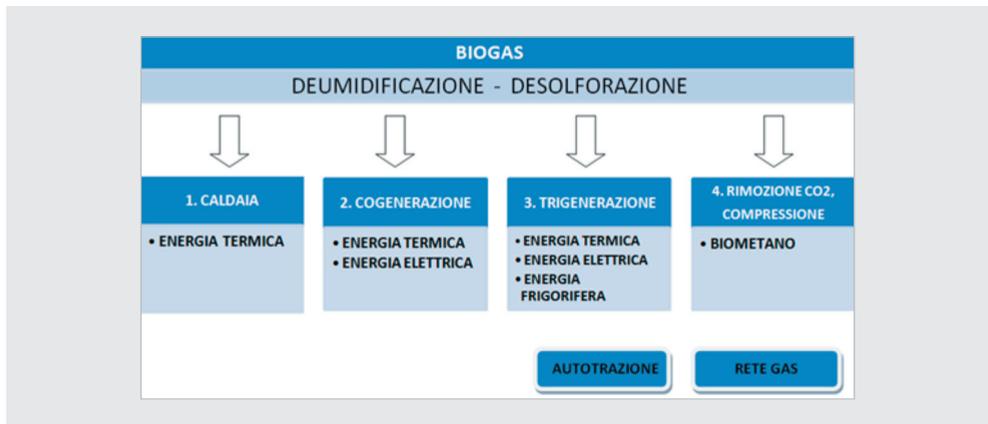


Fonte: Enertec sistemi

Il biogas ottenuto tramite il processo di digestione anaerobica sopra descritto viene poi utilizzato per la produzione di energia secondo quattro modalità riassunte nella figura 5.4.2:

- Produzione di calore (energia termica) tramite combustione in caldaia;
- Produzione combinata di calore ed elettricità tramite combustione in un cogeneratore;
- Produzione combinata di calore, elettricità e freddo (energia frigorifera). Quest'ultima viene generata sfruttando il calore precedentemente prodotto in appositi sistemi di assorbimento;
- Produzione di biometano per autotrazione o immissione nella rete di gas naturale.

**Figura 5.4.2: Impiego energetico del biogas**



Fonte: ENAMA

L'impiego attualmente più diffuso del biogas è la produzione combinata di elettricità e calore mediante cogenerazione<sup>125</sup>, che può beneficiare degli incentivi che premiano la produzione di energia elettrica. Diversi casi di progetti effettivamente realizzati, dimostrano come quest'ultima sia in effetti la voce che incide maggiormente sui ricavi annui, rendendo l'investimento estremamente interessante da un punto di vista economico<sup>126</sup>. Da 1 m<sup>3</sup> di biogas è così possibile produrre circa 1,8-2,0 kWh di energia elettrica e 2-3 kWh di energia termica. La cogenerazione ha il vantaggio di sfruttare al meglio l'energia contenuta nel biogas, anche a copertura dei fabbisogni energetici dell'impianto stesso, che indicativamente rappresentano il 5-10% dell'energia elettrica prodotta ed il 25-30% dell'energia termica<sup>127</sup>.

125) ENAMA (2011).

126) RENAEL (Rete Nazionale delle Agenzie Locali per l'Energia), 2008.

127) ENAMA (2011).

Prima che gli incentivi, di cui sopra, fossero resi disponibili, l'utilizzazione per la produzione di energia termica tramite la combustione diretta in caldaia era la forma più diffusa. Tale alternativa, tipica degli impianti costruiti negli anni '80, si è diffusa specialmente presso allevamenti suinicoli e caseifici, in funzione dell'elevato fabbisogno di calore necessario a questi impianti.

Il biogas, inoltre, dopo essere stato purificato a biometano al 95-98% può anche essere utilizzato per autotrazione e/o immesso nella rete di distribuzione del gas naturale. Il principale vantaggio del biometano è quello di poter essere stoccato e trasportato all'interno della rete del gas, rendendo possibile il suo pieno sfruttamento, sia termico che elettrico.

## 5.5 ANALISI ECONOMICO-FINANZIARIA DELL'ATTIVAZIONE DELLA FILIERA

### 5.5.1 Analisi economico-finanziaria

Volendo sintetizzare quanto esposto nei paragrafi precedenti, dagli impianti a biogas si può produrre, sostanzialmente, energia elettrica e/o termica e, per quanto concerne la tipologia di biomassa da utilizzare, le alternative maggiormente interessanti per le aziende agricole e/o zootecniche che decidano di dotarsi di un simile impianto riguardano l'utilizzo di scarti e reflui organici, quello di colture dedicate oppure quello di un mix composto sia dal materiale di scarto che dalle colture dedicate.

In sintesi, l'imprenditore agricolo e/o zootecnico ha sicuramente dei vantaggi economici nell'attivare filiere a biogas poiché in questo modo può aumentare il reddito netto, differenziare l'attività agricola e ridurre i costi energetici e di smaltimento dei rifiuti zootecnici ed agricoli. Ciononostante, la scelta imprenditoriale di realizzare un impianto di digestione anaerobica in un'azienda agricola e/o zootecnica comporta quasi sempre investimenti molto onerosi, che possono arrivare anche a diversi milioni di euro e superare talvolta il valore stesso delle proprietà immobiliari aziendali.

Anche nelle realtà più piccole, gli investimenti rappresentano sempre voci significative che non possono essere affrontate senza avere un quadro preciso della loro remuneratività e delle modificazioni che l'inserimento di questa tecnologia determina nella propria realtà produttiva e gestionale, in quanto la produzione di energia con impianti di digestione anaerobica non richiede solamente la costruzione di digestore/i e di opere di gestione e conversione termochimica del biogas, ma molto spesso anche trasformazioni del sistema di gestione delle deiezioni<sup>128</sup> a monte e a valle dell'impianto stesso.

Affinché si abbiano benefici economici in grado di ripagare il lavoro e l'investimento sostenuti diviene dunque fondamentale affrontare la scelta imprenditoriale con un'analisi approfondita dei benefici e dei costi energetici ed extra-energetici che l'introduzione della

---

128) Si tratta di voci di costo di investimento e di gestione che incidono sulla remuneratività dell'operazione stessa e riguardano: la qualità degli effluenti zootecnici e lo stoccaggio delle materie prime insilabili (colture energetiche e/o scarti agro-industriali), l'adeguamento dei volumi di stoccaggio del digestato a seguito dell'utilizzo di biomasse aggiuntive agli effluenti zootecnici e l'eventuale trattamento del digestato

tecnologia della digestione anaerobica comporta in modo da individuare i punti di criticità dell'investimento e di decidere la tipologia costruttiva e la dimensione dell'impianto. A tal proposito, i principali temi da affrontare riguardano:

- La possibilità di inserire l'impianto nell'azienda, cioè la compatibilità del processo di digestione anaerobica con la gestione degli effluenti in corso, nonché il rispetto della normativa ambientale vigente.
- Il dimensionamento del digestore e dei relativi accessori di gestione e controllo. Si tratta di un fattore fondamentale poiché da esso dipenderanno le rese in biogas e i principali costi di opere edili, a tal proposito è opportuno tenere in considerazione:
  - La disponibilità complessiva e temporale delle biomasse, da cui si deriva l'eventuale necessità di investimenti addizionali per strutture di stoccaggio<sup>129</sup>.
  - Il contenuto di sostanza secca di tutti i substrati.
  - Il carico organico volumetrico, ovvero la quantità di sostanza organica che mediamente si ritiene che possa essere caricata giornalmente nel digestore.
  - Il tipo di processo, in quanto ciascun processo avviene a temperature differenti che incidono sulla gestione dell'impianto stesso. In linea generale all'aumentare della temperatura il processo diviene più efficiente, ma al contempo più delicato e aumenta la professionalità richiesta al gestore. Per quanto concerne l'individuazione della taglia di impianto raggiungibile, considerando una produzione prevalente da refluo (70%), si può far riferimento alla tabella seguente:

**Tabella 5.5.1: Rapporto tra la filiera di approvvigionamento e la taglia dell'impianto 2012**

N° capi bovini	Mais [t/anno]	Potenza Installabile
150	700	50 kWe
200	1.100	75 kWe
300	1.300	100 kWe
1.000	3.500	300 kWe

Fonte: Elaborazioni BMTI su dati CONVERTITALIA SPA

- Le modalità di conversione energetica: la quantità e qualità del biogas prodotto, il tempo di funzionamento del cogeneratore e il suo rendimento elettrico<sup>130</sup>.
- L'analisi finanziaria dell'impianto che è lo strumento che consente di ordinare tutte le voci, attive e passive, del flusso di cassa. A titolo indicativo la tabella 5.5.2 sintetizza le principali voci che andrebbero tenute in considerazione per una corretta analisi finanziaria dell'investimento relativo alla realizzazione di un impianto a biogas. Inoltre la tabella 5.5.3 mostra i principali indici di analisi finanziaria utili a evidenziare la redditività dell'investimento.

129) Le biomasse stagionali (colture energetiche, scarti colturali e scarti agroalimentari) devono poter essere utilizzate per la maggior parte dell'anno e quindi necessitano di investimento per strutture di stoccaggio (insilamento).

130) Quest'ultimo, come si è visto, in linea generale dipende dalla taglia della macchina, ma occorre valutare attentamente anche l'affidabilità e la continuità di prestazioni e il servizio di assistenza. Energia dal biogas, PSR (manuale biogas).

**Tabella 5.5.2: Voci principali da tenere in considerazione per l'analisi finanziaria dell'impianto a biogas.**

VOCI PASSIVE	VOCI ATTIVE
IL SERVICE DEL COGENERATORE: in mancanza di condizioni particolari e specifiche della realtà aziendale (officina meccanica specializzata), deve essere considerato un importo standard per unità di energia elettrica prodotta, in genere dato dalla ditta fornitrice dell'impianto e variabile con la taglia della macchina. Il service rappresenta la garanzia al funzionamento del motore e quindi alla fruizione dei certificati verdi.	VENDITA DI ENERGIA ELETTRICA al gestore della rete: le quantità di energia elettrica venduta al gestore della rete devono tenere conto degli autoconsumi da parte del digestore e degli ausiliari del cogeneratore.
LA PRODUZIONE/CONFERIMENTO DI MATRICI ORGANICHE: comprende tutti i costi relativi alla produzione delle biomasse vegetali e/o di conferimento da aziende esterne.	VALORIZZAZIONE DELL'ENERGIA AUTO-PRODotta: normalmente il costo dell'energia elettrica acquistata è più elevato del prezzo dell'energia elettrica venduta alla rete e quindi è più conveniente auto-consumare in azienda che vendere.
MANODOPERA RELATIVA ALLA GESTIONE DELLE BIOMASSE VEGETALI: a differenza degli effluenti zootecnici che normalmente sono pompabili e già gestiti all'interno dell'azienda, le biomasse vegetali richiedono un impegno di manodopera aggiuntivo che deve essere conteggiato sulla base del costo medio dell'operaio e della macchina operatrice.	CERTIFICATI VERDI e altri eventuali contributi pubblici.
MANODOPERA RELATIVA ALLA GESTIONE ORDINARIA DELL'IMPIANTO: il tempo impegnato da parte del conduttore nel funzionamento dell'impianto per eseguire tutte le operazioni di controllo e gestione dell'impianto nel suo complesso.	ENERGIA TERMICA e gli eventuali ricavi da conferimenti (sottoprodotti o rifiuti): queste voci vengono calcolate sulla base delle specifiche realtà aziendali.
MANUTENZIONE ORDINARIA DELLE ATTREZZATURE elettromeccaniche connesse a tutta la filiera impiantistica (digestore anaerobico, pompe, agitatori...).	RIDUZIONE DEI COSTI: energetici e di smaltimento dei rifiuti zootecnici ed agricoli.
MANUTENZIONE STRAORDINARIA: spesa straordinaria al termine della vita utile del cogeneratore (generalmente 60.000 ore di funzionamento, corrispondenti a 7-8 anni di vita) e delle opere elettromeccaniche (generalmente 10 anni).	
AFFITTO E/O CONCESSIONE PER TERRENI AGGIUNTIVI a quelli di proprietà per gestire le quantità di azoto eccedenti dovute al ritiro di biomasse dall'esterno dell'azienda;	
ASSISTENZA TECNICA BIOLOGICA ESTERNA (analisi chimiche dei substrati, qualità del gas prodotto, emissioni ...).	
IMPREVISTI E SPESE GENERALI.	

**Tabella 5.5.3: Principali indici di analisi finanziaria utili per valutare la redditività dell'investimento**

INDICE	UTILIZZO
<b>TEMPO DI RITORNO:</b> Investimento/MOL (Margine Operativo Lordo, equivalente alla differenza fra i ricavi e i costi)	Fornisce una indicazione sintetica della bontà dell'investimento
<b>VALORE ATTUALE NETTO (VAN):</b> valore attualizzato, scontato secondo il tasso d'interesse e il tempo, dei redditi netti futuri al netto dell'investimento iniziale.	Rappresenta il capitale totale che rimane all'imprenditore, in un periodo di tempo stabilito dopo avere pagato tutti i costi di produzione e di investimento, attualizzato al momento dell'investimento.
<b>BREAK EVEN POINT (BEP):</b> tempo di ritorno dell'investimento compreso gli interessi sul capitale.	Rappresenta il tempo di ritorno reale dell'investimento, che può differire anche notevolmente dal tempo di ritorno semplice. Infatti, la quota di oneri finanziari che l'imprenditore deve sostenere per finanziare l'operazione rappresenta un costo che può variare dal 30% dell'investimento complessivo (con un saggio di sconto del 4% e un periodo di ammortamento di 12 anni) al 45% con un saggio di sconto del 6,5%. Il BeP differisce dal tempo di ritorno semplice anche in misura più che proporzionale alla durata del tempo di ritorno stesso: la differenza fra tempo di ritorno semplice e BeP aumenta all'aumentare del tempo di ritorno per effetto dell'incidenza esponenziale della quota interessi sul reddito netto. Il credito agevolato assume, quindi, un'importanza notevole in tutti quegli impianti con tempo di ritorno superiore a 5-8 anni, limite oltre il quale l'incidenza degli oneri finanziari assume una notevole importanza sul reddito netto.
<b>TASSO INTERNO DI RENDIMENTO (TIR):</b> principale indicatore di redditività, esprime l'interesse al quale l'operazione remunera la somma investita.	Il TIR indica anche la propensione al rischio dell'imprenditore: quanto più è elevato il rischio dell'investimento (tipico soprattutto negli impianti che si approvvigionano prevalentemente di biomasse dal mercato e quindi esposti a variazioni repentine di prezzo) tanto più il TIR deve essere elevato. Impianti che si alimentano esclusivamente con effluenti zootecnici e biomasse aziendali sono meno esposti alle perturbazioni di mercato e quindi possono essere realizzati anche se il TIR conseguente è meno elevato.

Fonte: CRPA

## 5.5.2 I Vantaggi o Benefici

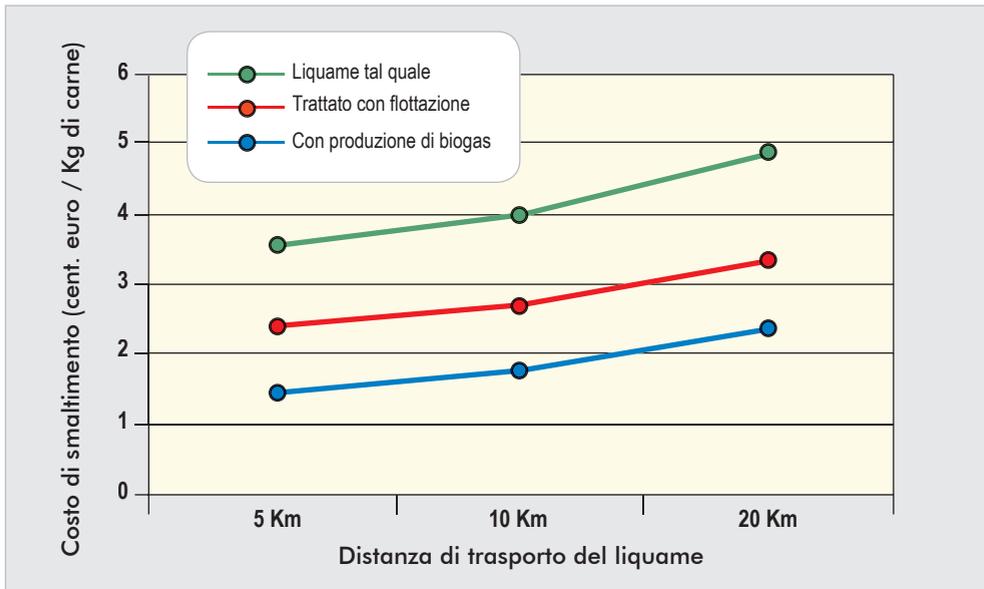
La produzione di energia elettrica offre un'interessante opportunità di reddito per tutte le tipologie di azienda (autoconsumo di parte dell'energia prodotta e vendita della restante parte con eventuale emissione di Certificati Verdi) in funzione di un processo che determina la produzione di energia attraverso una fonte rinnovabile presente a livello locale.

D'altro canto, l'utilizzo di biogas per la produzione di calore emerge come un'opzione interessante sia per le aziende agricole che per gli impianti di depurazione ai fini dell'autoconsumo, non solo per via della valorizzazione come risorsa di uno scarto che andrebbe comunque smaltito<sup>131</sup>, ma anche in funzione del risparmio negli approvvigionamenti

131) Sarà comunque necessario smaltire i fanghi residui del processo.

energetici che comporta. Per dare un'idea della riduzione dei costi di smaltimento conseguente l'attivazione di un impianto a biogas, si consideri la figura 5.5.2.1 che sintetizza l'incidenza del costo di smaltimento dei liquami suinicoli per kg di carne prodotta (in funzione della distanza di trasporto dei liquami e del tipo di trattamento) ed evidenzia il risparmio conseguente l'utilizzo dei liquami suinicoli per la produzione di biogas, specie con riferimento a distanze brevi.

**Figura 5.5.1: Incidenza del costo di smaltimento dei liquami suinicoli per kg di carne prodotta, in funzione della distanza di trasporto dei liquami e del tipo di trattamento.**



Fonte: CRPA

A titolo indicativo, la tabella 5.5.4 offre inoltre una visione sintetica dei benefici economici indicativamente raggiungibili da un'azienda zootecnica che si doti di un impianto a biogas.

**Tabella 5.5.4: Possibili benefici economici per un'azienda zootecnica che si doti di un impianto a biogas**

Mancati Costi	Guadagni Possibili
Autoconsumo aziendale di energia elettrica	Vendita energia elettrica alla rete elettrica nazionale (incassi variabili a seconda dei kWh di energia prodotti)
Utilizzo aziendale dell'energia termica (in alternativa ai combustibili tradizionali)	Vendita del certificato verde
Riduzione costi per lo smaltimento dei reflui	Vendita energia termica tramite rete di teleriscaldamento

Fonte: BMTI

Per dare un'idea delle possibilità derivanti dall'attivazione dalla realizzazione di un impianto a biogas, si consideri che, attraverso il processo di fermentazione, da una tonnellata di biomassa si ottengono da 70 a 150 m<sup>3</sup> di biogas, a seconda del materiale di partenza, con cui un impianto di cogenerazione può produrre circa 190 kWh di elettricità. Per i liquami degli allevamenti si ottengono in media 0,10 m<sup>3</sup> di biogas al giorno per suino e 0,75 m<sup>3</sup> di biogas al giorno per vacca. Inoltre, il potere calorifico del biogas è mediamente di circa 23.000 kJ m<sup>-3</sup> (circa 5.500 kcal m<sup>-3</sup>) che, se confrontato con quello del metano (36.000 kJ m<sup>-3</sup>, pari a circa 8.500 kcal m<sup>-3</sup>), ne giustifica le interessanti possibilità di utilizzo energetico.

### 5.5.3 I Costi

Per quanto riguarda i costi d'investimento, per la maggior parte degli impianti<sup>132</sup>, in linea indicativa essi possono variare tra 250 e 700 €/m<sup>3</sup> di digestore anaerobico e tra 2.500 e 7.500 €/kWe installato in cogenerazione, mentre il tempo di ritorno dell'investimento, anch'esso variabile, risulta essere di 4-8 anni.

I costi dipenderanno principalmente da:

- Le caratteristiche dell'impianto stesso (semplificato, completamente miscelato, coibentato e riscaldato, etc.).
- I materiali avviati a digestione (unicamente effluenti zootecnici, oppure effluenti zootecnici e colture energetiche e/o scarti agroindustriali, etc.).

Nel caso in cui tra i substrati avviati a digestione anaerobica vi sia anche la frazione organica dei rifiuti urbani, anche da raccolta differenziata (FORSU), vanno inclusi anche i costi per l'eventuale linea di pre-trattamento (cioè per togliere tutti i materiali indesiderati, come inerti, plastiche, etc.). A titolo di esempio, la linea di pre-trattamento ad umido (idropulper) della forsu in un impianto di digestione anaerobica, con una capacità di trattamento di 20.000-30.000 t forsu/anno, può costare circa 1,5 milioni di euro, pari a circa il 20% dell'investimento globale<sup>133</sup>.

### 5.5.4 Esempio di Analisi Finanziaria per un Piccolo Impianto a Biogas<sup>134</sup>

La Società Agricola La Sisile di Zanello Giovanni e Graziano è un'azienda zootecnica in cui vengono allevati circa 200 capi di bovini da latte di razza Frisona e Pezzata Rossa Italiana (P.R.I., razza a duplice attitudine). L'impianto ha una potenza utile installata di 50 kWe e produce energia elettrica pari a 327 MWh/anno.

L'impianto di digestione anaerobica (DA) di piccola taglia è stato scelto dall'allevatore allo scopo di non utilizzare biomasse vegetali dedicate come fonti principali di energia e quindi per massimizzare il potenziale metanigeno del liquame. Nell'impianto di DA viene utilizzato tutto il liquame prodotto in azienda, con un'eventuale ridotta integrazione di altri substrati organici ad elevato BMP, quali ad es. spezzato di mais (ottenuto da granella prodotta esclusivamente in ambito aziendale), melasso di sorgo zuccherino, etc.

132) Ad esclusione di quelli di tipo semplificato (coperture in materiale plastico di lagune o vasche di stoccaggio di liquami zootecnici, non miscelati e non riscaldati)

133) Energia dal biogas, PSR (manuale biogas).

134) Il caso studio presentato si basa su: Mezzadri M, Biogas da liquame in un'azienda di 100 vacche da latte: cogenerazione da un impianto di biogas di piccola taglia, in Agriforenergy, luglio 2012, p. 50.

**Tabella 5.5.5: Esempio di analisi finanziaria - COSTI DI INVESTIMENTO**

COSTI DI INVESTIMENTO (CapEx)	EURO (€)
Opere civili	140.000
Opere elettro-meccaniche	116.000
Cogenerazione	60.000
Separatore S/L	20.000
Scavi, connessioni elettriche	45.000
Spese varie (pratiche amministrative, progettazione, etc.)	80.000
Finanziamento Regionale (Friuli Venezia Giulia – 40% del CapEx)	-184.400
<b>TOTALE</b>	<b>276.600</b>

Fonte: Agriforenergy

**Tabella 5.5.6: Esempio di analisi finanziaria - COSTI ANNUI**

COSTI ANNUI DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE (OPEX) <sup>135</sup>	€/anno
Riparazioni/ manutenzioni	4.640
Assistenza biologica	5.000
Approvvigionamento biomasse vegetali dedicate	5.625
Mancato reddito SAU occupata dall'impianto.	5.000
<b>TOTALE</b>	<b>20.265</b>

Fonte: Agriforenergy

**Tabella 5.5.7: Esempio di analisi finanziaria - RICAVI ANNUI**

RICAVI ANNUI	€/anno
Energia elettrica immessa in rete, ricavata da FER in impianti < 1 MW	85.100
Mancata spesa fertilizzanti (utilizzo digestato)	3.100
<b>TOTALE</b>	<b>88.200</b>

Fonte: Agriforenergy

**Tabella 5.5.8: Esempio di analisi finanziaria - VALUTAZIONE FINANZIARIA (previsione)**

IPOSTESI 1	IPOSTESI 2
Esborso al 1° anno dell'investimento, senza ricorrere al mutuo bancario e con tasso di attualizzazione del 7%	Ricorso a mutuo bancario di 12 anni con tasso di interesse del 4%
VAN (15° anno) = € 352.000	VAN (15° anno) = € 371.000
Tempo di rientro dell'investimento: 5 anni	

Fonte: Agriforenergy

135) Nell'analisi complessiva dei costi e benefici, ai costi annui di esercizio e manutenzione si è sommata la manutenzione straordinaria del cogeneratore, prevista all'ottavo anno e stimata pari a € 15.000.

## 5.6 IL DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO: PICCOLA O GRANDE TAGLIA?

### 5.6.1 Il dimensionamento dell'impianto

Da questa prima analisi relativa ai principali vantaggi connessi con la realizzazione dell'impianto ed ai relativi costi, è possibile trarre alcune conclusioni in merito alle opportunità della filiera biogas-energia, specie con riferimento al contesto italiano e all'attuale tendenza alla costruzione di grandi impianti con potenza superiore a 1 MW.

Nell'ultimo periodo infatti si sta assistendo, almeno parzialmente e con riferimento ad alcune zone, all'avanzata di grandi impianti industriali che si avvalgono di un impiego pressoché esclusivo, come materia prima, di biomasse vegetali da colture dedicate (in primis cereali insilati)<sup>136</sup>. I principali benefici di tali impianti sarebbero in termini di rendimento energetico in biogas e, dunque, efficienza energetica e produttiva. Se questo è vero, vanno però evidenziati alcuni aspetti che rendono questo tipo di impianti complessivamente poco sostenibili da diversi punti di vista:

- L'analisi economico-finanziaria presentata nel paragrafo precedente mostra come ad impianti di taglia maggiore corrispondano, normalmente, un numero di voci di costo superiore. Queste ultime dipendono soprattutto dall'approvvigionamento esterno di biomassa, dalla manodopera aggiuntiva, oltre che dalla gestione delle quantità di azoto eccedenti (dovute al ritiro di biomasse dall'esterno dell'azienda).
- Dal punto di vista energetico, se è vero che impianti di grande taglia hanno, tendenzialmente, un rendimento energetico in biogas maggiore, è anche vero che ad esso non sempre corrisponde un vantaggio netto in termini energetici poiché l'impianto spesso non riesce a sfruttare l'energia termica ottenuta a causa di colli della bottiglia a valle della filiera energetica<sup>137</sup>.
- Dal punto di vista ambientale, inoltre, la realizzazione di questo genere d'impianti, oltre a creare competizione con l'utilizzo del terreno per la produzione alimentare, complica sensibilmente gli aspetti ambientali connessi allo smaltimento del residuo digerito<sup>138</sup> e all'impatto sul territorio.
- L'approvvigionamento pressoché esclusivo di cereali da colture dedicate, in alcune aree, ha creato pericolose distorsioni, tra cui l'alterazione dei valori di affitto dei terreni agricoli<sup>139</sup>, la difficoltà di reperire foraggi per le attività zootecniche, l'aumento del costo di produzione del latte, etc.

136) Ciancaleone F., Jodice R. (IA 6/2011)

137) Idem

138) Si utilizzano biomasse allo stato solido che, al termine del processo, si ritrovano in un mezzo liquido. Al contrario, come visto, i reflui zootecnici possono essere impiegati (grazie all'elevato tenore di umidità) allo stato di tal quale per la fermentazione e possono essere utilizzati in codigestione con altri materiali organici, immessi nel digestore anche allo stato solido. In questo modo, gli inquinanti contenuti nella fase liquida (in questo caso i reflui zootecnici) vengono trasferiti alla fase solida (ad esempio il digestato).

139) Ad esempio, nella provincia di Cremona (dove si concentra quasi il 45% degli impianti di biogas lombardi) l'avanzata di grandi impianti industriali rispetto a quelli medio piccoli che affiancano l'attività agricola,

- Per quanto concerne, poi, le caratteristiche strutturali e dimensionali delle imprese zootecniche italiane, si tratta perlopiù d'impresе di piccole-medie dimensioni (se si escludono alcune aree specifiche), per le quali è sicuramente più agevole utilizzare impianti di biogas alimentati dai reflui prodotti in azienda, applicando al suolo i materiali residui e sfruttando internamente il calore così prodotto<sup>140</sup>.
- La nuova normativa degli incentivi, con il Decreto Ministeriale dello scorso 6 luglio 2012, ha peraltro accolto l'impostazione fin qui presentata. A partire dal 1 gennaio 2013, data in cui entreranno in vigore i nuovi incentivi, saranno soprattutto gli impianti di biogas agricolo sino a 100 kW di potenza elettrica a costituire interessanti prospettive di investimento, in particolare per le aziende agro-zootecniche. Queste installazioni, infatti, alimentate in maniera prevalente o esclusiva con i residui di allevamento, godranno della tariffa di incentivazione più alta e di procedure semplificate per accedere al sostegno statale (tra cui l'esenzione dall'obbligo di iscrizione al Registro previsto per i grandi impianti<sup>141</sup>).

Sulla base di quanto affermato, nella tabella seguente vengono sintetizzati i principali svantaggi e vantaggi legati alla realizzazione di grandi impianti a biogas.

**Tabella 5.6.1: Principali vantaggi e svantaggi degli impianti di biogas di piccola taglia (>1 MW)**

VANTAGGI	SVANTAGGI
Garanzia di autosufficienza energetica per l'azienda	Maggiori rischi industriali (rispetto ad impianti di taglie superiori)
Possibilità vendita dell'energia in eccesso	Costi di gestione: approvvigionamento esterno delle materie prime che può comportare, affitto e/o concessione per terreni aggiuntivi, smaltimento, etc.
Produzione di certificati verdi	Costi di manutenzione (manodopera qualificata, etc.)
Costi d'impianto inferiori rispetto a piccoli impianti	Aspetti ambientali (aumento del carico azotato, smaltimento residui, etc.)
Maggiore efficienza produttiva rispetto a impianti di taglie inferiore	

Fonte: AIEL

*sta generando una bolla speculativa sugli affitti dei terreni destinati al mais e ad altri cereali, usati come carburante energetico piuttosto che come foraggio per gli animali, facendo lievitare i valori da 500 euro a oltre 1.000 euro all'ettaro ed interferendo anche sui costi di produzione del latte. Coldiretti Lombardia ha pertanto richiesto una verifica e di una maggiore attenzione, da parte della Regione, negli iter autorizzativi dei progetti, in modo che venga dimostrata la sostenibilità ambientale anche dal punto di vista del consumo di suolo e dell'integrazione dell'attività agricola (si stima che solo nella provincia di Cremona dove si trova la prima linea della bolla speculativa, quasi 25 mila ettari di territorio siano destinati alla produzione di biogas).*

140) Coldiretti, "Importanza della filiera del biogas per le imprese agricole", a cura di Ciancaleone F., Dicembre 2010.

141) Per ulteriori informazioni si veda il Capitolo 2.

Per contro, per quanto concerne gli impianti di piccola-media taglia alimentati principalmente da reflui zootecnici, le maggiori potenzialità derivano, come visto, dalle possibilità di autoconsumo dell'energia prodotta e dalla valorizzazione di materie prime interne all'azienda che, altrimenti costituirebbero solo un costo di gestione. Il rifornimento è in questo caso a costo zero trattandosi di materie prime presenti nell'azienda. A tal proposito è però fondamentale che al momento della scelta l'imprenditore abbia la consapevolezza che debba esserci un corretto equilibrio fra le biomasse disponibili in azienda o nelle immediate vicinanze e utilizzate nell'impianto e il terreno necessario alla gestione agronomica del digestato prodotto.

La piccola azienda zootecnica, con l'adozione della sezione biogas, inoltre, completa un ciclo produttivo rendendolo decisamente più favorevole sotto il profilo ambientale. La produzione di biogas da reflui zootecnici, infatti, si distingue per la più alta riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra rispetto ad ogni altra filiera bioenergetica e per comparabili risparmi di combustibili fossili<sup>142</sup>.

Ulteriori vantaggi derivanti dall'installazione di un impianto semplificato di piccola taglia al servizio dell'azienda zootecnica sono riassunti nella tabella 5.6.2, ed includono i minori rischi industriali rispetto all'installazione di impianti di taglie maggiori. D'altro canto, sempre rispetto a questi ultimi, gli impianti di piccola taglia corrispondono ad una minore efficienza produttiva in biogas, oltre che a minori produzioni energetiche.

**Tabella 5.6.2: Principali vantaggi e svantaggi degli impianti di biogas di piccola taglia (da 30 a 100 kW)**

VANTAGGI	SVANTAGGI
Rifornimento materie prime in aziende	Costi d'impianto elevati rispetto a impianti di taglie maggiori
Garanzia di autosufficienza energetica per l'azienda	Minore efficienza produttiva rispetto a impianti di taglie maggiori
Possibilità vendita dell'energia in eccesso	Minori produzioni energetiche rispetto a impianti di taglie maggiori
Produzione di certificati verdi	Necessità di quantitativi di biomassa adeguati
Produzione energetica indipendente da colture dedicate	Normativa di riferimento sui reflui zootecnici spesso poco chiara e diversa da Regione a Regione
Impianti piccoli gestibili dal singolo imprenditore con possibilità di formare un consorzio di piccole aziende in un determinato territorio.	
Spandimento del digestato coincidente con le normali operazioni di spandimento dei reflui zootecnici.	
Coerenza con le caratteristiche strutturali e dimensionali delle imprese zootecniche italiane: impianti piccoli gestibili dal singolo imprenditore con possibilità di formare un consorzio di piccole aziende in un determinato territorio.	
Minori rischi industriali (rispetto ad impianti di taglie superiori)	

Fonte: BMTI

142) Kathrine Anker Thyø Henrik Wenzel, *Life Cycle Assessment of Biogas from Maize silage and from Manure*, 2007.

Ulteriori benefici connessi allo sviluppo di una micro-filiera del biogas riguardano:

- La diversificazione delle attività delle aziende agricole e lo sviluppo di nuove attività imprenditoriali: producendo energia, infatti, le aziende agricole possono diventare anche aziende energetiche.
- La coerenza con le norme in materia ambientali in materia di emissioni del settore zootecnico: attraverso la digestione anaerobica è infatti possibile controllare e ridurre le emissioni maleodoranti.
- L'economizzazione del processo di trattamento dei reflui tramite l'autoproduzione elettrica negli impianti di depurazione.
- La riduzione dell'impatto ambientale delle attività del settore agro-zootecnico.
- La riduzione dei costi generati dai possibili conflitti con i residenti causati dall'attività zootecnica e la creazione di posti di lavoro<sup>143</sup>.
- La diminuzione dell'utilizzo dei terreni a scopo energetico per produzione biomassa dedicata, con conseguente annullamento del cosiddetto "dilemma food VS fuel" (relativo, cioè, alla destinazione d'uso del terreno per fini alimentari oppure energetici).

Nel paragrafo successivo verranno confrontati alcuni progetti finora realizzati in Italia (nel caso specifico nella Provincia Autonoma di Bolzano) a dimostrazione della maggiore sostenibilità (energetica, ambientale ed economica) dei piccoli impianti.

### 5.6.2 Confronto tra impianti di biogas di taglie diverse nella provincia di Bolzano<sup>144</sup>

La Provincia Autonoma di Bolzano, nell'ambito del Programma Nazionale Biocombustibili (PROBIO) predisposto dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, di concerto con 8 regioni<sup>145</sup> e la Provincia Autonoma di Trento ha elaborato il Progetto PROBIO-BIOGAS per la promozione di attività di indagine sperimentale pilota e di informazione e divulgazione inerenti impianti a biogas presso aziende agricole.

Nel corso del progetto sono state condotte delle indagini multidisciplinari su alcuni impianti esistenti per valutare e quantificare i vantaggi energetici, ambientali ed economici associati alle diverse realtà.

---

143) In Germania si è calcolata una media di 7-8 nuovi occupati impegnati nel settore per MW installati (Fonte BMU 2007).

144) Il paragrafo si basa sui casi studio analizzati in: Dal Savio S., Garavaglia V., Reichhalter H., Impianti a biogas in provincia di Bolzano: analisi energetica, ambientale ed economica, in *Agriforenergy*, Novembre 2012, p.26.

145) Lombardia, Emilia Romagna, Veneto, Piemonte, Liguria, Marche, Puglia e Sicilia.

### 5.6.3 La sostenibilità energetica

Tale analisi è stata condotta con l'obiettivo di quantificare gli effettivi benefici energetici prodotti dal processo di digestione anaerobica della biomassa, al netto dei consumi associati alle diverse fasi di trasporto, trattamento, digestione e smaltimento dei residui di processo<sup>146</sup>.

L'indagine ha confrontato la sostenibilità energetica di tre impianti:

- Un impianto privato di piccola taglia (potenza elettrica < 50 kWel).
- Un impianto consortile di media taglia (potenza elettrica pari a 380 kWel).
- Un grande impianto centralizzato, nello specifico quello provinciale per il trattamento della FORSU da raccolta differenziata (potenza elettrica pari a 900 kWel).

Per tutti e tre gli impianti, l'analisi energetica (energia termica ed elettrica) ha un bilancio positivo, seppure solo per quelli agricoli è positivo anche il bilancio relativo all'energia termica, mentre nell'impianto a FORSU, l'energia termica spesa nella fase di trasporto non può essere compensata, in quanto non avviene la valorizzazione dell'energia termica recuperabile dalla cogenerazione.

L'impianto con la miglior performance in termini di bilancio energetico (energia termica ed elettrica) è l'impianto agricolo di media taglia (25 tep<sup>147</sup>/1000 t), che può contare su un'elevata produzione energetica, un consumo elettrico contenuto e una piena valorizzazione del calore recuperabile.

### 5.6.4 La sostenibilità ambientale

L'analisi della sostenibilità ambientale è stata effettuata sullo stesso campione descritto in precedenza e si è basata sul calcolo della differenza tra le emissioni prodotte in uno scenario tradizionale (cioè generate dal tradizionale processo di gestione della biomassa<sup>148</sup>) e quelle prodotte dall'impianto a biogas.

Anche in questo caso tutti e tre gli impianti esibiscono un bilancio positivo, ma con alcune differenze che vale la pena specificare:

- L'impianto di media taglia, pur producendo maggiore energia elettrica e termica, vede penalizzato il suo bilancio dal fatto che gli effluenti da allevamento vengano stoccati presso le imprese agricole per diversi giorni.
- L'impianto a FORSU ha un bilancio leggermente positivo solo grazie ai crediti generati dalla produzione di energia elettrica. A differenza degli altri due impianti, esso è caratterizzato infatti da un processo energivoro (in quanto non c'è valorizzazione dell'energia termica prodotta) che produce ingenti quantitativi di emissioni inquinanti.
- Il bilancio ambientale dell'impianto di piccola taglia è il migliore in quanto sono nulle le emissioni in fase di pre-stoccaggio e trasporto della biomassa fresca.

<sup>146</sup> I confini del sistema sono quindi rappresentati, a monte dalla fase di raccolta e trasporto della biomassa fresca all'impianto, a valle dal trasporto dei residui di processo dall'impianto di biogas ai luoghi di smaltimento, questi ultimi corrispondono, nel caso di impianti agricoli nel trasporto del digestato agli allevatori; mentre per l'impianto a FORSU coincidono col trasporto dei fanghi di processo in un impianto di compostaggio.

<sup>147</sup> Tep = tonnellate equivalenti di petrolio.

<sup>148</sup> Queste ovviamente variano a seconda del tipo di biomassa introdotta nell'impianto.

### 5.6.5 La sostenibilità economica

Tale analisi è stata condotta con l'obiettivo di quantificare gli effettivi benefici economici generati dalla realizzazione di impianti a biogas di dimensioni diverse, comunque rappresentativi delle diverse tipologie di impianti a biogas agricoli disponibili.

Nello specifico, l'indagine ha confrontato la sostenibilità economica (in termini di analisi dei costi di realizzazione e dei flussi di cassa<sup>149</sup>) di quattro impianti le cui principali caratteristiche sono sintetizzate nella tabella sottostante.

**Tabella 5.6.3: Principali dati caratteristici degli impianti a biogas agricoli sottoposti ad analisi economica**

INFORMAZIONI	1. Impianto privato di piccola taglia	2. Impianto consortile di piccola taglia	3. Impianto consortile di media taglia	4. Impianto consortile di medio-grande taglia
Unità bovine adulte	< 100	100 - 500	500 - 1.000	1.000 - 1.500
Distanza allevatore conferente /impianto	0 km	2-4 km	1-6,5 km	<12 km
Potenza elettrica	<50 kW	50-150 kW	150-500 kW	500-1.000 kW
Valorizzazione calore	Allacciamento di utenza a breve raggio (abitazione del gestore dell'impianto)	Rete di teleriscaldamento	Rete di teleriscaldamento	Rete di teleriscaldamento
Quantitativi di biomassa trattati	<1.000 t/a	1.000-10.000 t/a	10.000-20.000 t/a	>20.000 t/a
- fermenti	98,6%	99,9%	96,5%	88,2%
- co-fermenti	1,4%	0,1%	3,5%	11,8%
Contributo dei co-fermenti alla produzione di biogas	10-15%	<5%	40-45%	30-40%
Biogas prodotto per t di biomassa trattata	48,5 m <sup>3</sup> /t	33,2 m <sup>3</sup> /t	55,3 m <sup>3</sup> /t	59,7 m <sup>3</sup> /t
Energia elettrica prodotta per t di biomassa trattata	71 kWh/t	57 kWh/t	116 kWh/t	123 kWh/t
Autoconsumo elettrico	24,0%	11,0%	10,0%	12,0%
Energia termica recuperata per t di biomassa trattata	82 kWh/t	95 kWh/t	125 kWh/t	136 kWh/t
Energia termica immessa in rete	46,0%	54,0%	61,0%	2,0%

Fonte: BMTI

<sup>149</sup> I costi di esercizio sono determinati principalmente dai costi di finanziamento, dal trasporto della biomassa e dall'eventuale acquisto di co-fermenti. Nel caso di impianti consortili, che si assumono l'organizzazione del trasporto della biomassa fresca e digerita verso i soci, il costo per il trasporto è di circa 3 €/tonnellata di biomassa. Le entrate sono costituite o dalla vendita dell'energia prodotta (elettrica e/o termica) e/o dagli introiti dovuti ai meccanismi di incentivazione.

Nonostante la buona produzione specifica di biogas, l'impianto privato di piccola taglia ha le minori entrate a causa dell'elevato costo di investimento iniziale e dell'assenza di una tariffa incentivante, problema quest'ultimo che verrà quindi risolto con l'applicazione della nuova normativa in materia<sup>150</sup>. Risulta fondamentale una gestione efficiente per avere un flusso di cassa netto annuo positivo.

Anche per l'impianto consortile di piccola taglia, è fondamentale un'efficiente gestione dell'impianto in funzione degli elevati costi d'investimento<sup>151</sup> che determinano i maggiori costi di finanziamento complessivo tra gli impianti considerati. Si tratta anche dell'impianto che dichiara minore produzione specifica di biogas, in quanto non vengono utilizzati co-fermenti. Per contro, va segnalato che in questo caso i costi di trasporto risultano di bassa entità in funzione del ridotto bacino di raccolta per la biomassa.

Nel caso dell'impianto consortile di media taglia, solo con l'utilizzo di co-fermenti è stato possibile garantire una discreta sostenibilità economica dell'impianto. Anche per esso, la nuova normativa inciderà positivamente in quanto permetterà all'impianto di accedere al meccanismo della tariffa fissa onnicomprensiva.

Nel caso dell'impianto consortile di media-grande taglia, il flusso di cassa è risultato negativo poiché non solo le entrate generate dalla valorizzazione del calore risultano minime, ma inoltre, esso comporta costi per manutenzione e riparazione estremamente elevati. Quest'ultima considerazione appare interessante soprattutto se confrontata con i risultati di un'attività di monitoraggio realizzata nell'ambito del Progetto SEBE<sup>152</sup> che ha reso evidente come gli impianti alimentati con colture dedicate, anche se di medie-piccole dimensioni, abbiano esigenze di carattere meccanico e biologico del tutto simili a quelle degli impianti di taglia maggiore<sup>153</sup>.

### 5.6.6 Un dimensionamento razionale

Dall'analisi condotta in precedenza emergono alcune interessanti considerazioni:

1. La sostenibilità energetica, sempre positiva, risulta fortemente influenzata dalle modalità di approvvigionamento della biomassa, specie per quanto riguarda la gestione dei trasporti.
2. La performance energetica diminuisce nel caso della valorizzazione della sola energia elettrica, pur rimanendo positiva. Al contrario la possibilità di sfruttare appieno l'energia termica prodotta incide positivamente sul bilancio energetico dell'impianto.

---

150) Decreto Ministeriale dello scorso 6 luglio 2012.

151) Questi risultano notevoli (costo di realizzazione > 10.000 €/kW) in funzione di alcune scelte operative fatte in fase di realizzazione (opere edili ad esempio) ma per contro la rata di finanziamento è relativamente bassa, perché la durata del mutuo è pari a 15 anni e il tasso di interesse è basso (2,79%).

152) Progetto Sebe (Sustainable and innovative european biogas environment), di cui il Crpa .è partner, è un progetto di divulgazione finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del Programma Central Europe.

153) Fabbri C., Mazzetti M., "Impianti di piccola-media taglia: la manutenzione è essenziale", in L'Informatore Agrario, [www.informatoreagrario.it](http://www.informatoreagrario.it).

3. Per quanto riguarda la sostenibilità ambientale, anch'essa sempre positiva rispetto ai sistemi di riferimento, è l'impianto di piccola taglia ad avere un bilancio ambientale migliore; mentre più dubbi sono gli impatti ambientali dell'impianto a FORSU.
4. La sostenibilità economica di un impianto agricolo è direttamente correlata con le scelte effettuate in fase organizzativo-progettuale: alcune scelte operative (opere edili e movimento terra) possono infatti incidere in maniera rilevante sul costo di realizzazione come nel caso del piccolo impianto consortile.
5. Un'altra variabile fondamentale per la performance economica dell'impianto è determinata da una corretta manutenzione e gestione dello stesso.
6. Altra scelta condizionante è quella della quantità di debito/prestito finanziario da richiedere, come dimostra il caso del piccolo impianto consortile.
7. Da valutare (in termini di costo/prestazione) anche l'inserimento di ulteriori biomasse (co-fermenti) nell'impianto che possono incidere (positivamente, ma anche negativamente) sul conto economico.

In sintesi, appare opportuno considerare le caratteristiche strutturali delle imprese zootecniche italiane al fine di dimensionare gli impianti di produzione del biogas. In questo senso, la maggiore potenzialità, in termini di valorizzazione energetica del biogas da reflui zootecnici, risiede nell'ambito della diffusione d'impianti presso aziende zootecniche di piccola e media grandezza, con impiego di potenze raramente superiori ai 500 kW anche considerando una integrazione con altre biomasse solide<sup>154</sup>.

L'analisi di vari studi relativi al contesto italiano dimostra infatti che, dal punto di vista ambientale ed energetico, in questa tipologia di aziende è più agevole:

- Gestire i reflui,
- Applicare al suolo i materiali residui,
- Utilizzare l'energia termica ottenuta dalla conversione energetica del biogas (co-generazione).

A titolo di esempio, si presenta il caso dell'impianto a biogas di piccola taglia alimentato da effluenti zootecnici e da biomasse vegetali (prodotte all'interno dell'azienda agricola) realizzato nel 2010 da un'azienda della provincia vicentina<sup>155/156</sup>. Si tratta di un'impresa a conduzione familiare (35 ha) destinata a colture foraggere e a mais per l'alimentazione dell'allevamento di vacche da latte (90 capi in lattazione e 70 capi in rimonta interna). Inoltre, sono presenti in azienda 3.500 m<sup>2</sup> di serre fisse per la produzione e vendita di piantine da orto e fiori.

---

154) D. Migliardi, *Il biogas: prospettive di produzione e di impiego per scopi energetici*. In: *L'energia del nostro futuro, la seconda vita dell'agricoltura*. A cura di Roberto Jodice e Stefano Masini. Edizioni Procom, Roma 2006.

155) AGRI FLOOR di Cerantola Paolo & C. (Tesse sul Brenta, VI)

156) *Il caso studio si basa su ENAMA, Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola, Caso Studio N.5 "Mini impianto a biogas presso una stalla da latte" in Progetto Biomassa ENAMA, 2011.*

L'impianto realizzato (le cui caratteristiche sono riassunte nella tabella 5.6.4 - dati tecnici dell'impianto a biogas) ha permesso all'azienda di:

- Utilizzare esclusivamente colture aziendali ed effluenti dell'allevamento, come sintetizzato nella tabella seguente:

**Tabella 5.6.4: Matrici utilizzate per produrre biogas nell'impianto aziendale (provenienza 100% aziendale)**

Effluenti zootecnici	Sorgo zuccherino	Matrici destinate al digestore
(liquame e letame) provenienti dall'allevamento di vacche da latte (90 capi in lattazione e 70 capi in rimonta interna)	(circa 16 ha) prodotto in azienda	60% insilato di sorgo zuccherino, 40% liquame e letame dell'allevamento

Fonte: ENAMA

- Valorizzare al meglio l'energia termica nelle serre orto-floricole, nelle loro abitazioni e nell'impianto di mungitura della stalla da latte.
- Utilizzare in parte alcune strutture esistenti come le due vasche dei liquami zootecnici interrati che, con alcuni adattamenti, sono diventati i due digestori

**Attenzione:**  
testo  
troncato

**Tabella 5.6.5: Dati tecnici dell'impianto a biogas realizzato dall'azienda**

Potenza utile installata	50 kWe
Quantità di energia elettrica prodotta	375 MWh/anno
Lunghezza rete teleriscaldamento	210 m
Superfici locali da riscaldare	3 edifici destinati ad abitazione, 3.500 m <sup>2</sup> di serre riscaldate
Produzione di digestato	10 m <sup>3</sup> giorno
Consumi di energia elettrica nel processo di produzione	5% dell'energia prodotta (tutta l'energia consumata è erogata da contatore separato; tutta l'energia elettrica prodotta dal cogeneratore è immessa in rete)
Valore economico energia elettrica immessa in rete a tariffa omnicomprensiva (0,28 €/kWe)	105.000 €/anno
Investimento totale	400.000 € ca. (esclusi i digestori e trincee per insilato)

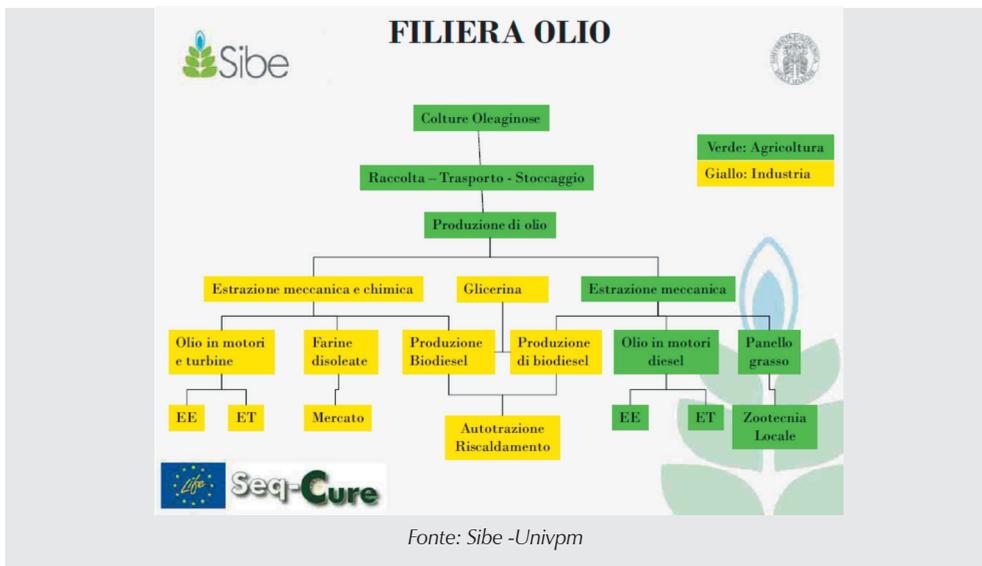
Fonte: ENAMA

## 6. LA FILIERA DEGLI OLI VEGETALI

### 6.1 INTRODUZIONE ALLA FILIERA DEGLI OLI VEGETALI

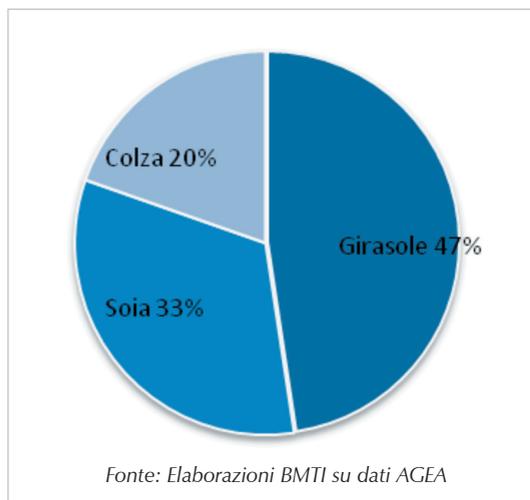
Gli oli vegetali non raffinati (oli vegetali puri - OVP) sono divenuti recentemente di grande interesse per il settore energetico grazie alla possibilità di essere utilizzati con buona efficienza per la produzione elettrica o come combustibile per trasporto, e alla disponibilità di grandi quantità di materia prima a prezzi interessanti sul mercato internazionale.

**Figura 6.1.1: La filiera dell'olio vegetale**



Gli oli vegetali puri sono il risultato di processi di spremitura meccanica dei semi delle piante oleaginose. Si tratta di piante in grado di accumulare sostanze grasse nei semi o nei frutti come materiale di riserva altamente energetico. Esistono più di 4.000 specie di piante oleaginose che possono essere classificate in diversi modi, in funzione della loro importanza nella produzione totale di materie grasse, del tipo di olio prodotto, delle zone di produzione, ecc. Nei climi temperati, le piante oleaginose primarie sono il girasole, la colza, l'olivo e la soia.

Per quanto riguarda l'Italia, le principali colture impiegate per la produzione di olio con utilizzi diversi da quello alimentare sono la colza e il girasole. Anche la soia può fornire olio, ma principalmente come co-prodotto, poiché l'alto contenuto proteico fa sì che sia utilizzata anzitutto per l'alimentazione zootecnica.

**Figura 6.1.2: Superfici (ha/anno) colture energetiche oleaginose in Italia 2007**

Recentemente, inoltre, accanto alle colture più diffuse sono state sperimentate altre oleaginose (ricino, cartamo, lino, brassica carinata, camelina sativa, tabacco e cardo) che hanno già un impiego di nicchia in diversi settori dell'industria farmaceutica, chimica e cosmetica<sup>157</sup>.

Complessivamente, nel 2007, le superfici coltivate ad oleaginose a destinazione energetica sono state circa 30.000 ettari.

### 6.1.1 Le principali colture oleaginose

Il girasole (*Heliantus annuus*) è una pianta erbacea annuale (fam. Compositae) caratterizzata da un fusto eretto (h=1,5-2,2 m) e da un'infiorescenza terminale a capolino detta calatide (D=15-50 cm) e formata da 700-3.000 fiori (nelle varietà da olio). Il frutto è un achenio di forma allungata di colore variabile dal bianco al nero con striature più o meno chiare.

È una coltura a ciclo primaverile estivo (pianta da rinnovo) di buona adattabilità, predilige temperature relativamente alte e le esigenze termiche sono maggiori nelle prime fasi di crescita e diminuiscono alla maturazione, il fabbisogno di acqua raggiunge il massimo nei 45 giorni a cavallo della fioritura ma solitamente il girasole si fa in asciutta.

#### IL GIRASOLE: TECNICA CULTURALE

<b>Preparazione del terreno</b>	Aratura (~30 cm) e/o ripuntatura, erpicatura, affinamento pre-semina.
<b>Semina</b>	Dalla metà marzo (Italia meridionale) fino a fine marzo (Italia centrale). La semina si fa a righe (70 cm) con seminatrice di precisione con densità compresa tra 50.000-70.000 piante/ha impiegando circa 5-6 kg di semi/ha.
<b>Concimazione</b>	fosfo-potassica (50-70 kg/ha di P2O5 - K2O) in pre-semina; azotata (80-120 kg/ha di urea) alla semina.
<b>Diserbo</b>	Chimico in pre e/o post-emergenza.
<b>Raccolta</b>	A partire dalla metà di agosto (regioni più calde ed annate più secche) fino a metà settembre (regioni più fredde ed annate più umide). La raccolta si fa con le mietitrebbie da frumento opportunamente modificate.

157) ENAMA (2011)

La quantità di olio contenuta negli acheni si aggira intorno al 45% con oscillazioni sensibili in dipendenza dei fattori varietali, climatici, nutritivi e sanitari. Tra le varietà di girasole attualmente disponibili ci sono ibridi che si differenziano:

- per il ciclo di maturazione (precoci, medi e tardivi)
- per la composizione degli acidi grassi (oleico ed alto-oleico con più dell'85% di acido oleico nella composizione acidica).

La colza è una pianta erbacea (famiglia Cruciferae, genere Brassica), della quale esistono due varietà biologiche:

- biennali, che fioriscono, cioè, solo dopo vernalizzazione (semina autunnale);
- annuali, che invece non necessitano di vernalizzazione (semina autunnale o primaverile).
- Il fusto raggiunge altezze di circa 1,50 m ed è costituito da più rami terminanti ciascuno con un'infiorescenza a grappolo formata da 150-200 fiori gialli. Il frutto è una siliqua allungata terminante con un piccolo rostro contenente numerosi semi (fino a 20). I semi sono piccoli (1.000 semi pesano circa 4-5 g), sferici, con tegumento di colore rosso-bruno tendente al nero a maturazione. In Italia, il ciclo biologico del colza è autunno-primaverile ed i climi più favorevoli sono quelli temperato-umidi (Pianura Padana). Essendo una pianta microterma non necessita di temperature elevate per crescere e svilupparsi (lo zero di vegetazione è di 6-8°C), mentre teme la siccità durante la levata e la fioritura. Il seme contiene dal 38% al 50% (media 40-42%) di olio e il 21-24% di proteine. Si distinguono 4 varietà principali di colza in base al contenuto di acido erucico ed al contenuto di glucosinolati, composti nocivi nel caso di alimentazione animale:
- "doppio alto": alto tenore di acido erucico e glucosinolati;
- "0": basso tenore di acido erucico;
- "00" o "doppio zero": con un contenuto quasi nullo di acido erucico e non più di 5-10 micromoli di glucosinolati per grammo di farina disoleata;
- "000": basso tenore di acido erucico e glucosinolati e basso tenore in fibra.

LA COLZA: TECNICA COLTURALE	
<b>Preparazione del terreno</b>	Le dimensioni del seme impongono particolare attenzione alla preparazione del letto di semina che prevede un'aratura a media profondità (25-30 cm) o lavorazioni minime seguite da un'erpicazione.
<b>Semina</b>	A partire dalla metà di settembre fino alla metà di ottobre.
<b>Concimazione</b>	- fosfo-potassica (68-80 kg/ha di P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 100-150 kg/ha di K <sub>2</sub> O se il terreno è k-carente);
<b>Diserbo</b>	Post-emergenza e trattamenti anti-parassitari (meligete)
<b>Raccolta</b>	Giugno-luglio, quando i semi sono completamente imbruniti e le silique secche (umidità ottimale della granella intorno al 12%).

La soia è una pianta erbacea annuale (famiglia: Leguminose, Phaseoleae), interamente ricoperta da peli bruni o grigi, alta 70-130 cm, a portamento eretto più o meno cespuglioso. I fiori sono molto piccoli bianchi o violacei, portati, in numero variabile da 3 a 15, da piccoli racemi ascellari siti su tutti i nodi dello stelo. Il frutto è un baccello villosa, appiattito, pendulo, contenente fino a 4-5 semi. I semi sono globoso-ovoidali, di colore giallo, bruno, verde o nero, con il piccolo.

Si tratta di una coltura a ciclo primaverile-estivo, con esigenze climatiche simili a quella del mais, dalla quale si differenzia soprattutto per essere meno sensibile agli abbassamenti di temperatura nelle fasi iniziali del ciclo. È una pianta brevidiurna sensibile al fotoperiodo e debolmente arido-resistente che, nei climi italiani, necessita comunque di irrigazione. La granella di soia contiene mediamente il 18-20% di grassi, il 40-42% di proteine ed il 5% di cellulosa.

Le varietà sono distinte in base alla precocità, in gruppi da 000 (precocissime) a X (tardive). Nei nostri ambienti sono usati i gruppi precoci da 00 a III. Le varietà precoci sono meno sensibili al fotoperiodo. Altri caratteri interessanti sono l'altezza del primo baccello, la resistenza alle malattie e allo stress idrico.

### 6.1.2 La produzione dell'olio vegetale

Il processo di produzione dell'olio vegetale, per la semplicità delle macchine necessarie, può essere svolto anche su piccola scala, nell'ambito di aziende agricole singole o associate, seppure occorre sottolineare che il costo della produzione del seme è sostanzialmente il punto debole della filiera (sia per il girasole che per la colza)<sup>158</sup>.

#### LA SOIA: TECNICA COLTURALE

<b>Preparazione del terreno</b>	Aratura piuttosto anticipata (profondità 30 cm) seguita da lavori di affinamento eseguiti tempestivamente in modo da avere un letto di semina perfettamente livellato e amminutato. Nel caso di coltura intercalare, la lavorazione minima (15-25 cm) dà buoni risultati.
<b>Semina</b>	Da metà aprile a metà maggio con seminatrici di precisione, a righe (40-45 cm) ad una profondità di 50-60 mm in terreni piuttosto asciutti e 30-40 mm in terreni con favorevoli condizioni di umidità, con densità compresa di 30-35 piante/m. impiegando circa 6-8 kg di semi/ha.
<b>Concimazione</b>	Se normalmente nodulata, è in pratica autosufficiente per l'azoto. La concimazione si basa fosforo (80-100 kg/ha) e potassio nel caso di terreni carenti. La concimazione azotata può essere limitata a 20-30 kg/ha di azoto alla semina. Se la coltura risultasse non nodulata, risulta necessario apportare circa 150-200 kg/ha di N.
<b>Diserbo</b>	Pre-semina o in pre-emergenza
<b>Raccolta</b>	Da settembre (coltura principale) ad ottobre (coltura intercalare), quando la pianta è quasi completamente defogliata e presenta steli e semi di colore marrone. S'impiegano mietitrebbie da frumento.

L'estrazione è la prima fase del processo tramite cui si produce l'olio vegetale, si tratta di un passaggio necessario a separare le sostanze grasse presenti nelle cellule vegetali dalla matrice proteica, tramite cui si perviene all'isolamento di grassi e proteine con il massimo di purezza e di rendimento, al costo minore, evitando l'insorgere di reazioni collaterali. I processi tecnologici di estrazione consistono in una successione di operazioni la cui complessità dipende dalla morfologia della materia prima.

Le tecniche di estrazione possono essere di tipo meccanico, normalmente a pressione (per contenuti di materia grassa oltre il 20%) o chimico (per contenuti di materia grassa inferiore al 20%) con solvente, di solito esano. Il principale prodotto del processo di estrazione è l'olio grezzo.

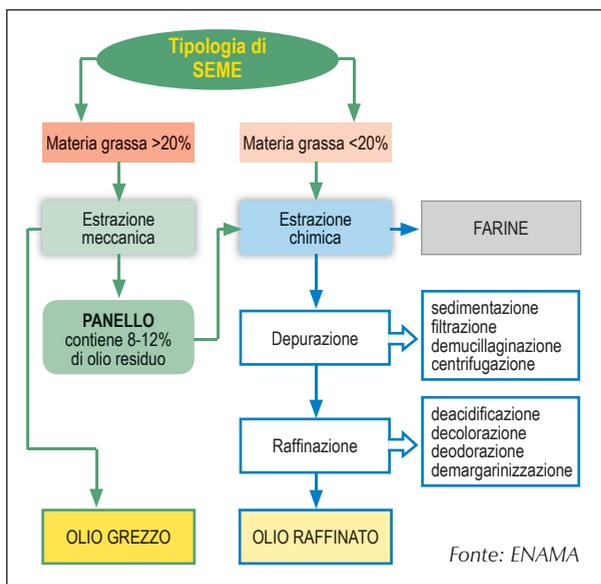
**Figura 6.1.3: Il processo di estrazione dell'olio vegetale**



Fonte: elaborazione BMTI su ENAMA

Con l'estrazione meccanica si ottiene inoltre il pannello proteico, mentre con l'estrazione chimica si ottiene la farina. L'estrazione meccanica, seguita da estrazione chimica tramite solvente, avviene in impianti industriali; per contro, la sola estrazione meccanica può essere adottata anche in impianti di piccola scala.

**Figura 6.1.4: Il processo di Estrazione**



Fonte: ENAMA

La composizione dei co-prodotti, farina e pannello, differisce soprattutto per contenuto energetico, molto più elevato con l'estrazione meccanica. Per quanto riguarda il pannello, le interessanti caratteristiche nutrizionali ne hanno fatto un possibile sostituto della soia nella composizione mangimistica destinata a bovini e suini, in alternativa esso potrebbe essere utilizzato in caldaie a fini energetici.

Dal punto di vista dell'organizzazione produttiva, l'estrazione con solvente richiede un'impiantistica che diventa

economicamente e tecnicamente sostenibile solo a livello industriale; al contrario, nel caso dell'estrazione meccanica, il sistema può essere di estrema semplicità costruttiva e di utilizzo e, quindi, essere impostato anche su piccola scala. Quest'ultima possibilità è di particolare interesse per il mondo agricolo, perché sgancia la produzione di olio grezzo dalla necessità di un impianto industriale, rendendo possibile anche all'imprenditoria agricola e/o artigianale la produzione di questo primo lavorato. Tuttavia, l'acquisizione e l'utilizzo della tecnologia di spremitura non è immediata per l'imprenditore, per un duplice motivo: la difficoltà di reperire le presse con basse o medie capacità di lavoro; la necessità di utilizzare al meglio le presse, cercando le regolazioni di lavoro che valorizzino il tenore in olio del seme, favorendone l'estrazione.

La resa in olio del processo di estrazione è variabile, dalla colza e dal girasole si estrae circa il 34% in peso di olio (tabella 6.1.1). È ovviamente una resa media influenzata dalle modalità di estrazione e dalla specie vegetale utilizzata.

**Tabella 6.1.1: Dati indicativi del ciclo produttivo Seme–Olio–Pannello per Girasole e Colza**

SEME	GIRASOLE		COLZA
Produttività media seme	3,0 t/ha		2,7 t/ha
Contenuto di olio nel seme	44%		44%
Resa in olio	34%		34%
Resa in pannello	64%		64%
<b>SEME</b>			
SEME	GIRASOLE		COLZA
Potere Calorifero Inferiore (PCI)	37,7 MJ/kg		37,6 MJ/kg
Massa Volumica	0,92 kg/l		0,91 kg/l
Punto d'Infiammabilità	>253°C		>220°C
Viscosità a 40°C	31 mm <sup>2</sup> /s		36 mm <sup>2</sup> /s
<b>PANNELLO</b>			
PANNELLO	GIRASOLE		COLZA
	Non decorticato	Decorticato	
Contenuto energetico	22,7 MJ/kg		22,7 MJ/kg
Ceneri	5,5 % s.s.		5,5 % s.s.
Umidità	6,4%	6,4%	6,4%
Sostanza secca	900 g	900 g	900 g
Lipidi grezzi	200 g	89 g	140 g
Fibra grezza	250 g	209 g	100 g
Proteina grezza	225 g	302 g	290 g

Fonte: Elaborazioni BMTI su dati ENAMA, CRPA e AIEL

L'olio grezzo viene successivamente trattato al fine di rimuovere le sostanze presenti, sia in sospensione che in soluzione, che possono avere influenza negativa sia sul suo diretto impiego energetico che come materia prima per la produzione del biodiesel.

Esistono, sostanzialmente, due tipi di trattamenti:

- trattamenti fisici (sedimentazione, filtrazione<sup>159</sup>, centrifugazione);
- trattamenti fisico-chimici (degommazione, neutralizzazione, decolorazione, deodorazione), questi richiedono impianti industriali.

A questo punto è opportuno sottolineare che per impiegare l'olio vegetale come combustibile in motori endotermici si deve tener conto di una serie di caratteristiche chimiche, fisiche e termiche che ne descrivono il comportamento (tabella 6.1.2).

**Tabella 6.1.2: Caratteristiche chimico-fisiche degli oli per la combustione in motori endotermici**

	Viscosità cinematica	Densità	Pto infiamma- bilità	Pto solidi- ficazione	Tempe- ratura Distillazione	Residuo carbo- noso	Numero di cetano	PCI
OLIO	(mm <sup>2</sup> /s)	(kg/litro)	(° C)	(° C)	(° C)	(%)		(MJ/Kg)
Arachide	39,0	0,90	271	-6	271	0,24	41,8	37,5
Colza	35,3	0,91	246	-30	246	0,27	37,6	37,1
Palma	42,0	0,92	267	23	267	-	38,0	36,6
Soia	31,5	0,92	254	-12	254	0,23	37,9	36,8
Mais	34,3	0,91	277	-40	277	0,24	37,6	36,8
Jatropha	36,0	0,94	210	4	295	1,00	38,0	36,7
Girasole	34,0	0,92	267	-15	274	0,23	37,0	37,3
Gasolio	2,9	0,85	68	-20	-	0,17	51,0	41,0

Fonte: ENAMA

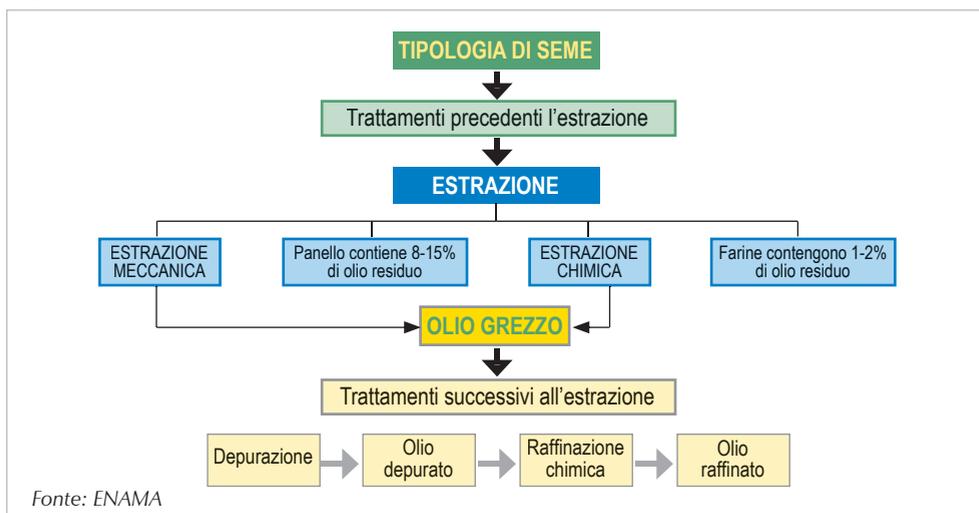
<sup>159</sup> I sistemi più efficienti ed economici per la filtrazione sono macchine filtratrici industriali, che lavorano ad elevate pressioni, abbinate a sistemi di filtraggio a maniche.

### 6.1.3 Dall'olio vegetale al biocombustibile liquido

Come si è avuto modo di analizzare nel Capitolo 1, i principali biocombustibili ottenibili a partire dalle colture oleaginose sono due:

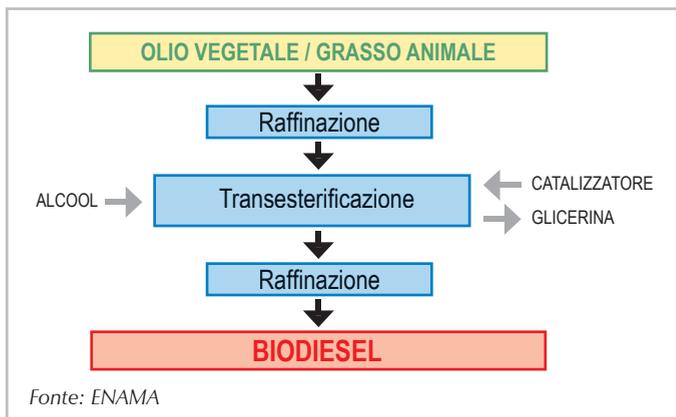
- L'olio vegetale puro: esso deriva dal processo di spremitura dei semi oleosi<sup>160</sup> e può essere impiegato in caldaie e motori endotermici per la produzione di energia termica e/o elettrica o forza motrice.

**Figura 6.1.5: Schema sintetico del processo di produzione dell'OVP**



- Il biodiesel è un biocombustibile ottenuto dagli oli vegetali puri o da oli esausti ed ha proprietà e prestazioni simili a quelle del gasolio minerale. Caratteristiche distinte sono l'assenza di zolfo, di composti aromatici, la riduzione del particolato fine (PM10) e, infine, la riduzione dei gas a effetto serra (risparmio di 2,5 t di CO<sub>2</sub> per tonnellata di gasolio sostituita)<sup>161</sup>. Il biodiesel presenta inoltre elevata biodegradabilità (95%).

**Figura 6.1.6: Processo di produzione del biodiesel**



<sup>160</sup>) La spremitura meccanica dei semi avviene con coclee a freddo o a caldo. In quest'ultimo caso si ottengono rese maggiori ma aumentano i costi di produzione per la necessità di scaldare i semi.

<sup>161</sup>) ENAMA 2011

### 6.1.4 Gli impieghi energetici dell'olio

Dagli oli vegetali si può produrre energia termica, elettrica o entrambe congiuntamente (cogenerazione), si possono alimentare motori di macchine agricole ad uso aziendale e, attraverso un processo industriale, si può ottenere biodiesel.

Per quanto riguarda l'impiego di olio vegetale come combustibile nei motori, esso può avvenire sostanzialmente in tre modi:

- È possibile trasformare l'olio vegetale mediante trans-esterificazione in combustibile biodiesel (utilizzabile in purezza o in miscela con altri combustibili fossili senza l'adozione di modifiche ai motori impiegati). La produzione del biodiesel richiede impianti di tipo industriale difficilmente gestibili nell'ambito di un'azienda agricola tradizionale.
- È inoltre possibile utilizzare l'olio vegetale tal quale in impianti per la produzione di energia elettrica o termica o entrambe, tramite cogenerazione.
- L'olio vegetale tal quale può essere anche impiegato in motori Diesel opportunamente adattati all'impiego di questo combustibile attraverso le opportune modifiche.

## 6.2 BIODIESEL

In alternativa all'utilizzo degli oli grezzi, è possibile sottoporre questi ultimi ad un processo di raffinazione ulteriore, ottenendo un combustibile, il biodiesel, del tutto simile al gasolio fossile. Il principale processo utilizzato per ottenere il biodiesel è la trans-esterificazione di oli vegetali o grassi animali.

Le biomasse principalmente utilizzate sono rappresentate, oltre alle colture oleaginose e ai grassi di origine animale, dagli scarti dell'industria agro-alimentare (soprattutto oli alimentari usati o oli esausti). Questo processo comporta anzitutto il filtraggio della materia prima al fine di rimuovere acqua ed altri agenti contaminanti, il feedstock così filtrato viene poi miscelato con un alcool (in genere metanolo) e un catalizzatore (solitamente idrossido di sodio o di potassio). In questo modo le molecole dell'olio si spezzano per poi riformarsi sotto forma di esteri (biodiesel) e glicerolo, che vengono poi separati l'uni dagli altri e purificati.

Tramite il procedimento di trans-esterificazione del biolipide catalizzata da basi, sopra descritto, il biodiesel può essere prodotto a temperature e pressioni basse, con una rendita di conversione più efficiente rispetto ad altri processi<sup>162</sup>.

Il biocarburante così ottenuto avrà una forma liquida e un colore leggermente ambrato, nonché una viscosità minore di quella del gasolio per autotrazione: pertanto potrà essere utilizzato esclusivamente per l'alimentazione di motori diesel.

---

<sup>162</sup> Oltre alla trans-esterificazione del biolipide catalizzata da basi, altri procedimenti utilizzati sono la trans-esterificazione diretta del biolipide catalizzata da acidi e la conversione del biolipide prima in acidi grassi e, successivamente, in biodiesel. Per una descrizione completa dei procedimenti si veda: European Commission, Comunicazione della Commissione, Strategia dell'UE per i Biocarburanti, COM(2006) 34, Bruxelles, 08/02/2006, 2006.

Il biodiesel, così come il bioetanolo, viene utilizzato principalmente miscelato assieme ai carburanti tradizionali: in Europa viene normalmente miscelato in una percentuale fino al 5% con gasolio di tipo standard<sup>163</sup> e, in questo caso, non presenta problemi di compatibilità. Viceversa, una miscela con un contenuto di biodiesel superiore al 30-40%, comporta il necessario adeguamento dei veicoli al composto in questione<sup>164</sup>.

Le caratteristiche fisiche del biodiesel sono stabilite da puntuali norme UNI<sup>165</sup> ed EN<sup>166</sup> che prevedono valori minimi e massimi, o range, entro i quali alcuni parametri devono ricadere: sulla base di questi parametri è possibile confrontare il biodiesel con il suo corrispettivo convenzionale, così come schematicamente riportato nella tabella 6.2.1.

**Tabella 6.2.1: Confronto caratteristiche Biodiesel/ Gasolio**

BIODIESEL VS GASOLIO
Il biodiesel ha, nella quasi totalità dei casi, un alto valore del numero di cetano e, quindi, evidenzia una prontezza all'accensione maggiore rispetto al gasolio convenzionale.
Il valore maggiore di flash point rende il biodiesel più sicuro nelle fasi di trasporto, manipolazione e stoccaggio.
Il biodiesel ha rendimenti inferiori del gasolio convenzionale a causa del suo potere calorifero inferiore.

Fonte: Zezza, 2008

Il biodiesel può essere utilizzato anche come combustibile per riscaldamento, anche in questo caso, sia miscelato con gasolio, che tal quale. Di seguito viene riportata una rappresentazione schematica del bilancio semplificato per il biodiesel di un intero processo:

**1.000 kg di olio raffinato + 100 kg metanolo = 1.000 kg biodiesel + 100 kg glicerolo**

La produzione di biodiesel richiede generalmente impianti di tipo industriale difficilmente gestibili nell'ambito di un'azienda agricola di tipo tradizionale. Se si considera la distribuzione sul territorio italiano di oleifici non sorprende, dunque, che alcuni dei più grandi, dotatisi di un proprio impianto di esterificazione degli oli, siano legati all'industria del biodiesel.

164) Alcune delle modifiche necessarie riguardano la sostituzione di guarnizioni o condotti in gomma e, in alcuni casi, anche l'adattamento del circuito di iniezione. Zezza A. (a cura di), *Bioenergie: quali opportunità per l'agricoltura italiana*, Studi & Ricerche INEA, 2008.

165) Ente Nazionale Italiano di Unificazione.

166) Specifiche tecniche emanate dal CEN (European Committee for Standardization).

A livello nazionale, gli impianti per la produzione di biodiesel sono attualmente 16 con una capacità produttiva di circa 2,25 milioni di t/anno, sfruttata per circa il 25% (figura 6.2.3).

Altri oleifici di piccole dimensioni servono mercati locali, ma hanno ad oggi un limitato interesse a rifornire di materia prima il settore dei biocarburanti, che ricorre principalmente ad oli d'importazione, di provenienza prevalentemente asiatica.

La tabella sottostante presenta alcuni benefici e criticità legati alla produzione di biodiesel.

**Figura 6.2.1: Principali industrie olearie e produttori di biodiesel in Italia**



Attenzione:  
manca  
legenda

**Tabella 6.2.2: Benefici e criticità legati alla produzione di biodiesel**

BENEFICI	CRITICITÀ
Riduzione emissioni CO <sub>2</sub>	Competizione terreno con utilizzi alimentari.
Possibile sviluppo aree rurali	Possibile ingerenza nei mercati alimentari.
Riduzione di alcuni inquinanti	Possibili effetti negativi associati al cambio di destinazione d'uso dei suoli.
Fonte energetica rinnovabile	L'emissione di ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ) maggiore rispetto al diesel fossile.
Sicuro da maneggiare e da trasportare	Le prestazioni dei motori che utilizzano biodiesel puro sono ridotte dell'8-15% rispetto al diesel tradizionale, a causa dei diversi contenuti energetici.
Completamente miscibile col diesel (additivo molto flessibile) e migliora il completamento della combustione.	L'elevato contenuto di esteri (più del 30%) causa inconvenienti quando entra in contatto con determinati composti plastici che normalmente costituiscono le guarnizioni degli iniettori, delle pompe.
Biodegradabile e con forte potere detergente.	

Fonte: BMTI

Le criticità legate alla competizione con l'utilizzo alimentare degli oli (e dei terreni dedicati alle relative colture oleaginose) hanno generato un dibattito profondo a vari livelli, da quello nazionale a quello europeo, senza escludere quello internazionale circa l'opportunità dell'utilizzo delle colture oleaginose a scopi energetici.

Pur non volendo entrare, in questa sede, nell'ambito di un dibattito che esula dagli obiettivi del presente studio, si presentano qui alcune alternative rispetto alla produzione di biodiesel da colture oleaginose. Si tratta, in ogni caso, di opzioni che, in funzione delle tecniche di produzione del biodiesel, coinvolgono prevalentemente il settore industriale, piuttosto che quello agricolo.

La prima opzione deriva dalle tecnologie per la produzione di biocarburanti di "seconda generazione", che derivano dalla lavorazione della biomassa ligno-cellulosica (composta prevalentemente da cellulosa, emicellulosa e lignina)<sup>167</sup>. È possibile classificare questa generazione di biocarburanti in funzione della materia prima dalla quale viene avviata la produzione (materiale alimentare di origine ligno-cellulosica, materiale non alimentare della stessa origine, residui della lavorazione del legno, colture dedicate, etc.). I principali vantaggi dei biocarburanti di seconda generazione rispetto alla prima sono connessi con il fatto che essi non entrano in competizione con la filiera alimentare e con l'uso del suolo e dell'acqua, inoltre dovrebbero permettere di ottenere risultati migliori in termini sia di bilancio energetico che di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub><sup>168</sup>. Il condizionale è, però, in questo caso d'obbligo in quanto la loro diffusione sul mercato è ancora scarsa e gli impianti produttivi non sono ancora disponibili su vasta scala<sup>169</sup>. È tuttavia interessante notare come anche quando il biocarburante di seconda generazione venga prodotto a partire dalle stesse materie prime dell'antenato di prima generazione, il prodotto risultante abbia performance energetiche migliori<sup>170</sup>.

Una seconda alternativa interessante per la produzione di biodiesel è rappresentata dall'utilizzo di oli alimentari esausti. Gli oli esausti alimentari sono essenzialmente oli di conservazione di alimenti tipo tonno, funghi e vari "sott'olio", oli fritti, grassi raccolti da griglierie, oli e grassi di cottura, burro, etc. Questi oli sono caratterizzati da problemi connessi con il loro smaltimento, dopo la frittura, infatti, l'olio alimentare modifica la sua struttura polimerica originaria, si ossida e assorbe le sostanze inquinanti dalla carbonizzazione dei residui alimentari. La densità aumenta col grado di ossidazione, ma rimane normalmente inferiore a 1.000 g/dm<sup>3</sup>: questo comporta il galleggiamento del residuo sull'acqua, quando viene scaricato in fognatura o sversato in un corpo idrico.

---

167) Zezza A. (2008) *op. cit.*

168) Rajagopal D., Sexton S., Roland-Holst D, Zilberman D., *Challenge of biofuel: filling the tank without emptying the stomach?*, University of California at Berkley, Novembre 2007.

169) Secondo uno studio datato 2008 e condotto dallo European Commission Joint Reaserch Centre questa seconda categoria di biocarburanti non sarà competitiva con la prima fino al 2020. European Commission (Directorate General for Research Sustainable Energy Systems), *Biofuels in the European Union: a Vision for 2030 and Beyond, final report of the Biofuels Research Advisory Council, 2006.*

170) Zezza A. (2008), *op. cit.*

Gli oli e i grassi commestibili costituiscono un grave rischio per gli ecosistemi: l'olio disperso nel sottosuolo deposita un film sottilissimo attorno alle particelle di terra e forma così uno strato di sbarramento tra le particelle stesse, l'acqua e le radici capillari delle piante, impedendo l'assunzione delle sostanze nutritive. L'olio che raggiunge i fiumi, i laghi e il mare, può andare a formare una sottile pellicola impermeabile che impedisce l'ossigenazione e la penetrazione dei raggi solari in profondità, compromettendo così l'equilibrio degli ecosistemi acquatici. Basti pensare che 1 kg di olio esausto può ricoprire la superficie di uno specchio d'acqua per una estensione di circa 1.000 m<sup>2</sup>.

Per contro, la corretta raccolta e successivo trattamento degli oli alimentari usati per cucinare permettono il loro riutilizzo in alcuni processi industriali, tra cui la produzione di biodiesel<sup>171</sup>. Secondo il CONOE (Consorzio Obbligatorio per la raccolta e il trattamento degli oli e grassi vegetali e animali esausti) in Italia si consumano 1.400.000 ton/anno di oli alimentari (pari a 25 kg/anno a persona) di cui circa il 20% diventa esausto e sarebbe, dunque, potenzialmente disponibile per essere riutilizzati a fini energetici come materia

### 6.3 FILIERA OLIO VEGETALE COME CARBURANTE

Gli oli vegetali puri possono essere utilizzati come carburanti nell'autotrazione. Ad oggi le applicazioni si sono essenzialmente concentrate sull'olio di colza poiché è quello regolato dalla norma DIN V 51605 e gli adattamenti ai motori sono stati indirizzati principalmente a:

- Ridurre la viscosità dell'olio vegetale;
- Incrementare la pressione con la regolazione del sistema d'iniezione;
- Adeguare le caratteristiche della fiamma;
- Ridurre la formazione dei residui in camera di combustione;
- Contenere il livello delle emissioni.

Il principale interesse verso questa filiera deriva dal fatto che essa permette di ottenere e reimpiegare l'olio vegetale tal quale come biocombustibile in azienda. Questo può rappresentare un'opportunità interessante per il comparto agricolo, in quanto è possibile ottenere una produzione decentralizzata su piccola scala di biocarburante per l'impiego nei motori agricoli da autotrazione, a seguito di investimenti relativamente contenuti<sup>172</sup>

L'impiego degli oli vegetali puri nell'azienda agricola come carburanti è peraltro agevolato (fino ad una soglia di 5 t/anno) grazie all'esonero dal regime di deposito fiscale. Resta invece irrisolta la questione dell'esenzione dall'accisa che, seppur prevista dal D.lgs. 26/2007, non è tuttavia ancora applicabile<sup>173</sup>.

---

171) Altri utilizzi riguardano ad esempio la produzione di lubrificanti, saponi, tensioattivi, inchiostri, distaccanti, etc.

172) ENAMA (2011).

173) *idem*.

Per contro, esistono tuttora diversi problemi tecnici connessi con l'impiego di olio vegetale come combustibile nei motori diesel. In particolare, i maggiori problemi derivano dalla sua maggiore viscosità rispetto al gasolio, che si accentua con le basse temperature<sup>174</sup>.

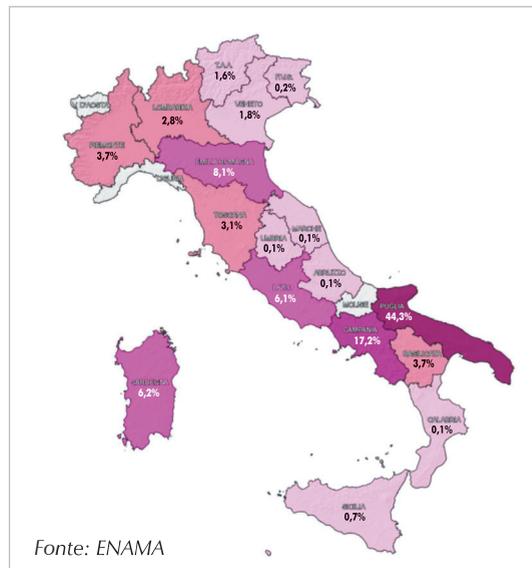
La combustione ad alte temperature di olio vegetale produce maggiori quantità di ossidi di azoto rispetto al gasolio, inoltre, essa provoca una leggera perdita di potenza del motore e un incremento del consumo di carburante, in quanto l'olio di semi di colza è caratterizzato da un potere calorifico più basso rispetto al combustibile fossile tradizionale.

## 6.4 LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA O TERMICA

Dagli oli vegetali puri si può anzitutto produrre energia elettrica (su piccola o su grande scala). La produzione elettrica su piccola scala si realizza in gruppi elettrogeni (motori a ciclo diesel) di potenza compresa tra i 3 kW e i 50 kW. L'energia in questo modo prodotta può essere destinata all'autoconsumo aziendale oppure immessa in rete. In Italia nel 2010 erano in funzione 86 impianti di generazione elettrica da oli vegetali grezzi, per una potenza installata pari a circa 510 MW (dati GSE). L'inclusione all'interno delle statistiche del GSE dei piccoli impianti alimentati a biocombustibili (in questo caso liquidi) ha fatto salire il numero di impianti censiti nel 2011 a oltre 230, per una potenza installata di circa 654 MW ed una produzione di circa 2.530 GWh/anno<sup>175</sup>.

La distribuzione degli impianti è numericamente maggiore nel Nord Italia, seppure la produzione complessiva è superiore nelle regioni meridionali, come sintetizzato nella figura 6.3.1. Pertanto, nel Sud del Paese sono più diffusi impianti di taglia mediamente più elevate, mentre nelle regioni Centro-Settentrionali la tendenza è più orientata verso impianti di piccola taglia diffusi sul territorio secondo un modello decentralizzato e di "filiera corta". Al contrario, i grandi impianti utilizzano per lo più oli vegetali provenienti dai mercati esteri<sup>176</sup>.

**Figura 6.4.1: Produzione regionale da bioliquidi nel 2011<sup>176</sup>.**



174) La maggiore viscosità può causare danneggiamenti sia al sistema di iniezione sia causare incrostazioni a parti interne del motore, nel caso queste vengano raggiunte dall'olio. A causa dell'elevata viscosità che incide sul sistema di alimentazione e di iniezione del motore, si ha una minore polverizzazione nella camera di combustione e di conseguenza una combustione più difficoltosa, associata alla formazione di residui, i quali possono andare a inquinare l'olio motore e possono causare incrostazioni alle fasce elastiche dei pistoni riducendone la tenuta.

175) GSE (2011).

176) ENAMA (2011).

## 6.5 LA COGENERAZIONE

Come analizzato in precedenza, in Italia si sta puntando molto sul settore della cogenerazione da biomassa, poiché si tratta di una tecnologia che abbina i vantaggi della produzione termica e di quella elettrica. Tra le varie fonti di combustione che possono alimentare gli impianti a cogenerazione va annoverato anche l'olio vegetale puro che, come descritto in precedenza, può essere prodotto e reimpiegato anche in piccoli impianti, aumentando i benefici per la filiera agricola energetica.

Il valore aggiunto di un sistema cogenerativo consiste nella possibilità di produrre elettricità e allo stesso tempo recuperare quel calore che di solito rimane inutilizzato e viene disperso in atmosfera. L'elettricità prodotta dal cogeneratore trova una giusta valorizzazione sia nell'autoconsumo aziendale sia nella cessione alla rete elettrica, grazie anche agli incentivi previsti. Questi impianti, infatti, utilizzano olio vegetale di tracciabilità europea (cfr. FOCUS) e garantiscono all'utilizzatore l'incentivo da parte del GSE (Tariffa

onnicomprensiva) di 0,28 € per ogni kWh prodotto e immesso in rete. Il calore prodotto invece può essere opportunamente utilizzato per soddisfare i fabbisogni termici aziendali, ad esempio per riscaldare gli edifici, le stalle, per l'essiccazione dei foraggi oppure distribuito attraverso piccole reti di teleriscaldamento. La valorizzazione della cogenerazione dovrebbe quindi trovare applicazione solo laddove siano presenti utenze caratterizzate da un'elevata e costante domanda termica.

### 6.5.1. Sistemi di cogenerazione

La configurazione più diffusa prevede l'abbinamento tra un motore a combustione interna, in cui l'energia meccanica viene trasformata da un generatore in energia elettrica, e un sistema di recupero del calore di scarto per la produzione di energia termica. Sul mercato sono reperibili generatori e cogeneratori di qualsiasi taglia, a partire da poche decine di kW fino a impianti da molti MW.

Le soluzioni impiantistiche di cogenerazione prevedono l'utilizzo di motori ad accensione comandata (secondo il ciclo Otto) oppure ad accensione spontanea (basata sul ciclo Diesel). Questi provvedono alla generazione di energia meccanica, convertita poi in elettrica tramite apposito alternatore. Il recupero termico viene invece effettuato su tutti i fluidi operanti nel motore: aria di sovralimentazione, acqua di raffreddamento, olio di lubrificazione, gas di scarico. Il maggior recupero di calore si ottiene dai gas di scarico (circa la metà del totale) e dall'acqua di raffreddamento delle camicie dei cilindri.

#### FOCUS

##### L'OLIO DI TRACCIABILITÀ EUROPEA

(circolare Mipaaf 31 marzo 2010, n. 552031)

**Definizione: prodotto estratto da piante oleaginose, mediante spremitura meccanica a freddo, chimicamente non modificato e derivante da siti produttivi all'interno della Comunità Europea.**

È questo il presupposto unico e fondamentale per poter accedere all'incentivazione per la produzione di energia elettrica da biomasse. Tutti gli operatori della filiera devono garantire per la propria lavorazione la tracciabilità del prodotto della materia agricola utilizzata (regolamento CE 73/2009).

Un impianto ad energia totale basato su motori alternativi è caratterizzato da una totale indipendenza della generazione elettrica da quella termica, dal momento che le utenze termiche vengono alimentate con i cascami energetici della produzione elettrica.

Gli elementi fondamentali di un sistema di cogenerazione, che si ritrovano in tutte le soluzioni impiantistiche, sono:

- il motore primo che attua la conversione dell'energia termica introdotta in energia meccanica;
- il generatore elettrico accoppiato al motore primo che trasforma l'energia meccanica in energia elettrica;
- gli scambiatori di calore intermedi nella rete termica;
- gli scambiatori di calore dispersivi, atti a dissipare il calore in eccesso rispetto alle esigenze dell'utenza;
- eventuali dispositivi di introduzione aggiuntiva di calore (post-combustori e caldaie supplementari);
- le reti di distribuzione del calore (ad uno o più livelli termici);
- la strumentazione di regolazione e controllo dell'impianto;
- l'impianto elettrico di allacciamento allo stabilimento;
- i sistemi di antinquinamento e di insonorizzazione della centrale cogenerativa.

Per quanto riguarda le soluzioni impiantistiche, di seguito vengono brevemente esposte le più utilizzate:

- Cogenerazione da impianti Diesel ad olio vegetale: impiega oli vegetali grezzi per l'alimentazione di motori a ciclo Diesel di grande taglia destinati alla produzione di energia elettrica (5-15 MWe con rendimenti netti del 45-47%)
- Motori Stirling: viene realizzato con potenze molto ridotte (10-15 kW) e rappresenta quindi un'alternativa tecnologica molto promettente nel settore della produzione di energia elettrica da biomasse su piccola scala.
- Cogenerazione con ciclo Rankine a fluido organico (ORC: Organic Rankine Cycle): con potenza nominale tipicamente compresa tra 400 e 1.500 kWe per unità.

## 6.5.2 Il dimensionamento dell'impianto

Il dimensionamento dell'impianto dipende sia dalla quantità di materia prima disponibile, sia da considerazioni sugli iter autorizzativi previsti e sui tempi di ritorno dell'investimento. Particolarmente interessanti i casi di cogeneratori di potenza elettrica inferiore a 1 MW: si tratta infatti di impianti che favoriscono la creazione di filiere corte, caratterizzate da una piena sostenibilità sociale e ambientale del processo produttivo e che rappresentano una forma di investimento particolarmente interessante nel settore delle rinnovabili.

La convenienza e la fattibilità dell'impianto devono essere attentamente valutate: di seguito vengono presentati i dati relativi a tre impianti di cogenerazione a olio vegetale<sup>178</sup> caratterizzati da:

- Potenza elettrica di 990 kW
- Produzione di 7.920 MWh/anno
- Utilizzo di olio vegetale tracciato ai sensi del regolamento (CE) n. 73/2009 (possono quindi beneficiare della Tariffa fissa onnicomprensiva di 0,28 €/kWh).

I dati economico-finanziari relativi ai tre impianti, sintetizzati nella tabella 6.5.1, differiscono tra loro a seconda del livello di recupero dell'energia termica in cogenerazione (nessun recupero, recupero parziale, recupero totale):

- Il primo esempio riguarda un impianto che produce soltanto energia elettrica, **senza recupero** e valorizzazione economica del calore.
- Il secondo esempio riguarda un impianto che non solo produce energia elettrica, ma recupera **una parte del calore**.
- Il terzo esempio è relativo ad un impianto che recupera e valorizza **tutto il calore** prodotto.

**Tabella 6.5.1: Confronto dati economico-finanziari tra i tre impianti analizzati**

	Impianto 1 Senza recupero di calore	Impianto 2 Recupero parziale di calore	Impianto 3 Recupero totale di calore
Potenza Elettrica	990 kW	990 kW	990 kW
Recupero Energia Termica	Nessuno	450 kW	900 kW
Investimento Previsto	1200000	1280000	1280000
Valore Attuale Netto (VAN)	€ 1.922.166,59	€ 2.929.816,73	€ 4.029.894,41
Tasso Interno di Rendimento (IRR)	0,4487	0,7107	1,2435
Tempo di rientro dell'investimento	48 mesi	43 mesi	35 mesi

Fonte: Frigerio D., *Cogenerazione a olio vegetale: tre esempi economici*, 21 Febbraio 2011

Determinanti ai fini di una migliore redditività economica appaiono i "costi evitati", grazie all'autoconsumo del calore prodotto o eventualmente della cessione dello stesso. Calore che può essere utilizzato per riscaldare e produrre acqua calda sanitaria, riscaldare gli ambienti o per applicazioni industriali.

178) L'analisi si basa su: Frigerio D., *Cogenerazione a olio vegetale: tre esempi economici*, 21 Febbraio 2011 ([www.nextville.it](http://www.nextville.it)).

In effetti, si può notare come la redditività del secondo e terzo impianto sia superiore rispetto al primo. Tale vantaggio è appunto dovuto ai benefici economici derivanti dal calore prodotto in cogenerazione. A seconda dell'utilizzo che si intende fare del calore, il beneficio economico che ne deriva può essere valutato in termini di "costo evitato", nel caso di autoconsumo interno, oppure di guadagno diretto, nel caso ad esempio di immissione del calore in reti di teleriscaldamento.

### 6.5.3 Vantaggi e limiti della cogenerazione

I principali vantaggi conseguibili da un uso più completo delle fonti energetiche riguardano il miglioramento dei rendimenti globali e, quindi, la diminuzione dei consumi rispetto alle fonti energetiche tradizionali. Inoltre, la cogenerazione consente un utilizzo più efficiente delle risorse energetiche e, a parità di energia utile ricavata, si usa una minor quantità di combustibile e si hanno emissioni più contenute di prodotti della combustione.

**Tabella 6.5.2: Principali vantaggi della cogenerazione**

VANTAGGI ECONOMICI	VANTAGGI AMBIENTALI	VANTAGGI ENERGETICI
A parità di potenza, miglioramento dei rendimenti globali di utilizzo e, quindi, diminuzione dei consumi,	A parità di energia utile ricavata, minor combustibile utilizzato.	Utilizzo più efficiente delle risorse.
Riduzione dipendenza da fonti energetiche tradizionali	A parità di energia utile ricavata, l'emissione di prodotti della combustione è più contenuta.	Riduzione degli sprechi.

Fonte: Frigerio D., *Cogenerazione a olio vegetale: tre esempi economici*, 21 Febbraio 2011

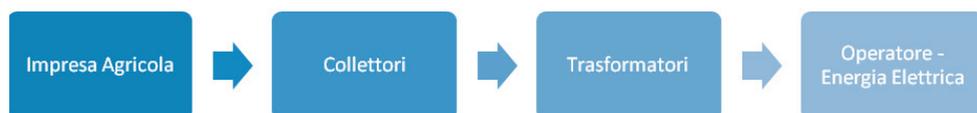
Per contro, il limite principale della cogenerazione riguarda la corrispondenza tra produzione e domanda, sia sul lato elettrico, che su quello termico: risulta necessario quindi ottenere rendimenti complessivi il più elevati possibile ma anche usare razionalmente le energie prodotte. È necessario quindi che la domanda di elettricità e calore da parte dell'utenza sia coerente con la macchina impiegata.

Sotto il profilo logistico, affinché si realizzi una convenienza economica per l'impianto, le utenze termiche ed elettriche dovrebbero trovarsi nelle vicinanze del sistema di generazione energetica, in particolare per quanto riguarda la rete di distribuzione del calore.

## 6.6 DIMENSIONAMENTO DELLA FILIERA

Una filiera standard che utilizzi oli vegetali per la produzione di energia elettrica (e, in caso, termica tramite cogenerazione) è composta da almeno quattro fasi, come sintetizzato nella figura 6.5.1:

**Figura 6.6.1: Composizione della filiera standard degli oli vegetali a fini energetici 2010**



Fonte: MIPAAF

L'impresa agricola, dunque, dopo la raccolta dei semi, li indirizzerà (attraverso dichiarazione di consegna e documentazione di carico e scarico e un documento di trasporto) ad un collettore. Il collettore dovrà anch'esso essersi costituito parte del fascicolo aziendale per documentare e attestare la sua attività, rispettando le norme sulla tracciabilità. Il seme venduto passerà ad un trasformatore che, fisicamente, procederà alla spremitura per ottenere l'olio vegetale. Il seme tracciato, accompagnato da tutta la documentazione predisposta durante tutte le lavorazioni, diventa olio vegetale grezzo tracciato<sup>179</sup>. L'olio ormai tracciato raggiungerà quindi l'operatore elettrico che possiede qualifica IAFR, rilasciata dal GSE, che utilizzerà l'olio OVP per produrre energia elettrica. Questo dovrà avere un fascicolo aziendale completo di tutti i dati dell'impianto presso il GSE stesso<sup>180</sup>.

Si tratta pertanto di una filiera perlopiù industriale in cui la parte agricola è limitata al primo passaggio. Le economie di scala legate ai costi di manutenzione e i migliori rendimenti che si hanno per impianti di taglie maggiori rendono economicamente sostenibili taglie delle centrali a olio vegetale superiori a 50 MWe.

Questo genere di filiera, però, presenta delle problematiche connesse soprattutto con la disponibilità di materia prima e la concorrenza tra gli utilizzi alimentare ed energetico.

Come si è avuto modo di analizzare in precedenza, in Italia esistono oltre 230 impianti di generazione elettrica da oli vegetali, per una potenza installata di circa 654 MW. Un'analisi basata sulla potenza installata al 2009 (96 impianti pari a circa 560 MW) ha calcolato che per arrivare ad alimentare con oli vegetali puri gli impianti esistenti occorrerebbero oltre 300.000 ha/anno di superfici coltivate ad oleaginose.

<sup>179</sup>) Anche il trasformatore sarà chiamato a costituirsi parte del fascicolo aziendale, mediante dichiarazioni di carico e scarico, trasporto, origine del seme, procedura di spremitura e le certificazioni che attestino il deposito fiscale e l'impianto di transito.

<sup>180</sup>) Circolare Mipaaf 31 marzo 2010, n. 552031.

Ad oggi, le superfici destinate a tali colture, senza distinguere tra gli utilizzi finali (alimentare, chimico ed energetico) ammontano a circa 280.000 ha/anno (tabella 6.6.2). Di questi, meno del 20% sono attualmente destinati all'impiego energetico. È per questo motivo che gran parte degli oli impiegati negli impianti esistenti provengono dai mercati esteri, e in particolare dal Sud-Est Asiatico<sup>181</sup>. Tra le principali colture impiegate, si segnalano, in particolare la palma da olio (originaria dell'Africa, ma molto diffusa anche in Indonesia e Malesia) e la jatropha (specie molto diffusa in tutte le zone aride e semi-aride delle regioni tropicali).

**Tabella 6.6.2: Superfici destinati a colture oleaginose in Italia**

COLTURA	2006 (ha)	2007 (ha)	2008 (ha)	2009 (ha)
Soia	171.000	130.000	110.000	135.000
Girasole	144.000	126.500	115.000	125.000
Colza	3.500	7.000	12.500	23.000
<b>Totale</b>	<b>318.500</b>	<b>263.500</b>	<b>237.500</b>	<b>283.000</b>

Fonte: Elaborazioni BMTI su dati Istat

Considerando le problematiche generate da questo tipo di filiere, un'alternativa è rappresentata dal modello della "filiera corta", basata, cioè, su risorse locali – fondiari, umane, di investimenti - che vengono valorizzate nella formazione della produzione energetica e in cui l'impresa agricola svolge anche funzioni di collettore e trasformatore. I vantaggi collegati a questo genere di filiere sono grossomodo gli stessi descritti con riferimento alla filiera del biogas e delle biomasse legnose e includono gli effetti virtuosi riscontrabili sull'economia del territorio legati al mantenimento dell'attività agricola e delle imprenditorie ad essa collegate. Condizione necessaria affinché ci sia piena valorizzazione, è che questa nuova attività si basi su presupposti tecnici coerenti e razionali, cioè su filiere che utilizzino le capacità di lavoro degli impianti in relazione alle superfici dominate in una maniera economicamente sostenibile per l'impresa.

Per questo, il dimensionamento della filiera deve passare almeno per due fasi:

- 1) Il dimensionamento tecnico: cioè, la scelta delle dimensioni più opportune di macchine ed impianti, partendo da definite potenzialità territoriali (ad esempio, la superficie destinata a una certa coltura in un dato territorio).

La dimensione di una filiera Oli vegetali puri-energia elettrica viene definita in funzione della quantità di biocombustibile reperibile e, trattandosi di filiera corta, della superficie disponibile per la coltivazione di biomassa. Le principali unità da dimensionare, a partire dalla superficie coltivabile a disposizione, sono la taglia della macchina spremitrice, la potenza del generatore e, in caso di azienda zootecnica, il carico di bestiame per la valorizzazione del pannello.

Indicativamente, per il dimensionamento, si possono utilizzare semplici relazioni che legano i principali fattori di produzione (superficie coltivata), le produzioni e le caratteristiche delle macchine utilizzate (produzioni, rendimenti, capacità operative, etc.), come sintetizzato nella tabella 6.6.3.

**Tabella 6.6.3: Relazioni per la valutazione dei parametri utili al dimensionamento della filiera**

PARAMETRO	UNITÀ MISURA	RELAZIONE	UNITÀ MISURA	VALORI MISURATI
Taglia spremitrice	kg/h	Area * produzione unitaria / tempo spremitura	ha * kg/ha / h	Produzione unitaria
Produzione complessiva olio	kg	Area * produzione unitaria * resa olio	ha * kg/ha * kg/kg	Resa spremitura olio
Produzione complessiva pannello	kg	Area * produzione unitaria * resa pannello	ha * kg/ha * kg/kg	Resa produzione pannello
Taglia motore	kW	Produzione olio * potere calorifico * tempo funzionamento	kg * kJ/kg / h	Potere calorifico
Carico bestiame	n	Produzione pannello / consumo unitario giornaliero * 365	kg / kg/ capo*giorno	Consumo unitario giornaliero

Fonte: Frigerio D., Cogenerazione a olio vegetale: tre esempi economici, 21 Febbraio 2011.

- 2) La verifica della convenienza economica alla produzione con l'organizzazione di filiera individuata. Lo strumento utilizzato per individuare la dimensione di filiera economicamente più vantaggiosa è il metodo del flusso di cassa scontato, che prevede la definizione dell'utile, supposto costante per tutti gli anni di esercizio, da cui vengono dedotti il valore attuale netto (VAN), l'indice di redditività (IR definito come VAN/I) e il tempo di recupero (TR) dell'investimento. A titolo indicativo, si presenta di seguito una stima della redditività di un piccolo impianto di cogenerazione alimentato a OVP.

**Tabella 6.6.4: Stima redditività di un impianto di cogenerazione (<1 MWe) a OVP**

VOCE	COSTO
Potenza elettrica	930 kWe
Funzionamento	7.500 ore/anno
Volumi	21.000 m <sup>3</sup> – 45.000 m <sup>3</sup>
Potenza termica necessaria	840 kWt
Consumi di olio	2.000 t/anno
Costi	- Impianto: 2,1 MEuro - Gestione (manutenzione, manodopera, acquisto olio): 1,6 MEuro/anno
Ricavi	2,1 MEuro/anno (T.O. e vendita calore)
Utile	0,55 MEuro/anno
Tempo di Ritorno	4 anni

Fonte: Itabia

Infine, per dare un'idea concreta della fattibilità economica dell'investimento, si presenta di seguito l'analisi costi-benefici relativa al caso di un impianto di cogenerazione con olio di girasole su piccola/media scala realizzato nella Provincia di Ancona<sup>182</sup> dalla società Kòmaros Agroenergie Srl<sup>183</sup> (tabella 6.6.5).

I semi di girasole vengono acquistati da agricoltori locali<sup>184</sup> e vengono poi sottoposti al processo di spremitura presso l'oleificio. L'olio di girasole viene quindi prodotto in un oleificio decentralizzato realizzato nei pressi del molino Grottini (terzo molino delle Marche) e viene successivamente impiegato in un gruppo di cogenerazione (della potenza di 420 kW) installato presso l'impianto sportivo 'Palarossini' di Ancona. L'oleificio, che tra l'altro è dotato di un pannello fotovoltaico, ha una capacità produttiva di circa 2.500 l di olio pulito ogni 15 ore di lavoro in continuo.

Il pannello proteico prodotto dalla filtrazione viene stoccato temporaneamente all'interno della struttura che ospita l'oleificio, prima di essere venduto ad alcuni allevamenti locali<sup>185</sup>. L'energia elettrica così prodotta è poi ceduta in rete per mezzo di una cabina elettrica che consente la trasformazione da bassa a media tensione. La cessione di energia elettrica alla rete è pari a circa 2.600 MWh/anno, pagati in base alla tariffa onnicomprensiva 280 €/MWh. La potenza termica generata è resa in parte all'acqua (200 kWt) e in parte recuperata dai fumi di scarico (250 kWt). La cessione di energia termica al Palarossini è di oltre 550 MWht/anno, fatturati ad una tariffa pari a 50 €/MWht.

**Tabella 6.6.5: Analisi Costi-Benefici relativi all'impianto di cogenerazione con olio di girasole**

VOCE	COSTO
Investimento totale oleificio cooperativo	200.000
Costo di acquisto del seme	300 €/t
Produzione media annua di olio	350 t
Produzione media annua di pannello	700 t
Prezzo di vendita del pannello	150-160 €/t
Potenza utile installata del cogeneratore	420 kW
Energia elettrica erogata	2.600 MWh/anno circa
Prezzo di vendita Energia elettrica	280 €/MWh
Energia termica erogata	550 MWh/anno
Prezzo di vendita Energia Termica	50 €/MWht
Consumo di olio	650 t (55% prodotto da Kòmaros, 45% olio tracciato UE acquistato sul mercato)
Investimento totale	588.000 € (di cui 60.000 € per la cabina elettrica)

Fonte: ENAMA

182) L'analisi si basa su: ENAMA, Cogenerazione con OVP su piccola/media scala, Caso Studio N.14, 2010.

183) Si tratta di una società nata nel febbraio 2007 su iniziativa di un gruppo di agricoltori e imprenditori del settore, con lo scopo di produrre energia rinnovabile dalle risorse agricole locali. La società è per un terzo di proprietà della Ital Soc. Coop. Agr., una cooperativa che raggruppa circa 100 agricoltori, e per i restanti due terzi di sei soci fra tecnici e imprenditori agricoli.

184) Kòmaros Agroenergie Srl ha stipulato dei contratti per l'acquisto del seme dagli agricoltori locali per una superficie di circa 350-400 ha. In seguito all'entrata in vigore della tariffa onnicomprensiva, la società ha proposto dei contratti di acquisto ad un prezzo pari a 300 €/t

185) Il pannello proteico, prodotto in forma di scaglie, è venduto ad alcuni allevamenti zootecnici locali (bovini, ovini e suini) sia da carne che da latte, a un prezzo di 150-160 €/t

## 6.7 CONCLUSIONI

In sintesi, la produzione e l'uso di olio vegetale puro come biocarburante, se gestita in modo corretto, può generare una serie di vantaggi interessanti per il settore agricolo. Un beneficio considerevole dell'impiego di olio vegetale puro sta nel fatto che la sua produzione è diretta e avviene all'interno dell'azienda agricola con semplici sistemi di pressatura.

L'impiego di questo biocarburante in agricoltura può inoltre offrire un contributo alla sicurezza negli approvvigionamenti di energia da fonti rinnovabili, incentivando la produzione locale direttamente all'interno delle aziende agricole (singole o associate). Inoltre, l'impiego di olio vegetale come fonte energetica alternativa può contribuire all'integrazione del reddito delle aziende agricole e alla conservazione e/o creazione di occupazione nelle aree rurali.

Un mezzo utile per migliorare l'utile complessivo, è la valorizzazione della destinazione dei diversi prodotti: energetica per olio e residui colturali; zootecnica per il pannello. Inoltre, per ottimizzare gli investimenti, la base produttiva dovrebbe essere, tendenzialmente, ampia, sfruttando quindi l'aggregazione della produzione per avere la massa critica utile, con alcune fasi della filiera (trasformazione del seme, utilizzo dell'olio e del pannello) messe in comune.

Per arrivare a questo tipo di risultato, oltre ad individuare l'ampiezza della filiera ed i suoi attori, è necessario che alla base ci siano degli accordi precisi, anche relativi alla ridistribuzione degli utili, per favorire il mantenimento di tutta la produzione su base locale, permettendo, quindi, che prendano vita dei circuiti virtuosi economico-sociali di grande interesse per il territorio.

Infine, proprio al territorio dovrebbe ritornare l'energia prodotta: tra produttori ed utilizzatori di energia verde dovrebbe essere costituito un consorzio che, oltre a possibili vantaggi tecnico-economici, avrebbe il merito di responsabilizzare i cittadini alle problematiche energetiche, aumentando cultura e consapevolezza nei confronti di questo indispensabile fattore<sup>186</sup>.

---

186) Regione Marche (autori vari), *Agroenergie: Filiere Locali per la Produzione di Energia Elettrica da Girasole, Sintesi dei risultati della ricerca condotta dalla Regione Marche nell'ambito del progetto interregionale "Filie-re biocombustibili dal girasole" (PROBIO), 2005/06.*

## 7. LE FILIERE DELLE BIOMASSA IN TOSCANA

### 7.1 IL POTENZIALE AGRO-ENERGETICO DELLA REGIONE TOSCANA: SINTESI DEI RISULTATI

Di seguito e sulla base di quanto analizzato nel Capitolo 1, vengono riassunte le stime relative al potenziale di biomassa ricavabile dai vari settori nel contesto della Regione Toscana.

Dai residui del settore agricolo sono potenzialmente ottenibili oltre 620mila tonnellate di biomassa l'anno, di cui poco più del 60% proveniente da residui erbacei (soprattutto paglie di frumento). Di questi quantitativi, però, solo il 40% circa, per i residui erbacei, ed il 50% circa, per quelli arborei, appare effettivamente sfruttabile in funzione dei limiti organizzativi e strutturali delle relative filiere.

**Tabella 7.1.1: Disponibilità potenziale/effettiva di residui delle colture arboree ed erbacee in Toscana**

	disponibilità potenziale (t/anno)	disponibilità razionalmente accessibile (t/anno)
Residui delle colture erbacee	395.079	158.032 (ca.)
Residui delle colture arboree	225.781	112.890 (ca.)

Fonte: elaborazione BMTI su dati ENAMA

Dai residui del settore forestale sono potenzialmente ricavabili biomasse per un totale di 1.060.850 m<sup>3</sup>. Anche in questo caso, il quantitativo razionalmente accessibile per la trasformazione energetica è decisamente inferiore ed equivale a poco meno del 60% del potenziale (circa 620 mila m<sup>3</sup>), come indicato nella tabella 7.1.2, in funzione dei limiti di carattere stazionale (quota e pendenza) e di accessibilità (logistica, distanza dalla viabilità, etc.).

**Tabella 7.1.2: Disponibilità potenziale/effettiva di residui forestali in Toscana**

	disponibilità potenziale (m <sup>3</sup> /anno)	disponibilità razionalmente accessibile (t/anno)
Residui forestali	1.060.850	620.366

Fonte: elaborazione BMTI su dati ENAMA

Infine, per quanto concerne il settore zootecnico, le potenzialità sono riassunte nella tabella seguente. Nel complesso, da questo comparto sarebbe possibile ottenere oltre 24 milioni Nm<sup>3</sup>/anno di biogas, di cui oltre il 90% dai residui del settore bovino.

**Tabella 7.1.3: Stima delle disponibilità di biomasse residuali negli allevamenti bovini e suini in Toscana**

	Deiezioni Liquide (m <sup>3</sup> /anno)	Deiezioni Solide (t/anno)	Potenziale Biogas (Nm <sup>3</sup> /anno)
<b>Bovini</b>	1.200.742	151.698	21.910.989
<b>Suini</b>	113.555	5.156	2.305.256

Fonte: elaborazione BMTI su dati ENAMA

È dunque possibile osservare, da un lato, che il settore delle biomasse può rappresentare un potenziale estremamente interessante per l'agricoltura toscana, e più in generale per tutto il settore agro energetico, dall'altro, la differenza sostanziale tra il quantitativo potenziale e quello razionalmente accessibile mette in evidenza i limiti del settore o, più propriamente, di sviluppo della filiera: limiti che però possono anche essere considerati in termini di margini di miglioramento estremamente ampi. La tabella 7.1.4, infine, permette di osservare la produzione regionale effettiva di bioenergie nel 2011.

**Tabella 7.1.4: Produzione da bioenergie in Toscana (2011)**

RU BIO (GWh)	ALTRE BIOMASSE (GWh)	BIOGAS (GWh)	BIOLIQUIDI (GWh)	BIOENERGIE (GWh)
68,5	91,3	131,4	84,7	375,9

Fonte: elaborazione BMTI su dati CSE

## 7.2 IL POTENZIALE AGRO-ENERGETICO DELLA REGIONE TOSCANA: LO STUDIO DELL'ARSIA

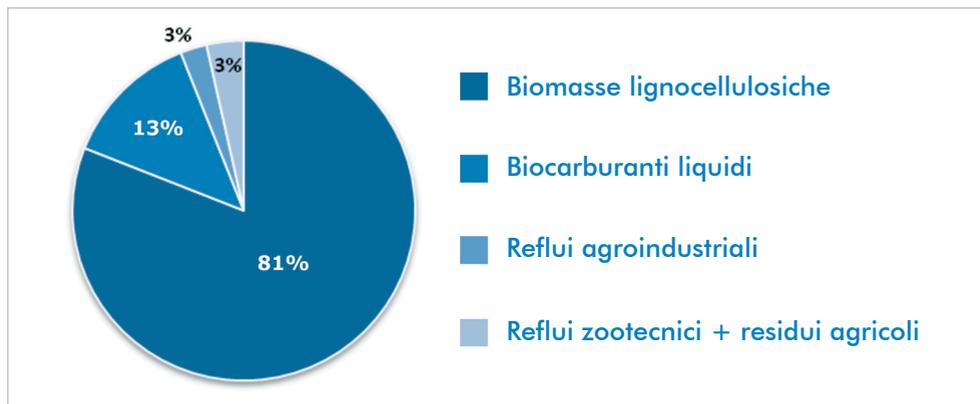
A tal proposito lo studio "Stima della Potenzialità Produttiva delle Agrienergie in Toscana"<sup>187</sup> conferma le considerazioni di cui sopra e le amplia, fornendo un quadro aggiornato delle risorse disponibili per il settore agroenergetico toscano. Il fatto che i dati siano stati raccolti a livello comunale, inoltre, permette di stimare con un certo margine di precisione le potenzialità complessive in termini agricoli e forestali della regione<sup>188</sup>.

<sup>187</sup>) ARSIA (Autori vari), settembre 2009.

<sup>188</sup>) Sebbene lo studio sia datato 2009 i risultati possono essere considerati tuttora validi, se non addirittura sottostimati, specie per quanto riguarda il settore forestale, considerando la tendenziale lentezza con cui mutano le condizioni stazionarie dei boschi. L'eventuale sottostima potrebbe invece derivare da un'eventuale aumento della porzione di boschi abbandonati.

In base a questo studio, per quanto riguarda le biomasse di origine forestale, il potenziale energetico annuo ricavabile dai boschi toscani sarebbe pari a circa 15 milioni di GJ/anno. A questi vanno aggiunti il potenziale proveniente dal settore agricolo, pari a circa 24 milioni di GJ/anno (di cui oltre l'80% da biomasse lignocellulosiche, grafico 7.2.1) per un potenziale totale di circa 39 milioni di GJ/anno.

**Grafico 7.2.1: Il Potenziale Energetico dell'Agricoltura Toscana nel 2009 (diviso per tipologia di biomassa)**



Fonte: elaborazione BMTI su dati ARSIA

### 7.2.1 Il Settore forestale

La Toscana è la prima regione italiana in termini di superficie boscata assoluta: il 47% della sua superficie è infatti boscato, per un totale di oltre un milione di ettari, secondo i dati riportati dall'Inventario Forestale regionale (tabella 7.2.1). Il patrimonio forestale è caratterizzato da un'estrema variabilità nella composizione specifica, passando da specie caratteristiche della macchia mediterranea lungo i litorali fino alle faggete appenniniche.

La maggior parte di tale patrimonio è privato, per lo più suddiviso in piccole e medie proprietà. Oltre l'87% delle aziende possiede superfici forestali di dimensioni inferiori ai 10 ettari. La proprietà comunale è inferiore ai 20.000 ettari, mentre il patrimonio demaniale regionale ammonta a 111.572 ettari, a cui vanno aggiunti 6.150 ettari di proprietà di altri enti pubblici o privati, che sono stati affidati in gestione all'Amministrazione regionale<sup>189</sup>.

Considerando la diffusione delle biomasse di origine legnosa sul territorio toscano e le potenzialità derivanti da una loro valorizzazione, i risultati emersi dallo studio dell'ARSIA, per quanto riguarda le stime dei residui forestali dei boschi regionali<sup>190</sup> mettono in evidenza potenzialità produttive di circa 670.000 t/anno di biomassa che, unite ai residui dell'industria del legno e a quelli derivati dalle manutenzioni degli alvei fluviali e del verde urbano, portano ad una produttività potenziale ecologica di quasi 900.000 t/anno.

<sup>189</sup>) Dati dal Programma Forestale Regionale 2001-2005.

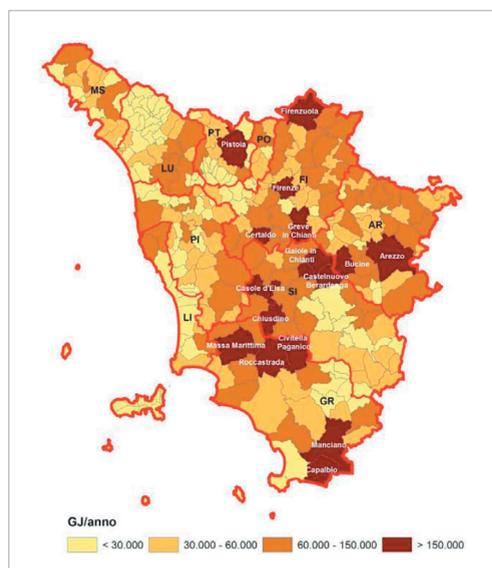
<sup>190</sup>) Valutate rispetto allo scenario "ecologico" (con produzione integrata di assortimenti tradizionali e residui da destinarsi al settore energetico).

**Tabella 7.2.1: Superficie forestale totale e indice di boscosità provinciale e regionale (2009)**

PROVINCE	SUPERFICIE TOTALE (ha)	SUPERFICIE BOSCATATA (ha)	INDICE DI BOSCOITÀ
Arezzo	323.420	167.276	52%
Firenze	351.337	168.021	48%
Grosseto	450.503	160.075	36%
Livorno	121.418	41.203	34%
Lucca	177.373	111.150	63%
Massa	115.512	77.871	67%
Pisa	244.470	79.989	33%
Pistoia	96.439	56.872	59%
Prato	36.586	20.675	57%
Siena	381.983	149.489	39%
<b>Totale</b>	<b>2.299.040</b>	<b>1.032.619</b>	<b>45%</b>

Fonte: elaborazione BMTI su dati ARSIA

L'introduzione delle variabili economiche riduce però sensibilmente le disponibilità delle aree forestali che si fermano ad appena 320.000 t/anno, mentre rimangono praticamente invariate le altre fonti. La discreta differenza di potenzialità produttiva stimata tra la valutazione ecologica e quella economica è legata sia alle difficili condizioni stagionali in cui si trovano i soprassuoli forestali toscani, sia alla scarsa disponibilità (specie in alcune aree), di una efficiente rete di viabilità forestale ed extra-forestale.

**Figura 7.2.1: Il Potenziale Energetico delle Foreste Toscane (Stima CREAR, 2009)**

Fonte: ARSIA

La discreta differenza di potenzialità produttiva stimata tra la valutazione ecologica e quella economica è legata sia alle difficili condizioni stagionali in cui si trovano i soprassuoli forestali toscani, sia alla scarsa disponibilità (specie in alcune aree), di una efficiente rete di viabilità forestale ed extra-forestale.

In sintesi, appare dunque evidente, infatti, come la strutturazione di una filiera forestale-legno energia economicamente efficiente, non possa prescindere dallo sviluppo di un'adeguata rete di piattaforme logistiche e commerciali dei combustibili legnosi. Si tratta pertanto di una condizione necessaria affinché il potenziale regionale (valutato, come visto in precedenza, in circa 15 milioni di GJ/anno, figura 7.2.1) venga adeguatamente sfruttato.

## 7.2.2 Il Settore agricolo

Lo studio presentato nel Capitolo 1 e condotto elaborando i dati dell'Istat ha permesso di stimare la biomassa agricola potenzialmente disponibile nel 2007 a livello regionale, circa 716.000 t di sostanza secca, costituite per i due terzi da materiale di tipo erbaceo e per un terzo da materiale legnoso. Nonostante alcune differenze, è possibile considerare questa analisi e quella dell'ARSIA (2009) complessivamente coerenti.

Le principali discordanze risentono in effetti di alcune differenze nelle definizioni di partenza da parte dei due studi. Di seguito, vengono pertanto riassunti i principali risultati ottenuti dallo studio dell'ARSIA, in modo da avere un'indicazione più specifica tanto della provenienza della biomassa agricola lignocellulosiche (se residuale o da coltura dedicata) tanto della sua distribuzione sul territorio regionale.

Per quanto riguarda le colture dedicate, le superfici potenzialmente destinabili a ciascuna delle specie di colture dedicate di tipo lignocellulosico considerate<sup>191</sup> sono state stimate in circa 453.000 ha. Si tratta prevalentemente di seminativi non irrigui concentrati soprattutto in corrispondenza delle pianure alluvionali della costa e nelle valli dell'interno. La maggior disponibilità di superfici per le colture da biomassa è stata riscontrata nelle province di Grosseto, pari a circa 128.000 ha, dei quali solo il 30% adatti alla coltivazione del pioppo e concentrati prevalentemente nella piana grossetana, tra i fiumi Ombrone e Bruna, e lungo il corso dell'Albegna. Seguono Siena (circa 105.000 ha), Pisa (76.600 ha) e Arezzo (quasi 52.000 ha). Per quanto riguarda quest'ultima, i circa 40.000 ha stimati idonei alla coltivazione del pioppo sono localizzati soprattutto in Val di Chiana, a cavallo con la provincia di Siena, e nella Valle dell'Arno, a cavallo con la provincia di Firenze. Per Livorno e Firenze la disponibilità potenziale è stata stimata tra i 30.000 e i 40.000 ha (tabella 7.2.2).

**Tabella 7.2.2: Superfici potenzialmente destinabili alle diverse colture dedicate di tipo lignocellulosico (ha) – 2009**

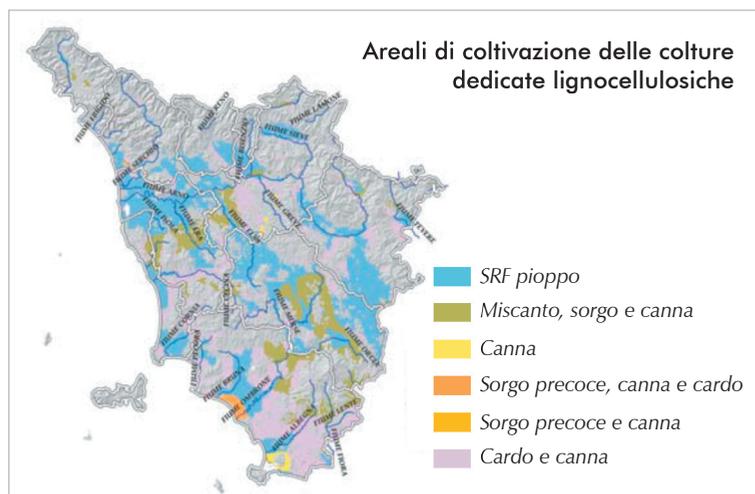
Province	SRF pioppo	Sorgo	Sorgo precoce	Miscanto	Canna	Cardo	Totale
Arezzo	40.195	844	0	227	6.770	3.523	51.559
Firenze	20.440	4.829	0	1.300	7.591	3.201	37.361
Grosseto	40.880	14.325	4.024	3.857	43.968	20.822	127.876
Livorno	22.791	2.578	75	694	3.931	1.703	31.772
Lucca	5.426	84	0	22	902	474	6.908
Massa	549	177	0	48	99	28	901
Pisa	47.856	11.768	0	3.168	10.084	3.724	76.600
Pistoia	10.457	0	0	0	423	228	11.108
Prato	3.764	0	0	0	175	94	4.033
Siena	60.140	26.205	0	7.055	10.026	1.599	105.025
Toscana	252.500	60.811	4.099	16.372	83.969	35.395	453.146

Fonte: elaborazione BMTI su dati ARSIA

191) Si tratta di quelle specie che, in base alle sperimentazioni condotte in diversi areali italiani, hanno dimostrato la maggiore adattabilità, facilità di gestione e produttività per l'introduzione negli ambienti pedoclimatici italiani.

Per quanto riguarda la Provincia di Firenze, i circa 37.000 ha destinabili alle colture dedicate (circa 20.500 ha adatti alla Srf di pioppo e circa 13.700 ha adatti alla coltivazione di miscanto, sorgo e canna) sono distribuiti principalmente nella zona pianeggiante del Mugello, nella Valle dell'Arno, in Val d'Elsa e nella pianura del Bisenzio (fig. 7.2.2).

**Figura 7.2.2: Distribuzione delle superfici potenzialmente destinabili alle colture energetiche considerate (2009)**



Fonte: ARSIA

Per quanto riguarda le rese di ciascuna coltura, i valori sono sintetizzati nella tabella 7.2.3<sup>192</sup>. Per tutte le colture i valori più elevati sono stati stimati nelle province a nord della regione, a Massa Carrara e a Lucca. Anche nelle province di Pisa, Livorno e Prato sono stati stimati alti livelli di resa. Le rese più basse sono state stimate per le province di Grosseto e Siena.

**Tabella 7.2.3: Rese medie provinciali, stimate per le colture dedicate di tipo lignocellulosico (t s.s./ha) – ARSIA 2009**

Province	Canna	Cardo	Miscanto	Pioppo	Sorgo	Sorgo precoce
Arezzo	26,9	9,9	22,0	15,6	22,0	13,2
Firenze	25,9	9,5	21,1	15,0	21,2	12,7
Grosseto	24,2	8,9	19,7	14,0	19,7	11,8
Livorno	31,8	11,7	25,9	18,4	25,9	15,6
Lucca	38,2	14,0	31,2	22,1	31,2	18,7
Massa	38,2	14,0	31,2	22,1	31,2	18,7
Pisa	31,4	11,5	25,6	18,2	25,7	15,4
Pistoia	27,6	10,2	22,5	16,0	22,6	13,5
Prato	34,9	12,8	28,5	20,2	28,5	17,1
Siena	24,9	9,1	20,3	14,4	20,3	12,2

Fonte: elaborazione BMTI su dati ARSIA

<sup>192</sup> Le rese stimate per le colture da biomassa lignocellulosica riflettono i livelli produttivi di frumento duro e girasole, determinati a livello provinciale a partire dai dati di produzione Istat dal 2004 al 2007.

Su queste basi è stata stimata la produzione ipotetica di biocombustibili solidi (cfr. Focus Metodologia).

In base allo scenario ipotizzato è stata stimata una produzione di residui agricoli maggiore nelle province di Firenze (68.000 t s.s./anno), Grosseto (55.000 t s.s./anno) e Siena (62.000 t s.s./anno). Nelle province di Arezzo, Livorno e Pistoia, sono state stimate produzioni comprese tra 16.000 t s.s./anno e poco più di 28.000 t s.s./anno. Nelle province di Lucca, Massa Carrara e Prato i livelli di produzione sono risultati inferiori a 10.000 t s.s./anno (tab. 7.2.4).

Considerando i livelli di produzione di biomassa stimati per le sole colture dedicate, sono risultate particolarmente favorite le province di Grosseto (213.000 t s.s./anno) e Siena (173.000 t s.s./anno), mentre nelle province di Firenze e Livorno sono state stimate circa 65.000 t s.s./anno (tabella X).

L'analisi del potenziale energetico dai residui agricoli e dalle colture dedicate ha permesso di evidenziare che le province di Grosseto e Siena (circa 9 milioni di GJ/anno) possono da sole coprire quasi il 50% della produzione di biomasse agricole della regione pari a 19,6 milioni di GJ/anno.

**Tabella 7.2.4: Produzioni stimate delle biomasse lignocellulosiche e relativo potenziale energetico**

Province	Colture dedicate (t s.s./anno)	Residui agricoli (t s.s./anno)	Totale (t s.s./anno)	Colture dedicate (GJ/anno)	Residui agricoli (GJ/anno)	Totale (GJ/anno)
Arezzo	91.408	28.353	119.761	1.689.818	511.283	2.201.101
Firenze	65.043	68.206	133.249	1.196.729	1.230.695	2.427.424
Grosseto	213.392	55.264	268.656	3.920.255	990.719	4.910.975
Livorno	66.416	16.420	82.835	1.245.352	292.826	1.538.178
Lucca	14.073	9.399	23.472	264.289	168.065	432.354
Massa	2.390	3.300	5.690	43.867	59.102	102.969
Pisa	127.793	31.492	159.285	2.338.598	559.908	2.898.506
Pistoia	13.299	16.629	29.928	261.458	300.568	562.026
Prato	9.354	3.995	13.350	174.579	72.135	246.714
Siena	173.427	61.922	235.349	3.218.038	1.105.614	4.323.652
<b>Totale</b>	<b>776.596</b>	<b>294.980</b>	<b>1.071.575</b>	<b>14.352.982</b>	<b>5.290.915</b>	<b>19.643.898</b>

Fonte: elaborazione BMTI su dati ARSIA

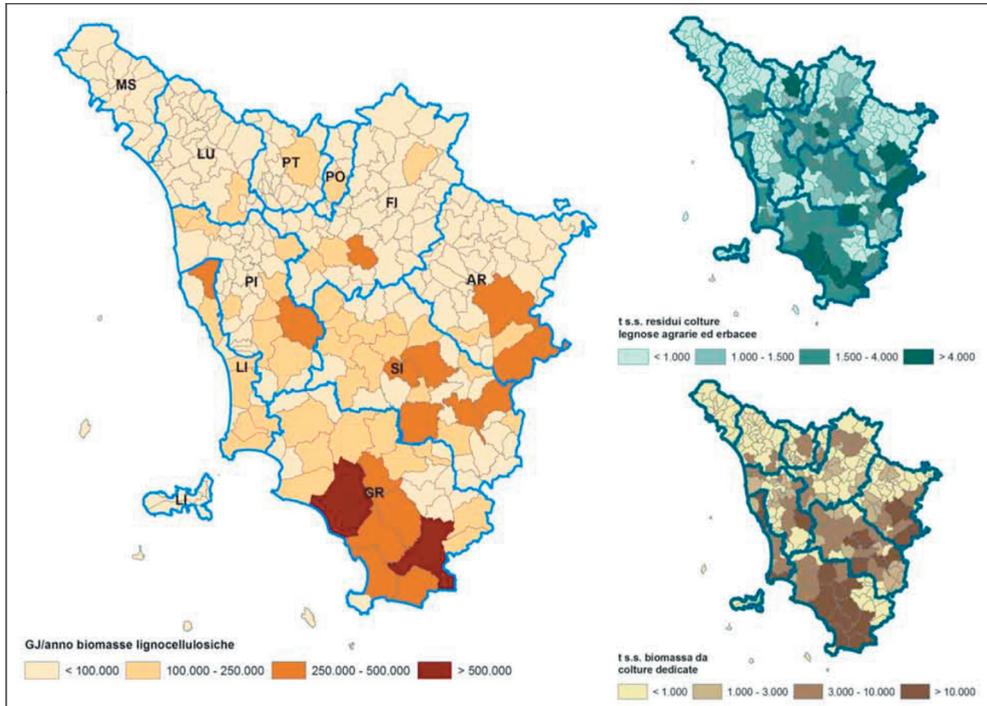
### FOCUS: Metodologia per la stima della produzione ipotetica di biocombustibili solidi

La stima si è basata su assunzioni di tipo agronomico-ambientale e considerando in parte le dinamiche di sviluppo che hanno caratterizzato il settore agricolo delle diverse province negli ultimi anni. In particolare per i residui delle colture arboree è stato ipotizzato uno sfruttamento massimo del 75% del potenziale stimato, considerando le probabili difficoltà che le aziende di piccole dimensioni e delle aree collinari incontrerebbero nella gestione delle potature ai fini energetici.

Per il recupero dei residui di tipo erbaceo è stato invece supposto, come limite massimo, lo sfruttamento del 20% del potenziale stimato, ipotizzando di sottrarre residui dallo stesso appezzamento con ritmo non superiore ai 5 anni, al fine di evitare un eccessivo impoverimento in sostanza organica dei suoli agrari.

Per le colture da biomassa è stato supposto uno sfruttamento delle superfici potenziali stimate non superiore al 10%, quota che nel recente passato era stata destinata al set-aside e che, al 2007, è risultata comunque incolta, dato il progressivo abbandono di seminativi evidenziato soprattutto nel settore cerealicolo.

**Figura 7.2.3: Produzione potenziale annua di energia dal comparto agricolo, espressa in GJ (a sinistra), utilizzando biomasse residue (in alto, a destra) e biomasse prodotte da colture dedicate (in basso, a destra) (Stima CRIBE, 2009)**



Fonte: ARSIA

### 7.2.3 I Biocarburanti Liquidi

Lo studio dell'ARSIA valuta la disponibilità di superfici idonee per la coltivazione di specie oleaginose pari a circa 450.000 ha, di cui 164.000 ha per il girasole. Le superfici destinabili invece alla produzione di bioetanolo ammonterebbero a poco meno di 220.000 ha, dei quali 184.800 ha destinabili alla coltivazione di mais e 34.000 ha sfruttabili per la coltivazione di frumento tenero o altri cereali autunno-vernini (tabella 7.2.5).

La provincia che risulta più vocata alle colture oleaginose è Grosseto, con circa 100.000 ha potenzialmente destinabili a tali coltivazioni. Altre aree adatte alla produzione di colza e girasole sono localizzate a sud delle province di Siena (45.000 ha) e Arezzo (14.000 ha). Nelle province di Pisa e Firenze, le aree vocate alla coltivazione delle due oleaginose sono localizzate nell'alta Val di Cecina, nell'alta Val d'Elsa e nell'alta Val d'Era, come si può osservare nella figura 7.2.4 che fa riferimento al complesso delle superfici destinabili alla produzione di biocarburanti liquidi.

**Tabella 7.2.5: Superfici potenzialmente destinabili alle colture dedicate per le filiere del bioetanolo e del biodiesel (ha)**

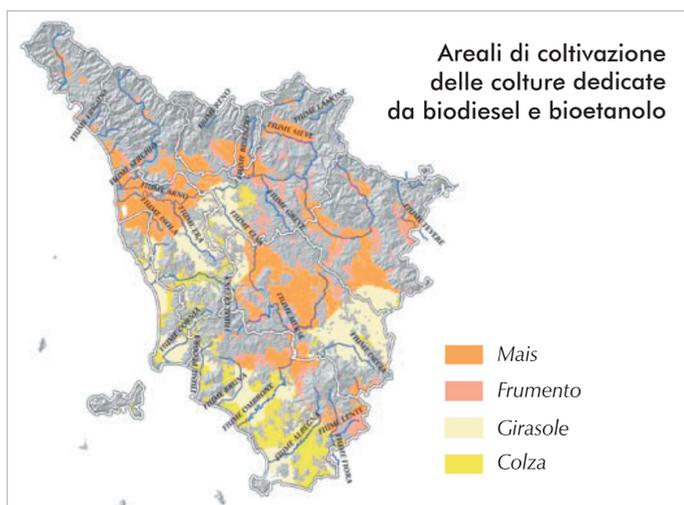
Province	BIOETANOLO		BIO DIESEL		Totale
	Mais	Frumento	Girasole	Colza	
Arezzo	28.149	9.714	13.345	351	51.559
Firenze	17.536	6.549	10.333	2.943	37.361
Grosseto	19.395	9.875	46.033	52.573	127.875
Livorno	5.820	0	21.088	4.865	31.773
Lucca	5.555	1.353	0	0	6.908
Massa	822	79	0	0	901
Pisa	36.925	1.881	29.036	8.759	76.601
Pistoia	10.457	651	0	0	11.108
Prato	3.764	270	0	0	4.034
Siena	56.358	3.588	44.098	982	105.026
<b>Totale</b>	<b>184.781</b>	<b>33.959</b>	<b>163.932</b>	<b>70.474</b>	<b>453.146</b>
	<b>Totale Bioetanolo (Mais+Frumento)</b>	<b>218.740</b>	<b>Totale Biodiesel (Girasole+Colza)</b>	<b>234.406</b>	

Attenzione:  
testo  
troncato

Fonte: elaborazione BMTI su dati

In tal senso, per quanto riguarda la produzione di bioetanolo risultano particolarmente vocate alla coltivazione di mais e frumento tenero le pianure a nord della provincia di Siena (circa 60.000 ha), la piana pisana (circa 39.000 ha), la Valle dell'Arno e il Mugello in provincia di Firenze (24.000 ha), la Valle dell'Arno e la Val di Chiana nella provincia di Arezzo (38.000 ha) e le zone pianeggianti delle provincie di Prato, Pistoia e Lucca (fig. 7.2.4).

**Figura 7.2.4:**  
**Superfici potenzialmente destinabili a coltivazioni energetiche per biocarburanti liquidi (OVP, bioetanolo e biodiesel)**



Fonte: ARSIA, 2009

Anche in questo caso, per tutte le colture, i valori più elevati delle rese sono stati stimati<sup>193</sup> nelle province a nord della regione, nelle province di Massa Carrara e Lucca (tabella 7.2.6).

**Tabella 7.2.6: Rese stimate delle colture destinate alla produzione di biocarburanti liquidi (t/ha)**

Province	Colza	Girasole	Frumento	Mais
Arezzo	2,3	2,5	2,7	6,8
Firenze	2,2	2,4	2,6	6,5
Grosseto	2	2,2	2,4	6,1
Livorno	2,7	2,9	3,2	8
Lucca	3,2	3,5	3,8	9,6
Massa	3,2	3,5	3,8	9,6
Pisa	2,6	2,9	3,2	7,9
Pistoia	2,3	2,6	2,8	7
Prato	2,9	3,2	3,5	8,8
Siena	2,1	2,3	2,5	6,3

Fonte: elaborazione BMTI su dati ARSIA

Anche in questo caso l'ARSIA ha stimato la produzione ipotetica di biocombustibili liquidi, analogamente con quanto fatto per quelli solidi (cfr. Focus metodologico).

In base al valore energetico delle produzioni stimate, la provincia di Grosseto è risultata in assoluto la più produttiva, con più di 760.000 GJ/anno. Rilevanti anche le potenzialità delle province di Siena e Pisa che superano entrambe i 500.000 GJ/anno.

#### FOCUS:

##### Metodologia per la stima della produzione ipotetica di biocombustibili liquidi

La stima è stata basata su assunzioni di tipo agronomico e sui risultati ottenuti dall'analisi di scenario condotta per i biocombustibili solidi. Infatti è stato ipotizzato un ordinamento colturale che tiene conto anche dell'eventuale presenza di colture da biomassa lignocellulosica. Quindi è stato supposto di destinare alle colture oleaginose da biodiesel non oltre il 20% delle superfici rimaste disponibili dopo l'inserimento delle colture lignocellulosiche, considerandolo un limite massimo determinato sostanzialmente dall'impossibilità di avvicinare colza e girasole con turni inferiori ai tre anni, per problemi di tipo fitosanitario e tenendo conto della possibile presenza negli ordinamenti colturali di colture foraggere. Lo stesso criterio è stato adottato anche per le colture da bioetanolo al solo scopo di poter direttamente comparare le due filiere dei combustibili liquidi.

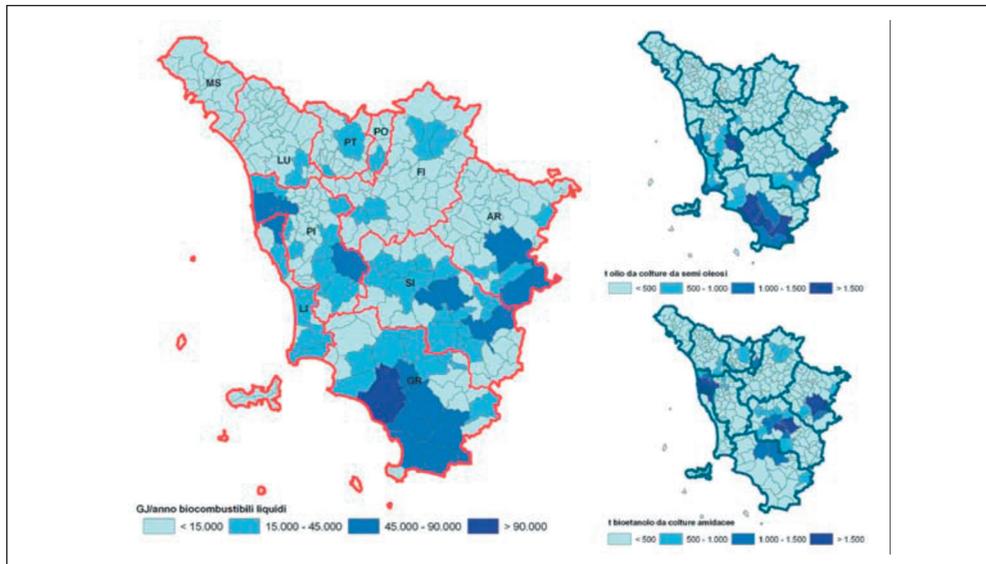
<sup>193</sup> Le rese potenziali stimate per le colture da destinare alla produzione di biocarburanti liquidi riflettono i livelli produttivi di frumento duro e girasole determinati, a livello provinciale, a partire dai dati Istat dal 2004 al 2007, ipotizzandone la coltivazione in asciutta. Le rese riportate tengono conto dei valori massimi di umidità tecnica per la commercializzazione della granella delle rispettive colture (9% per le oleaginose, 15% per il mais e 14% per il frumento).

**Tabella 7.2.7: Produzioni stimate di biodiesel e bioetanolo e relativo potenziale energetico**

Province	Biodiesel (t/anno)	Bioetanolo (t/anno)	Biodiesel (GJ/anno)	Bioetanolo (GJ/anno)
Arezzo	2.574	9.391	94.026	253.559
Firenze	2.386	5.681	87.542	153.397
Grosseto	16.325	6.142	603.616	165.828
Livorno	5.693	2.012	208.746	54.332
Lucca	0	2.534	0	68.416
Massa	0	355	0	9.582
Pisa	8.238	12.886	302.368	347.928
Pistoia	0	3.222	0	87.007
Prato	0	1.470	0	39.685
Siena	7.823	15.639	285.674	422.259
<b>Totale</b>	<b>43.039</b>	<b>59.333</b>	<b>1.581.972</b>	<b>1.601.994</b>

È infine possibile osservare nella figura 7.2.5 come le maggiori potenzialità per la produzione di energia a partire da biocombustibili liquidi siano localizzate nelle aree del centro-sud della regione. In particolare, si può distinguere una zona centrale maggiormente vocata alla filiera del bioetanolo e una zona meridionale maggiormente vocata alla filiera del biodiesel.

**Figura 7.2.5: Potenziale energetico dei biocombustibili liquidi, espressa in GJ (a sinistra); produzione stimata al 2013 di olio (in alto, a destra) e di bioetanolo (in basso, a destra) (2009)**



Fonte: ARSIA

In sintesi, dunque, dall'indagine dell'ARSIA emerge che, nel complesso, sfruttando al massimo il 18% dei seminativi sostanzialmente pianeggianti (cioè circa il 20% di tutti i seminativi più facilmente meccanizzabili che resterebbero disponibili dopo aver destinato il 10% degli stessi alle colture da biomassa lignocellulosica), i biocarburanti producibili a livello regionale potrebbero fornire al settore dei trasporti un contributo energetico pari a circa 3.200.000 GJ/anno, considerando le produzioni stimate di circa 43.000 t/anno di biodiesel da girasole e colza e le circa 59.000 t/anno di bioetanolo ottenibile principalmente dal mais.

### 7.2.4 Il Biogas

Analogamente a quanto visto in precedenza, è stata anche operata una stima della produzione ipotetica di biogas sulla base dell'ipotesi di sfruttamento del quantitativo totale dei reflui zootecnici e dei residui del comparto orticolo (tabella 7.2.8).

**Tabella 7.2.8: Produzioni stimate di reflui zootecnici destinabili alla trasformazione in biogas e relativa resa energetica**

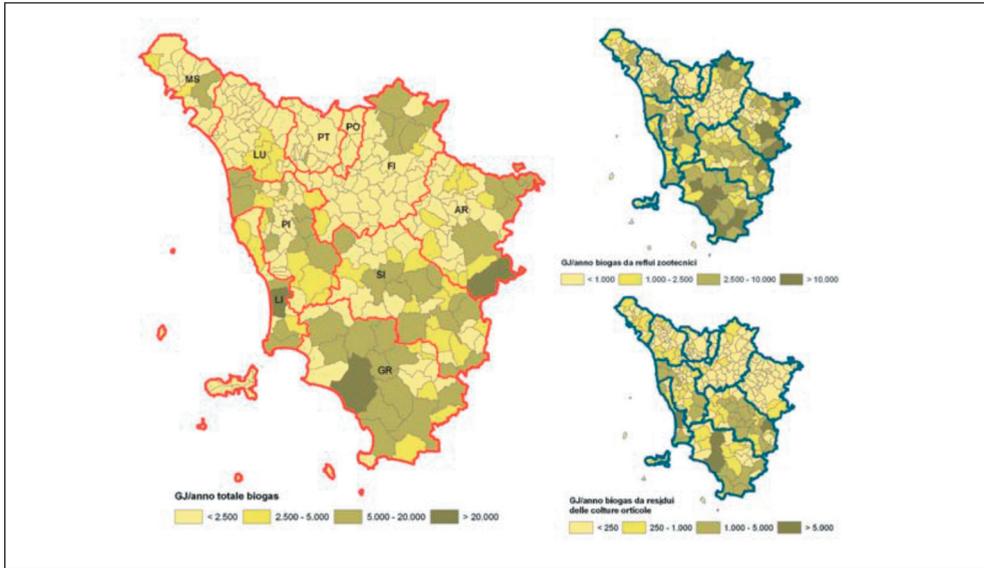
Province	Reflui bovini (t/anno)	Reflui suini (t/anno)	Reflui avicoli (t/anno)	Totale Reflui (t/anno)	Totale Reflui (GJ/anno)
Arezzo	207.648	183.613	4.967	396.227	147.201
Firenze	218.399	19.548	1.967	239.914	71.840
Grosseto	498.804	52.278	2.667	553.749	154.209
Livorno	31.793	8.146	594	40.533	20.067
Lucca	75.414	7.019	2.050	84.483	29.914
Massa	62.864	11.178	857	74.899	22.307
Pisa	128.946	72.414	10.443	211.804	104.258
Pistoia	29.257	11.493	895	41.646	18.706
Prato	9.914	660	175	10.749	3.451
Siena	200.007	58.967	4.431	263.405	92.598
<b>Totale</b>	<b>1.463.046</b>	<b>425.317</b>	<b>29.045</b>	<b>1.917.409</b>	<b>664.550</b>

Fonte: elaborazione BMTI su dati ARSIA

I risultati ottenuti, come si può osservare nella tabella 7.2.8, hanno evidenziato una produzione totale di reflui zootecnici a livello regionale pari a circa 1.917.000 t, delle quali il 50% si concentra nelle province di Grosseto, (554.000 t) e Arezzo (396.000 t)<sup>194</sup>. A livello regionale il potenziale energetico del biogas producibile da reflui zootecnici è pari a circa 665.000 GJ/anno (tab. 7.2.8). Il biogas producibile a partire dai residui delle colture ortive (stimate pari a 56.611 t s.s./anno) è risultato piuttosto ridotto (pari a 170.894 GJ/anno).

194) A tal proposito, si segnala che anche se la differenza osservata tra le due province è piuttosto consistente in termini di massa, valutando la potenzialità energetica è stato riscontrato che Grosseto potrebbe produrre circa 154.000 GJ/anno, mentre Arezzo avrebbe una potenzialità di poco inferiore e pari a circa 147.000 GJ/anno.

**Figura 7.2.6: Energia potenziale da biogas a livello comunale nel 2013, espressa in GJ/anno (a sinistra). Stima del potenziale energetico da biogas prodotto da reflui zootecnici (in alto, a destra) e da residui del comparto orticolo (in basso, a destra)**



Fonte: ARSIA

Complessivamente, i circa 2 milioni di tonnellate di reflui zootecnici prodotti ogni anno in Toscana potrebbero produrre biogas per un valore energetico pari a **665.000 GJ**, che potrebbero salire a **1.000.000 GJ** circa se integrati con il biogas prodotto da residui agricoli fermentescibili e dai reflui agroindustriali dei settori lattiero-caseario, del vino e della macellazione. Infine le 22.000 t di sanse esauste residue della filiera dell'olio toscano, potrebbero apportare ogni anno ulteriori **350.000 GJ**.

### 7.2.5. La potenzialità complessiva dell'agroenergia toscana

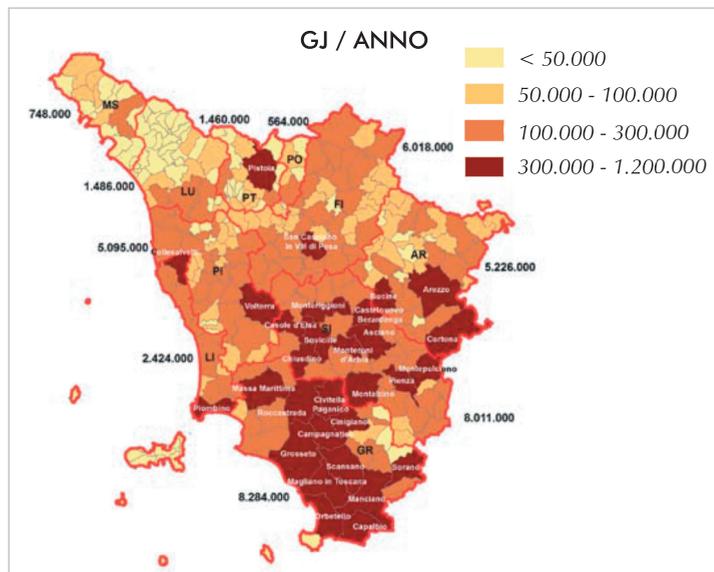
In sintesi, le biomasse agroforestali a destinazione energetica (residui e da colture dedicate) potrebbero apportare al bilancio energetico toscano circa **39.000.000 GJ annui**<sup>195</sup> che, ipotizzando la conversione delle biomasse in piccoli impianti di cogenerazione, potrebbero essere tradotti in circa **300 MWe** di potenze installabili (figura 7.2.7).

Si tratta, in effetti, di un'opportunità rilevante per il recupero di produttività e per la valorizzazione dell'intero sistema agroforestale. Recupero che può ovviamente declinarsi

<sup>195</sup> Di cui 24.000.000 GJ dal comparto agricolo e 15.000.000 dal comparto forestale.

in maniera diversa in funzione di varie variabili legate alla vocazionalità delle aree specifiche e/o alle priorità strategiche (la riduzione dei costi di produzione, l'incremento del reddito lordo a livello aziendale, la promozione dello sfruttamento di superfici agricole abbandonate, la valorizzazione delle aree forestali, lo sfruttamento dei reflui agrozootecnici e agroindustriali, spesso da smaltire comunque, e dei residui agricoli e forestali finora inutilizzati, etc.) ma che deve comunque tenere conto delle caratteristiche specifiche della regione Toscana e quindi dell'importanza della filiera legno-energia (sia di derivazione agricola che, soprattutto, forestale), nonché dell'importanza di creare un legame tra lo sviluppo del settore agroenergetico, la valorizzazione del territorio e delle migliori pratiche agricole e forestali.

**Figura 7.2.7: Potenziale agroenergetico toscano (somma dei comparti agricolo e forestale) (ARSIA 2009)**



Fonte: ARSIA

Al riguardo, però, non si può non tenere in considerazione che le effettive opportunità di utilizzo delle biomasse disponibili sono determinate anche da una serie di limiti e vincoli specifici, legati soprattutto a ritardi nell'organizzazione logistica e delle infrastrutture, che hanno determinato un ritardo nello sviluppo delle filiere e possono renderne problematici l'utilizzo, la sostenibilità produttiva e l'efficienza.

Nei paragrafi seguenti verranno pertanto analizzate le caratteristiche delle principali filiere agroenergetiche toscane: quella legno-energia (di derivazione sia agricola che forestale), quella del biogas e quella degli oli vegetali.

### 7.3 LA VALORIZZAZIONE DELLE RISORSE TERRITORIALI: IL SETTORE DELLA LEGNA

La produzione agroenergetica deve necessariamente tener conto della specificità della fonte energetica "biomassa". Questa, infatti, oltre a dover avere un forte legame con il territorio di provenienza, deve anche essere funzionale all'economia locale, deve cioè essere una risorsa orientata alla valorizzazione del territorio rurale, evitando, per contro, importazioni di materie prime non controllate, di scarsa qualità e spesso prodotte con criteri non sostenibili. Per questo, in un'ottica che consideri le prospettive del settore con riferimento al patrimonio toscano occorre partire per l'appunto dalle caratteristiche del territorio per delineare una strategia coerente con la realtà regionale e con le prospettive reali del settore.

In quest'ottica la valorizzazione del patrimonio forestale, e della risorsa legno in generale, appare prioritaria al fine di sviluppare filiere agroenergetiche sostenibili sotto il piano economico, sociale, agricolo ed energetico.

Il sistema agro-forestale toscano ha enormi potenzialità produttive: infatti, le biomasse agro-forestali rappresentano, tra le fonti rinnovabili, quelle più diffuse e più facilmente reperibili sul territorio regionale. In effetti, la Toscana è la regione italiana con la maggiore superficie forestale: i boschi ricoprono più del 50% dell'intero territorio regionale (pari a una superficie di oltre 1 milione di ettari<sup>196</sup>). Inoltre, la grande disponibilità di biomasse legnose deriva anche dagli scarti delle attività agroforestali (circa 700mila tonnellate di sostanza secca l'anno, come evidenziato dall'"Indagine sui bacini agroenergetici"), nonché dal comparto agricolo, sia come residui di potatura che relativamente alla possibilità di effettuare coltivazioni dedicate (SRF di pioppo), che possono essere adeguatamente e sostenibilmente valorizzate dal punto di vista energetico e in maniera sostenibile per la produzione di energia termica e per la cogenerazione (produzione di energia termica ed energia elettrica) a piccola e media scala attraverso la realizzazione di "filiera corte". È in quest'ottica che è stato realizzato un importante strumento consociativo rappresentato dall'"Indagine sui bacini agroenergetici" (2009), comprendente una stima a livello comunale delle biomasse agro-forestali residuali da impiegarsi a scopo energetico.

D'altra parte, l'uso delle biomasse legnose agro-forestali per la produzione di energia, oltre che incrementare una risorsa energetica rinnovabile e contribuire alla riduzione delle emissioni di gas serra in atmosfera, può favorire lo sviluppo socio-economico locale, attraverso la creazione di nuovi posti di lavoro (o anche il mantenimento degli stessi), oltre a risultare strategica per valorizzare la gestione forestale in un'ottica di tutela delle aree sensibili dal punto di vista ambientale (aree collinari e montane).

In effetti, l'impiego delle biomasse legnose di scarto (e/o di prodotti legnosi attualmente privi di mercato) derivante da una corretta manutenzione dei boschi, oltre a valorizzare ciò che viene considerato solo uno scarto, può risultare in una serie di ulteriori benefici grazie agli interventi che comporta in termini di corretta gestione del bosco stesso, tra cui la riduzione del rischio di incendi e la rivitalizzazione dell'economia delle aree marginali.

---

<sup>196</sup> Di cui 110.000 ettari di patrimonio regionale.

Quest'ultima concerne la possibilità di mantenere un "presidio" in territori collinari e montani, e quindi anche di mantenere, o recuperare, un complesso di attività di manutenzione e cura del territorio.

In linea con gli orientamenti europei, infatti, una corretta manutenzione e cura del patrimonio forestale possono contribuire ad obiettivi multipli, risultando in un rafforzamento della coesione sociale locale e in un aumento dell'occupazione e un conseguente incremento della redditività per numerose attività selvicolturali altrimenti non sostenibili da un punto di vista economico, con conseguente aumento della multifunzionalità e della diversificazione della risorsa bosco e generazione di nuove opportunità per le imprese boschive.

Coerentemente, la Regione Toscana negli ultimi anni ha avviato politiche di sviluppo e di sostegno alle energie da fonti rinnovabili (cfr. Paragrafo 7.8), con particolare attenzione alle biomasse forestali e agricole, tenendo conto, non solo delle caratteristiche del territorio e delle conseguenti opportunità sopra enunciate, ma anche dei limiti che hanno rallentato lo sviluppo di una filiera legno-energia strutturata. In effetti, la Toscana non è un'eccezione rispetto ai fenomeni italiani della frammentazione della proprietà forestale (circa i 2/3 del patrimonio forestale sono di proprietà privata), che rende ardua la gestione pianificata delle foreste, nonché dello spopolamento dei territori rurali. In questo senso, è opportuno ricordare che il rischio idrogeologico è fortemente legato all'abbandono della coltivazione e all'invecchiamento del bosco e che, quindi, la prevenzione di tale rischio e la produzione di biomassa a fini energetici possono essere sviluppati come risultati complementari di una strategia comune. Inoltre una gestione razionalmente pianificata delle foreste può contribuire al monitoraggio del settore tramite l'identificazione degli operatori coinvolti, considerando che, tra le criticità del lavoro in bosco, il fenomeno del lavoro irregolare è particolarmente rilevante.

In sintesi, per quanto riguarda il settore agricolo e forestale, l'incremento nell'utilizzo delle agroenergie si riflette positivamente su diversi aspetti quali:

- Riduzione della dipendenza energetica da Paesi Terzi;
- Aumento dell'utilizzo di biomasse legnose di scarto e di prodotti legnosi normalmente privi di mercato provenienti dall'attività selvicolturale, con evidenti ricadute positive per il bosco;
- Realizzazione di tutti quegli interventi necessari alla manutenzione e al miglioramento del bosco che altrimenti non sarebbero effettuati perché economicamente non vantaggiosi;
- Realizzazione di tutti quegli interventi di ripulitura degli alvei fluviali necessari per il mantenimento di un reticolo idrografico minore efficiente;
- Prevenzione dagli incendi boschivi;
- Utilizzo di biomasse legnose di scarto provenienti dalla potatura delle colture ad olivo e a vite e dai frutteti;
- Utilizzo dei reflui delle attività zootecniche per fini energetici;
- Creazione di una filiera economica a sostegno delle aree rurali;
- Utilizzo dei terreni agrari per finalità non alimentari di tipo energetico;
- Applicazione dell'innovazione tecnologica degli impianti di produzione di energia termica o termica ed elettrica (cogenerazione);

È in quest'ottica che, negli ultimi anni, la Regione Toscana ha avviato politiche di sviluppo e di sostegno alle energie da fonti rinnovabili, con particolare attenzione alle biomasse forestali e agricole attraverso numerosi bandi di finanziamento sia dell'assessorato all'agricoltura sia di quello all'ambiente (Programma degli investimenti per la produzione di energia nelle aree rurali, PSR 2007-2013, PORCreO 2007-2013, etc.<sup>197</sup>).

In un primo momento le risorse finanziarie stanziare sono state finalizzate alla realizzazione di piccoli medi impianti di teleriscaldamento e/o cogenerazione, in modo da legare la produzione di energia al territorio, cosa attuabile più facilmente costruendo una rete decentralizzata di piccoli-medi impianti, appunto, in vista del loro potenziale di filiera.

La ricetta per lo sviluppo della filiera legno-energia in Toscana è stata dunque quella di puntare sugli impianti di piccola-media dimensione, in funzione della loro maggiore sostenibilità (ambientale, economica e sociale) e su formule di approvvigionamento di tipo locale. Questo garantirebbe un rapporto ecologicamente sostenibile tra produzione e prelievi di biomassa a fini energetici e integrità delle risorse ambientali e alimentari dei territori coinvolti.

È da considerare, a tal proposito, che vari studi hanno evidenziato come negli ultimi anni lo sviluppo del settore abbia subito diversi rallentamenti a causa della realizzazione di centrali termoelettriche o elettriche di grande potenza, quasi ovunque costruite senza verificare le reali possibilità di trovare a livello locale (nel medio-lungo periodo) il materiale legnoso necessario per alimentarle, con la conseguenza che si è passati in breve tempo dal legno ai rifiuti. Diversamente, gli impianti di piccola e media scala (potenze fino a circa 1-2 MW) richiedono quantitativi di biomassa legnosa reperibili facilmente su scala locale, in modo economicamente e ambientalmente sostenibile. I piccoli e medi impianti consentono di massimizzare l'efficienza d'impiego della biomassa legnosa, oltre a consentire la piena e costante valorizzazione delle risorse locali.

Basandosi su questa strategia, in Toscana negli ultimi anni sono stati realizzati numerosi impianti grazie al co-finanziamento pubblico. Tra il 2005 e il 2006 sono stati realizzati cinque impianti di teleriscaldamento alimentati a legno cippato, nell'ambito del progetto di cooperazione transnazionale Leader plus (Camporgiano - Lucca, Loro Ciuffenna e Cetica - Arezzo, Monticiano e Casole d'Elsa - Siena) e due realizzati rispettivamente dalla Comunità Montana Montagna Fiorentina - Rincine e dalla Comunità Montana della Lunigiana - Fivizzano (complessivamente i sette impianti di teleriscaldamento corrispondono a 3 MWt installati).

L'Assessorato all'agricoltura della Regione Toscana con l'attuazione del Programma degli investimenti "Produzione di energia per le aree rurali", ha messo a disposizione 8 milioni di euro per cofinanziare al 50% progetti, presentati da enti territoriali, che prevedono l'impiego delle biomasse agroforestali per la produzione di energia termica e per la cogenerazione (produzione di energia termica ed elettrica) a piccola e media scala (i 26 progetti finanziati con il bando del 2007 prevedono una potenza installata di 15 MWt a servizio di 66 utenze pubbliche e 660 utenze private). Più di recente (con il bando 2010) sono stati finanziati altri 13 impianti di teleriscaldamento e cogenerazione (che prevedono una potenza installata di 6 MWt a servizio di 9 utenze pubbliche e 293 utenze private).

---

197) Cfr. Paragrafo 7.8

Complessivamente al termine del programma degli investimenti, con 8 milioni di euro saranno presenti sul territorio regionale 39 impianti di teleriscaldamento per una potenza complessiva installata di circa 21 MW termici a servizio di 72 utenze pubbliche e 960 utenze private consentendo un risparmio annuo di circa 260.000 tonnellate di anidride carbonica. Inoltre, la Regione Toscana (Assessorato all'Agricoltura) ha inserito nel PSR 2007-2013 misure specifiche di incentivo per lo sviluppo delle bioenergie (nel dettaglio Misure 121, 123 A, 123B, 311, 321C).

Più recentemente, anche in considerazione dei risultati ottenuti nonché della normativa statale che favorisce la produzione di energia elettrica derivante da impianti alimentati a biomasse agroforestali<sup>198</sup>, l'approccio adottato al fine di favorire il settore della bioenergia dal legno, si è concentrato piuttosto sull'incentivo alla creazione di una vera filiera locale legno-energia. Considerando dunque la maturità della tecnologia in questione (cogenerazione e teleriscaldamento di piccola-media taglia), l'interesse è quello di rimuovere gli ostacoli allo sviluppo della filiera, per farlo:

1. Gli impianti vanno dimensionati in funzione del biocombustibile disponibile, per questo è opportuno che ogni territorio sia consapevole delle proprie potenzialità energetiche di biomassa. È pertanto fondamentale individuare il bacino di approvvigionamento delle biomasse agro-forestali e dimensionare gli impianti in funzione di essi.
2. Rendere la domanda di energia e le condizioni di approvvigionamento coerenti, favorendo pertanto, l'incontro tra la domanda e l'offerta di combustibili legnosi, promuovendo, ad esempio, l'associazionismo forestale. Perché questo sia possibile, è anzitutto necessario assicurare la tracciabilità della biomassa, individuando, così, gli operatori del settore e le fasi critiche della filiera. E' inoltre importante, a livello istituzionale, snellire l'iter legislativo necessario per la realizzazione di impianti a biomassa.
3. Considerando le potenziali esternalità positive, in termini di sviluppo rurale, connesse con la realizzazione della filiera, è essenziale agire sul territorio anche in termini di campagne di comunicazione ed informazione, in modo da facilitare la conoscenza dei cittadini circa le opportunità sociali connesse con uno sviluppo sostenibile delle agroenergie e da favorire la coesione sociale in proposito.

---

198) Tramite il riconoscimento di una tariffa omnicomprensiva pari a 0,28 € per ogni kWh prodotto se generata in impianti di potenza inferiore a 1MW. Tale tariffa è cumulabile con contributo pubblico fino a un massimo del 40% se l'impianto di cogenerazione realizzato è gestito in connessione con aziende agricole, agro-alimentari, di allevamento e forestali alimentati con le suddette biomasse ai sensi dell'art. 42 della legge 23 luglio 2009, n. 99.

## 7.4 LA FILIERA LEGNO-ENERGIA E I BACINI DI APPROVVIGIONAMENTO

Per quanto riguarda i bacini di approvvigionamento, il progetto “Bacini agro-energetici: stima della potenzialità produttiva delle agrienergie in Toscana”<sup>199</sup> ha evidenziato quali possano essere i “bacini” più importanti in termini di approvvigionamento, considerando la distribuzione territoriale del potenziale agroenergetico regionale, sia dal comparto agricolo che da quello forestale. Fermo restando che la grandezza di un bacino locale, per definirsi tale, non dovrebbe superare i 50 km, con riferimento alla realtà toscana, è possibile evincere che i “bacini” più importanti in termini di approvvigionamento potrebbero essere costituiti da alcuni areali delle province di Grosseto, Siena, Firenze, Arezzo e Pisa e ciò in funzione sia della maggiore disponibilità di superfici agricole, che della maggiore accessibilità delle aree boschive coinvolte. A riguardo, infatti, è opportuno ricordare che le effettive opportunità di utilizzo delle biomasse disponibili non sono determinate unicamente dalla consistenza dell’approvvigionamento potenziale, ma anche dalla complessità dei sistemi produttivi locali e della relativa logistica, dall’ubicazione delle fonti di reperimento rispetto a quelle di possibile utilizzazione e dal basso contenuto energetico dell’unità di peso della biomassa, che ne rendono problematica l’efficienza del processo se destinate alla produzione di energia elettrica.

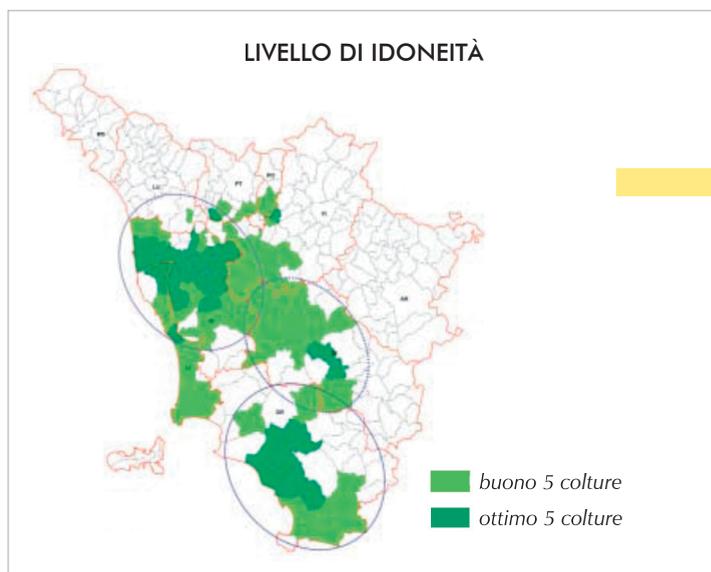
Per quanto riguarda, poi, lo specifico delle colture dedicate e fornire indicativamente qualche idea circa le entità territoriali a maggior vocazione, il Progetto Bioenergy Farm<sup>200</sup>, prendendo a riferimento soltanto i territori dei Comuni toscani dichiarati “ottimi” o “buoni” per l’introduzione di tutte le specie di colture energetiche, ha valutato le superfici comunali complessive utilizzabili pari a circa 750.000 ettari. Di questi, sono circa 320.000 gli ettari ritenuti effettivamente idonei: fra i quali spiccano gli oltre 105.000 ettari della provincia di Grosseto (di cui oltre 55.000 “ottimi”), gli oltre 87.000 della provincia di Pisa (di cui 53.000 “ottimi”), gli oltre 58.000 della provincia di Siena e gli oltre 36.000 di quella di Livorno.

A tal proposito, sono stati individuati (cfr. figura 7.4.1) due “distretti”, caratterizzati da una maggiore vocazionalità, e un terzo potenzialmente interessante:

- 1) Un’area pisano-livornese con possibili propaggini fiorentine;
- 2) Un’area sostanzialmente maremmana/grossetana, con alcuni eventuali interessanti collegamenti senesi e livornesi.
- 3) Ai due “distretti” principali di cui sopra, potrebbe anche aggiungersi, soprattutto in una prospettiva di utilizzazione locale e su piccola scala delle biomasse prodotte dalle colture dedicate, una specifica area senese, con eventuali propaggini fiorentine.

<sup>199</sup> Progetto realizzato dall’ARSIA su richiesta della Regione Toscana, D.G. dello Sviluppo Economico, e grazie al finanziamento da parte del Programma Biocombustibili (PROBIO) del Ministero per le Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF). Per la realizzazione dell’indagine territoriale l’Agenzia si è avvalsa del supporto scientifico di due strutture di ricerca toscane, il CRIBE - Centro di Ricerca Interuniversitario in Biomasse da Energia di Pisa, per la valutazione delle biomasse agricole ed il CREAR - Centro interdipartimentale di Ricerca per le Energie Alternative e Rinnovabili di Firenze per la quantificazione delle biomasse forestali e della potenzialità energetica complessiva.

<sup>200</sup> ARSIA (autori vari), *Le colture dedicate ad uso energetico, il Progetto Bioenergy Farm*, quaderno 6/2004, 2004.

**Figura 7.4.1: potenziali “distretti bioenergetici” per le colture dedicate (2004)**

Fonte: ARSIA

Attenzione:  
immagine  
troppo  
scadente

## 7.5 LA FILIERA LEGNO-ENERGIA: LA DOMANDA E L'OFFERTA

Per quanto concerne la necessità di favorire l'incontro tra la domanda e l'offerta nella filiera legno-energia, diverse indagini dimostrano come le associazioni di proprietari forestali possano giocare un ruolo importante nella distribuzione di materia prima e nella sua conversione in combustibile legnoso, in funzione della loro possibilità di aggregare l'offerta, coordinare la trasformazione e organizzare tutti gli aspetti logistici e amministrativi. Coerentemente, dunque, l'associazionismo è stato proposto come la principale soluzione alla polverizzazione della proprietà forestale, che è uno dei principali limiti alla gestione efficace della risorsa forestale. Associandosi, i proprietari forestali otterrebbero i benefici di una gestione organica e di un maggiore potere, in modo da ottenere prezzi migliori sia quando vendono il proprio prodotto, che quando acquistano servizi esterni<sup>201</sup>.

201) Il potenziale dell'associazionismo era già stato intuito molti anni fa, e promosso sin da allora. Gli argomenti a favore dell'associazionismo appaiono molto convincenti sulla carta, per cui è necessario capire perché esso abbia ottenuto così poco successo nella pratica operativa. In realtà, i consorzi sono molto attivi nelle aree dove si sono affermati, in cui hanno prodotto importanti miglioramenti, grazie anche all'entusiasmo dei loro promotori e alle sovvenzioni pubbliche che questi sono riusciti ad ottenere. Tuttavia, i consorzi forestali non hanno ancora la massa critica sufficiente per fare molto più che non intercettare fondi pubblici ed investirli nella gestione delle proprietà associate: il loro contributo è pertanto molto localizzato e difficilmente può influire sul mercato del legno. Di conseguenza, i proprietari forestali ottengono benefici molto limitati dall'adesione a un consorzio e sono poco motivati ad entrarvi. L'associazionismo così è bloccato in un circolo vizioso, con poche soluzioni a portata di mano. Nell'ambito del Progetto Transnazionale, si è notato come il GAL Bolognese faccia eccezione. Qui, infatti, i Consorzi controllano circa il 20 % del territorio probabilmente come conseguenza di una cultura della cooperazione più sviluppata.

Un altro ambito in cui è possibile facilitare l'incontro tra domanda ed offerta di combustibili legnosi è quello che fa riferimento alla determinazione di parametri tecnici comuni in merito alle caratteristiche merceologiche del biocombustibile, in modo da assicurare la tracciabilità della produzione, la commercializzazione e l'utilizzo della biomassa legnosa, garantire un prezzo di mercato che retribuisca equamente i diversi soggetti coinvolti.

A tal proposito, nel mese di settembre 2012, i rappresentanti dei produttori di biomassa e dei potenziali acquirenti hanno firmato, con il supporto della Regione Toscana che ha curato il coordinamento tecnico dell'accordo, un Protocollo d'Intesa per la "Definizione delle caratteristiche merceologiche della biomassa agroforestale da utilizzare negli impianti di teleriscaldamento e/o cogenerazione".

Nell'ambito di tale Protocollo d'Intesa, i fornitori s'impegnano a:

- Indicare le caratteristiche qualitative del legno.
- Indicare le modalità di trasformazione e condizionamento del cippato. A tal proposito, viene esplicitamente indicato che esso possa derivare unicamente dalla lavorazione meccanica del legno vergine (quindi non deve contenere materiale metallico o altre impurezze).
- Definire il bacino di approvvigionamento in termini di distanza tra esso e la centrale termica.
- Indicare il nominativo del proprietario del bosco da cui si ricava la biomassa.

L'applicazione di queste previsioni dovrebbe pertanto garantire:

1. La qualità e la tracciabilità del cippato utilizzato, disincentivando l'utilizzo di biocombustibili più economici, ma qualitativamente inferiori e comunque per i quali i processi di trasformazione non sono controllabili. Si tratta, dunque, soprattutto del cippato di importazione estera e degli scarti della lavorazione del legno.
2. Lo sviluppo di una filiera locale.
3. L'individuazione dei soggetti coinvolti all'interno della filiera, promuovendo una maggiore trasparenza del mercato del lavoro locale.

D'altro canto, l'acquirente s'impegna a voler pagare il prezzo definito, nell'ambito del Protocollo d'Intesa stesso, in termini di contenuto energetico del biocombustibile. In questo modo, si vuole assicurare che le esternalità positive generate dalla sostenibilità del processo di trasformazione della biomassa (e dunque dall'utilizzo di cippato di qualità) siano incluse nel prezzo di mercato del biocombustibile, risultando in una equa retribuzione per tutti i soggetti coinvolti. La formula non è, peraltro, rigida in quanto si prevede che, al di là dei margini di prezzo valutati sulla base del contenuto energetico (e quindi idrico) del cippato, il prezzo possa variare anche in funzione dei quantitativi acquistati, della pezzatura e del contenuto in cenere.

Infine, per favorire lo sviluppo della filiera, sono necessarie azioni di coinvolgimento della popolazione locale al fine di rendere chiare le opportunità derivanti dallo sviluppo del settore, soprattutto nel contesto attuale di generale aumento della sensibilità collettiva nei confronti delle tematiche ambientali. Come si è già avuto modo di sottolineare,

infatti, nell'ottica dell'attivazione di filiere agroenergetiche locali, a differenza di quanto accade per l'energia che deriva dai combustibili fossili, il denaro investito per l'approvvigionamento della risorsa resta interamente in loco, a beneficio, non solo degli operatori del settore agroforestale, ma più in generale della comunità locale. A tal proposito, la diffusione dei risultati dei diversi progetti attivati sul territorio, appare come una strategia utile al fine di aumentare il consenso sociale nei confronti dei progetti di sviluppo delle filiere agroenergetiche.

Peraltro, quanto detto non esclude che in prospettiva si possa immaginare lo sviluppo di una filiera nazionale delle bioenergie di origine agro-forestale basata sull'incontro delle varie filiere locali e su principi condivisi in termini di sostenibilità ambientale, qualità del legno e tracciabilità, inclusione delle esternalità positive nella formazione dei prezzi, etc. Perché tale filiera si sviluppi è però necessario uno sforzo a livello nazionale che permetta di individuare le potenzialità effettive dei vari bacini di approvvigionamento italiani (anche in funzione delle caratteristiche specifiche di territori e comparti agro-forestali diversi), di definire standard qualitativi comuni e di assicurare che i principi condivisi così definiti siano effettivamente applicati in un'ottica di tracciabilità e di trasparenza per l'intero processo, ivi compresa la formazione del prezzo di vendita.

## 7.6 IL BIOGAS: AUTOCONSUMO E FILIERA CORTA

Ferma restando la priorità dello sviluppo della filiera legno-energia con riferimento alle caratteristiche specifiche del territorio toscano, non vanno sottovalutate le opportunità, per le aziende agricole e zootecniche, derivanti dallo sviluppo di micro-filiera del biogas. Anche in questo ambito, peraltro, l'approccio adottato in precedenza rimane valido, in quanto, come è stato analizzato nel Capitolo 5, le potenzialità più interessanti, sotto tutti i punti di vista, risiedono nell'incentivazione di filiere corte, ma in questo caso si può parlare anche di micro-filiera di autoconsumo, alimentate da scarti zootecnici.

A tal proposito, la tabella 7.6.1 sintetizza i principali vantaggi connessi con lo sviluppo di tali filiere, distinguendo la natura dei vantaggi in: economico/energetici, economico/organizzati, economico/ambientali ed, infine, economico/sociali.

Per quanto riguarda i rischi e gli svantaggi (costi d'impianto, efficienza produttiva, necessità di quantitativi di biomassa adeguati, etc.), essi possono essere minimizzati, come analizzato nel Capitolo 5, da un'attenta progettazione dell'impianto da realizzare che tenga conto delle diverse variabili (economiche, finanziarie, energetiche, etc.) analizzate, nonché delle possibilità derivanti dai meccanismi d'incentivazione resi disponibili. A tal proposito, è opportuno anzitutto analizzare i Programmi regionali per le biomasse (cfr. paragrafo 7.8), senza trascurare la normativa europea e nazionale in proposito. Come visto, infatti, la cogenerazione su piccola scala da scarti zootecnici è perfettamente in linea con il sistema di incentivi per la produzione di energia elettrica definito a livello centralizzato.

In un'ottica di progettazione, appare dunque importante che gli impianti siano localizzati in modo da poter esprimere i massimi benefici anche per la collettività e che si eseguano le adeguate valutazioni di sostenibilità tenendo conto dell'impatto sul paesaggio e sull'economia del settore (costi di affitto dei terreni, diminuzione dell'offerta di prodotti agricoli).

**Tabella 7.6.1: Principali vantaggi di piccoli impianti di biogas alimentati da scarti zootecnici**

VANTAGGI ECONOMICO/ENERGETICI	VANTAGGI ECONOMICO/ORGANIZZATIVI	VANTAGGI ECONOMICO/AMBIENTALI	VANTAGGI ECONOMICO/SOCIALI
Rifornimento materie prime in aziende	Coerenza con le caratteristiche strutturali e dimensionali delle imprese zootecniche italiane.	Spandimento del digestato coincidente con le normali operazioni di spandimento dei reflui zootecnici.	Riduzione dei costi generati dai possibili conflitti con i residenti causati dall'attività zootecnica.
Garanzia di autosufficienza energetica per l'azienda	Possibilità di formare consorzi di piccole aziende in un determinato territorio.	Coerenza con le norme in materia ambientali in materia di emissioni del settore zootecnico.	Creazione di posti di lavoro.
Possibilità vendita dell'energia in eccesso	Diversificazione delle attività delle aziende agricole e sviluppo di nuove attività imprenditoriali.	Riduzione dell'impatto ambientale delle attività del settore agro-zootecnico.	Annullamento del "dilemma food VS fuel".
Produzione di certificati verdi	Minori rischi industriali (rispetto ad impianti di taglie superiori)	Valorizzazione di un materiale di scarto.	Valore aggiunto generato rimane all'interno del contesto locale.
Economizzazione del processo di trattamento dei reflui.			
Valorizzazione di un materiale di scarto.			
Produzione energetica indipendente da colture dedicate			

Fonte: BMTI

Per quanto riguarda la tutela del paesaggio, la recente Proposta per il Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER) della Regione Toscana stabilisce chiaramente che la realizzazione degli impianti non incida sul contesto paesaggistico di riferimento; dunque anche questo criterio va tenuto in considerazione in fase progettuale. Al fine di limitare l'incidenza visiva e migliorare l'inserimento degli interventi nel contesto paesaggistico di riferimento, la proposta prevede infatti che:

- Occorre utilizzare digestori a basso impatto paesaggistico con un'altezza massima di 7 metri fuori terra. Laddove possibile, è comunque preferibile utilizzare digestori parzialmente o totalmente interrati. Alle trincee fuori terra per la fermentazione della biomassa sono preferibili trincee interrate o depositi chiusi sui quattro lati con le caratteristiche di cui ai "Depositi ed aree di stoccaggio". Comunque sia l'altezza massima delle trincee fuori terra non potrà superare i 3,5 metri di altezza.
- Alle tradizionali vasche fuori terra per l'idrodepurazione, l'ossidazione dei fanghi, la conversione dei reflui del settore zootecnico ecc. sono preferite vasche interrate o seminterrate e comunque con un'altezza massima fuori terra di 3 m, fatte salve altre strutture di pre-trattamento che potranno raggiungere un'altezza sino a 7 m.
- Occorre utilizzare gasometri a basso impatto paesaggistico con un'altezza massima di gronda di 7 metri.

Inoltre, la stessa Proposta prevede che, sempre al fine di garantire la fruizione del paesaggio in tutti i suoi aspetti, “per gli impianti alimentati da biogas da fermentazione si dovrà prevedere una campagna di rilevamento delle emissioni odorigene della durata di due anni dall’entrata in funzione dell’impianto, effettuando almeno due controlli l’anno da eseguirsi con cadenza stagionale, in corrispondenza delle sorgenti più impattanti all’interno e al confine dell’impianto con campionamenti a monte a valle nella direzione prevalente dei venti, secondo quanto previsto dalla normativa vigente di settore”.

## 7.7 GLI OLI VEGETALI: TRA POTENZIALITÀ E PERPLESSITÀ

Per quanto riguarda gli oli vegetali, pur mantenendo l’approccio descritto in precedenza con riferimento alle altre filiere analizzate, l’analisi si complica a causa delle problematiche legate allo sfruttamento delle biomasse oleaginose analizzate nel Capitolo 6. L’opportunità della produzione di biocarburanti liquidi, infatti, è tra quelle che destano le maggiori perplessità per via non solo della potenziale competizione nei confronti delle colture alimentari (per l’uso dei suoli agrari e per lo sfruttamento delle risorse idriche<sup>202</sup>) ma anche per le basse rese unitarie, che talvolta ne pregiudicherebbero la convenienza anche da un punto di vista meramente energetico<sup>203</sup>. Peraltro si tratta delle stesse perplessità che hanno recentemente provocato un ampio dibattito in ambito europeo circa la validità degli obiettivi prefissati e dei relativi strumenti di supporto (si veda paragrafo 2.1.2). Sebbene tali dubbi riguardino soprattutto l’utilizzo di biocombustibili liquidi nel settore dei trasporti, un discorso analogo potrebbe essere replicato per i grandi impianti per la produzione di energia (elettrica e/o termica) cui si è fatto riferimento nel Capitolo 6. Come si è osservato, infatti, tali impianti utilizzano perlopiù biomasse d’importazione e, presumibilmente continueranno a farlo. Tale situazione ha generato ricadute quantomeno dubbie in termini di tutela ambientale e sviluppo del territorio rurale. Considerando l’importanza del consenso sociale per il successo dell’attivazione di filiere agroenergetiche (paragrafo 3.1), si tratta di un argomento non trascurabile.

Anche nel caso dei biocarburanti liquidi, quindi, l’approccio dovrebbe essere quello della filiera corta oppure, in alternativa, quello di una filiera anche più ampia, ma trasparente e regolamentata, in cui la tracciabilità del biocarburante e dei relativi processi produttivi si basi su regole chiare e condivise in modo da evitare esternalità negative non solo potenzialmente dannose per l’ambiente, ma anche con riferimento all’attitudine generale dei cittadini nei confronti del settore delle biomasse.

Premesso quanto sopra e con le dovute cautele, i risultati dello studio dell’ARSIA del 2009 evidenziano come, per la filiera dell’olio vegetale e/o del biodiesel, il girasole (elemento caratterizzante del paesaggio agrario toscano) e la colza siano le due colture ritenute più

---

202) *Sebbene in questo studio non sia stata analizzata in maniera approfondita la filiera del bioetanolo, appare qui opportuno specificare che le maggiori perplessità sono state sollevate soprattutto in relazione al possibile impiego dei cereali per la produzione di bioetanolo, proprio per gli effetti negativi che il dirottamento della granella verso un utilizzo alternativo a quello alimentare potrebbe causare sulle economie più deboli.* ARSIA (2009).

203) ARSIA (2009)

adatte alle caratteristiche climatiche toscane, ferma restando la possibilità di ulteriori sviluppi conseguenti alla sperimentazione, come ad esempio l'utilizzo del tabacco ai fini della produzione di biodiesel<sup>204</sup>.

I risultati ottenuti da alcuni progetti-pilota possono dare indicazioni utili circa le potenzialità della filiera degli oli vegetali in Toscana.

Il Progetto S.I.En.A., "Progetto pilota per lo Sviluppo Integrato delle Energie rinnovabili dal settore Agricolo - filiera pilota del Biodiesel"<sup>205</sup> (2007/2008) è stato attivato per la realizzazione di una filiera pilota per la produzione di biodiesel da semi di girasole e l'utilizzo dello stesso in miscela al 25% per l'alimentazione di autobus e mezzi per la raccolta dei rifiuti operanti sul territorio senese.

Nell'ambito del progetto sono stati analizzati i costi economici e l'impatto ambientale di tutte le fasi di lavorazione e di utilizzo del biodiesel. Per quanto riguarda la fase agricola, monitorata dall'Università di Pisa (CRIBE), i girasoli utilizzati sono stati coltivati nell'annata agricola 2007 da cinque aziende della provincia di Siena (per una superficie complessiva di 150 ha). I semi raccolti, dopo la fase di stoccaggio presso il Consorzio Agrario di Siena, hanno subito una prima spremitura in un'azienda in provincia di Firenze (Itacol). L'olio grezzo ottenuto è stato successivamente trasformato in biodiesel presso uno stabilimento in provincia di Chieti (Fox Petroli). Il biodiesel è stato quindi impiegato come carburante in 4 mezzi per la raccolta dei rifiuti di Sienaambiente e 5 mezzi per il trasporto pubblico di Train. I mezzi sono circolati sulle strade senesi fra il giugno 2008 e l'aprile 2009.

Uno degli obiettivi specifici del progetto era la formalizzazione di "specifici accordi di filiera" per garantire una remunerazione equa per tutte le componenti della filiera.

I risultati del progetto possono essere di seguito sintetizzati:

- Con riferimento alla fase agricola, sono stati calcolati i costi delle diverse fasi di lavorazione sulla base dei costi standard del Tariffario delle lavorazioni meccanico-agricole della Toscana del 2008. I ricavi derivano invece dal prezzo di vendita del girasole (300 €/t) e dal contributo di 45 €/ha previsto dalla PAC per le coltivazioni energetiche<sup>206</sup>. Soltanto per due aziende su cinque la coltivazione del girasole alto oleico si è dimostrata remunerativa, anche a causa della bassa resa della granella, dovuta all'andamento meteorologico sfavorevole, nonché all'impennata dei prezzi delle materie prime agricole registrata nello stesso periodo. I risultati in effetti cambiano prendendo con riferimento la resa media storica del girasole: in questo caso la coltivazione risulta remunerativa per tutte e cinque le aziende, seppure una percentuale del ricavo derivi da un contributo europeo non più applicabile in seguito alla riforma della PAC.

204) Si tratta di una tecnologia non ancora matura ma che ha destato notevole interesse soprattutto in virtù dell'assenza di competizione rispetto alla produzione alimentare. Andrianov V. (et al.), *Tobacco as a production platform for biofuel*, *Plant Biotechnology Journal*, Dicembre 2009.

205) Il progetto pilota è stato attivato nell'ambito del contingente agevolato e del contratto quadro stipulato nel dicembre 2006, tra Coldiretti, Confagricoltura, CIA e Assitol, Assobiodiesel, Assocostieri, con la collaborazione dell'Università di Firenze (CREAR) e di quella di Pisa (CREAB), nonché di Legambiente, della Provincia di Siena, di ARSIA e Cispel Confservizi Toscana. La Fondazione Monte dei Paschi di Siena e la Regione Toscana hanno invece provveduto al finanziamento del progetto. Per maggiori informazioni: <http://sienabiodiesel.arsia.toscana.it/>.

206) Contributo attualmente abolito in seguito alla riforma della PAC.

- Per quanto riguarda la fase di stoccaggio e prima trasformazione, il Consorzio Agrario di Siena ha ritirato e stoccato i semi di girasole da quattro delle cinque aziende agricole del progetto. Il prodotto, oltre a quello della quinta azienda agricola, è stato poi ceduto a Itacol di Castelfiorentino (FI) per l'estrazione dell'olio grezzo di girasole dai semi (cosiddetta prima trasformazione). Itacol ha corrisposto 20 €/ton al Consorzio agrario per i servizi di stoccaggio e trasporto e 220 €/ton alle cinque aziende agricole per i semi<sup>207</sup>. In totale i ricavi risultano di 299,47 € per tonnellata di semi acquistata. Gli utili della prima trasformazione sono quindi pari a € 560,44 (2,64 €/ton di semi).
- La raffinazione dell'olio (o seconda trasformazione) è stata realizzata da Fox Petroli nello stabilimento di Vasto (CH). L'olio è stato acquistato al prezzo di 620 €/ton. I costi sostenuti per l'esterificazione dell'olio da girasole, ossia per l'ottenimento del biodiesel sono stati pari a 125 €/ton. Complessivamente i costi sostenuti da Fox Petroli (acquisto, raffinazione, esterificazione, miscelazione, stoccaggio, trasporto, etc.) sono stati pari a 897 €/ton di olio. Considerando anche i ricavi derivanti dalla vendita della glicerina (0,28 €/kg), sottoprodotto della lavorazione del biodiesel pari al 10% di questo in peso, gli utili della seconda trasformazione risultano di 188,51 €/ton.

Il progetto ha infine indicato i principali risultati in termini di bilancio energetico ed ambientale, nonché i limiti più di rilievo per lo sviluppo della filiera. In tal senso, essi sono stati individuati in vincoli di natura giuridica, quali bandi di gara pubblici che non tengono conto dell'intero ciclo di produzione del biodiesel tra le variabili considerate. In tal senso, il progetto suggerisce un percorso che, attraverso la definizione di "buone pratiche" con particolare riferimento alla fase agricola, garantisca la sostenibilità ambientale della filiera e consenta di collegare il rispetto di tali condizioni a specifici contratti/accordi tra i vari soggetti della filiera.

Per quanto riguarda invece la filiera degli oli vegetali, appaiono interessanti tanto i risultati del Progetto Life-Ambiente VOICE (Vegetable Oil Initiative for a Cleaner Environment)<sup>208</sup> quanto quelli del Progetto S.I.En.A., "Filiera Pilota Toscana di produzione ed utilizzo dell'Olio Vegetale Puro"<sup>209</sup>.

In particolare, il Progetto VOICE è nato con l'obiettivo di stimolare le autorità pubbliche nella promozione dell'uso dell'olio vegetale per trasporti e produzione di energia in maniera ecocompatibile, mediante un processo "delocalizzato, semplice e nello stesso tempo

207) Il progetto S.I.En.A. ha fornito ulteriori 80 €/ton alle cinque aziende (indennità straordinaria per oscillazione prezzi).

208) Progetto coordinato dal CREAR dell'Università di Firenze che ha coinvolto, oltre all'ARSIA, la Provincia di Firenze, ITALCOL, Coldiretti e CIA-Toscana, SHAP spa di Roma, International Solar Energy Society ISES - Sezione Italiana, anche altri partner tedeschi quali BAUM Consult GmbH, VWP (Vereinigte Werkstätten für Pflanzenoeltechnologie) e IFEU (Institute für Energie und Umweltforschung di Heidelberg GmbH) e infine la Faculdade de Ciencias e Tecnologia dell'Universidade Nova de Lisboa (Portogallo). Per ulteriori informazioni: [www.crear.unifi.it](http://www.crear.unifi.it).

209) Anche questo progetto è stato finanziato dalla Regione Toscana in collaborazione con la Fondazione Monte dei Paschi di Siena. Per maggiori informazioni: <http://www.chimicaverde.it/s-i-en-a-olio-vegetale-puro/>.

innovativo, in grado di costituire una possibile nuova fonte di reddito per gli imprenditori agricoli". Mentre il Progetto S.I.En.A. - Olio Vegetale Puro ha interessato più da vicino la realtà toscana, volendo promuovere filiere pilota regionali per le attività di produzione di semi oleosi, estrazione meccanica dell'olio vegetale e suo successivo impiego per la produzione di energia termica, elettrica o meccanica. Analogamente al Progetto S.I.En.A. - Biodiesel, anch'esso ha coinvolto alcune aziende agricole del territorio senese, che hanno partecipato sia alla coltivazione del girasole sia a quella di valorizzazione energetica dell'olio prodotto.

I risultati dei due progetti possono essere così di seguito complessivamente sintetizzati:

- La fattibilità della filiera: la filiera dell'olio vegetale puro da girasole (ma teoricamente anche altre oleaginose) è tecnicamente fattibile, sia per quanto riguarda la generazione di energia (elettrica e/o termica) sia le filiere finalizzate ad alimentare i trasporti rurali (trattori agricoli). A tal proposito, però, va rimarcato che il modello più efficiente appare quello della filiera locale decentralizzata con impianti di piccola scala. A tal proposito, con riferimento ai risultati del progetto VOICE, la filiera locale decentralizzata ha consentito di ottenere un olio dalle caratteristiche chimico-fisiche superiori rispetto a quello estratto per via industriale in grandi impianti, che, pur presentando un bilancio energetico-ambientale per certi versi migliore, necessita di trattamenti successivi per il suo utilizzo in motori e turbine.
- Il bilancio ambientale: entrambi i progetti hanno misurato un evidente risparmio di energia e di emissioni di gas serra derivante dall'utilizzo della biomassa in sostituzione delle fonti fossili. Tuttavia l'effetto su altre categorie di impatto (per esempio l'acidificazione) può risultare negativo e va dunque attentamente valutato.
- Il bilancio economico della filiera può essere positivo, ma richiede valutazioni ad hoc caso per caso, in quanto il risultato finale risente fortemente del livello di incentivo, dei costi di produzione, dell'efficienza del sistema di produzione e di utilizzo, della logistica e dei costi a essa connessi. Nello specifico, la sostituzione del gasolio per usi agricoli con OVP (motori, pompe di irrigazione, caldaie) consente in genere<sup>210</sup> un vantaggio sensibile rispetto alla vendita del seme, purché si valorizzi anche il pannello proteico derivante dalla spremitura. Tendenzialmente, inoltre, la cogenerazione, grazie agli incentivi statali per la produzione di elettricità, prospetta margini di vantaggio più ampi rispetto agli altri impieghi.
- Infine, per quanto concerne i principali vincoli e limiti allo sviluppo del settore, essi fanno riferimento ad aspetti già analizzati relativamente alla filiera legno-energia e quella del biogas, come ad esempio le carenze logistiche, la scarsa aggregazione tra imprenditori agricoli, la necessità della definizione di un sistema unico, condiviso e monitorabile della tracciabilità europea. Inoltre appaiono particolarmente limitative per lo sviluppo della filiera, oltre alla volatilità dei prezzi degli oli vegetali e delle sementi, anche l'incertezza circa il livello di incentivazione e le procedure autorizzative richieste per mettere in atto i progetti sull'olio vegetale puro da parte degli

---

210) Tale vantaggio dipende comunque dall'andamento dei prezzi di mercato dei prodotti (e sottoprodotti) agricoli.

imprenditori agricoli. Un ultimo ostacolo è infine rappresentato dal peso ambientale della fase agricola. Nell'ambito del Progetto S.I.En.A. – Olio Vegetale Puro è stato infatti calcolato che la fase agricola rappresenta l'81,5% dell'impatto ambientale dell'intero processo e in particolare il peso più rilevante è dovuto alla concimazione azotata e al consumo di gasolio utilizzato nelle operazioni colturali. Per sviluppare razionalmente la filiera è dunque opportuno intervenire in maniera efficiente su tali problematiche, in un'ottica che coinvolga tutti i soggetti operanti all'interno della filiera stessa.

## 7.8 I PROGRAMMI REGIONALI PER LE BIOMASSE <sup>211</sup>

La Regione Toscana negli ultimi anni ha avviato politiche di sviluppo e di sostegno alle energie da fonti rinnovabili, con particolare attenzione alle biomasse forestali e agricole, in considerazione delle caratteristiche del territorio in precedenza analizzate. A tal proposito è possibile suddividere gli strumenti utilizzati in finanziari (si tratta di programmi che prevedono un onere a carico del bilancio regionale e strumenti di programmazione (politici e di orientamento).

I principali strumenti finanziari sono:

1. Programma straordinario degli investimenti a Finanziamento Regionale<sup>212</sup>
2. Piano di Sviluppo Rurale (PSR) 2007/2013 – Fondo Eu Agricoltura e Sviluppo Rurale (FEASR)
3. POR CReO (competitività e innovazione) 2007/2013 – Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FeSR)

**Figura 7.8.1: Distribuzione degli impianti realizzati in Toscana grazie al Programma degli Investimenti**



Fonte: BMTI

211) Nello specifico, informazioni più dettagliate circa i Programmi e gli Strumenti adottati dalla Regione Toscana sono disponibili al sito <http://www.regione.toscana.it/>

212) In particolare l'assessorato all'agricoltura, tramite l'attuazione del Programma degli investimenti per la produzione di energia nelle aree rurali, con una dotazione finanziaria di 8 milioni di euro ha finanziato gli enti pubblici territoriali per la realizzazione di piccoli medi impianti di teleriscaldamento e cogenerazione. Grazie a questo programma sono stati finanziati 10 impianti in provincia di Firenze, 6 in provincia di Lucca, 6 in provincia di Arezzo, 8 in provincia di Pistoia, 4 in provincia di Siena, 2 in provincia di Prato, 2 in provincia di Massa Carrara. Complessivamente verranno installati circa 25 megawatt termici a servizio di 88 utenze pubbliche e 1079 utenze private consentendo un risparmio annuo di circa 260.000 tonnellate di anidride carbonica.

Il Programma straordinario degli investimenti della Regione Toscana delinea un quadro di interventi strutturali e a carattere straordinario, realizzati con risorse aggiuntive rispetto a quelle previste nei programmi ordinari (programmi comunitari, Accordi di programma quadro, etc.), che si inseriscono in una più ampia azione di sviluppo del sistema Toscana, in sintonia con gli obiettivi della programmazione regionale. I progetti sono individuati attraverso un processo di concertazione con le autonomie locali e secondo vari criteri: strategicità, capacità di attrarre risorse esterne pubbliche e private, sostenibilità dell'intervento finanziario, impatto sulla collettività, etc. Su tali progetti sono confluiti - oltre alle risorse regionali - investimenti degli Enti locali toscani, delle aziende regionali, dello Stato e dei privati.

Sull'insieme dei programmi che compongono il Programma straordinario degli investimenti, la Regione ha inoltre attivato un sistema integrato di monitoraggio.

La Legge regionale n. 43/2002 (Legge finanziaria regionale per il 2003) prevede che la Giunta regionale presenti ogni anno al Consiglio, entro il 30 aprile, un rapporto sullo stato di attuazione dei Programmi finanziati dal Programma straordinario degli Investimenti.

Grazie al Programma degli Investimenti sono stati realizzati sul territorio toscano 38 impianti alimentati a biomasse agroforestali (come da requisito del bando) e in particolare a cippato di legno vergine, di cui 9 nella Provincia di Firenze (Figura 7.8.1). La tabella 7.8.1 sintetizza le caratteristiche specifiche dei diversi impianti.

Per quanto concerne il Piano di Sviluppo Rurale (PSR), esso è finanziato dal Fondo Europeo per l'Agricoltura e lo Sviluppo Rurale (FEASR). Nel periodo programmatico in prossima scadenza (2007/2013) il totale di fondi disponibile è pari a 870 milioni di Euro. Con riferimento al 2012, la Toscana ha erogato 490 milioni di euro (pari al 105% dell'obiettivo di spesa, 468 milioni di Euro), di cui 25 milioni per la promozione delle energie alternative.

Il POR CReO 2007-2013, acronimo di Programma Operativo Regionale – obiettivo "Competitività Regionale e Occupazione" è finanziato (al 30%) attraverso il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale ed è uno dei più importanti strumenti tramite cui la Regione Toscana sostiene i progetti di investimento delle imprese e degli enti pubblici. Obiettivo del programma è la promozione di uno sviluppo qualificato, nell'ambito di un quadro di sostenibilità ambientale, da perseguire attraverso il potenziamento della competitività delle imprese e di tutto il "sistema Toscana" e la conseguente crescita dell'economia e dei posti di lavoro.

Per quanto riguarda le dotazioni finanziarie, esse ammontano a 1 miliardo e 126 milioni di euro. Il 30% sono risorse comunitarie, il 45% provengono dalle casse dello Stato ed il restante 25% dalle risorse regionali e del sistema degli enti locali. Tramite queste fonti vengono concessi contributi ai progetti dei privati e dei soggetti pubblici attraverso modalità diverse: prestiti a tassi agevolati, prestiti da restituire che confluiscono in fondi di rotazione, contributi a fondo perduto, etc.

**Tabella 7.8.1: Dettaglio impianti realizzati in Toscana grazie al Programma degli Investimenti**

Programma degli investimenti per la produzione di energia nelle aree rurali (DCR 119 del 14/11/2006)	Potenza (kWt)	UtENZE private	UtENZE pubbliche	Tot UtENZE	CO <sub>2</sub> Risparmiata (t/anno)
CM Montagna Fiorentina Loc. POMINO	900	78	0	78	13.100
Comune Stazzema Loc. Pruno-Volegno	1.350	71	1	72	12.585
CM Montagna Fiorentina Loc. Castagno d'Andrea	940	90	2	92	11.720
Comune San Godenzo	420	15	5	20	2.335
CM Casentino Castelfocognano	350	26	0	26	3.289
Comune Pistoia Loc. Sammomé	650	41	0	41	5.554
Comune San Romano Garfagnana	350	35	0	35	3.280
Provincia Pistoia Loc. Maresca	540	23	1	24	4.815
Comune Minucciano	350	65	0	65	3.289
Provincia Pistoia Loc. Pescia	1.200	0	5	5	6.450
CM Appennino Pistoiese	500	0	5	5	3.300
Comune Chiusdino	220	27	0	27	3.761
Comune San Gimignano	350	0	3	3	4.373
Comune San Casciano Val di Pesa	350	0	3	3	1.828
Comune Terranuova Bracciolini	1.500	0	8	8	13.500
Comune Cantagallo	348	47	4	51	1.740
Comune Piazza al Serchio	1.250	35	4	39	5.932
Comune Montaione	400	0	5	5	2.400
Comune Tresana	220	13	2	15	3.293
Comune Barberino Val d'Elsa Loc. Prumiano	300	20	0	20	1.434
Comune Loro Ciuffenna	350	3	1	4	1.828
CM Montagna Fiorentina Loc. Vallombrosa	1.044	5	9	14	6.827
CM Amiata Val d'Orcia	103	0	1	1	353
Comune Tavarnelle Val di Pesa	348	0	3	3	808
Provincia Firenze Loc. Villa Demidoff	500	0	3	3	1.539
Comune Fosdinovo	100	0	1	1	318
Provincia di Pistoia Maresca	540			ampliam.	8.991
Comune di Monticiano	800	63	0	63	33.416
Comune di Pistoia Sammommè	650			ampliam.	13.009
Comune Pomarance	300	53	0	53	25.072
Comune San Romano in Garfagnana	350	30	0	30	318
Comunità Montana del Casentino	350	45	0	45	24.008
Comune Montevarchi	750	2	0	2	25.072
Comune di Villa Collemantina	540	22	2	24	261
Comune Vicchio	900	0	4	4	197
Comune di Cutigliano	540	0	1	1	350
Comune di Lamporecchio	720	2	1	3	594
Comune di Vaiano	720	67	0	67	
Comune di Cavriglia	cogen	0	1	1	1.972
Comune di Castel Focognano	540	0	4	4	143

Per quanto riguarda gli strumenti di programmazione attivati a livello regionale e d'interesse per il settore delle biomasse, si segnalano:

1. Il Piano Regionale Agricolo Forestale (PRAF)<sup>213</sup>.
2. L'Accordo Quadro per le Biomasse: finalizzato a promuovere la filiera della biomassa garantendo approvvigionamento continuo alle centrali, favorendo la conoscenza e il giusto riconoscimento del rapporto qualità-prezzo, nonché la tracciabilità della biomassa.
3. Il Piano Ambientale Energetico Regionale (PAER) 2012/2015, adottato in attuazione del Programma Regionale di Sviluppo (PRS)<sup>214</sup>.
4. I Protocolli d'Intesa:
  - Protocollo d'intesa tra Regione Toscana e Uncem Toscana per lo sviluppo della filiera bosco legno energia (luglio 2011)<sup>215</sup>. Tale Protocollo ha come obiettivo il miglioramento e lo sviluppo della gestione forestale sostenibile in un'ottica di filiera corta e, più precisamente, "in accordo con gli obiettivi della legge forestale della Toscana anche attraverso accordi tra le imprese, i proprietari e i gestori di aree forestali e gli operatori della filiera del legno, in forma singola ovvero associata per l'utilizzo delle risorse forestali ricadenti sul territorio della Regione Toscana, ivi comprese quelle del patrimonio agricolo forestale". Inoltre le parti si impegnano a promuovere la produzione di energia elettrica mediante utilizzo di biomasse e di scarti delle lavorazioni forestali.
  - Protocollo d'intesa tra Regione Toscana, Uncem Toscana, ANCI, UPI, CGIL, CISL, UIL, CIA, Coldiretti, Confagricoltura, Legacooperative, Confcooperative per l'attivazione della filiera bosco legno energia (dicembre 2012). Anch'esso basato su un approccio di filiera corta e volto a promuovere soprattutto la realizzazione di una rete di piccoli impianti, specie in zone industrializzate (per sfruttare il calore prodotto e non incidere sulle zone dichiarate non idonee). Nello specifico il Protocollo vuole favorire lo sviluppo della filiera bosco-energia anche tramite l'attuazione di una campagna d'informazione, la promozione della costituzione di consorzi forestali onde contrastare il fenomeno della polverizzazione della proprietà forestale e la semplificazione dell'iter autorizzazione per la realizzazione di impianti di potenza inferiore a 1 MWe.
  - Protocollo sulla definizione delle "Caratteristiche merceologiche delle biomasse agroforestali da utilizzarsi negli impianti di teleriscaldamento e cogenerazione" da parte di Anci, Uncem, Upi, Cia, Coldiretti, Confagricoltura, Legacooperative, Confcooperative (settembre 2012). Nell'ambito del quale, i fornitori s'impegnano a:
    - Indicare le caratteristiche qualitative del legno.
    - Indicare le modalità di trasformazione e condizionamento del cippato. A tal proposito, viene esplicitamente indicato che esso possa derivare unicamente dalla lavorazione meccanica del legno vergine (quindi non deve contenere materiale metallico o altre impurezze).
    - Definire il bacino di approvvigionamento in termini di distanza tra esso e la centrale termica.
    - Indicare il nominativo del proprietario del bosco da cui si ricava la biomassa.

213) In fase di approvazione, di particolare interesse la previsione di due misure: la prima per promuovere l'associazionismo forestale (misura 6.1.9), la seconda relativa alla vendita di energia (misura 6.2.12).

214) Il Programma Regionale di Sviluppo (PRS) è lo strumento orientativo delle politiche regionali per l'intera legislatura. In esso sono indicate le strategie economiche, sociali, culturali, territoriali e ambientali della Regione Toscana.

215) Non si prevedono oneri a carico del bilancio regionale poiché impegni realizzati tramite credito agevolato.

## 8. CONCLUSIONI

Il principale obiettivo che si è voluto perseguire attraverso la realizzazione del presente lavoro è stato quello di mettere a disposizione degli operatori agricoli toscani le principali caratteristiche, novità e prospettive relative allo stato di sviluppo del settore delle biomasse nel contesto regionale. Sono stati pertanto messe in rilievo tanto le debolezze quanto le potenzialità del settore in un'ottica che ha voluto tenere conto di diversi fattori: economici, ma anche sociali ed ambientali, coerentemente con i termini del dibattito attuale in materia.

### **La riduzione dei costi e l'importanza della fase di progettazione**

I risultati dell'analisi svolta permettono di evidenziare i potenziali vantaggi per gli operatori agricoli e forestali derivanti da investimenti nel settore delle biomasse, ma anche come tali vantaggi dipendano in maniera inequivocabile dalle scelte fatte in fase di progettazione. Se è vero, infatti, che l'utilizzo a fini energetici della biomassa agricola e forestale può permettere la riduzione dei costi aziendali, occorre fare però alcune precisazioni.

Un primo punto che occorre rimarcare è che gli operatori e le aziende interessati a simili investimenti debbano oculatamente pianificare e valutare i dettagli del loro progetto. Tale fase di progettazione, inoltre, deve necessariamente tener conto delle peculiarità del territorio di riferimento, non solo in termini dell'origine della fonte energetica "biomassa", ma anche per quanto riguarda il grado di sviluppo della logistica e delle infrastrutture, oltre che le ricadute sull'economia locali. Si tratta di dinamiche che possono apparire non prioritarie per il singolo operatore o la singola impresa agricola, ma che, soprattutto nel lungo periodo hanno un'incidenza cruciale per il successo (o il fallimento) del progetto. Trattandosi, perlopiù, d'investimenti il cui ritorno economico è collocato in un arco temporale di media-lunga durata, appare ancora più importante adottare una visione lungimirante sin dalla prima fase di avvio del progetto. In tal senso, seppure appaia opportuno fare riferimento ai programmi (europei, nazionali e regionali) di sviluppo del settore, così come analizzato nel capitolo 2, non è invece consigliabile avviare progetti basati unicamente (o anche prevalentemente) sulla previsione di un finanziamento pubblico. Come la storia recente dell'agricoltura italiana ed europea ha ampiamente dimostrato, infatti, tali contributi possono essere messi in discussione, modificati, ad esempio tramite la previsione di clausole di condizionalità, o, anche, eliminati. Le ragioni di simili evoluzioni sono molteplici e non è certo questa la sede per analizzarle, ma, in linea di massima, si può qui affermare che i contributi pubblici devono essere considerati come un incentivo ad investire in un settore non ancora, per motivi diversi, completamente maturo, eppure promettente, ma non come una fonte di reddito in sé stessi.

Nell'ottica dell'operatore, dunque, la fase di progettazione dell'investimento assume un'importanza fondamentale. Per questo essa andrebbe condotta secondo un approccio che adotti una prospettiva:

- Di lungo periodo: tale, cioè, da garantire la sostenibilità dell'investimento stesso;
- Di ampio raggio: che garantisca, cioè, uno stretto legame con il territorio in cui il progetto verrà implementato e che non si limiti a considerare solo la sfera aziendale.

## Il Legame con il territorio

Appare dunque opportuno tornare a rimarcare come sia necessario partire dalle caratteristiche del territorio di riferimento, nello specifico della regione Toscana, affinché si delinei una strategia coerente con la realtà locale e, dunque, con le effettive prospettive del settore. In quest'ottica, la valorizzazione della risorsa legno, tanto di origine forestale quanto agricola, appare prioritaria al fine di sviluppare filiere agroenergetiche sostenibili dal punto di vista non solo economico, ma anche sociale, ambientale, agricolo ed energetico. In effetti, dal presente studio emerge come:

- La biomassa più utilizzata in Italia sia il legno, che è anche, tra le rinnovabili, la seconda fonte di energia primaria italiana (circa il 30%) dopo l'idroelettrico;
- La Toscana sia la prima regione italiana in termini di superfici boscate: in particolare il 47% della sua superficie è infatti boscato, per un totale di oltre un milione di ettari;
- Le biomasse agroforestali le biomasse agro-forestali rappresentino quindi, tra le fonti rinnovabili, quelle più diffuse e più facilmente reperibili sul territorio regionale.
- La produzione di energia a partire dalle biomasse legnose possa risultare strategica per valorizzare la gestione forestale in un'ottica di tutela delle aree sensibili dal punto di vista ambientale.

Inoltre, come si è avuto modo di analizzare nel paragrafo 7.8, la linea programmatica regionale sembra privilegiare la realizzazione di impianti (entro certe caratteristiche) alimentati a biomassa legnosa. Si consideri, a tal proposito, che, in base ad un recente protocollo siglato, tra gli altri, dalla Regione Toscana e dalla Cia regionale<sup>216</sup>, si prevede che entro il 2015 in Toscana saranno attivi 70 nuovi piccoli impianti (ciascuno minore di 1 megawatt) a biomassa agro-forestale di origine locale (massimo 70 km dall'impianto)<sup>217</sup>.

## Una filiera efficiente per uno sviluppo sostenibile del settore

La sostenibilità dell'investimento dipende da una serie di variabili (come si è visto principalmente di carattere economico-finanziario, ma non solo) che, come ampiamente documentato nei capitoli precedenti, devono essere valutate caso per caso. È tuttavia possibile individuare un criterio indicativo generale con il quale valutare la lungimiranza dell'ipotesi progettuale in questione.

Affinché si possano sfruttare appieno le potenzialità del settore e, quindi, nel caso specifico di un operatore interessato ad investire su tali potenzialità, è necessario, non solo sfruttare gli elementi di forza del settore (disponibilità di materia prima, incentivi, possibili ricadute positive in termini occupazionali, etc.), ma anche ridurre al minimo i fattori che ne frenano lo sviluppo. Per questo, occorre investire in quei progetti che favoriscano e contribuiscano alla nascita di una filiera legno-energia efficiente, sostenibile ed integrata col territorio. A tal proposito, la figura 8.1 offre una visione sintetica delle principali caratteristiche, tanto positive quanto negative, da cui dipende e dipenderà il futuro del settore.

216) Gli altri firmatari del protocollo sono Uncem Toscana, Upi e Anci, e dalle sigle sindacali del mondo agricolo e del lavoro (Cgil, Cisl Uil); e dal mondo cooperativo (Confcooperative e Legacoop).

217) Workshop AIEL – CIA Toscana del 16 novembre 2012 da titolo "Energia da biomasse agro-forestali: un'opportunità per le imprese ed i cittadini toscani"

**Figura 8.1: Un'analisi di Forze, Debolezze, Opportunità e Minacce per lo sviluppo della filiera legno-energia**

<p><b>FORZE</b></p> <p>Disponibilità elevata di biomassa.</p> <p>Mercati in fase di espansione iniziale, in forte crescita e con ampi margini di sviluppo se ben governati.</p> <p>Possibilità di aggregazione dell'offerta tramite associazioni di proprietari forestali.</p> <p>Piccoli impianti a cippato per usi domestici.</p> <p>Ripercussioni positive dell'integrazione delle strategie di approvvigionamento.</p> <p>Tessuto dinamico.</p> <p>Importanza della tradizione della gestione forestale in Toscana.</p>	<p><b>DEBOLEZZE</b></p> <p>Assenza di strumenti di trasparenza del mercato (standard di classificazione e misura, assicurazione della qualità, modalità di compravendita).</p> <p>Settori forestale e agricolo stentano ancora a organizzare una filiera di fornitura efficiente.</p> <p>Investimenti elevati e assenza di una struttura di mercato.</p> <p>Per il mercato del cippato, le centrali elettriche di taglia industriale costituiscono il principale utente e, quindi, ne determinano le condizioni del mercato.</p> <p>Il cippato forestale ha un valore modesto.</p> <p>Investimenti iniziali elevati.</p> <p>Costi elevati della meccanizzazione.</p>
<p><b>OPPORTUNITÀ</b></p> <p>Stimolo a sviluppare una rete diffusa d'impresse locali e un forte legame con il territorio, con conseguente promozione dell'economia locale.</p> <p>Vendita dell'energia prodotta (maggiori remunerazioni).</p> <p>Micro-impianti per la cogenerazione di calore ed energia elettrica già a partire da una taglia di 1 MWe.</p> <p>Stimolo alla rivalorizzazione della gestione forestale.</p>	<p><b>MINACCE</b></p> <p>Carenze logistiche ed infrastrutturali: il trasporto è ancora un fattore limitante.</p> <p>Produzione esclusiva di cippato non conveniente sotto il profilo economico: la disponibilità di biomassa è quindi legata agli sviluppi di altre filiere forestali.</p> <p>Rischio che il settore si sviluppi in funzione dell'offerta estera.</p>

Fonte: BMTI

In quest'ottica, dunque, il successo del progetto del singolo operatore o azienda agro-forestale può contribuire e anzi rendere possibile il successo del progetto di più ampio respiro di sviluppo di filiera. Per questo, gli investimenti andrebbero orientati verso soluzioni che:

- Favoriscano gli impianti di piccola-media dimensione, evitando la realizzazione di centrali di grande potenza finora soventemente costruite senza verificare le reali possibilità di trovare a livello locale (nel medio-lungo periodo) il materiale legnoso necessario per alimentarle.
- Favoriscano l'incontro tra la domanda e l'offerta di combustibili legnosi, promuovendo, ad esempio, l'associazionismo forestale.

- Prevedano soluzioni impiantistiche realizzate in funzione del biocombustibile disponibile localmente e dunque tenendo in considerazione le potenzialità energetiche di biomassa del territorio di riferimento.
- Considerino le potenziali esternalità positive, in termini di sviluppo rurale, connesse con la realizzazione della filiera.

In merito agli ultimi due punti sopra menzionati è possibile fare alcune ulteriori precisazioni. Per quanto riguarda quello che si è definito il “bacino di approvvigionamento della biomassa<sup>218</sup>”, l’analisi della bibliografia e dei casi studio disponibili ha permesso di rilevare come, in particolare, Firenze<sup>219</sup>, in funzione sia della maggiore disponibilità di superfici agricole e della maggiore accessibilità delle aree boschive coinvolte, potrebbe essere uno dei principali bacini di approvvigionamento nella regione Toscana. Anche per quanto concerne le colture dedicate, inoltre, il fiorentino ha caratteristiche interessanti, come ha rivelato lo studio dell’ARSIA (2004) sui potenziali distretti bioenergetici toscani.

Per quanto concerne, invece, le potenziali esternalità positive connesse con la realizzazione della filiera, si segnala l’importanza di azioni di sensibilizzazione sul territorio, anche in termini di campagne di comunicazione ed informazione. Come si è avuto modo di analizzare nel capitolo 3, infatti, la mancanza di coesione sociale è uno dei limiti allo sviluppo del settore e della relativa filiera: per questo appare altresì importante prevedere attività, campagne ed eventi che facilitino la conoscenza dei cittadini circa le opportunità sociali connesse con uno sviluppo sostenibile delle agroenergie. Ad esempio, l’accento posto sui piccoli impianti, che favoriscano l’agricoltura e la selvicoltura locali (e dunque l’economia rurale) senza danneggiare l’instimabile patrimonio ambientale e paesaggistico toscano, può sicuramente essere un argomento interessante in termini di creazione di consenso sociale.

Per quanto riguarda, infine, le altre fonti di approvvigionamento di biomassa, esse sembrano avere un interessante residuo nel contesto della regione Toscana. Tuttavia, ferma restando la priorità dello sviluppo della filiera legno-energia nel territorio di riferimento, non vanno sottovalutate le opportunità, per le aziende agricole e zootecniche, derivanti dallo sviluppo di micro-filieri (autoconsumo) del biogas, come si è avuto modo di analizzare nel corso dello studio.

In linea generale, comunque, i percorsi di valorizzazione sostenibile delle “agroenergie” in Toscana dovrebbero privilegiare l’attivazione di filiere corte, per impianti di media e piccola taglia, il più possibile diffusi sul territorio e concepiti in un’ottica di complementarità della produzione di energia all’attività principale (agricola e/o selvicolturale) e di integrazione negli ordinamenti produttivi tipici delle aree rurali toscane (ad esempio, minimo impatto paesaggistico).

---

218) In linea indicativa, la grandezza di un bacino locale, per definirsi tale, non dovrebbe superare i 50 km.

219) Assieme alle zone di Grosseto, Siena, Arezzo e Pisa.

## ALLEGATO 1

# LE PRINCIPALI COLTURE ENERGETICHE

## 1. LE COLTURE LIGNO-CELLULOSICHE

Per la produzione di biomassa ligno-cellulosica le colture dedicate maggiormente impiegate, per le rese colturali che offrono sono:

- **il pioppo**
- **la robinia**
- **l'eucalipto**
- **la canna comune**
- **il miscanto**
- **il cardo da fibra**

### 1.1 Il pioppo

Il pioppo comprende diverse specie del genere *Populus* ed appartiene alla famiglia delle Salicaceae. Si tratta di alberi di grandezza media (15-20 m); hanno foglie alterne, semplici e caduche palminervie e di varia forma.

Il pioppo è la principale pianta arborea utilizzata sui terreni agricoli del Centro-Nord Italia nei cedui a corta rotazione (SRC). Tali cedui sono caratterizzati da un'elevata densità d'impianto, ripetute ceduazioni in periodi molto brevi (1-6 anni) e tecniche di coltivazione intensive.

#### **Modelli colturali e produttività**

Il ceduo entra in regime di produzione tra il secondo e il terzo turno con una produttività destinata a diminuire con il tempo, specie nei modelli colturali più intensivi, a causa della graduale mortalità delle ceppaie.

Allungando il turno si ottiene un minor decremento della produttività nel tempo e riducendo la densità si riducono i costi di coltivazione, mentre aumentano i costi di utilizzazione. Nella Short Rotation Forestry (SRF) si utilizzano ibridi di pioppo selezionati per sopportare le elevate densità di impianto e per ottenere accrescimenti particolarmente rapidi.

In Italia finora sono stati coltivati prevalentemente i cedui a turno annuale e biennale (cosiddetto "modello europeo"); vi è tuttavia un crescente interesse per i cedui con minore densità d'impianto e turni fino a 5-6 anni (cosiddetto "modello americano").

**Tabella 1.1: Pioppo - CONFRONTO SRC: MODELLO EUROPEO VS MODELLO AMERICANO**

MODELLO EUROPEO			
Densità d'impianto	Turno	Durata	Sesto d'impianto
6.000-14.000 piante/ha	1-3 anni	ca. 12 anni	fila singola (1,5-2 x 0,7-0,8 m) o binata (1,5-3 x 0,7-0,8 x 0,75 m)
Taglio e Raccolta			
La raccolta è fatta con specifiche falcia-trincia-caricatrici oppure con più piccole trincia-caricatrici. Le produttività sono rispettivamente di ca. 15 e 4 t.s.s./h sui cedui biennali. Si ottiene cippato fresco con un contenuto idrico medio del 55% (M), venduto prevalentemente alle centrali termoelettriche e in misura minore all'industria dei pannelli.			
MODELLO AMERICANO			
Densità d'impianto	Turno	Durata	Sesto d'impianto
1.300-1.700 piante/ha	5-6 anni	ca. 15 anni	2,5-3,5 x 1,5-2,5
Taglio e Raccolta			
Il taglio è effettuato con macchine forestali (abbattitrici, cesoie; produttività ca. 3-9 t.s.s./h), con la possibilità di accumulare il materiale tal quale in cataste per la stagionatura all'aria prima della cippatura. Generalmente la stagionatura dura ca. 3 mesi (marzo-giugno) ed il materiale cippato raggiunge un contenuto idrico medio del 40% (M). Se il cippato è stagionato per ulteriori tre mesi sotto copertura, raggiunge M 30% e può essere impiegato anche nelle caldaie di piccola-media taglia (griglia fissa).			

**Tabella 1.2: Pioppo - Vantaggi connessi con i due modelli**

Modello Europeo	Modello Americano
Disponibilità di cloni con elevata capacità di crescita, ricaccio e resistenza alle principali avversità	Possibilità di anticipare o posticipare il turno di 1-2 anni in funzione delle richieste del mercato
Produzioni di grandi quantità di materiale ogni 2 anni	Possibilità di produrre vari assortimenti: produzione di tondello e cippato, topi da sega per l'industria dell'imballaggio, tronchetti per cartiera
Non richiede cure per la qualità del legno	Pratiche colturali meno intensive e controllo delle infestanti meno problematico
	Possibilità di effettuare una stagionatura intermedia del materiale tal quale riducendo le perdite di sostanza legnosa
	Produzione di cippato di migliore qualità

## 1.2 La robinia

La Robinia (*Robinia pseudoacacia* L.) appartiene alla famiglia delle leguminose e cresce in climi umidi, nei climi più aridi, come quello del Mediterraneo, si è ben adattata con discreti accrescimenti. È una specie azotofissatrice come le altre leguminose, mellifera e ornamentale. L'utilizzazione principale in Italia è per la produzione di paleria e legna da ardere. Grazie alla sua capacità pollonifera e di rapida crescita si è incominciato ad impiegarla come specie da SRF, in particolare nei terreni più poveri e collinari del Centro-Sud Italia.

Il ceduo di Robinia entra in regime di produzione tra il primo e il secondo turno con una produttività destinata a diminuire con il tempo, specie nei modelli colturali più intensivi, a causa della graduale mortalità delle ceppaie. Allungando il turno si ottiene un minor decremento della produttività nel tempo e riducendo la densità si riducono i costi di coltivazione, mentre aumentano i costi di utilizzazione in quanto sono necessarie macchine più grandi per il taglio delle piante.

### Impianto e cure colturali

La messa a dimora dell'impianto è preceduta da un'accurata preparazione del terreno (aratura, erpicatura, discatura). Per il trapianto si impiegano semenzali di un anno a radice nuda mentre per i cloni si ricorre alle talee radicali. La piantagione si può effettuare a pianta ferma dall'autunno fino alla primavera.

Le piantine al momento dell'impianto devono essere tagliate a circa 15 cm dal colletto. Per l'impianto si possono utilizzare trapiantatrici per specie orticole o di tipo forestale. Il controllo delle infestanti è particolarmente importante nei primi mesi di coltivazione per favorire l'attecchimento e la crescita delle giovani piantine. S'interviene prima della preparazione del suolo con un intervento a base di glyphosate per eliminare le infestanti perenni, dopo la messa a dimora s'interviene con prodotti antigerminello che garantiscono una copertura per 30-40 giorni. Per la Robinia è consigliata una concimazione di fondo con 150 unità/ha di **fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e potassio (K<sub>2</sub>O)** mentre per l'azoto è da considerarsi autosufficiente.

Poiché l'irrigazione è una pratica costosa va presa in considerazione solo per interventi di soccorso e per favorire l'attecchimento dell'impianto nelle primavere siccitose e negli ambienti dell'Italia centro-meridionale.

Il metodo più economico è quello a scorrimento superficiale anche se il più dispendioso in termini di acqua. Se l'azienda dispone di attrezzature per l'irrigazione si può irrigare per aspersione a pioggia. Il miglior modo sarebbe comunque quello dell'irrigazione localizzata per economizzare l'acqua e limitare la crescita delle infestanti. A fine ciclo (10-15 anni) si effettua il ripristino del terreno con la triturazione ed eliminazione delle ceppaie.

Anche per la robinia, i principali modelli colturali sono di due tipi: europeo ed americano.

Attenzione:

P<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

e

K<sub>2</sub>O ?

N.B.

il problema ricorre anche in altri punti del testo, che si fa?

**Tabella 1.3: ROBINIA - Confronto src: modello europeo vs modello americano**

Modello	Densità d'impianto	Turno	Durata	Sesto d'impianto
Europeo	8.000-12.000 piante/ha	2 anni	ca. 12 anni	fila singola (0,40-0,60 x 1,60-2,5 m)
Americano	1.100-1.500 piante/ha	5-6 anni	ca. 15 anni	2,5-3,5 x 1,5-2,5

**Tabella 1.4: ROBINIA - Vantaggi connessi con i due modelli**

Modello Europeo	Modello Americano
Produzioni di grandi quantità di materiale ogni 2 anni	Possibilità di anticipare o posticipare il turno di 1-2 anni in funzione delle richieste del mercato
Non richiede cure per la qualità del legno	Possibilità di produrre vari assortimenti: produzione di legna da ardere, paleria minuta e cippato
	Pratiche colturali meno intensive e controllo delle infestanti meno problematico
	Possibilità di effettuare una stagionatura intermedia del materiale tal quale riducendo le perdite di sostanza legnosa
	Produzione di cippato di migliore qualità

### 1.3 L'EUCALIPTO

L'Eucalipto è la latifoglia più idonea per la produzione di biomassa nelle zone a clima mediterraneo dell'Italia centrale e meridionale. Il genere *Eucalyptus* è presente in moltissime specie, quelle più indicate come colture da SRF in Italia sono l'E. *camaldulensis* e l'E. *globulus*<sup>220</sup>.

220) *L'E. globulus* spp. *bicostata*, sebbene sia simile all'E. *camaldulensis* per rapidità di crescita e capacità pollonifera, è più esigente da un punto di vista pedologico e idrico: predilige, infatti, terreni neutro-subacidi mediamente sciolti e mal si adatta a suoli argillosi ricchi di carbonato di calcio ed ai ristagni idrici. Necessita di precipitazioni medie annue di 700 mm e non tollera periodi siccitosi estivi troppo prolungati. Le esigenze termiche sono simili a quelle di E. *camaldulensis*.

### Modelli colturali e produttività

La densità d'impianto ottimale per l'Eucalipto da biomassa è di 5.000 piante/ha con sestì di 2 x 1 m per turni di 2-3 anni<sup>221</sup>.

Il ceduo di Eucalipto entra in regime di produzione già al primo turno con una produttività destinata a diminuire con il tempo, specie nei modelli colturali più intensivi, a causa della graduale mortalità delle ceppaie. Si hanno buone produttività fino a 3-4 turni.

Allungando il turno si ottiene un minor decremento della produttività nel tempo e riducendo la densità si riducono i costi di coltivazione, mentre aumentano i costi di utilizzazione in quanto sono necessarie macchine più grandi per il taglio delle piante.

Anche in questo caso si riscontrano due modelli prevalenti (europeo e americano) per i quali si rimanda alla tabella BOH.

### Impianto e cure colturali

La messa a dimora dell'impianto è preceduta da un'accurata preparazione del terreno (aratura, erpicatura, discatura). Per il trapianto s'impiegano semenzali di 3-4 mesi allevati in contenitori alveolari con 100-150 cm<sup>3</sup> di capacità e scanalati internamente. La piantagione è preferibile che venga effettuata in primavera prima delle ultime piogge di stagione. Quella autunnale comporterebbe costi suppletivi per contenere le erbe infestanti nel periodo invernale e probabili danni da freddo sui semenzali. La resistenza al freddo degli eucalipti infatti aumenta con l'età. Il controllo delle infestanti<sup>222</sup> è particolarmente importante nei primi mesi di coltivazione per favorire l'attecchimento e la crescita delle giovani piantine.

Poiché l'eucalipto è una latifolia sempreverde con turni di 2-3 anni al momento del taglio non si ha il reintegro nel suolo degli elementi nutritivi contenuti nelle foglie a causa dell'asportazione di tutta la chioma. Nel caso invece di turni più lunghi, 5-6 anni, il ricambio fogliare permette un parziale reintegro della sostanza organica e dei nutrienti.

Per quanto riguarda l'irrigazione, il discorso è analogo a quello fatto per la robinia, in cui si è sottolineata la maggior convenienza, in termini generali, dell'irrigazione localizzata, con la differenza che, per quanto riguarda l'Eucalipto, si riscontra una più marcata resistenza alla siccità a partire dal secondo turno in poi. Tale caratteristica ha una sua valenza in termini di costi, infatti, sebbene i costi colturali dell'Eucalipto si avvicinino a quelli delle altre colture da SRF considerate (per quanto riguarda i costi di raccolta e trasporto<sup>223</sup>), per questa coltura, dal secondo turno in poi si possono eliminare i costi per le irrigazioni, da prevedere soltanto nei primi due anni di età.

221) Per la produzione di materiale di maggiori dimensioni destinato a legna da ardere o tronchetti da cartiera l'impianto prevede minori densità (1.600 piante /ha), con sestì di 3 x 2 m e turni di 5-7 anni.

222) S'interviene prima della preparazione del suolo con un intervento a base di glyphosate per eliminare le infestanti perenni, dopo la messa a dimora si applicano prodotti antigermine (oxyfl uorfen) nella quantità di 0,50-0,70 l/ha, seguita da un'irrigazione di 15-20 mm nel caso non vi siano piogge. Se le operazioni sono svolte correttamente e tempestivamente non occorre più intervenire fino alla ceduzione.

223) In termini orientativi, i costi di raccolta e trasporto effettuato entro un raggio di 100 km con un carico di 18-20 tsf (ca. 90 msr con M40) ha un costo di circa € 300, ovvero 15-16 €/tsf (25-28 €/tss).

**Tabella 1.5: EUCALIPTO - Confronto src: modello europeo vs modello americano**

MODELLO EUROPEO			
Densità d'impianto	Turno	Durata	Sesto d'impianto
5.000 piante/ha	2 anni	ca. 8 anni	fila singola (2 x 1 m)
Taglio e Raccolta			
La raccolta è fatta con testate falcia-trincia-caricatrici montate su trattori di elevata potenza (300 kW) supportate da altri 2-3 trattori con rimorchi a sponde alte. I dati di produttività lorda e netta (senza tempi morti) condotti su impianti di eucalipto al secondo turno (età F2; R4) sono rispettivamente di 15 t/h e 25 t/h.			
MODELLO AMERICANO			
Densità d'impianto	Turno	Durata	Sesto d'impianto
1.600 piante/ha	5-6 anni	ca. 15 anni	3x2m
Taglio e Raccolta			
La raccolta delle piantagioni coltivate con il modello americano prevede l'impiego di attrezzature più specifiche come macchine forestali (harvester) o testate abbattitrici già impiegate nell'arboricoltura e nella pioppicoltura.			

**Tabella 1.6: EUCALIPTO - Vantaggi connessi con i due modelli**

Modello Europeo	Modello Americano
Produzioni di grandi quantità di materiale ogni 2 anni	Possibilità di anticipare o posticipare il turno di 1-2 anni in funzione delle richieste del mercato
Non richiede cure per la qualità del legno	Possibilità di produrre vari assortimenti: produzione di tondello e cippato, topi da sega per l'industria dell'imballaggio, tronchetti per cartiera
	Pratiche colturali meno intensive e controllo delle infestanti meno problematico
	Possibilità di effettuare una stagionatura intermedia del materiale tal quale riducendo le perdite di sostanza legnosa
	Produzione di cippato di migliore qualità

A fine ciclo (10-15 anni) si effettua il ripristino del terreno con la triturazione ed eliminazione delle ceppaie.

Il controllo fitosanitario delle piantagioni SRF presenta diversi problemi non solo di tipo economico ma soprattutto pratico poiché l'alta densità d'impianto non consente di intervenire tra le file e contrastare efficacemente gli insetti xilofagi che possono insediarsi all'interno delle ceppaie. In tal caso è opportuno scegliere cloni resistenti o tolleranti nei confronti delle principali avversità biotiche. I principali parassiti dell'Eucalipto sono due insetti galligeni (*Ophelimus maskelli* e *Leptocybe invasa*). La specie *E. camaldulensis* è la più suscettibile all'attacco di questi fitofagi ma anche *E. globulus*, *E. vicinalis*, *E. grandis* ed *E. x trabutii* risultano meno produttive se colpite da attacchi di questi insetti. Solo due specie risultano più resistenti *E. occidentalis* e *E. omphocephala*, che, per contro, soffrono le basse temperature invernali.

## 1.4 Canna comune (*Arundo donax* L.)

La canna comune (*Arundo donax* L.) è una graminacea rizomatosa perenne, originaria del Medio Oriente, è naturalizzata in tutto il bacino del Mediterraneo, in areali caratterizzati da un clima caldo-temperato. La pianta predilige terreni freschi di pianura, anche se, da un punto di vista pedologico, è scarsamente esigente in fatto di terreni. Essa, inoltre, non presenta problemi di ristagno idrico e viene considerata una coltura con basse esigenze idriche, l'irrigazione, di fatto, è prevista solo all'impianto.

### Impianto e cure colturali

Le necessità minerali sono particolarmente elevate solo nei primi anni dell'impianto, con lo sviluppo dei rizomi. Le asportazioni di elementi nutritivi sono discrete, con 10, 3, 13 kg rispettivamente di N, P, K per tonnellata di sostanza secca. La concimazione di base non è strettamente necessaria e s'effettua in funzione della dotazione di potassio e fosforo nel suolo. La preparazione del terreno è caratterizzata da lavorazioni convenzionali (aratura e frangizollatura invernale), seguite da un trattamento di diserbo chimico non selettivo per prevenire la diffusione delle malerbe. La canna comune, nei nostri climi, si propaga esclusivamente per via vegetativa, mediante l'utilizzo di rizomi e talee di fusto. L'impianto si esegue preferibilmente verso febbraio-marzo, mediante la messa a dimora del materiale di propagazione all'interno di solchi aperti con un aratro assolcatore, ad una profondità di 10-20 cm per i rizomi. La densità di impianto è di 1,0-1,5 rizomi/m<sup>2</sup>. Il difficile reperimento e l'oneroso costo dei rizomi è uno dei punti di debolezza della coltura. L'impianto del canneto si conclude con la chiusura dei solchi, una rullatura leggera del terreno ed un eventuale irrigazione di soccorso. Nelle fasi iniziali di impianto è necessario il contenimento dello sviluppo di infestanti mediante trattamenti meccanici o chimici, e procedere a fertilizzazioni azotate di copertura. In genere, invece, negli anni successivi al primo, non sono richieste cure colturali, grazie anche all'effetto pacciamante della defogliazione invernale della coltura. La defogliazione della coltura garantisce la protezione dei rizomi dai rigori invernali, limita il processo di erosione del suolo e contribuisce alla riduzione di fenomeni di evaporazione e alla restituzione al terreno di quota parte dei nutrienti minerali. Una minima fertilizzazione azotata di mantenimento è comunque prevista, con apporto di circa 70-100 unità di N/ha/anno, anche se la risposta della coltura è estremamente variabile. La canna comune non presenta particolare sensibilità a patogeni e parassiti.

**Raccolta**

La coltura è molto produttiva ed assai longeva (12-14 anni). Le raccolte annuali della biomassa iniziano dalla fine della seconda stagione vegetativa e, successivamente, alla defogliazione delle piante (dicembre-febbraio), generalmente mediante macchine trincia-caricatrici semoventi. La biomassa raccolta è caratterizzata da un'umidità media del 45-50% ed un contenuto in ceneri del 4-5%. Va quindi fatta essiccare (attraverso un periodo di stoccaggio in cumulo sotto copertura) affinché raggiunga i valori ottimali necessari all'utilizzo diretto in caldaia.

In base alle rese registrate in diversi campi sperimentali distribuiti sul territorio nazionale, si stima una produttività media, al primo anno d'impianto, pari a circa 8-10 t s.s./ha (il primo anno spesso la raccolta non viene effettuata per la scarsità del prodotto vegetale), al secondo anno di 20-25 t s.s./ha per anno, e dal terzo anno poi, considerando la piena entrata in produzione del canneto, fino a 30-35 t s.s./ha per anno. Per il ripristino alle condizioni iniziali del terreno quando la coltura è a fine ciclo si effettua alla ripresa vegetativa un primo trattamento diserbante totale (erbicida sistemico non selettivo), a cui seguirà un'operazione di espianto dei rizomi mediante una trincia-fresa forestale e un'aratura del terreno. Eventualmente è possibile un secondo intervento di diserbo totale del campo.

**Costi**

Per quanto riguarda i costi colturali, essi si aggirano intorno ai 1.000-1.500 €/ha. Parte dei costi può essere contenuta approvvigionandosi di rizomi da vivai dedicati.

**1.5 Miscanto**

Il miscanto (*Miscanthus sinensis giganteum*) è una graminacea originaria della Cina, inizialmente per la produzione della carta e successivamente per scopi ornamentali. È una pianta rizomatosa perenne con elevata efficienza nell'utilizzazione della luce, dell'acqua e dell'azoto.

**Impianto e cure colturali**

L'impianto può essere effettuato da febbraio a metà aprile. La specie predilige i terreni freschi, sciolti e ben drenati ed è in genere coltivabile in tutte le zone in cui si può praticare la coltura del mais.

Per l'impianto (1-1,5 rizomi per metro quadrato ad una profondità di 8-10 cm) è molto importante una buona preparazione del terreno e l'assenza di infestanti particolarmente invasive. prima del 4-6° stadio di fogliazione, risulta efficace operare un'epicatura prima del 4-6° stadio di fogliazione (eventualmente accompagnata da trattamento chimico diserbante, laddove strettamente necessario). La pianta gradisce un'abbondante concimazione organica di fondo ma non necessita di particolari apporti di concimi minerali<sup>224</sup>.

**Raccolta**

Il primo raccolto si effettua al secondo anno ottenendo una produzione di 5-7 tss/ha/anno. La massima produzione si ottiene nei primi anni, dopo di che vi è una decrescita. Mediamente si producono ca. 15-23 tss/ha/anno. La raccolta si effettua in marzo con una tradizionale falciatrincia-caricatrice, quando il contenuto idrico è ca. del 20%.

Da un ettaro si ottengono circa 170-180 msr ciascuno dei quali ha un peso medio di 100-120 kg. Per maggiore facilità il raccolto può essere imballato e ciascuna balla pesa ca. 380 kg, con una produzione di circa 50 balle per ettaro.

210) Sono suggeriti, a seconda della fertilità del suolo, i seguenti apporti minerali: 50-100 kg/ha N, 10-40 kg/ha P2O5, 80-160 kg/ha K2O.

## Costi

La messa a dimora di un ettaro di miscanto (15.000 rizomi), considerati anche i tempi di preparazione delle macchine e del caricamento dei sacchi, dura circa 3 ore con l'ausilio di 5 operatori. Il costo di produzione del cippato di miscanto è pari a ca. 35-66 €/t.s.s. La produzione di un ettaro di miscanto annualmente (in media) sostituisce l'energia producibile con 7.000-10.000 litri di gasolio da riscaldamento che ai prezzi correnti equivale ad un valore monetario di 6.000-10.000 €.

## 1.6 Cardo

Il Cardo (*Cynara cardunculus*) è una pianta erbacea, poliennale, rizomatosa, molto simile nella sua morfologia al carciofo.

Appartiene alla famiglia delle Asteracee ed è originario del bacino del Mediterraneo.

Può trovare anche utilizzo nell'industria cartaria. Questa coltura ha destato, negli ultimi anni a questa parte, l'interesse di vari ricercatori per le possibilità di utilizzo energetico sia delle sue componenti ligno-cellulosiche sia per i semi oleosi. È una coltura con elevata rusticità, ridotte esigenze nutrizionali e molto adattabile alle condizioni pedoclimatiche caldo-aride. Il cardo cresce bene in terreni profondi, ricchi di sostanza organica di medio impasto e ben drenati. È una specie termofila anche se tollera senza problemi temperature anche di 5°C; temperature inferiori (fi no a -10°C) apportano di norma danni limitati alle foglie, senza compromettere la vitalità degli organi sotterranei utili per il ricaccio primaverile. Le disponibilità idriche non devono in ogni caso essere inferiori a 400-450 mm all'anno. Il cardo vegeta su terreni argillosi ma ben strutturati, in quelli sciolti, ma mal tollera i ristagni idrici e suoli poco profondi, prediligendo comunque terreni calcarei, profondi e permeabili con pH da subacido a sub alcalino.

### Impianto e cure colturali

Il cardo si semina a maggio, interrando, alla profondità di 3-4 cm, 2-3 semi per postarella con una distanza interfila di 1m, indicativamente sono necessari dai 3 ai 5 kg/ha. Dopo 40-50 giorni si dirada mantenendo in ogni postarella la pianta più sviluppata. Il terreno deve essere sempre libero da infestanti, a questo scopo si effettuano, periodicamente, sarchiature e diserbi.

La semina viene effettuata con normali seminatrici di precisione opportunamente regolate. Per l'impiego energetico la densità ottimale è di circa 15.000 piante/ha. Per quanto riguarda le concimazioni è opportuno far precedere una concimazione di fondo prima della lavorazione principale del terreno.

### Raccolta

La raccolta avviene d'estate con il vantaggio di ottenere una biomassa con basso grado di umidità. Nel corso delle operazioni le diverse parti della pianta possono essere separate a seconda dell'utilizzo finale: brattee, steli e foglie possono essere impiegate a scopi energetici, i semi per produrre olio, pappi e ricettacolo da impiegare nell'industria cartaria.

### Costi

I costi di lavorazione del terreno per la preparazione del letto di semina (discissura incrociata, erpicatura con tiller e girotiller) sono di 290 €/ha. Per la semina a righe 65 €/ha per la semina a spaglio 25 €/ha, per la fertirrigazione i costi sono di 350 €/ha.

I costi totali per l'impianto di un ettaro coltivato a cardo ammontano a circa 700 €. (Fonte CRA\_ING).

## 2. LE COLTURE ZUCCHERINO-AMIDACEE

Con il termine colture zuccherino-amidacee ci si riferisce a quelle colture atte alla produzione di biomassa caratterizzata dagli elevati contenuti in carboidrati fermentescibili che possono essere destinati, mediante opportuni processi di fermentazione, alla produzione di biocarburanti liquidi (es. bioetanolo ed ETBE) o gassosi (biogas e biometano). Attualmente il bioetanolo e l'ETBE, possono essere prodotti sia da carboidrati semplici come glucosio, saccarosio e mannosio, che da polisaccaridi a catena lunga ovvero amido, cellulosa ed emicellulosa. Le materie prime da impiegare nel processo di fermentazione alcolica possono derivare, pertanto, dalle colture dedicate alcoligene, siano esse saccarifere (barbabietola da zucchero, canna da zucchero, sorgo zuccherino) o amidacee (cereali, in particolare frumento tenero e mais), nonché dai residui lignocellulosici.

### 2.1 Sorgo zuccherino

Il sorgo zuccherino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) è una graminacea, a ciclo fotosintetico C4, di origine tropicale, ma adattabile alle zone temperate. L'interesse per questa coltura è notevolmente aumentato in relazione alla possibilità di produrre biocarburanti di prima e seconda generazione (rispettivamente dal succo e dal bagasso) e di biomassa combustibile ligno-cellulosica dal bagasso. Stati Uniti, India, Cina e altre importanti realtà mondiali stanno studiando la possibilità di coltivare il sorgo zuccherino, oltre che per i tradizionali utilizzi (carta, sciroppo e alimentazione animale), in luogo del mais o della canna da zucchero, per la produzione di biocarburanti. Infatti, il sorgo zuccherino è caratterizzato da un elevato contenuto in zuccheri nel succo degli steli, principalmente saccarosio, fruttosio e glucosio, da cui può essere facilmente prodotto il bioetanolo. Per questa ragione, il sorgo zuccherino sta diventando una coltura energetica di largo interesse in tutto il mondo.

La parte aerea della pianta consiste di un culmo principale, che può superare i 4 m di altezza, e di un numero variabile di accestimenti. Al suo interno, il culmo è midolloso, succoso e ricco in zuccheri solubili. L'infiorescenza è costituita da un panicolo di dimensioni molto più ridotte rispetto ai tipi da granella per evitare un eccessivo accumulo di carboidrati nel seme.

La capacità di entrare in dormienza nei periodi più caldi associata ad alcuni caratteri anatomici (l'apparato radicale che si espande in profondità, lo strato siliceo presente nell'endoderma radicale e la cuticola cerosa sulla parte aerea), conferiscono a questa pianta un'elevata resistenza agli stress idrici.

Il sorgo è una specie spiccatamente macroterma, tra le più esigenti riguardo alla temperatura. La germinazione del seme richiede una temperatura minima di 14-15 °C, mentre la levata e la fioritura avvengono in condizioni ottimali di 26-30 °C. Predilige terreni di medio impasto ed è moderatamente tollerante alla salinità. Assolutamente inadatti sono i terreni con problemi di ristagno idrico, in quanto asfittici e freddi. Riguardo alla reazione del terreno, la pianta del sorgo è molto adattabile, crescendo bene tanto in terreni acidi (pH 5,5), quanto in terreni alcalini (pH 8,5).

## Impianto e cure colturali

Il sorgo viene normalmente coltivato senza sussidio irriguo. Tuttavia le piante rispondono molto positivamente all'irrigazione. Nelle zone in cui le disponibilità irrigue sono elevate, la coltura entra in competizione con il mais che in condizioni di alta produttività appare decisamente superiore. A contrario, in corrispondenza di limitati input idrici, il sorgo risulta decisamente superiore al mais, sia come capacità di valorizzare l'acqua irrigua sia nell'ottica del contenimento dei costi di produzione. Il sorgo mostra infatti esigenze idriche molto contenute rispetto al mais e una minore sensibilità alla carenza idrica durante la fase vegetativa, grazie alla sua capacità di rallentare o arrestare il suo sviluppo consentendo una maggiore elasticità nella programmazione degli interventi irrigui.

Le dosi di concimazione, soprattutto riguardo all'azoto, vanno commisurate al livello di resa potenzialmente conseguibile: in linea generale risultano sufficienti limitati apporti azotati (100-120 kg/ha di N) per determinare concreti incrementi della produzione di sostanza secca. Nonostante l'elevata efficienza di assorbimento dell'azoto da parte della coltura, resta comunque importante imporre oculati piani di concimazione azotata per le colture in successione, onde evitare nel lungo periodo, pericolose riduzioni della fertilità chimica del suolo.

## Raccolta

La raccolta della biomassa avviene mediante le tradizionali macchine falcia-trincia-caricatrici, utilizzate per la raccolta del mais ceroso. La produzione indicativa di sostanza fresca è di 50-80 t/ha, corrispondente ad un quantitativo di sostanza secca di 15-25 t/ha. Il contenuto in zucchero negli steli è del 5-15% (m/m). Occorre ricordare che esiste un numero elevatissimo di varietà di sorgo e che ancora molto si può fare nello sviluppo varietale per incrementare le rese produttive, il contenuto zuccherino e la lunghezza del ciclo fito-fisiologico della pianta, al fine di ottimizzarne l'utilizzo della coltura a fini energetici.

## Costi

Il costo di coltivazione del sorgo zuccherino è notevolmente influenzato dal livello di input applicati alla coltura (fertilizzazione, irrigazione, ecc.), e può variare da 800 a 1.400 €/ha, costo di trasporto della biomassa escluso.

## 2.2 Topinambur

Il topinambur (*Helianthus tuberosus* L.), in inglese conosciuto con il curioso nome di Jerusalem artichoke, è una pianta perenne della famiglia delle Compositae, a ciclo C3, originaria della fascia meridionale degli Stati Uniti d'America. Il topinambur è caratterizzato da una grande rusticità, una elevata produttività ed una notevole facilità di riproduzione.

Il topinambur è una coltura che di fatto non è presente negli ordinamenti colturali, risulta, però, interessante in relazione ai molteplici impieghi: produzione di foraggio verde e insilato, quale cover crop in terreni marginali, e soprattutto per la produzione di zuccheri. Per ciò che riguarda quest'ultimo aspetto, il topinambur accumula sia nella porzione ipogea (tuberi) sia in quella epigea (steli) zuccheri semplici (specialmente fruttosio) e fruttani (inulina), che possono essere destinati sia per l'alimentazione, sia per diverse

applicazioni energetiche (es. bioetanolo o biogas), chimiche e farmaceutiche, anche in relazione al gran numero di altri composti naturali che sono estraibili da questa coltura. La pianta è costituita da una parte aerea formata da robusti steli che si innalzano anche fino a 3 e 4 metri di altezza, portanti larghe foglie a cuore appuntite e terminanti con un gruppo di fiori gialli riuniti in un capolino. Questi steli emergono dal terreno in aprile, crescono durante tutta l'estate (salvo i periodi di forte siccità in cui il fogliame si affloscia) e fioriscono verso la fine di settembre. L'apparato ipogeo del topinambur è formato da rizomi tuberiferi, di forma molto irregolare, e da radici ramificate. I rizomi raggiungono il loro massimo volume solo in autunno inoltrato, perciò la raccolta si inizia solo dopo l'essiccamento dei fusti.

Il topinambur resiste al freddo e al caldo ma preferisce climi caldo-temperati. Si adatta a ogni tipo di terreno, in quanto pianta estremamente rustica ed invadente, e si può coltivare con tecniche a basso input e senza irrigazione.

### **Impianto e cure colturali**

La tecnica colturale è simile a quella utilizzata per la coltivazione della patata. L'impianto si fa ponendo a dimora i tuberi o pezzi di tubero (con almeno due gemme) ad una profondità di circa 5-10 cm, quando la temperatura media del terreno si stabilizza sui 10°C, generalmente dalla metà di marzo nelle regioni del Nord Italia. La densità ottimale è 4-5 tuberi/m<sup>2</sup>, alle stesse distanze che si usano per la patata. Anche dopo il raccolto rimangono sempre nel suolo piccoli tuberi e frammenti di tuberi che assicurano la riproduzione per l'anno seguente. La produzione di tuberi si aggira intorno alle 20-25 t/ha. La coltura del topinambur risulta particolarmente competitiva nei confronti delle erbe infestanti, dopo il primo anno, generalmente non sussistono più problemi di infestazione. Tuttavia, dato un avvio di crescita lento nei primi due mesi, richiede un adeguato controllo delle malerbe nel primo periodo di sviluppo.

### **Raccolta**

La raccolta dei tuberi maturi inizia solo dopo l'essiccamento dei fusti, dall'autunno inoltrato, quando i rizomi raggiungono il loro massimo volume. Uno degli svantaggi della coltura è relativo proprio all'epoca di raccolta dei tuberi (generalmente in dicembre) caratterizzata da elevate precipitazioni che possono rendere difficoltoso il passaggio degli appositi macchinari nei campi saturi d'acqua.

La produzione di tuberi si aggira intorno alle 20-25 t/ha. In relazione al fatto che il topinambur immagazzina per un certo periodo fruttani negli steli, i quali contengono, prima della fioritura, il 70-80% degli zuccheri prodotti, alcuni autori hanno proposto lo sfruttamento della sezione epigea della pianta, trattandola di fatto come una coltura erbacea poliennale: gli steli possono essere raccolti annualmente con le macchine convenzionali da foraggio all'inizio della fioritura (agosto-settembre) ed essere utilizzati come materia prima per l'estrazione di zuccheri, da avviare in seguito ai diversi scopi. Un'altra modalità di raccolta prevede invece il recupero contestuale sia delle parti aeree che sotterranee. In entrambi i casi, comunque, è da sottolineare il fatto che la coltivazione di topinambur come pianta saccarifera da biomassa non è supportata dalla disponibilità di specifiche varietà o cloni che, ad oggi, sono tutte finalizzate alla produzione di tuberi.

La ricerca in questo campo deve quindi sviluppare nuovi genotipi, in grado di massimizzare l'accumulo di inulina e di altri zuccheri negli steli e la produzione di biomassa. Prove sperimentali hanno comunque evidenziato produzioni di steli molto elevate, superiori alle 20 t s.s./ha, con contenuti di inulina pari a oltre 8 t/ha. Alcuni recenti studi hanno inoltre preso in considerazione l'utilizzo degli steli essiccati, residuali dei processi fermentativi, come substrato ligno-cellulosico per la produzione di energia attraverso combustione, gassificazione o pirolisi.

### 2.3 Mais ad uso energetico

Originario delle zone a clima tropicale e subtropicale del continente americano, il mais (*Zea mays* L.) è stato importato in Europa ai tempi di Cristoforo Colombo. L'interesse verso questa coltura è notevole, come anche la sua diffusione a livello mondiale; in Italia la coltura è estremamente diffusa, in particolare al nord, nella aree agricole della Pianura Padana e Friulana. Oltre che per finalità alimentari, soprattutto legate al settore zootecnico, il mais si sta progressivamente imponendo anche come coltura energetica: in Italia il maggiore interesse viene rivolto verso l'utilizzo del mais insilato per la produzione di biogas; alcune iniziative sono rivolte verso l'utilizzo della granella quale biocombustibile in luogo del pellet di legno. A livello mondiale, invece, la principale destinazione energetica della granella di mais è la produzione di biocarburanti (es. produzione di bioetanolo negli Stati Uniti).

#### Impianto e cure colturali

Si tratta di una graminacea a ciclo fotosintetico C4, caratterizzata da una elevata capacità produttiva. Il mais è una pianta sensibile al freddo, specialmente durante i primi stadi di sviluppo, e presenta elevati fabbisogni termici: la temperatura minima di germinazione è di 10°C, mentre quella ottimale di sviluppo varia tra i 24-28°C, in funzione dello stadio vegetativo della pianta. Mal sopporta comunque le temperature eccessive, soprattutto nella fase di impollinazione.

Il mais vanta basse esigenze pedologiche, ottimali sono comunque i terreni profondi, caldi, privi di problemi di asfissia radicale e ricchi in elementi nutritivi. Le esigenze idriche della coltura sono elevate e costituiscono il fattore limitante lo sviluppo di questa coltura, nonostante il basso coefficiente idrico (circa 300 kg di acqua per kg di sostanza secca) in relazione alla elevata produzione di biomassa (20 t s.s. implicano 600 mm di pioggia) ed al periodo di sviluppo della coltura (primaverile-estivo) caratterizzato da periodi poco piovosi e ed elevati tassi di evapotraspirazione (es. in Pianura Padana nel mese di luglio si stimano mediamente 7-8 mm al giorno di acqua persa per evapotraspirazione). La lavorazione tradizionale si basa sull'aratura a 25 cm per terreni sciolti e a 30-35 cm in terreni pesanti. Dopo l'aratura occorre affinare il terreno con operazioni di erpicatura. L'epoca ottimale di semina si determina in funzione della temperatura media del suolo (almeno 10 °C) e della classe dell'ibrido utilizzato. La densità di semina dipende da vari fattori: indicativamente è maggiore per gli ibridi precoci (7-8 piante/m<sup>2</sup>) rispetto agli ibridi più tardivi (5-6 piante/m<sup>2</sup>); se la destinazione è la produzione di insilato in genere si considera una pianta in più rispetto alla produzione di granella. La semina del mais viene fatta rispettando una distanza tra le file di 75 cm, con seminatrici pneumatiche di precisione.

Forte attenzione viene posta alla gestione delle infestanti, mediante interventi di diserbo chimico in pre-emergenza ed in copertura (di soccorso), basati sull'utilizzo di diversi principi attivi. In termini di fertilizzazione minerale, il mais è una specie molto esigente che necessita orientativamente 200-300 kg/ha di N, 80-120 kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e di 0-120 kg/ha di K<sub>2</sub>O (in funzione della dotazione naturale del terreno).

### **Raccolta**

La raccolta di mais trinciato per la produzione di silomais si effettua con una falcia-trincia-caricatrice, quando sopraggiunge la maturazione cerosa della granella (per uso biogas la raccolta ottimale è a 2/3 della linea latte): le piante vengono quindi trinciate intere, con una umidità attorno al 68-72%. Le produzioni in sostanza secca variano da 14 a 23 t/ha (40-65 t/ha di trinciato

tal quale). La raccolta della granella si effettua in genere 10-15 giorni dopo la maturazione fisiologica, con una umidità compresa tra il 22-26%, mediante una mietitrebbia da grano con testata spannocchiatrice. La resa media di granella secca italiana ad oggi supera le 9 t/ha, tuttavia molte sono le aziende maidicole che realizzano stabilmente produzioni medie di 10-12 t/ha ed oltre. In mancanza di irrigazione le rese sono molto più basse ed estremamente variabili.

### **Costi**

Il costo di coltivazione del mais è notevolmente influenzato dal livello di input applicati alla coltura (in particolare fertilizzazione ed irrigazione) e può variare da 1.000 a 1.800 €/ha, costo di trasporto della biomassa escluso.

## **2.4 Triticale**

Il triticale è un ibrido ottenuto alla fine del XIX secolo dall'incrocio tra il frumento e la segale (*Triticum aestivum* L. x *Triticum secale* Wittm.). Negli ultimi 20-30 anni il triticale ha suscitato un forte interesse nel mondo agricolo, in relazione all'elevato potenziale produttivo in ambienti pedoclimatici difficili e al ciclo autunno-vernino, che offre la possibilità di praticare il doppio raccolto.

### **Impianto e cure colturali**

Il triticale presenta alcune caratteristiche di pregio del frumento, come l'elevata produttività e il buon contenuto proteico, accompagnate da alcune proprietà della segale, come la rusticità, la resistenza alle malattie dell'apparato fogliare e al freddo.

La coltura viene utilizzata nell'alimentazione zootecnica, sia come granella nelle diete dei monogastrici, sia come foraggio insilato per l'alimentazione dei ruminanti. Inoltre, risulta essere interessante l'utilizzo quale coltura energetica in relazione alla elevata resa in biogas della pianta insilata. Riguardo la morfologia della pianta, l'apparato radicale è costituito in media da 3-5 radici seminali, mentre il culmo si presenta grosso e vuoto. Le foglie sono

più larghe rispetto al frumento. Le spighe sono di notevoli dimensioni e producono da 60 a 150 cariossidi. Il tritcale si adatta bene ai terreni sabbiosi, poco fertili e resiste bene alla salinità. In linea di massima il tritcale viene seminato dove il grano non garantisce buone rese, in relazione anche alla sua maggior resistenza all'acidità dei terreni, ai minori fabbisogni azotati ed al miglior accostamento che limita la competizione con le malerbe.

Le esigenze idriche sono inferiori a quelle del frumento, anche in relazione ad una maggiore capacità di sfruttare l'acqua presente nel terreno. Il tritcale non necessita di una preparazione del terreno particolarmente accurata. L'epoca di semina varia in funzione delle cultivar e dell'ambiente di coltivazione. Esistono delle varietà non alternative a semina autunnale, e alternative a semina sia autunnale che primaverile. Nei tipi autunnali è bene seminare precocemente.

La semina avviene normalmente a righe distanti 20-30 cm, impiegando da 100 a 200 kg/ha di semente in funzione della germinabilità, delle dimensioni del seme e della destinazione del prodotto. Per quanto riguarda gli apporti di fertilizzanti e le relative epoche di distribuzione si fa riferimento al grano. Occorre comunque porre attenzione al fatto che il tritcale è maggiormente soggetto al fenomeno dell'allettamento a seguito di eccessive fertilizzazioni azotate: indicativamente possono essere apportati alla coltura circa 60-100 kg di N per ettaro. Pur presentando una buona capacità di competizione nei confronti delle infestanti, risulta conveniente ricorrere al diserbo chimico per ottenere adeguate produzioni.

### **Raccolta**

Le produzioni unitarie di granella sono molto variabili, da 6 a 10 t/ha; per la produzione di insilato, la trinciatura viene eseguita a maturazione cerosa, con rese di circa 30-40 tonnellate di biomassa tal quale ad ettaro. Le buone caratteristiche di rusticità, produttività e fermentescibilità permettono di destinare la coltura del tritcale alla produzione di substrato per la fermentazione anaerobica in impianti energetici a biogas: in questo caso la coltura viene raccolta allo stadio ceroso, mediante una macchina falcia-trincia-caricatrice, e successivamente insilata.

### **Costi**

Dal punto di vista economico rappresenta una soluzione interessante l'avvicendamento tra il tritcale, destinato a fini energetici (biogas), ed il mais, in relazione ad una potenziale maggior sostenibilità economica di tale piano colturale rispetto alla singola coltura del mais.

In comprensori in cui le condizioni climatico-ambientali non consentono un ottimale sviluppo della coltura del mais, l'avvicendamento tritcale e sorgo appare più vantaggioso. Il costo di coltivazione del tritcale è notevolmente influenzato dal livello di input applicati alla coltura (in particolare la fertilizzazione) e può variare da 600 a 900 €/ha, costo di trasporto della biomassa escluso.

### 3. LE COLTURE OLEAGINOSE

Le principali colture impiegate per la produzione di olio in Italia sono: la colza, il girasole e la soia, anche se questa coltura è impiegata principalmente per il suo alto valore proteico e può fornire olio come co-prodotto. Le superfici coltivate ad oleaginose in Italia ammontano a circa 285.000 ha nel 2009, di queste quelle a destinazione energetica sono circa 33.600 ha (AGEA). Il grafico 1.24 mostra la ripartizione delle tre principali colture a destinazione energetica. Queste colture non prevedono particolari differenze con le tecniche tradizionali e le normali prassi agronomiche, le uniche differenze sono nelle varietà impiegate, dove quelle destinate alla produzione energetica possiedono caratteristiche dell'olio migliori.

#### 3.1 Colza

La colza (*Brassica napus*) è una pianta originaria del bacino del mediterraneo; il nome deriva dall'olandese "Koolzad", che significa ca seme di cavolo. Diffusa fin dal medioevo nell'Europa centrosettentrionale, dai suoi semi veniva estratto l'olio da impiegare nell'illuminazione pubblica e privata. Attualmente i maggiori coltivatori di colza risultano essere India, Cina, Pakistan e Canada; per quanto riguarda l'Europa, i paesi più interessati sono quelli nord-orientali come Germania, Francia, Polonia, Gran Bretagna, Danimarca e Svezia. Il colza appartiene alla famiglia delle Crucifere e al genere Brassica. L'infiorescenza a grappolo è terminale, formata da 150-200 fiori ermafroditi, aventi la struttura tipica delle Crucifere; il frutto è una siliqua (frutto secco deiscente) che un falso setto interno (replum) divide in 2 carpelli contenenti numerosi semi (fi no a 20 ciascuno).

A seconda della varietà, una siliqua può contenere da 15 a 40 semi. Le attuali produzioni medie, a livello nazionale, sono dell'ordine di 2,6 t/ha, con punte di oltre 3 t/ha; in centro-Europa (Francia-Germania) variano dalle 3 alle 4 t/ha. Il seme ha un contenuto di olio tra il 35 ed il 45% e di proteine tra il 21-24%. Le rese ad ettaro di olio sono comprese tra 0,75 e 1,5 t. Esistono due tipi biologici: biennali che fioriscono solo dopo vernalizzazione (semina autunnale); annuale che non necessitano di vernalizzazione (semina autunnale o primaverile).

In Italia, il ciclo biologico della colza è autunno-primaverile ed i climi più favorevoli sono quelli temperato-umidi (Pianura Padana); essendo una pianta microterma non necessita di temperature elevate per crescere e svilupparsi (lo zero di vegetazione è di 6-8°C); teme la siccità durante la levata e la fioritura. Si distinguono 4 varietà principali di colza in base al contenuto di acido erucico ed al contenuto di glucosinolati, composti nocivi nel caso di alimentazione animale:

- A "doppio alto": alto tenore di acido erucico e glucosinolati;
- B "0": basso tenore di acido erucico;
- C "00" o "doppio zero": con un contenuto quasi nullo di acido erucico e non più di 5-10 micromoli di glucosinolati per grammo di farina disoleata;
- D "000": basso tenore di acido erucico e glucosinolati e basso tenore in fibra.

## Impianto e cure colturali

Le dimensioni del seme impongono particolare attenzione alla preparazione del letto di semina che prevede un'aratura a media profondità (25-30 cm) o lavorazioni minime seguite da un'epicatura. Si semina: a partire dalla metà di settembre fino alla metà di ottobre; la semina si fa a righe (30 cm) con una seminatrice da frumento ad una profondità di 20-30 mm con densità compresa di 70-80 piante/m<sup>2</sup> impiegando circa 6-8 kg di semi/ha. Per la concimazione fosfo-potassica le dosi consigliate sono: 68-80 kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100-150 kg/ha di K<sub>2</sub>O (se il terreno è k-carente). Per la concimazione azotata le dosi sono 180-200 kg/ha di urea o nitrato ammonico da somministrare durante l'inverno.

Il diserbo si effettua in post-emergenza oltre ai trattamenti antiparassitari contro il Meligete del colza.

## Raccolta

La raccolta si effettua in giugno-luglio, quando i semi sono completamente imbruniti e le silique secche (umidità ottimale della granella intorno al 9-12%). La raccolta può essere effettuata con un solo passaggio, in questo caso si fa con le mietitrebbie da frumento opportunamente regolate intorno alla metà di giugno; oppure in due passaggi: sfalcio delle silique verdi, disposizione in andane mantenute per 7-8 giorni in campo, raccolta e trebbiatura con pick-up. Le rese di granella oscillano tra le 2,5-3 t/ha con punte fino a 4 t/ha, il contenuto di olio nei semi oscilla tra il 35-45%, con una resa ad ettaro di 0,75-1,5 t di olio.

## Costi

Per la coltivazione di un ettaro a colza i costi per le ordinarie lavorazioni di impianto, fertilizzazione, irrigazione e raccolta ammontano a circa 750-800 €/ha. I costi di trasformazione del seme per la produzione di olio e pannello, riferiti all'unità di superficie sono di 40-60 €/ha. L'olio è venduto a circa 700-750 €/t mentre il pannello a 100-150 €/t.

## 3.2 Girasole

Girasole (*Helianthus annuus* L.) appartiene alla famiglia delle composite; pianta originaria dell'America Nord Occidentale, coltivata dagli indiani d'America a scopo alimentare, fu introdotta in Europa nel XVI secolo come pianta ornamentale; dalla prima metà dell'800, quando in Russia fu messo a punto un metodo per l'estrazione alimentare dell'olio, è utilizzata come pianta oleifera. In Italia sono stati coltivati nel 2009 circa 120.000 ha, le regioni più vocate sono quelle del Centro-Italia (Umbria, Toscana, Marche e Lazio).

Il girasole è una pianta erbacea annuale, da rinnovo, caratterizzata da un notevole sviluppo. Il fusto, che si presenta eretto, può raggiungere un'altezza compresa, per le varietà coltivate in Italia, tra 1,5 e 2,2 metri. Le foglie (presenti in numero variabile tra 12 e 40) sono alterne, grandi, semplici, lungamente picciolate, cordate o ovate, acute, dentate. Il girasole presenta un'infiorescenza terminale a capolino detta "calatide" che, nelle varietà coltivate, ha un diametro di 15 - 40 cm ed è formata da 700 - 3.000 fiori (nelle varietà da olio).

Il frutto è un achenio (frutto secco indeiscente) di forma allungata, costituito da un pericarpo duro e fibroso aderente al seme, di colore variabile dal bianco al nero. Anche il peso può variare da meno di 40 mg fi no a 200 mg (i semi più grandi vengono utilizzati per consumo alimentare diretto). Il seme vero e proprio, che rappresenta il 70 - 75% dell'achenio, è costituito da un tegumento seminale, dall'embrione e da due cotiledoni contenenti grassi e proteine (contiene fi no al 55% di olio, mediamente circa il 48%).

Il ciclo colturale del girasole dura in media 110 - 145 giorni, a seconda della cultivar. L'accrescimento di questa pianta è piuttosto veloce nel periodo di fioritura, durante cui viene prodotta circa l'80% della biomassa. In Italia, generalmente, la raccolta viene eseguita in settembre, quando tutte le piante si presentano completamente disseccate. Le rese variano in funzione del numero di piante per unità di superficie, del numero di fi ori della calatide e del peso medio di un achenio.

A livello nazionale le produzioni medie di seme sono di circa 2,5 t/ha, con quantitativi di olio corrispondenti a circa 1,2 t/ha; in condizioni molto favorevoli (ad esempio in coltura irrigua) si possono raggiungere 4,5 t/ha di seme e superare, quindi, 2 t/ha di olio. L'apparato radicale è fascicolato e molto sviluppato, soprattutto nei primi 40 cm di terreno, anche se può approfondirsi fino a 2 m nel suolo; questa caratteristica conferisce al girasole una notevole resistenza agli stress idrici. I periodi di maggiori criticità sono durante lo sviluppo e la crescita degli acheni. È una coltura praticata in asciutta.

### **Impianto e cure colturali**

Il terreno va lavorato profondamente con un'aratura a 40-50 cm, in alcuni casi è possibile anche la semina su sodo. La semina viene effettuata a marzo con seminatrice di precisione, adottando una distanza tra le file di 70 cm e profondità intorno a 3-4 cm. La semente impiegata è pari a 4-6 kg/ha per una densità di popolamento di 5-6,5 piante/m<sup>2</sup>. La temperatura ottimale per la germinazione è di 20-30°C anche se può nascere a 10°C e resiste fi no a -10°C allo stadio di plantula.

L'irrigazione non è praticata. Una coltura ben sviluppata di girasole consuma indicativamente 300-400 mm di acqua durante tutto il ciclo colturale. Il fabbisogno idrico è al suo massimo da 20 giorni prima a 25 giorni dopo la fioritura. La concimazione deve essere effettuata apportando: 80-120 kg N metà alla semina e metà alla sarchiatura; 50-70 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in localizzazione; 100 kg/ha di K<sub>2</sub>O solo in carenza.

### **Raccolta**

La raccolta deve essere eseguita quando il seme raggiunge un'umidità del 9%, la calatide si presenta bruna e la pianta secca. Possono essere utilizzate mietitrebbiatrici per il girasole o da frumento opportunamente adattate.

### **Costi**

Per la coltivazione di un ettaro a girasole i costi per le ordinarie lavorazioni di impianto, fertilizzazione, irrigazione e raccolta ammontano a circa 500-600 €/ha. I costi di trasformazione del seme per la produzione di olio e pannello, riferiti all'unità di superficie sono di 50-60 €/ha. L'olio è venduto a circa 650-700 €/t mentre il pannello a 120-150 €/t.

Per l'utilizzo energetico ci si dovrebbe orientare su varietà oleiche, che abbiano anche delle porzioni importanti di residuo in campo. Sono in via di studio e sperimentazione varietà di girasole a finalità esclusivamente energetiche che mostrano avere accrescimenti molto interessanti.

### 3.3 Soia

La soia è originaria dell'estremo oriente. In Europa è giunta soltanto agli inizi del 1900, importata dall'Inghilterra come alimento per diabetici, in quanto priva di amidi. Oggi è una delle più importanti piante alimentari per la ricchezza dei suoi semi in proteine (38-41%) e olio (18- 21%). La farina di soia è impiegata principalmente (al 90%) in zootecnia, come integratore proteico mentre l'olio di soia ha utilizzi sia alimentari che non. La coltivazione della soia è molto diffusa a livello mondiale soprattutto per la farina che se ne ricava. L'olio, invece, pur rappresentando una tra le maggiori produzioni al mondo (per il 2008, 37,5 Mt, secondo solo all'olio di palma con 38,9 Mt), è da considerarsi, in realtà, più come un sottoprodotto che come prodotto principale. La soia è una pianta erbacea annuale a ciclo estivo, interamente pubescente, alta da 70 a più di 130 cm, con portamento eretto più o meno cespuglioso.

Appartiene alla famiglia delle Leguminose, il frutto è un baccello, piccolo, ricoperto di peli, che si può presentare dritto o incurvato. La colorazione può variare dal giallo, al grigio, al nero. Un baccello contiene da 1 a 5 semi (normalmente 2 o 3).

Ogni infiorescenza produce da 1 a più di 20 baccelli, che raggiungono, in circa 40 giorni, il loro massimo peso. Il seme è di forma prevalentemente sferica o ellittica e dal colore variabile (dal giallo paglierino al nero). Le rese sono variabili; in Italia (Pianura Padana) si parla di 3-3,5 t/ha, ma si possono superare le 4 t/ha oppure scendere fino a 2 t/ha per le colture intercalari. La resa in olio oscilla in media tra 0,4 e 0,8 t/.

#### Impianto e cure colturali

Coltura a ciclo primaverile-estivo; esigenze climatiche simili a quelle del mais ma la soia è meno sensibile agli abbassamenti di temperature nelle fasi iniziali del ciclo (Tmin di accrescimento = 5°C; Totale ~24-25°C); pianta brevi-diurna sensibile al fotoperiodo; pianta debolmente arido-resistente che, nei climi italiani, necessita comunque di irrigazione. La composizione chimica della granella è mediamente di 18-20% di grassi, 40-42% di proteine ed il 5% di cellulosa.

Le varietà sono distinte in base alla precocità, in gruppi da 000 (precocissime) a X (tardive). Nei nostri ambienti sono usati i gruppi da 00 a III. Le varietà precoci sono meno sensibili al fotoperiodo. Altri caratteri interessanti sono l'altezza del primo baccello, la resistenza alle malattie, allo stress idrico, ecc. Il terreno viene lavorato con una aratura piuttosto anticipata (profondità 30 cm) seguita da lavori di affinamento eseguiti tempestivamente in modo da avere un letto di semina perfettamente livellato e amminutato. Nel caso di coltura intercalare, la lavorazione minima (15-25 cm) dà buoni risultati.

La semina si effettua da metà aprile a metà maggio con seminatrici di precisione, a righe (40-45 cm) ad una profondità di 50-60 mm in terreni piuttosto asciutti e 30-40 mm in terreni con favorevoli condizioni di umidità, con densità compresa di 30-35 piante/m<sup>2</sup> impiegando circa 6-8 kg di semi/ha.

La concimazione se normalmente nodulata, è in pratica autosufficiente per l'azoto. Per gli altri macroelementi la concimazione si basa sulla somministrazione di fosforo (80-100 kg/ha) e potassio nel caso di terreni carenti. La concimazione azotata può essere limitata a 20-30 kg/ha di azoto alla semina. Se la coltura risultasse non nodulata, risulta necessario apportare circa 150-200 kg/ha di N. Il diserbo, chimico o meccanico, si effettua in pre-semina o in pre-emergenza. Il fabbisogno idrico medio per una coltura di soia di ciclo medio-precoce è di 400-500 mm.

### **Raccolta**

La raccolta viene effettuata da settembre (coltura principale) ad ottobre (coltura intercalare), quando la pianta è quasi completamente defogliata e presenta steli e semi di colore marrone. Si impiegano mietitrebbie da frumento.

### **Costi**

La soia è coltivata principalmente per la farina proteica ad uso alimentare o zootecnico. I costi per le ordinarie lavorazioni di impianto, fertilizzazione, irrigazione e raccolta ammontano a circa 700- 750 €/ha. I costi di trasformazione del seme per la produzione di olio e pannello, riferiti all'unità di superficie sono di 50-60 €/ha. L'olio è venduto a circa 650-700 €/t mentre il pannello a 200 €/t.

## BIBLIOGRAFIA

AEBIOM Position Paper, *Bioenergy 2030: European Energy Issues And The Development Of Bioenergy Towards 2030*, ottobre 2010

AIEL e CCIAA di Padova (autori vari), *“Produzione ed uso energetico del legno in azienda agricola”*, [www.pd.camcom.it](http://www.pd.camcom.it)

AIEL e CIA Toscana, *“Energia da biomasse agro-forestali: un’opportunità per le imprese ed i cittadini toscani”*, workshop del 12 Novembre 2012

AIEL, Gallo D. (a cura di), *Le Possibili Filiere del Biogas*, Presentazione c/o Università degli Studi di Teramo, 10 marzo 2009

Area Science Park, *Energia dalle Biomasse: le Tecnologie, I Vantaggi per i Processi Produttivi, i Valori Economici e Ambientali*, aprile 2006.

ARSIA - Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l’Innovazione nel Settore Agricolo-Forestale (autori vari), *La filiera Legno-Energia: Risultati del progetto Interregionale Woodland Energy*, 2009.

ARSIA (autori vari), *Stima della potenzialità produttiva delle agrienergie in Toscana*, 2009 (ARSIA, 2009).

ARSIA (autori vari), *Impianti termici a legno, cippato e pellet*, Novembre 2009.

ARSIA (autori vari), *Le colture dedicate ad uso energetico, il Progetto Bioenergy Farm*, quaderno 6/2004, 2004.

ARSIA (autori vari), *Rapporto sullo stato delle foreste in Toscana*, 2011.

ARSIA, *Progetto S.I.En.A. - Olio Vegetale Puro*, <http://www.chimicaverde.it/s-i-en-a-olio-vegetale-puro/>.

ARSIA, Progetto S.I.En.A., *“Progetto pilota per lo Sviluppo Integrato delle Energie rinnovabili dal settore Agricolo – filiera pilota del Biodiesel”* (2007/2008): <http://sienabiodiesel.arsia.toscana.it/>.

Bonari E. (Scuola Superiore Sant’Anna di Pisa), *Il potenziale contributo delle biomasse agricole in Toscana*, presentazione Assemblea FIPER – Firenze 30 marzo 2012.

Ciancaleone F., Jodice R., *“Biogas da reflui zootecnici: meno emissioni e più efficienza”*, in *L’Informatore Agrario*, n. 6/2011.

Coaloe D., *“Bilanci economici delle colture energetiche”*, in *Progetti di Ricerca SUSCACE e FAESI, Recenti acquisizioni scientifiche per le colture energetiche*, n.4, Maggio 2012.

Coldiretti, *“Importanza della filiera del biogas per le imprese agricole”*, a cura di Ciancaleone F., Dicembre 2010.

Commissione Europea, *Comunicazione della Commissione, Strategia dell’UE per i Biocarburanti*, COM(2006) 34, Bruxelles, 08/02/2006, 2006.

Commissione Europea, *Libro bianco delle rinnovabili* (COM(97) 599).

Commissione Europea, *Piano d’azione per la biomassa* (COM (2005) 628).

Commissione Europea, *Libro verde sulla strategia europea per un’energia sostenibile, competitiva e sicura*.

Commissione Europea, *“Due volte 20 per il 2020”*, COM(2008)30).

Commissione Europea, *Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive 98/70/EC relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources* COM(2012)595).

COSEA-CISA, *Impianto di cogenerazione a cippato di legna con rete di teleriscaldamento al servizio del complesso scolastico del comune di Castel d’Aiano*, Novembre 2007.

CRA Spa, (Autori Vari), *Nozioni di base per la costituzione di microfiliere energetiche di autoconsumo*, Dicembre 2008.

CREAR (Università di Firenze), *Progetto Life-Ambiente VOICE (Vegetable Oil Iniziative for a Cleaner Environment)*, [www.crear.unifi.it](http://www.crear.unifi.it).

CRPA Spa, *Dossier Agroenergie*, A cura di Piccinini S., Fabbri C., Dodano M., Gennaio 2010.

CRPA Spa, *Energia dal Biogas*, PSR Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia 2007/2013.

Dal Savio S., Garavaglia V., Reichhalter H., *Impianti a biogas in provincia di Bolzano: analisi energetica, ambientale ed economica*, in Agriforenergy, Novembre 2012.

D’Antonio P., D’antonio C., Evangelista C., Doddato V., *“Raccolta dei sarmenti di vite e olivo: analisi di diversi cantieri sperimentali”* in Progetti di Ricerca SUSCACE e FAESI, Recenti acquisizioni scientifiche per le colture energetiche, n.4, Maggio 2012.

Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 *Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE*.

Duca D., Scrosta V., *Fliera Olio-Energia, Corso SIBE sulle filiere agroenergetiche*, giugno 2010.

ENAMA, Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola, *Stato dell'Arte degli Impianti di Energia da Biomasse*, 2011.

ENAMA, Caso Studio N.5 "Mini impianto a biogas presso una stalla da latte" in Progetto Biomassa ENAMA, 2011.

ENAMA, *Cogenerazione con OVP su piccola/media scala, Caso Studio N.14*, 2010.

ENAMA, *Valorizzazione energetica delle biomasse legnose*, 2011.

ENAMA, *Valorizzazione energetica degli oli vegetali puri*, 2011.

ENAMA, *Valorizzazione energetica delle biogas*, 2011.

ENEA, *Quaderno Biomasse e Bioenergie*, Luglio 2011.

Energy Life, *Impianto per la produzione di energia elettrica e termica alimentati da biomassa liquida (olio vegetale) con potenze nominali a partire da 200 kW elettrici*, giugno 2011.

European Commission (Directorate General for Research Sustainable Energy Systems), *Biofuels in the European Union: a Vision for 2030 and Beyond, final report of the Biofuels Research Advisory Council*, 2006.

Fabrizi C., Mazzetti M., "Impianti di piccola-media taglia: la manutenzione è essenziale", in *L'Informatore Agrario*, [www.informatoreagrario.it](http://www.informatoreagrario.it).

Frigerio D., *Cogenerazione a olio vegetale: tre esempi economici*, 21 Febbraio 2011 ([www.nextville.it](http://www.nextville.it)).

Gravano E. (Regione Toscana, Settore Programmazione Forestale), *Le Agrienergie e gli agricoltori protagonisti degli Obiettivi 20-20-20*, presentazione a Pisa, 12 febbraio 2011.

Gravano E. (Regione Toscana, Settore Programmazione Forestale), *Le opportunità per la filiera legno-energia sul PSR 2007/2013 della Toscana*, presentazione ad Arezzo, 7 marzo 2008.

GSE, Benedetti L. (a cura di), "Fonti rinnovabili: obiettivi e incentivi", presentazione "Green City, una sfida possibile", Bologna, 28 ottobre 2010.

GSE, *Rapporto Statistico 2011*.

INEA, *Decreto Ministeriale 6 luglio 2012: Incentivi per Energia da Biomassa*, 2012.

ITABIA, *Italian Biomass Assotiation, Bioenergia e Agricoltura, Panorama Attuale e Prospettive Future*, aprile 2006.

Kathrine Anker Thyø Henrik Wenzel, *Life Cycle Assessment of Biogas from Maize silage and from Manure*, 2007.

International Energy Agency (IEA), *World Energy Outlook 2006* (WEO 2006).

Leader Plus (Progetto), *Linee Guida per lo Sviluppo di un Modello di Utilizzo del Cippato a Scopi Energetici, Risultati del Progetto Transnazionale*, 2011.

Mezzadri M., *Biogas da liquame in un'azienda di 100 vacche da latte: cogenerazione da un impianto di biogas di piccola taglia*, in Agriforenergy, luglio 2012.

Migliardi D., *Il biogas: prospettive di produzione e di impiego per scopi energetici*. In: *L'energia del nostro futuro, la seconda vita dell'agricoltura*. A cura di Roberto Jodice e Stefano Masini. Edizioni Procom, Roma 2006.

Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, *Circolare 31 marzo 2010, n. 552031*.

Ministero dello Sviluppo Economico, *Decreto ministeriale 6 luglio 2012 – Incentivi per energia da fonti rinnovabili elettriche non fotovoltaiche*.

Ministero dello Sviluppo Economico, *Decreto Ministeriale 28 dicembre 2012, Incentivazione della produzione di energia termica da fonti rinnovabili ed interventi di efficienza energetica di piccole dimensioni*.

Nomisma, *La sfida delle bioenergie. Tendenze e scenari per le energie rinnovabili in agricoltura, 12° Rapporto Nomisma agricoltura*, 2011.

Parlamento Europeo e Consiglio, *Direttiva 2004/8/CE*.

Parlamento Europeo e Consiglio, *Direttiva 2009/28/CE*.

Prussi M. (C.R.E.A.R.), *Oli Vegetali da materie prime di scarto per produzione di energia e biofuels*, Terra Futura 2011, giugno 2011.

PSR, *Programma di Sviluppo Rurale della Regione Toscana per il periodo 2007/13*, settembre 2012.

Rajagopal D., Sexton S., Roland-Holst D, Zilberman D., *Challenge of biofuel: filling the tank without emptying the stomach?*, University of California at Berkley, Novembre 2007.

Regione Toscana, *Programma straordinario degli investimenti*.

Regione Toscana, *Piano di Sviluppo Rurale (PSR) 2007/2013*.

Regione Toscana, *POR CReO (competitività e innovazione) 2007/2013*.

Regione Toscana, *Piano Regionale Agricolo Forestale (PRAF)*.

Regione Toscana, *Accordo Quadro per le Biomasse*.

Regione Toscana, *Piano Ambientale Energetico Regionale (PAER)*.

Regione Toscana, *Protocollo d'intesa tra Regione Toscana e Uncem Toscana per lo sviluppo della filiera bosco legno energia* (luglio 2011).

Regione Toscana, *Protocollo d'intesa tra Regione Toscana, Uncem Toscana, ANCI, UPI, CGIL, CISL, UIL, CIA, Coldiretti, Confagricoltura, Legacooperative, Confcooperative per l'attivazione della filiera bosco legno energia* (dicembre 2012).

Regione Toscana, *Protocollo sulla definizione delle "Caratteristiche merceologiche delle biomasse agroforestali da utilizzarsi negli impianti di teleriscaldamento e cogenerazione" da parte di Anci, Uncem, Upi, Cia, Coldiretti, Confagricoltura, Legacooperative, Confcooperative* (settembre 2012).

RENAEL (Rete Nazionale delle Agenzie Locali per l'Energia), 2008.

Regione Marche (autori vari), *Agroenergie: Filieri Locali per la Produzione di Energia Elettrica da Girasole, Sintesi dei risultati della ricerca condotta dalla Regione Marche nell'ambito del progetto interregionale "Filieri biocombustibili dal girasole" (PROBIO)*, 2005/06.

Rossi F., *La produzione di Energia per l'autoconsumo e la vendita*, Agriconsulting S.A.

Rotundo D., *"Biogas, il digestato non è un rifiuto"*, Terra e Vita, N.31-32/2012, 4 agosto 2012.

Zecca A. (a cura di), *Bioenergie: quali opportunità per l'agricoltura italiana*, Studi & Ricerche INEA, 2008.

## INDIRIZZI UTILI ?

<http://www...>



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





A large rectangular area with a light blue background, containing horizontal blue lines for writing. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page.