

RAFFAELE SPINELLI (\*) - NATASCIA MAGAGNOTTI (\*)

## STRATEGIE PRODUTTIVE PER I DIRADAMENTI IN PECCETA ARTIFICIALE

*Lo studio mette a confronto le prestazioni produttive ed economiche di due strategie di prodotto, applicate al diradamento delle formazioni artificiali di abete rosso in ambito alpino. Nel primo caso, tutto il legname è stato avviato alla cippatura, cercando di minimizzare il costo di raccolta attraverso una lavorazione sommaria destinata a produrre sezioni con rami, così da evitare la laboriosa sramatura delle piante. Nel secondo caso invece le piante sono state lavorate con harvester, così da produrre biomassa di qualità (tondelli sramati) e assortimenti industriali tradizionali (tondame da sega e tondello da cartiera). Quest'ultima strategia comporta costi di lavorazione leggermente più elevati, ma è meno sensibile all'aumento delle distanze di esbosco e di trasporto, e valorizza meglio il materiale: la convenienza dell'una o dell'altra scelta dipende dal differenziale di prezzo tra i diversi assortimenti, ed è analizzata nello studio.*

*Parole chiave:* harvester; biomassa; diradamenti; Alpi.

*Key words:* harvester; biomass; thinning; Alps.

### INTRODUZIONE

Dopo un periodo di generale abbandono, i vecchi impianti artificiali di conifere potrebbero nuovamente suscitare l'interesse dei proprietari e delle ditte boschive, soprattutto grazie agli incentivi previsti dal nuovo PSR e alle opportunità offerte dal mercato delle biomasse. In questo frangente diventa estremamente utile sviluppare una strategia produttiva che possa massimizzare il guadagno del proprietario – o minimizzarne le perdite. In particolare, è necessario capire cosa conviene produrre, e come bisogna produrlo. Da un lato, la possibilità di avviare tutto il materiale alla cippatura consentirebbe di semplificare notevolmente il sistema di utilizzazione, abbattendo il costo bruto di lavorazione: si riuscirebbe infatti ad evitare l'allestimento delle piante in assortimenti commerciali, che è la fase di lavorazione più lunga e costosa, se effettuata con metodi tradizionali. D'altra parte, la produzione esclusiva di

---

(\*) CNR - Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree, Via Biasi 75, 38010 San Michele a/Adige (TN).

cippato non permette di valorizzare nel modo migliore il legname potenzialmente disponibile, perché trasforma tutto in un prodotto industriale di valore ancora molto modesto (SPINELLI e SECKNUS, 2005). Oggi un'alternativa è offerta dalla meccanizzazione forestale più moderna, che attraverso il ricorso all'harvester consente di abbattere il costo dell'allestimento in assortimenti commerciali. L'uso di un harvester permetterebbe quindi di produrre diversi assortimenti, valorizzando nel modo migliore il legname ricavato dall'intervento. La maggiore convenienza dell'una o dell'altra scelta dipende ovviamente dall'equilibrio tra il valore complessivo del prodotto e il costo sostenuto per produrlo, a loro volta influenzati da diversi fattori, tra cui il differenziale di prezzo tra i diversi assortimenti commerciali.

Questo studio ha l'obiettivo di confrontare il risultato economico delle due scelte, relazionandolo anche ai prezzi offerti per i diversi assortimenti, così da poter fornire indicazioni concrete agli operatori, e suggerire la strategia migliore a seconda delle condizioni di mercato.

Il lavoro è stato condotto sulle Alpi, dove l'abete rosso è stata tra le specie più utilizzate per l'imboschimento di ex coltivi, probabilmente per il suo pregio economico e per il suo potenziale biotico, che gli consente di adattarsi a situazioni ecologiche anche notevolmente diverse fra loro (COLPI *et al.*, 1990). Tuttavia, i risultati dello studio possono essere estrapolati anche alle piantagioni effettuate con conifere diverse dall'abete rosso e localizzate in altre regioni del Paese, visto che la logica degli impianti e le condizioni del mercato sono abbastanza generalizzate.

In queste formazioni spesso coetanee, gli interventi colturali più importanti sono i diradamenti, che hanno lo scopo di migliorare la stabilità meccanica di popolamenti piuttosto fragili. Tali interventi devono essere valutati con particolare attenzione, perché spesso si interviene in ritardo rispetto a quanto previsto da un regolare piano colturale (DEL FAVERO *et al.*, 1993). Per questo motivo, il prodotto ottenuto contiene anche una certa quota di tonname da sega, che però ha dimensioni molto limitate ed è destinato ancora ad un impiego relativamente povero, come la produzione di imballaggi. Oggi però il tonname da imballaggio spunta un prezzo nettamente superiore rispetto a quello del cippato, e pertanto la differenza tra il massimo valore ritraibile e quello ottenuto attraverso la cippatura integrale potrebbero essere significativi.

## I SITI E I CANTIERI

Le prove sono state effettuate in due siti distinti, entrambi nel territorio delle Comunità Montane Feltrina. I siti sono descritti in Tabella 1, da cui si evince una sostanziale uniformità delle caratteristiche geomorfologi-

che e colturali. Entrambi i popolamenti insistevano su ex-coltivi, caratterizzati da un basso livello di accidentalità e da una pendenza moderata. Le parcelle sperimentali risultavano tutte dominate dall'abete rosso, che aveva un'età di circa 35 anni. Il trattamento applicato era un diradamento selettivo dal basso, volto ad eliminare le piante sottoposte, deperienti o in competizione con soggetti di avvenire. Il prelievo è oscillato intorno alle 500 piante/ha, pari a circa la metà degli individui e al 25% della massa iniziale.

Tabella 1 – Descrizione stazionale dei siti di prova.

SISTEMA		PIANTA SEZIONATA	LEGNO CORTO
Località		Le Laste	Col Perer
Comune		Sovramonte	Arsiè
Provincia		BL	BL
Superficie	ha	0,80	0,99
Peccio	%	90	100
Età	anni	36	35
Intervento		Diradamento	Diradamento
Criterio		Selettivo basso	Selettivo basso
Intensità	% numero	48	50
Prelievo	piante/ha	503	570
Residuo	Piante/ha	536	565
	% blasto	15	16
Tondame	t/ha	-	64
Biomassa	t/ha	112	45
	% a biomassa	100	39
Pianta media	kg	223	197
	D 1,30 cm	18,5	18,4
Ten. Idr. legno	%	55,7	56,7
Pendenza	%	38	29
Accidentalità		Moderata	Moderata

La tecnologia applicata nei due cantieri introduce le innovazioni menzionate in modo abbastanza graduale, adattandosi alle attuali condizioni economiche dell'imprenditoria locale, che preferisce attrezzature flessibili ed economiche. Infatti, le macchine impiegate per le prove sono state reperite in zona presso due imprenditori Bellunesi che le utilizzano regolarmente per lavori del tipo descritto nello studio.

In pratica, nel cantiere destinato alla produzione di cippato integrale, le piante sono state abbattute con motosega da un operaio ed esboscate con un trattore agricolo da 40 kW munito di verricello forestale radiocomandato, servito da due operai, di cui uno impiegato solo a tempo parziale. Il materiale era poi trasportato presso l'acquirente con un autotreno a volumetria maggiorata, equipaggiato di gru idraulica per il carico: durante questa fase le piante sono state sezionate da un secondo operatore munito di motosega, che ha eseguito anche una sommaria sramatura quando le piante erano troppo voluminose per entrare nel cassone. Tutto il materiale è stato

consegnato alla centrale elettrica alimentata a biomassa gestita dalla SICET, presso Ospitale di Cadore (BL), a 68 km di distanza dal cantiere. Questa procedura di lavoro è in pratica un adattamento locale ed economico del noto sistema della pianta sezionata, formulato originariamente in Svezia circa 20 anni fa (BJÖRHEDEN, 1988). Nel caso specifico, l'investimento in attrezzature del cantiere boschivo era molto modesto, pari a circa 40.000 €, escluso l'autotreno.

Nel secondo cantiere invece si è seguito il classico sistema del legno corto, nella sua versione meccanizzata. Le piante sono state abbattute ed allestite con un escavatore tipo «ragno» da 11 t, munito di testa combinata. La macchina ha percorso il popolamento aprendo corridoi paralleli distanti circa 12 m tra loro, e prelevando le piante sui due lati con criterio selettivo. Queste sono state confezionate in tronchi lunghi 4,2 m, concentrati in mucchi sul bordo dei corridoi di esbosco. I tronchi sono poi stati prelevati da un trattore agricolo da 74 kW, munito di rimorchio forestale a due assi con gru idraulica. All'imposto, il legname è stato separato in due assortimenti: tondame da imballaggio e biomassa di qualità, avviati ad acquirenti distanti circa 60 km. Notevolmente più alto l'investimento in attrezzature, che qui supera i 270.000 €, sempre escludendo l'autotreno.

In entrambi i casi, tutte le squadre erano costituite da professionisti del settore, con una lunga esperienza pratica in materia.

Le prove non hanno incluso la cippatura, nell'ipotesi della consegna ad una piattaforma di stoccaggio, dove il materiale venga smistato, stagionato e cippato al momento della consegna. Questo schema logistico sembra promettente e sta suscitando parecchio interesse anche in Italia, dopo il favore incontrato già in Austria (GRONALT e RAUCH, 2007).

Entrambi i cantieri sono caratterizzati da un minimo livello di interdipendenza, giacché tutte le squadre lavorano in modo autonomo, senza bisogno di assistersi a vicenda. Nel caso delle sezioni di pianta, il lavoro richiede imposti abbastanza ampi, e il regolare arrivo dei mezzi di trasporto per sgomberare il materiale, onde evitare l'intasamento della zona di carico.

## METODO DI STUDIO

Tutte le piante da abbattere sono state marcate, cavallettate e numerate. In questo modo è stato possibile registrare separatamente il tempo di lavorazione di ciascuna pianta, collegandolo alle caratteristiche della stessa.

Per stimare la massa individuale di ciascuna pianta, si è costruita una tavola di cubatura ad una entrata, utilizzando 62 piante campione distribuite tra le varie classi diametriche. Le piante sono state sramate e svettate ad un dia-

metro di 6 cm: il fusto poi è stato cubato per sezioni, mentre ramaglia e cimoli sono stati pesati con una bilancia portatile. Infine si sono pesati 30 tronchetti di volume noto, per calcolare la densità dei fusti. Il risultato di questo lavoro consiste in due equazioni capaci di calcolare rispettivamente la massa del fusto e quella dei rami in funzione del diametro a petto d'uomo. Inoltre, nel secondo sito si è misurato il volume di tondame da imballaggio ricavabile da 30 piante di diverso diametro, allo scopo di costruire un'analogica funzione – destinata questa volta a restituire il volume di tondame da sega in funzione del diametro a petto d'uomo. La tavola di cubatura assortimentale ottenuta da questo lavoro è riportata in forma grafica nella Figura 1. In ogni caso, tutto il legname ottenuto da ciascuna prova è stato portato ad una pesa certificata, per confermare la stima ottenuta dalle tavole ed eventualmente elaborare opportuni fattori di correzione: lo scarto tra la stima e il valore reale è stato sempre molto contenuto, oscillando tra il - 3 e il + 5%.

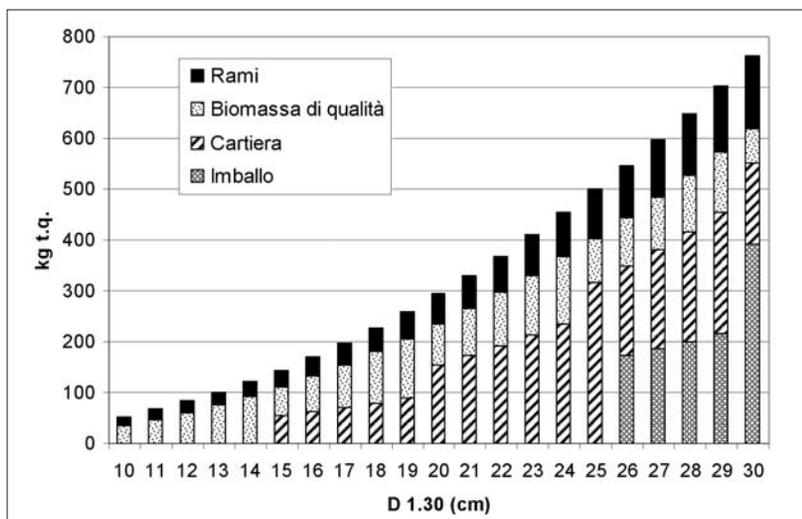


Figura 1 – Massa individuale delle piante in funzione del diametro a petto d'uomo.

I tempi di lavoro sono stati registrati con computer portatili ognitempo *Husky Hunter*, muniti dell'apposita installazione *Siwork 3*. Il protocollo di rilievo ricalca essenzialmente quanto riportato sul manuale IATF (BERTI *et al.*, 1989) per il «rilievo separato dei tempi delle fasi di lavoro».

Il costo delle squadre è stato stimato con le consuete formule di matematica finanziaria adattate per l'uso forestale (MIYATA, 1980). Le ipotesi di calcolo sono riportate in Tabella 2: in tutti i casi, la remunerazione della

manodopera è stata fissata a 15 €/ora, gli interessi passivi al 4%, il costo del gasolio a 1,3 €/litro e il valore di recupero al 20% dell'investimento originario. Alla cifra così ottenuta è stato aggiunto un 25%, per coprire le spese generali e il beneficio d'impresa.

Tabella 2 – Ipotesi impiegate per il calcolo dei costi macchina, e risultato finale.

ATTREZZATURA	TIPO	MOTOSEGA	TRATTORE VERRICELLO	HARVESTER	TRATTORE RIMORCHIO	AUTOTRENO CON GRU
Investimento	€	700	38000	200000	75000	140000
Vita di servizio	anni	2	10	10	10	6
Monte ore	ore/anno	1000	1000	1000	1000	1800
Addetti	n	1	1,5	1	1	1
Costi fissi	€/anno	392	4986	26240	9840	26133
Costi variabili	€/ora	17	32	58	34	40
Costo totale	€/ora	22	46	106	55	68

## RISULTATI E DISCUSSIONE

La Tabella 3 illustra le produttività e i costi ottenuti per le due diverse strategie di intervento, ciascuna corrispondente a un diverso sistema di lavoro. Al costo di lavorazione, si è aggiunto anche un costo di trasferimento del cantiere, che è un ulteriore fattore di differenziazione tra i due sistemi, giacché il trasferimento dell'escavatore è molto più costoso rispetto a quello dei trattori. Allo scopo si è considerato un costo di trasferimento di 400 € per l'escavatore e di 50 € per ciascuno dei trattori: tale costo è poi stato distribuito sulla massa di legname ottenibile da 3 ha di bosco, nell'ipotesi che l'intervento medio interessi superfici relativamente estese, anche tramite l'accorpamento di più lotti appartenenti a diversi proprietari.

Anche opportunamente meccanizzato, il sistema di lavoro del legno corto risulta più costoso rispetto a quello della pianta sezionata, ma il divario è comunque modesto – pari solamente a circa il 5%. Tuttavia il sistema del legno corto permette di valorizzare meglio il legname, e quindi potrebbe consentire un aumento dei ricavi capace di compensare ampiamente il maggior costo di lavorazione (SHRESTA e LANFORD, 2002). Questo però dipende dal prezzo ottenibile per i diversi assortimenti: il grafico in Figura 2 individua il punto di equilibrio tra le due strategie produttive, per diversi livelli di prezzo delle sezioni di pianta e del tondame. Sulle ascisse è riportato il prezzo riconosciuto alle sezioni di piante rese in piazzale e pronte alla cippatura; sulle ordinate invece è rappresentato il guadagno ottenibile su ciascuna tonnellata di materiale, inteso come il differenziale tra il prezzo ottenuto e il costo di produzione, al lordo di un even-

Tabella 3 – Produttività e costi di lavorazione.

SISTEMA		PIANTA SEZIONATA	LEGNO CORTO
Sito		Le Laste	Col Perer
	t/pianta	0,223	0,197
Abbatte	t/ora	3,7	4,4
	€/ora	22	106
	€/t	5,83	24,02
Esbosco	m	130	135
	t/ora	3,03	7,73
	€/ora	46	55
	€/t	15,28	7,10
Carico	t/ora	11,7	34,0
	€/ora	90	68
	€/t	7,68	2,01
Trasporto	km	68	61
	t/ora	5,8	8,1
	€/ora	68	68
	€/t	11,70	8,43
Trasferimento	€/t	0,15	1,34
Totale	€/t	40,6	42,9

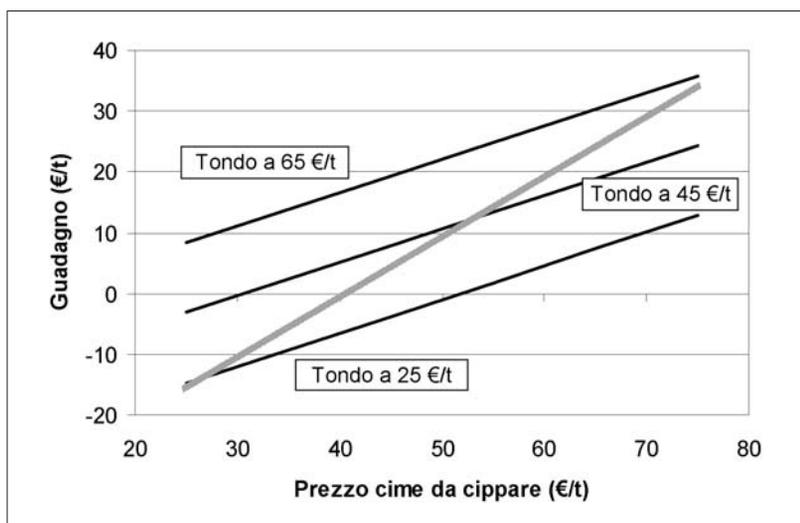


Figura 2 – Rapporto tra il guadagno ottenibile con i due sistemi di lavoro e i prezzi dei diversi assortimenti.

tuale macchiatico pagato al proprietario forestale. La linea sfumata che attraversa il grafico rappresenta il rapporto tra queste due grandezze, nell'ipotesi della cippatura totale del legname (sistema della pianta sezionata). Le tre linee nere invece rappresentano lo stesso rapporto ottenuto attraverso la valorizzazione differenziata del legname conseguente alla raccolta con il sistema del legno corto. In questo caso sono stati ipotizzati tre livelli

di prezzo per il tondame consegnato in piazzale, e rispettivamente 25, 45 e 65 €/t (media del tondame da imballaggio e del tondello da cartiera). Per il cippato di qualità invece si è ipotizzato un prezzo superiore del 30% rispetto a quello del cippato andante, vincolando così le variazioni di prezzo dei due prodotti, che si rivolgono allo stesso mercato, benché su fasce differenti.

Se il prezzo del tondame non supera i 25 €/t franco stabilimento conviene sempre produrre cippato andante, operazione che diventa remunerativa solo quando il materiale da cippare consegnato in piazzale ottiene almeno 40 €/t. Se il tondame invece ottiene 45 €/t franco stabilimento, il sistema meccanizzato del legno corto diventa remunerativo a partire da un prezzo del legname andante da cippare pari a 30 €/t (cioè 39 €/t per la biomassa di qualità, che ottiene il 30% in più). In tal caso la produzione di piante sezionate e la cippatura integrale del legname diventa preferibile solo quando il prezzo delle sezioni consegnate al piazzale supera i 53 €/t. Infine, se il tondame ottiene 65 €/t conviene sempre ricorrere al sistema del legno corto, per produrre un mix di tondame e biomassa di qualità.

Questi equilibri ovviamente possono cambiare in funzione di diversi parametri, che influenzano il costo di produzione in modo diverso per i due differenti sistemi di lavoro. Tra questi, la distanza di trasporto può essere molto importante, visto che la movimentazione di piante sezionate è meno efficiente rispetto a quella del tondame, a causa della maggior massa volumica apparente delle sezioni con rami. Questo non consente di sfruttare a pieno la capacità di carico dei mezzi di trasporto, che infatti erano in grado di trasportare in media solo 22 t di sezioni con rami per viaggio, contro le oltre 30 t di tondame normalmente trasportate da un autotreno. L'analisi di sensibilità riportata in Figura 3 dimostra chiaramente l'impatto della minor efficienza di trasporto, che tuttavia appare meno grave di quanto normalmente atteso, giacché la maggiore efficienza del trasporto di tondame consente di equalizzare il costo di conferimento solo se la distanza di trasporto supera i 120 km. La sommaria lavorazione delle sezioni effettuata durante il carico e l'abilità dell'operatore sulla gru (BJÖRHEDEN, 2000) sicuramente hanno avuto il loro effetto, riducendo il volume del materiale caricato, così da mitigarne l'effetto sull'efficienza del trasporto.

I risultati sostanzialmente positivi ottenuti dallo studio vanno comunque messi in relazione alla buona accessibilità del siti, trattorabili e serviti da una buona rete viaria, come dimostrano le distanze di esbosco molto contenute. Distanze di esbosco maggiori probabilmente favoriscono il sistema del legno corto, dove il legname è movimentato su un rimorchio: in tal caso, l'esbosco a strascico di piante intere può diventare penalizzante, rendendo preferibile la sezionatura delle piante direttamente in bosco, e la suc-

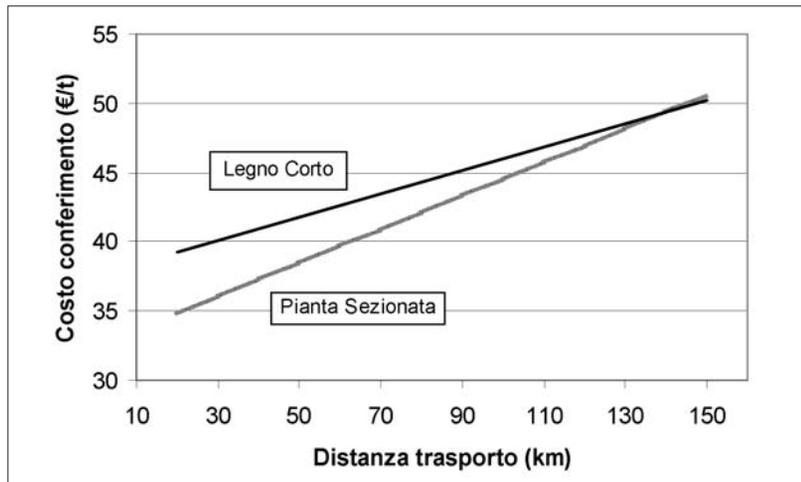


Figura 3 – Rapporto tra la distanza di trasporto e il costo di raccolta e conferimento.

cessiva movimentazione delle sezioni con rami per mezzo di un rimorchio (CREMER e VELAZQUEZ-MARTI, 2007).

Oltre a valorizzare meglio il legname e ad essere meno sensibile alla distanza di trasporto, il sistema di lavoro del legno corto consente il rilascio in bosco della ramaglia fine, che è la meno pregiata sotto il profilo merceologico, ma anche la più ricca di sostanze nutrienti: tale azione scongiura ogni rischio di depauperamento del suolo (STERBA, 2003), secondo quanto spesso è richiesto anche dalle eventuali prescrizioni PEFC (TEGGELBECKER, 2006). Per contro, l'applicazione del sistema meccanizzato del legno corto richiede investimenti piuttosto consistenti, circa 4 volte superiori a quelli necessari ad attrezzarsi per la produzione di sezioni con rami: nella scelta del sistema di lavoro pertanto giocherà un ruolo fondamentale anche la vivacità del mercato, da cui dipenderà la propensione delle ditte boschive ad investire in nuovi macchinari. In ogni caso, la convenienza dell'una o dell'altra strategia produttiva è strettamente legata alla possibilità di valorizzare adeguatamente il legname più pregiato, cioè il tondame e la biomassa di qualità.

#### RICONOSCIMENTI

Lavoro svolto nell'ambito del progetto transnazionale Leader Plus «Sviluppo della filiera foresta-legno-energia attraverso il rafforzamento dell'associazionismo forestale» ed effettuato con il contributo di: Comunità Montana Feltrina e dell'Associazione Montegrappa.

## SUMMARY

**Product strategy for the thinning of Norway spruce plantations**

The study compares the productive and economic performance of two product strategies, suitable for the thinning of Norway spruce plantations in the Alps. In the first case, all the harvest was chipped, with the intent of reducing harvesting cost through the processing of undelimited tree sections, thus avoiding the time-consuming delimiting operation. In the second test, trees were processed mechanically with a harvester, and converted into quality biomass (delimited logs) and traditional roundwood assortments (small sawlogs and pulpwood bolts). This second option results in slightly higher harvesting costs, but is less sensitive to increases in extraction and transport distances, and maximizes value recovery: preference to either option depends on the price differences between the different products, which is analyzed in the study.

## BIBLIOGRAFIA

- BERTI S., PIEGAI F., VERANI S., 1989 – *Manuale d'istruzione per il rilievo dei tempi di lavoro e delle produttività nei lavori forestali*. Quaderni dell'Istituto di Tecnologia ed Assesamento Forestale - Università degli Studi di Firenze, Fascicolo IV.
- BJÖRHEDEN R. 1988 – *Increased output of biomass through differentiated processing*. Proceedings of the IEA/BA Task III Project A1. Garpenberg, Sweden.
- BJÖRHEDEN R., 2000 – *Learning curves in tree section hauling in Central Sweden*. International Journal of Forest Engineering, Vol. 12, n. 1.
- COLPI C., DE MAS G., LASEN C., 1990 – *Alcune note sull'abete rosso in Italia*. Cellulosa e Carta n. 3: 19-31.
- CREMER T., VELAZQUEZ-MARTI B., 2007 – *Evaluation of two harvesting systems for the supply of wood chips in Norway spruce forests attacked by bark beetles*. Croatian Journal of Forest Engineering, Vol. 28, n. 2: 145-156.
- DEL FAVERO R., LASEN C., 1993 – *La vegetazione forestale nel Veneto*. 2ª edizione. Progetto Editore, Padova,
- GRONALT M., RAUCH P., 2007 – *Designing a regional forest fuel supply network*. Biomass and Bioenergy, Vol. 31, n. 6: 393-402.
- MIYATA E.S., 1980 – *Determining fixed and operating costs of logging equipment*. General Technical Report NC-55. Forest Service North Central Forest Experiment Station, St. Paul, MN, 14 p.
- SHRESTA S., LANFORD B., 2002 – *Comparison of timber utilization between a tree-length and an in-wood chipping harvesting operations*. Proceedings of the 25<sup>th</sup> Annual COFE Meeting, Corvallis, Oregon.
- SPINELLI R., SECKNUS M. 2005 – *Teleriscaldamento nel Nord-Est: la domanda di biomassa*. Alberi e Territorio, n. 9: 35-40.
- STERBA H., 2003 – *Growth after biomass removal during pre-commercial thinning*. Atti del Convegno Austro 2003, 5-9 Ottobre, Schlaegl - Austria.
- TEGGELBECKER D., 2006 – *Wood fuel production and certification - an area of conflict?* Atti del Convegno Wood - cost effective fuel for the future, 26-27 gennaio, Eberswalde.