

# IMPIANTI ENERGETICI E FILIERA DI APPROVVIGIONAMENTO DI BIOMASSE LEGNOSE NEL SUD ITALIA

*Diego Russo, Giorgio Macri, Alessandro De Rossi*

*Dipartimento di Agraria, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Feo di Vito, 89122, Reggio Calabria, Italia*

*diego.russo@unirc.it; giorgio.macri@unirc.it; alessandro.derossi@unirc.it*

## Abstract

The underlying thesis of this study is that the biomass for energy purposes, coming from farms, forestry, timber industry and Short Rotation Forestry (SRF) for energy, can provide various environmental and socio-economic benefits. First of all, the production of forest biomass for energy involves the reduction of CO<sub>2</sub> emissions and the improvement of forest functions, such as hydrogeological and biodiversity conservation. Moreover, forest biomass consumption could contribute to the socio-economic development of rural areas, through the restoration of agro-forest activities and technological advances in the bio-energy field. In the last ten years in Italy several companies of the bioenergy industry, attracted by Government subsidies planned to build dedicated power that use biomass as their main fuel. The primary goal of this study is to analyse the local forest wood supply chain. Therefore, field surveys have been done in order to classify the management and the characteristics of the woodchips supply chain (wood sub-product availability, forest enterprises, working systems, forest woodchips quality).

**KEY WORDS:** *Biomass, Wood Supply Chain, Forest, Energy.*

## 1. Introduzione

I contributi pubblici erogati negli ultimi quindici anni per la messa in opera di centrali dedite alla conversione energetica delle biomasse, giustificati per conseguire il risparmio di combustibili fossili, la riduzione delle emissioni di carbonio e la valorizzazione di aree marginali e di sottoprodotti agro-forestali, sono stati significativi [1].

In particolare, nell'Italia meridionale è stata promosso l'utilizzo del legno quale fonte energetica rinnovabile con fondi strutturali europei, piani di sviluppo rurale, progetti energetici, e con fondi regionali e provinciali.

La biomassa può essere utilizzata per produrre calore ed energia attraverso diverse soluzioni impiantistiche: mediante combustione diretta, tramite pirogassificazione, ecc. (CE, ST, GT, CC) [2, 3].

L'installazione di questi impianti e lo sviluppo della filiera di approvvigionamento del legno per fini energetici è dovuta alle grandi disponibilità di superfici forestali che le regioni del Sud Italia dispongono.

In particolare, ogni anno, l'incremento medio del volume del legno in Calabria (pari a 6-8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) supera, e talvolta raddoppia, l'aumento stimato di altre foreste presenti in tutta l'Italia e l'estensione della superficie forestale del 40,6% supera la copertura media nazionale, del 34,7%. Di conseguenza, i boschi in Calabria riescono a fornire numerosi settori dell'industria del legno.

L'importo annuo medio di legname lavorato è di 668 912 m<sup>3</sup> [4], circa l'8,5% del totale nazionale e il 37% del totale del legname raccolto nell'Italia meridionale, dove, secondo il database statistico nazionale [4], la richiesta di legname per scopi energetici è aumentata fortemente.

\*Il documento nella sua interezza è frutto del lavoro congiunto dei tre autori.

L'attuale dinamismo crescente del mercato del legname in Calabria ha portato dunque allo sviluppo e al miglioramento delle tecnologie in grado di aumentare la produttività in tutte le fasi del ciclo di approvvigionamento [5]. I sistemi di lavoro in bosco si basano principalmente sull'utilizzo di trattori agricoli, talvolta dotati di macchine forestali specifiche come argani, gru idrauliche, pinze da esbosco, ma anche l'uso di animali da tiro è ancora utilizzato in ambienti sensibili [6].

Gli assortimenti legnosi della Calabria sono prevalentemente destinati per impieghi strutturali in edilizia, per materiali da costruzione, alla produzione di energia e per imballaggio. Pertanto, grazie ai contributi pubblici e alle risorse che il territorio forestale offre in Calabria, sono attive diverse centrali per la produzione di energia elettrica alimentate a biomasse di legno [7].

Come conseguenza, la raccolta del legno per scopi energetici in regione è stata stimolata con un aumento esponenziale della domanda. La Figura (vedi Fig. 1) evidenzia infatti un incremento della raccolta di energia da legno dal 2002 al 2009.

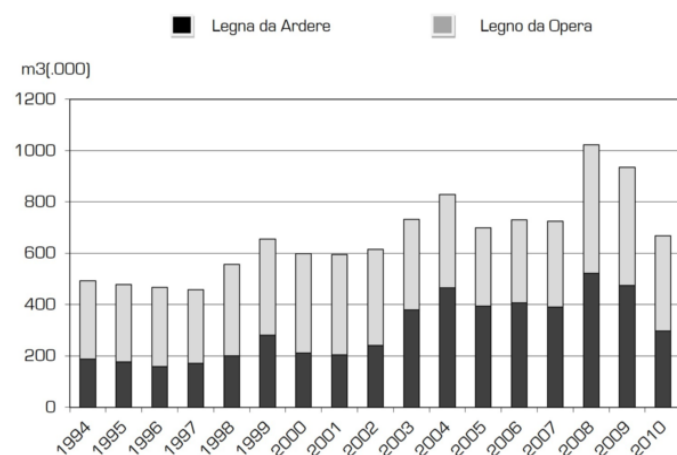


Fig. 1 - Raccolta del legno in Calabria (fonte: propria elaborazione)

A tal fine riveste un ruolo primario una corretta organizzazione della filiera foresta-legno-energia, affinché si possano garantire continue forniture di "combustibile verde" a questi impianti. Un valido sistema di approvvigionamento del legno è una sequenza di varie fasi, tra cui la raccolta, la trasformazione e il trasporto, con l'obiettivo di trasformare la biomassa legnosa forestale in combustibile economicamente e ambientalmente valido per far sì che questa risorsa dalla foresta giunga agli impianti di trasformazione [5].

La possibilità di utilizzare la biomassa forestale per la produzione di energia può essere realizzata solo se la sua fornitura è economicamente fattibile.

L'approvvigionamento di legname a basso costo in zone montuose dipende dai costi di raccolta, dalla cippatura e dal sistema di trasporto. Poiché l'efficienza delle operazioni forestali può dipendere anche dalle caratteristiche della rete viaria forestale, l'interfaccia di raccolta e

di trasporto di biomasse possono essere influenzate anche dalle caratteristiche della rete stradale.

Per tale motivo, questo lavoro vuole focalizzare il sistema di approvvigionamento degli impianti alimentati da biomasse legnose, confrontandolo con la disponibilità di biomassa presente sul territorio.

Secondo Smeets & Faaij [8], possono essere utilizzati cinque tipi di potenziali quantificazione della biomassa forestale: "teorico", "tecnico", "economico", "ecologico-economico" e "ecologico". La quantificazione "teorica" rappresenta la massima disponibilità e fornisce solo un'idea sul potenziale di una zona.

## 2. Catena di approvvigionamento di legno nel sud Italia

Attualmente, in Calabria sono attivi 4 grandi impianti di produzione di energia elettrica. In questo studio tre sono stati considerati e la loro catena di approvvigionamento è stata analizzata.

Due delle tre centrali energetiche alimentate a legno sono situate in provincia di Crotone, più precisamente in Cutro (16 MWe) e Strongoli (46 MWe), lungo la parte orientale della Calabria, sulla costa del Mar Ionio.

L'altro impianto energetico alimentato a legno è situato a Rende (14 MWe), nella parte tirrenica della regione.

Gli impianti presentano diverse caratteristiche dimensionali e impiantistiche; la tabella (vedi Tab. 1) riporta i dati principali. La domanda annua di legno di questi tre impianti raggiunge 750 000 t (contenuto di umidità,  $w = 50\%$ ) con una richiesta oraria totale di cippato di circa 93 t ( $w = 50\%$ ). Il cippato da bosco rappresenta il 35-40% dell'intera domanda di legno.

La restante quantità di cippato è fornita da parte delle industrie del legno locali e dei residui agricoli o di importazione estera (vedi Fig. 2).

L'obiettivo primario di questo studio è di approfondire la filiera di approvvigionamento di biomassa forestale.

Impianto	Luogo	Potenza MWe	Domanda di cippato di legno	
			t/h ( $w = 50\%$ )	t/y ( $w = 50\%$ )
-	-	MWe	t/h ( $w = 50\%$ )	t/y ( $w = 50\%$ )
A	Cutro	16.5	20	160 000
B	Strongoli	46.0	57	460 000
C	Rende	14.0	16	130 000

Tab. 1 - Le principali caratteristiche degli impianti (fonte: propria elaborazione)

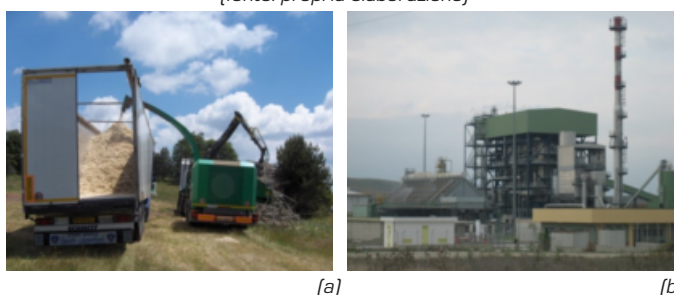


Fig. 2 - Cippatrice mobile (a) e impianto energetico di legno a Strongoli (b) (fonte: propria elaborazione)

### 3. Materiali e metodi

Nella fornitura di biomasse legnose, l'offerta forestale rappresenta spesso la soluzione più costosa se raccolta o trasportata senza una corretta pianificazione.

Pertanto, è necessario gestire la produzione di legno con una fornitura economicamente efficiente per aumentare la produttività e ridurre i costi.

Per identificare la situazione attuale della filiera di approvvigionamento in Calabria, il primo passo ha riguardato l'individuare catena di approvvigionamento del cippato. Sono state così evidenziate due diverse modalità di approvvigionamento, distinte per tipologia di assortimento prodotto. Inoltre, lo studio ha individuato la quantità "teorica" della massa legnosa disponibile [8] da aree forestali locali entro una distanza di fornitura di 150 km.

Infatti, la quantificazione della biomassa forestale "teorica" è stata utilizzata per valutare le curve di offerta di disponibilità di biomassa. L'approccio utilizzato per l'analisi dell'offerta è stato quello di valutare l'offerta annuale in relazione alla distanza di fornitura con i costi di trasporto dipendenti fortemente dal tempo di percorrenza, funzione della distanza e delle tipologie di strada.

Le indagini sulle forniture sono sostanzialmente sostenute da un'analisi basata sul GIS: per questo è stata utilizzata la quantità "teorica" cumulativa per la produzione di legno rispetto alla distanza dell'impianto dalla zona delle risorse boschive [9]. Pertanto, in questo studio, dopo la stima della disponibilità della biomassa forestale, l'analisi di approvvigionamento ha considerato una distanza di trasporto fino a 150 km.

Lo studio è stato basato su un'analisi GIS e sui dati relativi alla copertura dell'uso del suolo. Per ogni ettaro forestale produttivo è stata considerata una disponibilità media di 2,7 t ( $w = 50\%$ ).

Le operazioni di cippatura sono state analizzate sia all'imposto, in aree fuori dal bosco dove i residui delle lavorazioni forestali vengono trasformati in cippato e caricati sugli autotreni, e sia presso gli impianti energetici [10, 11]. Infatti, le centrali si avvalgono generalmente di ditte esterne per le operazioni di cippatura e di movimentazione delle biomasse e del cippato all'interno delle aree di stoccaggio.

Le produttività del sistema di lavoro sono state monitorare e collegate alle tipologie di macchina, alla loro potenza, ai sistemi di alimentazione e al tipo di materiale legnoso [12, 13].

### 4. Risultati

Gli studi sui tempi di lavoro e di approvvigionamento hanno riguardato la raccolta e produzione di cippato dagli ambiti forestali. I residui forestali legnosi sono stati immagazzinati in cataste aventi una dimensione media: lunghezza 35

metri, larghezza da 3 a 4 metri e altezza fino a 2,5 metri. La cippatrice procedeva così a tritare le cataste e riempire direttamente gli autocarri (in media con una capacità di 78 m<sup>3</sup>). Dall'analisi del tempo di lavoro le operazioni di taglio hanno presentato una produttività di 15 t / h.

Il costo di approvvigionamento è stato stimato in base alle indicazioni delle imprese e ai costi di trasporto. Il costo di trasporto tramite camion e rimorchio è stato fissato in 90 € / h. Il costo di trasporto (unidirezionale) è quindi fissato a 0,14 € / km per tonnellata ( $w = 50\%$ ) per il legno di energia e nel caso di trasporto di legno a 0,18 € / km per tonnellata ( $w = 50\%$ ).

Il costo dell'approvvigionamento è stato anch'esso correlato alle distanze di fornitura e alle caratteristiche delle centrali elettriche. Il prezzo di produzione presso cantiere forestale di biomassa è stato definito a 26 € / t ( $w = 50\%$ ). Nella Figura (vedi Fig. 3) viene presentata la curva di approvvigionamento della biomassa forestale per le centrali elettriche esaminate.

Le curve (vedi Fig. 4) sono calcolate in base alla distribuzione dell'area forestale e alla localizzazione delle centrali in relazione alla rete stradale. L'importo del potenziale forestale si suppone in 2,8 t / ha all'anno (contenuto di umidità,  $w = 50\%$ ).

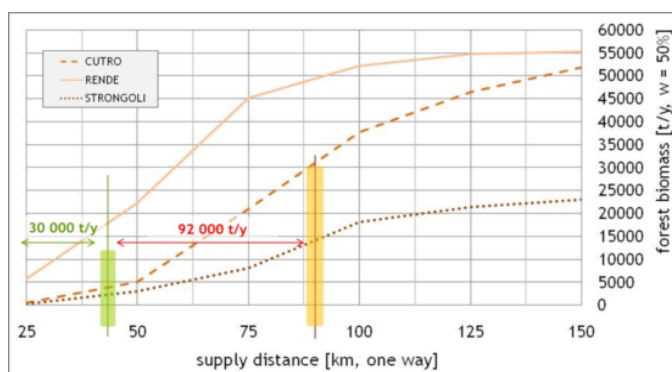


Fig.3 - Diverse superfici forestali disponibili in relazione alla viabilità (fonte: propria elaborazione)

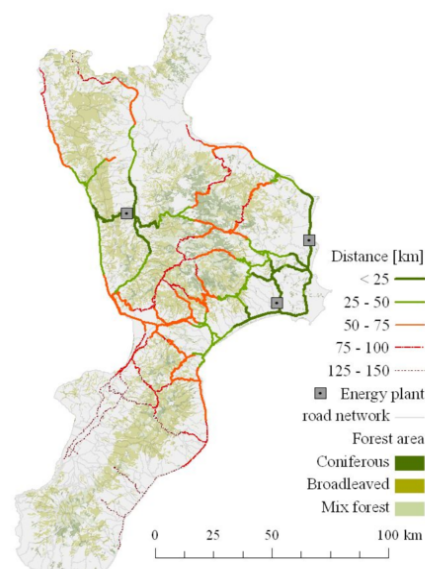


Fig.4 - Potenziale di biomassa forestale in relazione alla distanza di fornitura (fonte: propria elaborazione)

### 5. Conclusioni

Lo studio dei diversi sistemi di produzione dimostra che molti segmenti della filiera della biomassa stanno garantendo un approvvigionamento continuo delle biomasse medesime a tali impianti.

Ciò è possibile in quanto numerosi imprenditori hanno in pochi anni cambiato sistemi e metodi di utilizzazione, apportando nuovi processi di trasformazione al loro ciclo tecnologico con investimenti mirati nel settore energetico. Sono stati così favoriti: sistemi con esbosco ad albero intero ed allestimento all'imposto, uso di *forwarder* anche per la raccolta di ramaglia e cimali, cippatura sul letto di caduta o a bordo strada con cippatrici autonome, integrazione tra ditte di utilizzazione con imprese specializzate nell'allestimento di cantieri di cippatura e di raccolta di biomassa, ammodernamento degli impianti di raccolta e stoccaggio lungo tutti i cicli di trasformazione del legno.

In Calabria la domanda di legname per scopi energetici è elevata, e viene soddisfatta parzialmente dalle imprese forestali locali. I sistemi di approvvigionamento attuali possono essere costosi se manca una corretta pianificazione durante le fasi di raccolta e di trasporto.

L'aumento della produttività locale della biomassa può consentire una maggiore economia dell'intero sistema e gli eventuali investimenti su attrezzature, macchine e impianti possono trovare un giusto ammortamento se programmati con accuratezza al fine di promuovere le economie locali.

In questo studio, utilizzando la mappatura delle risorse geografiche e l'analisi dei costi, sono stati analizzati i costi della fornitura di legno dai boschi calabresi agli impianti energetici per i tre siti selezionati in Calabria.

Infatti, grandi quantità di biomasse vengono trasportate per lunghe distanze in tutta la Calabria e l'analisi di approvvigionamento ha evidenziato che entro una distanza di 150 km l'offerta di legno di energia forestale non è sufficiente e anche poco remunerativa.

La distanza massima di approvvigionamento a costi efficaci, infatti, non deve superare i 50 km.

Quando la cippatura viene eseguita presso l'impianto energetico, la distanza di approvvigionamento può raggiungere anche i 160 km. Ciò dipende dal costo di cippatura: l'operazione presso l'impianto presenta generalmente un costo più basso e una produttività più elevata.

Allo stesso tempo la catena di approvvigionamento può presentare problematiche future se il prezzo di conferimento tende a ridursi a causa di possibili riduzioni dei contributi pubblici [15].

Il modello presentato potrebbe essere migliorato aggiungendo una maggiore precisione ai dati geografici sulla produzione forestale e indagando sui costi di raccolta e di trasporto.

Raccogliendo tutte le informazioni e integrandole da modelli produttivi per la stima dei costi e dei sistemi viari, l'analisi potrebbe fornire una completa disamina del sistema di approvvigionamento.

Tuttavia, il miglioramento della risorsa forestale in Calabria non può essere raggiunto solo attraverso un incremento generale in termini di fornitura di legno, ma dovrebbe basarsi piuttosto su una riorganizzazione della gestione della stessa area forestale, che potrebbe favorire una fornitura costante e produttiva di legname che risponde alle esigenze del mercato del cippato.

L'aumento della produttività, sia per le aziende forestali che per tutte le aziende in legno, è dovuto alla costante ricerca dell'efficienza produttiva, alla corretta selezione delle macchine e all'integrazione tra i diversi comparti della filiera [16].

### Bibliografia

- [1] Proto A.R., Zimbalatti G., *L'impiego delle biomasse in Calabria per la produzione di energia elettrica*. In: Alberi e Territorio n°4 Luglio/Agosto 2008, pp.12 -1 7, Ed. EDAGRICOLE, 2008
- [2] Bocci E., Sisinni M., Moneti M., Vecchione L., Di Carlo A., Villarini M. *State of art of small scale Biomass Gasification Power System: A Review of the different Typologies*. In: Energy Procedia, vol. 45, pp. 247 - 256, 2014
- [3] Moneti M., Delfanti L.M.P., Marucci A., Bedini R., Gambella F., Proto A.R., Gallucci F., *Simulations of a plant with a fluidized bed gasifier WGS and PSA*. In: Contemporary Engineering Sciences, vol. 8(31), pp. 1461 - 1473, 2015
- [4] ISTAT, 2013. Wood fellings and removals on forest, by use and region, National Institute of Statistics. Informazioni su: <http://www.istat.it/agricoltura/datiagri/foreste/elefor.html>
- [5] Proto A. R., Zimbalatti G., Teti N., *La Calabria e la Filiera Foresta-Legno*. In: L'Italia Forestale e Montana, vol. 66 (6), pp. 491 - 497, 2011
- [6] Verani S., Sperandio G., *Coppice wood harvesting in South Italian regions: first results*. In: World Machinery, vol. 6, pp. 30 - 34, 2003
- [7] Zimbalatti G., Proto A.R., *Produzione e prima lavorazione del legno in provincia di Reggio Calabria*. Volume pubblicato dalla Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Reggio Calabria, pp. 180, 2009
- [8] Smeets E., Faaij A., *Bioenergy potentials from forestry in 2050: an assessment of the drivers that determine the potentials*. In: Climate Change, vol. 81 (3-4), pp. 353 - 390, 2007
- [9] Macrì G., Zimbalatti G., Russo D., Proto A.R., *Measuring the mobility parameters of tree-length forwarding systems using GPS technology in the Italian Apennines*. In: Agronomy Research, vol. 14, 2016
- [10] Emer B., Grigolato S., Lubello D., Cavalli R., *Comparison of biomass feedstock supply and demand in Northeast Italy*. In: Biomass & Bioenergy, vol. 35(8), pp. 3309 - 3317, 2011
- [11] Olsen E.D., Kellogg L.L., *Comparison of time study techniques for evaluating logging production*. In: Transactions of the ASAE, vol. 26(6), pp. 1665 - 1668, 1983
- [12] Zimbalatti G., Proto A.R., Abenavoli L., *Impianti e cicli produttivi in segherie calabresi*. In: Atti del VIII Convegno AIIA L'ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea, Catania 27-30 giugno, 2005
- [13] Proto A.R., Barreca P., Benalia S., Bernardi B., Zimbalatti G., En-

*vironmental management systems and the sawmills in Calabria.* In: Atti dell'International Conference Innovation Technology to Empower Safety, Health and Welfare in Agriculture and Agro-food Systems, Ragusa, 3 - 6 Settembre, 2012

[14] Proto A.R., *Valorizzazione energetica delle risorse forestali e agricole in provincia di Reggio Calabria.* Abramo Editore, maggio, pp. 283, 2013

[15] Proto A. R., *Certificazione forestale, strumento di mercato.* In: *Selva Brutia: reddito ed energia dalla filiera foresta-legno.* Supplemento a L'Informatore Agrario n.4/2014 del 30 gennaio/5 Febbraio. Editore L'Informatore Agrario, 2014

[16] Zimbalatti G., Giametta F., *Prospettive di meccanizzazione delle utilizzazioni forestali in Calabria.* In: *Il ruolo della meccanizzazione per il rilancio della selvicoltura in Calabria,* Reggio Calabria, 24 aprile 2002, pp. 57 - 66, 2002

