

La produzione di biomasse legnose a scopo energetico

Approfondimenti tecnici di filiera

Pubblicazione realizzata da Veneto Agricoltura nell'ambito del Progetto " Alpenenergywood" - Programma Interreg III B Spazio Alpino, il quale è stato finanziato per il 50% dallo Stato Italiano e per il 50% dall'Unione Europea.

Coordinamento tecnico-scientifico

Federico Correale Santacroce, Veneto Agricoltura

Testi

Loris Agostinetto, Luigi Barella, Stefano Dimartino, Veneto Agricoltura

Paragrafo 3.4 - LE MODALITÀ DI COMPRAVENDITA DELLA BIOMASSA LEGNOSA: Valter Francescato, Eliseo Antonini, AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali

Foto

Loris Agostinetto, Luigi Barella, Stefano Dimartino, Valter Francescato, Eliseo Antonini, Raffaele Spinelli (CNR - Ivalsa), Fabrizio Da Frè (Ormet SpA)

La presente pubblicazione è corredata di un CD-ROM la cui realizzazione è stata curata da Valter Francescato, Eliseo Antonini, AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali

Pubblicazione edita da

Veneto Agricoltura

Azienda Regionale per i Settori Agricolo, Forestale e Agroalimentare

Viale dell'Università, 14 - Agripolis - 35020 Legnaro (Pd)

Tel. 049.8293711 – fax 049.8293815

e-mail: info@venetoagricoltura.org

www.venetoagricoltura.org

Realizzazione editoriale

Veneto Agricoltura

Azienda Regionale per i Settori Agricolo, Forestale e Agroalimentare

Coordinamento Editoriale

Alessandra Tadiotto, Isabella Lavezzo

Settore Divulgazione Tecnica e Formazione Professionale

Via Roma, 34 - 35020 Legnaro (Pd)

Tel. 049.8293920 – Fax 049.8293909

e-mail: divulgazione.formazione@venetoagricoltura.org

È consentita la riproduzione di testi, foto, disegni ecc. previa autorizzazione da parte di Veneto Agricoltura, citando gli estremi della pubblicazione.

PRESENTAZIONE



La preoccupazione per le incertezze che caratterizzano il mercato mondiale delle fonti energetiche, sommata all'allarme per il cambiamento climatico prodotto dall'immissione in atmosfera di crescenti quantitativi di anidride carbonica e altri gas serra, stanno attirando una crescente attenzione sul ruolo delle fonti rinnovabili di energia, con particolare riferimento alle bioenergie di origine agroforestale.

Il mondo agricolo guarda inoltre alle colture energetiche come a una delle possibili vie di uscita dalla crisi del comparto, le cui origini trovano riscontro nella crescente globalizzazione dell'economia mondiale, con una conseguente Politica Agricola Comunitaria che chiede sempre più attenzione per il territorio e per l'ambiente, e che con il disaccoppiamento sgancia di fatto le produzioni di massa dall'integrazione del reddito aziendale degli agricoltori.

Intorno alla filiera del legno-energia in particolare sta crescendo un grande interesse sia a livello di potenziali produttori di materia prima, sia nel mondo del contoterzismo, sia in quello dell'imprenditoria di filiera, con la nascita sul territorio di società ESCO che vedono nel comparto una scommessa dal futuro interessante.

Per contro, proprio queste filiere appaiono ancora poco o per nulla strutturate nella nostra regione, e si evidenzia una notevole scarsità di dati tecnico-economici ascrivibili alle realtà territoriali e socio-economiche venete.

Ancora poche sono inoltre le esperienze significative in materia, anche in ragione della scomparsa dei boschi e delle siepi dalle nostre campagne, e dello scarso interesse che rivestono in ambito montano gli assortimenti di legname di scarto o comunque legati alle filiere energetiche, fatta parzialmente eccezione per la legna in pezzi.

Veneto Agricoltura effettua già da diversi anni lavori di ricerca e sperimentazione relativi alle varie sezioni della filiera del legno-energia, raccogliendo una discreta quantità di informazioni e di dati tecnico-economici in grado di poter arricchire, pur in un contesto in divenire, il bagaglio di conoscenze di chi decide di occuparsi di produzione, trasformazione e utilizzo della legna a scopo energetico.

Questa pubblicazione, quasi un "libro mastro di cantiere", lungi dal voler esaurire tutto l'argomento in questione, vuole fornire agli interessati quante più informazioni possibili relativamente alle realtà praticabili nelle aree agricole della pianura veneta, facendo sintesi di diversi anni di esperienza sul campo effettuata all'interno di vari progetti, primo fra tutti il progetto Interreg III "Alpenenergywood", cofinanziato dall'Unione Europea e dal Ministero delle Infrastrutture e delle Attività Produttive.

Vi invito quindi alla lettura, nell'augurio che possiate qui trovare spunti e informazioni utili a progettare e strutturare, nel Veneto, nuove valide piattaforme produttive dalle biomasse legnose a scopo energetico.

Corrado Callegari
Amministratore Unico
di Veneto Agricoltura

INDICE

Prefazione		7
Introduzione		8
Capitolo 1		
	GLI IMPIANTI PRODUTTIVI DI BIOMASSA LEGNOSA	11
1.1	GLI IMPIANTI PRODUTTIVI LINEARI DI PIANURA	12
1.1.1	Le siepi campestri	12
1.1.2	Le bande boscate polivalenti	15
1.2	GLI IMPIANTI PRODUTTIVI A PIENO CAMPO DI PIANURA	16
1.2.1	Gli arboreti specializzati per la produzione di biomassa legnosa a scopo energetico	16
1.2.1.1	<i>Arboreti da biomassa a turno breve</i>	16
1.2.1.2	<i>Arboreti da biomassa a turno medio</i>	18
1.2.2	Gli arboreti specializzati per la produzione di legno da opera e caratterizzati da file intercalari costituite da specie legnose atte a produrre biomassa da energia	20
1.2.3	I boschetti interpoderali campestri	21
1.2.4	I boschi planiziali naturaliformi	22
1.3	I BOSCHI CEDUI NELLE AREE COLLINARI, PEDEMONTANE E MONTANE	23
1.3.1	Le tipologie forestali del comprensorio dei Colli Euganei	23
1.3.1.1	<i>Il bosco di robinia</i>	25
1.3.1.2	<i>Il bosco di castagno</i>	26
1.3.1.3	<i>Il bosco misto di roverella, carpino nero e orniello</i>	26
1.3.1.4	<i>Il bosco di roverella con specie mediterranee</i>	27
Capitolo 2		
	LA RACCOLTA E LA PRIMA TRASFORMAZIONE DELLA BIOMASSA LEGNOSA	29
2.1	FASE DI ABBATTIMENTO E ALLESTIMENTO: LE MACCHINE E LE ATTREZZATURE IMPIEGABILI	31
2.1.1	Macchine e attrezzature impiegate per l'abbattimento e l'allestimento manuale	31
2.1.1.1	<i>Motosega</i>	31
2.1.1.2	<i>Dispositivi di protezione individuale: dotazione anti-infortunistica</i>	33
2.1.2	Macchine e attrezzature impiegate per l'abbattimento e l'allestimento meccanizzato	34
2.1.2.1	<i>Abbattitrice con sega a catena</i>	35
2.1.2.2	<i>Abbattitrice a disco</i>	36
2.1.2.3	<i>Abbattitrice a cesoia</i>	39
2.1.2.4	<i>Macchine per la raccolta delle colture a turno breve (SRF)</i>	46
2.2	FASE DI CONCENTRAMENTO ED ESBOSCO: LE MACCHINE E LE ATTREZZATURE IMPIEGABILI	51
2.2.1	Esbosco per avvallamento: impiego delle risine o canalette	51
2.2.2	Il trattore forestale e il trattore agricolo	52
2.2.3	Il verricello forestale	54
2.2.4	Esbosco a strascico con trattore e verricello forestale	57
2.2.5	Trattori articolati e trattori portanti	58
2.2.5.1	<i>I forwarder</i>	58
2.2.5.2	<i>I transporter</i>	59
2.2.5.3	<i>Gli skidder</i>	59
2.2.6	Motocarriole, ATV, minitrattori	61
2.2.6.1	<i>Le motocarriole</i>	61
2.2.6.2	<i>Gli ATV</i>	62
2.2.6.3	<i>I minitrattori</i>	62
2.2.7	Le gru idrauliche	62
2.2.8	Le pinze per tronchi	65
2.2.9	I caricatori forestali su pala gommata	66
2.2.10	I rimorchi forestali e i rimorchi agricoli	68

2.2.11	Le gabbie per la legna da ardere	69
2.2.12	Le gru a cavo	70
2.2.12.1	<i>Il carrello</i>	72
2.2.12.2	<i>La stazione motrice mobile</i>	74
2.3	FASE DI MOVIMENTAZIONE DELLA BIOMASSA LEGNOSA IN PIAZZALE: LE MACCHINE E LE ATTREZZATURE IMPIEGABILI	76
2.4	FASE DI PRIMA TRASFORMAZIONE DELLA BIOMASSA LEGNOSA: LE MACCHINE E LE ATTREZZATURE IMPIEGABILI	77
2.4.1	Le appuntapali	77
2.4.2	Il processore e le teste <i>harvester</i>	78
2.4.3	Gli sminuzzatori: le cippatrici e i trituratori	80
2.4.3.1	<i>Le cippatrici</i>	82
2.4.3.2	<i>I trituratori</i>	85
2.4.4	Le macchine combinate taglia-spacca legna	86
2.5	I CANTIERI DI RACCOLTA E DI PRIMA TRASFORMAZIONE DELLA BIOMASSA LEGNOSA	90
2.5.1	Cantieri di raccolta e prima trasformazione su siepi campestri	90
2.5.1.1	<i>Cantieri a basso grado di meccanizzazione</i>	90
2.5.1.2	<i>Cantieri ad alto grado di meccanizzazione</i>	96
2.5.2	Cantieri di raccolta e prima trasformazione su bande boscate polivalenti	100
2.5.2.1	<i>Cantieri a basso grado di meccanizzazione</i>	101
2.5.2.2	<i>Cantieri ad alto grado di meccanizzazione</i>	103
2.5.3	Cantieri di raccolta e prima trasformazione su arboreti specializzati per la produzione di biomassa da energia a turno medio	105
2.5.3.1	<i>Cantieri a basso grado di meccanizzazione</i>	105
2.5.3.2	<i>Cantieri ad alto grado di meccanizzazione</i>	106
2.5.4	Cantieri di raccolta e prima trasformazione su arboreti specializzati per la produzione di biomassa da energia a turno breve	108
2.5.4.1	<i>Cantieri di raccolta in presenza di colture di SRF a turno annuale</i>	109
2.5.4.2	<i>Cantieri di raccolta in presenza di colture di SRF a turno biennale</i>	109
2.5.4.3	<i>Cantieri di raccolta in presenza di colture di SRF a turno poliennale</i>	110
2.5.5	Cantieri di raccolta e prima trasformazione su boschetti interpoderali campestri	110
2.5.5.1	<i>Cantieri a basso grado di meccanizzazione</i>	111
2.5.6	Cantieri di raccolta e prima trasformazione su boschi planiziali naturaliformi	111
2.5.6.1	<i>Cantieri a basso grado di meccanizzazione</i>	112
2.5.6.2	<i>Cantieri ad alto grado di meccanizzazione</i>	113
2.5.7	Cantieri di raccolta e prima trasformazione per il diradamento delle file intercalari di arboreti specializzati per la produzione di legno da opera	114
2.5.7.1	<i>Cantieri a basso grado di meccanizzazione</i>	115
2.5.7.2	<i>Cantieri ad alto grado di meccanizzazione</i>	116
2.5.8	Cantieri di raccolta e prima trasformazione su boschi cedui collinari, pedemontani o montani	118
2.5.8.1	<i>Cantieri a basso grado di meccanizzazione</i>	118
2.5.8.2	<i>Cantieri ad alto grado di meccanizzazione</i>	120

Capitolo 3

	IL PIAZZALE DI LAVORAZIONE, MATURAZIONE, STOCCAGGIO E IL TRASPORTO E LA COMPRAVENDITA DELLA BIOMASSA LEGNOSA	123
3.1	IL LEGNO CIPPATO	124
3.1.1	Cippato fresco e cippato secco	124
3.1.2	La stagionatura del cippato	125
3.1.3	Le modalità di maturazione e stoccaggio del cippato	126
3.1.3.1	<i>Allestimento in cumuli sotto tettoie areate</i>	126
3.1.3.2	<i>Allestimento in cumuli all'aperto con copertura mediante telo traspirante</i>	126
3.1.4	Le esperienze condotte dal Centro Vivaistico e per le Attività Fuori Foresta di Veneto Agricoltura	127
3.1.4.1	<i>Prima esperienza</i>	127

3.1.4.2	<i>Seconda esperienza</i>	129
3.2	LA LEGNA IN PEZZI	130
3.2.1	Due esempi concreti di piazzale di lavorazione della legna in pezzi	131
3.2.1.1	<i>Piazzale di lavorazione ubicato nell'Alto Vicentino</i>	131
3.2.1.2	<i>Piazzale di lavorazione ubicato nel Trevigiano</i>	132
3.3	LA PALERIA MINUTA	134
3.4	LA STRUTTURA DI PIAZZALE DI LAVORAZIONE E STOCCAGGIO	134
3.5	IL TRASPORTO DELLA BIOMASSA LEGNOSA	135
3.5.1	L'organizzazione del trasporto della biomassa legnosa	135
3.5.2	Le varie tipologie di mezzi di trasporto	137
3.5.2.1	<i>Trasporto con trattore e rimorchio</i>	137
3.5.2.2	<i>Trasporto con autocarro, autotreno, autoarticolato</i>	138
3.6	LE MODALITÀ DI COMPRAVENDITA DELLA BIOMASSA LEGNOSA	140
3.6.1	Il potere calorifico del legno	140
3.6.2	La commercializzazione del cippato	141
3.6.3	Compravendita del cippato a contenuto energetico	142
Capitolo 4		
	CENNI RELATIVI AGLI IMPIANTI TERMICI	145
4.1	Tipo di combustibile	146
4.2	Consumi annui di biomassa	147
4.3	Capacità di contenimento dei silos	148
4.4	Logistiche di caricamento	148
Capitolo 5		
	IL BILANCIO TECNICO ECONOMICO GLOBALE DELLA PIATTAFORMA	149
	APPENDICE - CENNI SULLE NORMATIVE VIGENTI RELATIVE ALLA PREVENZIONE INCENDI	155
	BIBLIOGRAFIA	156

PREFAZIONE

Per favorire lo sviluppo della bioenergia nel territorio regionale, Veneto Agricoltura (Ente Strumentale della Regione Veneto per i settori Agricolo, Forestale e Agro-alimentare), in sintonia con il Governo regionale, si è dotata, per volontà espressa del suo Amministratore Unico, di uno specifico piano denominato "Azione Strategica Bioenergia" (ASB).

L'ASB è basata su due fondamentali presupposti:

- l'utilizzo delle biomasse legnose a fini energetici costituisce una grande opportunità per le imprese agricole e forestali e deve determinare per esse occasioni di reddito;
- lo sviluppo delle diverse filiere bioenergetiche deve essere basato su principi di sostenibilità ambientale.

L'approccio di Veneto Agricoltura tiene quindi conto delle aspettative economiche degli imprenditori agricoli e, contemporaneamente, delle esigenze di gestione corretta del territorio e miglioramento dei parametri ambientali, nell'interesse della collettività.

L'ASB prevede l'utilizzo di un insieme articolato di strumenti che vanno dalla ricerca e sperimentazione alle attività dimostrative, dalle iniziative formative alla realizzazione di alcune "iniziative speciali", quali la creazione di uno sportello informativo e l'attivazione di un osservatorio regionale sulla bioenergia.

All'interno del settore delle bioenergie, la filiera delle biomasse legnose a scopo energetico riveste un ruolo di fondamentale importanza e il suo sviluppo è quanto mai auspicabile nel prossimo futuro.

La presente pubblicazione è stata realizzata con lo scopo di fornire agli operatori del settore del legno-energia una vasta gamma di informazioni relative alla filiera ed è rivolta in particolare a coloro che intendono realizzare una piattaforma per la produzione di legno cippato e/o di legna in pezzi. Tuttavia anche liberi professionisti, agricoltori o altri operatori vi troveranno dati e utili nozioni che possono rappresentare un ausilio per la valutazione delle diverse componenti della filiera.

Veneto Agricoltura, attraverso il suo Centro Vivaistico e per le Attività Fuori Foresta, si occupa da diversi anni della filiera legno-energia. In particolare ci si è concentrati fin dagli anni '90 nella realizzazione di impianti legnosi sperimentali e dimostrativi, sia lineari sia a pieno campo, con interessamento delle varie sezioni della filiera. Il Centro Vivaistico e per le Attività Fuori Foresta di Montecchio Precalcino produce appunto oltre un centinaio di specie, autoctone o naturalizzate, diffuse spontaneamente nella nostra regione. Una parte di queste specie può essere impiegata per la realizzazione di siepi campestri, bande boscate, boschi cedui, arboreti specializzati per la produzione di biomassa legnosa a scopo energetico e arboreti misti in grado di produrre sia legname di pregio sia biomassa legnosa da energia.

Gli impianti da legno realizzati in aziende agricole pubbliche e private sono stati successivamente monitorati mediante l'inserimento nella RIFF, la Rete di Impianti dimostrativi Fuori Foresta nata con l'Azienda Regionale Foreste del Veneto e seguita successivamente da Veneto Agricoltura.

Allo scadere dei turni di utilizzazione previsti sono state quindi affrontate tutte le problematiche relative alla raccolta e alla prima trasformazione della biomassa legnosa. Sono stati allestiti numerosi cantieri sperimentali e dimostrativi, in parte coordinati dallo staff del Dott. Raffaele Spinelli del CNR - IVALLSA, in parte gestiti esclusivamente dai tecnici del Centro Vivaistico e per le Attività Fuori Foresta. Attraverso questi cantieri si è cercato di selezionare e di testare in campo le macchine e le attrezzature più idonee allo svolgimento delle varie operazioni di raccolta, sperimentando differenti livelli di meccanizzazione, con chiaro riferimento ai diversi scenari aziendali effettivamente presenti sul territorio rurale del Veneto. Sempre attraverso questi cantieri sono state testate diverse soluzioni logistiche, al fine di trovare le combinazioni e i processi più efficienti dal punto di vista tecnico ed economico. In molti

casi si è ricorso all'utilizzo di macchine e attrezzature particolari, ancora allo stadio di prototipo, in altri sono state usate macchine brevettate e disponibili in commercio, ma non ancora presenti nel nostro paese, perché non conosciute o perché afferenti a realtà produttive che solo in questi ultimi anni hanno raggiunto una certa diffusione nel nostro territorio (ad esempio le SRF di pioppo). In altri casi si sono utilizzate macchine e attrezzature ordinarie, normalmente presenti e utilizzate dagli operatori dei settori forestale e agricolo. In tutti i casi si sono raccolti importanti dati tecnico-economici utili agli imprenditori e agli operatori che siano in procinto di realizzare o di partecipare alla gestione di una piattaforma produttiva di biomassa legnosa a scopo energetico.

La partecipazione a convegni, fiere e altre dimostrazioni relative alle tematiche del legno-energia, la stessa collaborazione con ditte contoterziste operanti sul territorio, hanno fornito ulteriori preziose informazioni che vanno a integrare le conoscenze acquisite con le attività di cui sopra. A ciò si è aggiunta una accurata ricerca bibliografica, che ha tra l'altro messo in evidenza l'esistenza di una quanto mai scarsa letteratura nel settore, almeno per quanto riguarda il nostro paese. In particolare appare carente la disponibilità di documentazione che espliciti e metta in relazione dinamica le varie fasi della filiera, e le criticità più importanti.

Le fonti europee e mondiali sono ben più ricche, ma le realtà ivi descritte non sempre si adattano ai nostri contesti produttivi. Questo accentua la necessità di produrre "conoscenza" tesa a colmare gradualmente questa lacuna, offrendo da subito nuovi riferimenti e spunti operativi a chi si accosti a questo tipo di attività.

Il presente lavoro, lungi dal voler esaurire temi ancora estremamente dinamici, e ancor meno dal voler fornire "verità" precostituite o velate da interessi terzi, si configura come un punto fermo sulle attività di raccolta dati, sul campo e in bibliografia, e come un primo tentativo di costruire percorsi reali, assolutamente calati sulla realtà veneta, utili alla crescita del comparto del legno-energia, in grado di offrire i primi riferimenti quantitativi e qualitativi sulle diverse fasi delle filiere possibili.

Nella stesura di parti importanti del testo, in molte delle attività sperimentali descritte, e nella realizzazione del foglio di calcolo dei costi di produzione del legno cippato presente nel CD-ROM allegato, ci si è avvalsi anche della preziosa e competente collaborazione dei tecnici dell'Associazione Italiana per le Energie Agroforestali (AIEL).

La fase conclusiva della filiera legno-energia, cioè l'utilizzo della biomassa legnosa nelle caldaie, è stata trattata solo a livello di cenni. Veneto Agricoltura ha già installato in alcune delle proprie aziende degli impianti termici dimostrativo-sperimentali funzionanti con combustibile legnoso. Questo ha permesso di toccare con mano alcune importanti problematiche che, se ignorate o trascurate, possono inficiare in parte o del tutto la convenienza economica e l'efficienza tecnica delle filiere. Pur non disponendo di osservazioni sufficienti a giustificare un approfondimento dedicato, si è ritenuto di completare il quadro globale descritto nella pubblicazione riportando una sommaria descrizione del funzionamento degli impianti termici e alcune considerazioni derivate dall'esperienza accumulata.

In ultima analisi, con la presente pubblicazione si è voluto riferire ciò che un'azienda pubblica di riferimento quale Veneto Agricoltura ha prodotto fino ad oggi, proiettando le attività nel quadro della nuova azione strategica, che si augura divenga strumento di approfondimento e di sempre maggiore vicinanza della ricerca e delle attività dimostrative agli operatori e a coloro che con passione e crescenti aspettative vedono con favore la crescita delle filiere e dei distretti agroenergetici sul territorio regionale.

INTRODUZIONE

L'organizzazione e il coordinamento dei diversi momenti che contraddistinguono una filiera del legno-energia costituiscono la chiave della sopravvivenza e del successo della filiera stessa. Uno dei limiti più evidenti che in passato hanno impedito la nascita o frenato la crescita di queste realtà è stato proprio l'assenza di una strutturazione completa dell'intera filiera lungo tutte le tappe del suo articolato percorso: dalla logistica delle modalità di approvvigionamento iniziale della materia prima (Ciccarese *et al.*, 2003) al suo concentrazione, dalla sua trasformazione in prodotto finito alla commercializzazione e all'impiego finale presso impianti termici di diversa entità dislocati nel territorio.

Per dar vita a uno sfruttamento razionale di queste risorse in un determinato comprensorio territoriale è pertanto necessario strutturare adeguatamente tutti gli stadi della filiera, ottimizzando il contributo dei singoli soggetti coinvolti, operando per eliminare fattori di debolezza che possano inficiarne la validità e l'efficienza, tenendo conto delle molteplici problematiche di tipo gestionale, operativo, logistico che caratterizzano tutte le fasi e i processi che portano al prodotto finale. Un aspetto fondamentale in questo senso è l'incentivazione dell'associazionismo in ambito locale su una scala più vasta possibile, a seconda delle dimensioni e delle finalità del progetto in questione. Di fronte a una risorsa così diluita e frazionata, soggetta sia in passato sia tutt'oggi a un interesse e a un'utilizzazione non sempre marcati e continuativi, appare infatti necessario riunire tutti gli operatori che si muovono concretamente nel territorio, stimolandone e pianificandone l'azione, dando vita a consorzi che si propongano di coordinare l'attività di questi soggetti, promuovendo l'erogazione di incentivi economici e un'azione di sensibilizzazione e assistenza informativa (Berton *et al.*, 2003), implementando la creazione di opportune economie di scala che possano garantire la convenienza e la remuneratività dello sfruttamento di queste stesse risorse.

In questo contesto le nuove occasioni di sviluppo offerte dalla filiera del legno-energia, sempre nell'ambito delle politiche per l'incremento delle energie rinnovabili, possono costituire una concreta strada da seguire nelle iniziative di rilancio dell'associazionismo dei proprietari forestali e di tutti gli imprenditori delle aree rurali intenzionati a valorizzare in termini ambientali, economici e socio-occupazionali i propri impianti legnosi, boschivi e campestri (Berton *et al.*, 2003).

L'opportunità di costituire una piattaforma di trasformazione, produzione e commercializzazione della biomassa legnosa va pertanto inserita in questa logica di potenziamento e razionalizzazione su scala locale delle attività di utilizzo delle risorse del territorio. Questa strategia si inquadra nell'ottica di attribuire un ruolo multifunzionale agli impianti legnosi produttivi e di dar vita a un utilizzo moderno e sostenibile delle risorse agricole e ambientali (Mezzalana e Spinelli, 2001).

Del resto le biomasse, tra cui soprattutto il legno, sono legate intimamente al territorio con un rapporto di interdipendenza e di reciproca valorizzazione (Francescato, 2002): da un lato il territorio fornisce le biomasse come materia prima, dall'altro la promozione di queste ultime contribuisce alla tutela e alla manutenzione del territorio stesso (ITABIA, 2002).

Le filiere del legno-energia che attualmente sembrano offrire le migliori prospettive sono quelle che prevedono l'impiego della biomassa a livello domestico o presso impianti di piccola o media potenza. L'energia in questi contesti viene prodotta e gestita direttamente dagli agricoltori, che possono così remunerare adeguatamente la loro attività sviluppando la propria professionalità e competenza. Inoltre si valorizzano efficacemente le risorse agro-forestali locali e si creano importanti garanzie in termini ambientali, poiché l'approvvigionamento di queste filiere si basa su quanto il territorio locale può offrire secondo il principio della durevolezza e della sostenibilità (Francescato e Antonini, 2004).

Nell'introduzione a questo lavoro si è realizzato uno schema della struttura relativa all'ipotetica filiera del legno-energia, delineando i vari comparti che la caratterizzano (vedi schema a pag. 10).

Le varie componenti sono di seguito elencate:

- gli impianti produttivi, cioè i boschi, le siepi campestri, le bande boscate, gli arboreti da legno, tutti i vari tipi di fonti primarie che producono il legno;
- i cantieri di raccolta, cioè i cantieri che utilizzano uomini, macchine e attrezzature nelle fasi di utilizzazione e prima trasformazione della biomassa legnosa prodotta;
- i luoghi o i piazzali in cui la biomassa subisce una trasformazione definitiva e poi viene stagionata e stoccata in attesa della vendita;
- il trasporto del prodotto finito al sito di impiego finale;
- gli impianti termici, dove la biomassa viene bruciata nelle caldaie specifiche per produrre calore, energia elettrica o entrambe le cose, nel qual caso si parla di cogenerazione.

La presente pubblicazione si compone di 5 capitoli, ognuno dei quali tratta uno specifico settore che costituisce la filiera stessa.

Il **primo capitolo** è dedicato agli impianti produttivi di biomassa legnosa. In realtà l'argomento è quanto mai vasto, dal momento che le tipologie di impianti produttivi sono tantissime e per ognuna di esse sono state scritte e si potrebbero scrivere centinaia di pagine. In questa trattazione si sono riassunte alcune informazioni fondamentali relative ai principali tipi di impianti produttivi, in modo che il lettore possa trovare dati e nozioni utili, soprattutto relativamente agli arboreti specializzati per la produzione di biomassa legnosa in pianura.

Infatti, mentre sui boschi cedui collinari e montani si eseguono studi e rilievi da più di un secolo e vi è una notevole bibliografia in merito, relativamente a siepi campestri, bande boscate e arboreti di pianura le analisi e gli studi sono molto meno sviluppati e la letteratura risulta decisamente più limitata.

Riguardo ai popolamenti forestali si è preso come modello un particolare comprensorio, vale a dire i Colli Euganei in provincia di Padova: questa zona può costituire un utile esempio di area ricca di boschi cedui idonei a fornire biomassa legnosa e adeguatamente inserita in un contesto territoriale in cui ipotizzare la creazione di una piattaforma produttiva del legno-energia.

Il **secondo capitolo** tratta l'argomento che si è di gran lunga maggiormente sviluppato in questa pubblicazione: i cantieri di raccolta della biomassa legnosa, cioè l'analisi delle varie fasi di utilizzazione, prima trasformazione e trasporto della stessa. Un primo paragrafo

descrive le principali macchine e attrezzature impiegabili; anche in questo caso si sono approfondite maggiormente quelle che possono essere utilizzate in territori di pianura o in zone collinari o montane con pendii scarsamente inclinati. Questo perché relativamente alle macchine e alle attrezzature utilizzate in bosco esiste già una bibliografia tecnica specifica e piuttosto vasta. Molto meno ricche sono invece le informazioni relative alle macchine utilizzabili in pianura, soprattutto riguardo alle operazioni di abbattimento, poiché solo adesso si cominciano a utilizzare i primi arboreti specializzati per la produzione di biomassa legnosa in pianura ed è proprio in questi ultimi anni che si sono allestiti i primi cantieri dimostrativi e sperimentali dedicati, molti dei quali organizzati proprio da Veneto Agricoltura. Si tratta quindi delle prime informazioni e risultati ottenuti in merito, che qui si è cercato di riportare nel modo più pratico possibile. Il secondo paragrafo riguarda i cantieri risultanti dalla combinazione delle varie macchine e attrezzature descritte nel paragrafo precedente.

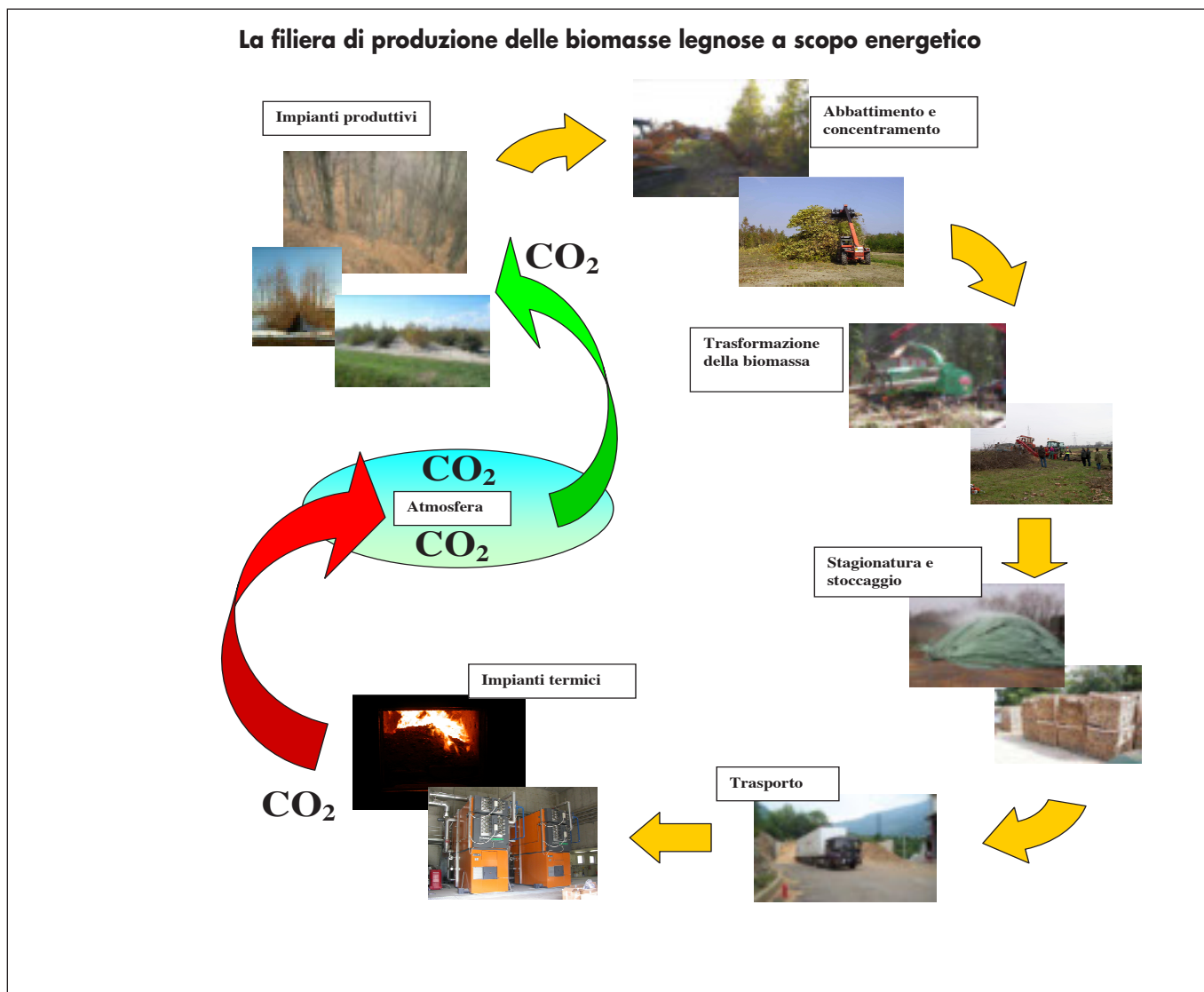
Il **terzo capitolo** descrive la fase successiva ai cantieri di raccolta, con la quale la biomassa legnosa viene trasportata nei piazzali dove viene stagionata e stoccata, in alcuni casi dopo aver subito una ulteriore trasformazione, per essere infine venduta agli utilizzatori finali e conferita presso gli impianti termici. Si sono pertanto descritte le modalità di stagionatura e stoccaggio della biomassa, sia per quanto riguarda la legna in pezzi sia per quanto riguarda il cippato, evidenziando brevemente anche le lavorazioni che possono essere effettuate in questi piazzali. Un apposito paragrafo è stato quindi dedicato alle problematiche, alle procedure e ai mezzi impiegati nella fase del trasporto della biomassa. L'ultimo paragrafo del terzo capitolo riguarda le modalità di vendita della biomassa stessa, in riferimento in particolare al legno cippato: quest'ultimo è un argomento molto importante per chiunque voglia operare all'interno di questa filiera, dal momento che è fondamentale conoscere appieno i meccanismi e le modalità che regolano la moderna e razionale commercializzazione della biomassa legnosa.

Il **quarto capitolo**, relativo agli impianti termici, descrive alcuni concetti generali, ma di fondamentale importanza, che qualunque operatore che intenda cimentarsi nella progettazione e organizzazione di una piattaforma produttiva deve tener presente: ciò vale in particolare nell'ambito della filiera di produzione e vendita del cippato. Non è quindi una trattazione riguardante gli aspetti tecnici di questa ultima parte della filiera, ma un insieme di considerazioni importanti per una buona organizzazione anche a monte di tutti i comparti considerati in precedenza.

Il **quinto** e ultimo **capitolo** riguarda il bilancio tecnico-economico di alcune tipologie di cantieri di raccolta. In particolare si è voluto fornire un metodo semplice ma efficace per calcolare il costo di produzione di una tonnellata di cippato a partire da impianti produttivi di pianura quali siepi campestri, bande boscate e arboreti specializzati per la produzione di biomassa a turno medio.

Alla pubblicazione è inoltre allegato un CD-ROM contenente un programma con cui è possibile effettuare questi calcoli. In pratica si ipotizzano diversi cantieri che prevedono di volta in volta l'utilizzo di alcune delle macchine e attrezzature descritte nel secondo capitolo; si inseriscono nelle apposite tabelle i dati relativi ai diversi casi considerati e, come risultato finale, si ottiene appunto il costo da sostenere per produrre una tonnellata di cippato a partire da ogni specifico scenario.

In **Appendice** si riportano alcuni cenni sulle normative vigenti relative alla prevenzione degli incendi nei casi di stoccaggio del legno combustibile e di realizzazione e gestione degli impianti termici alimentati a biomassa legnosa. Nell'elaborazione della presente pubblicazione si sono utilizzate fonti di dati e informazioni di varia natura. Si è preso spunto da testi divulgativi, pubblicazioni e articoli su riviste tecniche del settore, studi e ricerche sull'argomento; la ricerca bibliografica è stata inoltre integrata dalla consultazione nel Web di alcuni siti Internet per trarre ulteriori informazioni e approfondimenti.



VANTAGGI NELLA COMBUSTIONE DELLE BIOMASSE IN SOSTITUZIONE DEI COMBUSTIBILI FOSSILI

Nello schema illustrato viene rappresentato anche il ciclo della CO₂ (mediante le due frecce ricurve di colore rosso e verde) durante la combustione delle biomasse legnose a scopo energetico.

Nel funzionamento di tale ciclo si ritrova uno dei motivi fondamentali per cui si utilizzano le biomasse come combustibile in sostituzione dei combustibili fossili: il vantaggio di non immettere con la combustione della nuova CO₂ in atmosfera. L'aumento della concentrazione di questo gas in atmosfera è infatti causa dell'effetto serra, con il conseguente riscaldamento del pianeta che a sua volta provoca quei mutamenti climatici che stanno già sconvolgendo il pianeta e che di questo passo subiranno ulteriori drammatici incrementi nel futuro.

La differenza fondamentale tra bruciare combustibili fos-

sili (carbone, petrolio, metano, ecc.) e bruciare legno è questa:

- quando si bruciano combustibili fossili si immette in atmosfera della CO₂ il cui carbonio era precedentemente immagazzinato nel sottosuolo: si libera quindi nuova CO₂ che va a incrementarne la quantità totale presente;
- quando invece si brucia legno, si immette ugualmente della CO₂ in atmosfera (freccia rossa), ma si tratta di quella stessa CO₂ che precedentemente le piante avevano sottratto all'atmosfera con i processi fotosintetici (freccia verde) e immagazzinato nelle proprie parti legnose: il bilancio pertanto è neutro, cioè in definitiva non si immette nessuna nuova CO₂ e non si va quindi a incrementarne la quantità già presente.