

# S h e r w o o d

F O R E S T E E D A L B E R I O G G I

158



**Sede Legale, Redazione, Abbonamenti e Pubblicità**

Via Pietro Aretino 8, 52100 Arezzo

**Tel. e fax (2 linee) 0575.370846, tel. 0575.323504**

Posta elettronica: [info@rivistasherwood.it](mailto:info@rivistasherwood.it)

Sito internet: [www.rivistasherwood.it](http://www.rivistasherwood.it)

**Direttore Responsabile** Paolo Mori

**Direttore Editoriale** Silvia Bruschini e Paolo Mori

**In redazione** Massimo Bidini, Giuditta Buzzichelli, Leila Firusbakht, Carlo Mori, Leda Tiezzi, Luigi Torreggiani

**Casa Editrice** Compagnia delle Foreste S.r.l., [www.compagniadelleforeste.it](http://www.compagniadelleforeste.it)

**Stampa** Industria Grafica Valdarnese S.n.c. - San Giovanni V.no (AR)

**ABBONAMENTI 2009** [abbonamenti@rivistasherwood.it](mailto:abbonamenti@rivistasherwood.it)

<b>Italia</b>	ANNUO ORDINARIO (10 numeri)	Euro 58,00
	BIENNALE ORDINARIO (20 numeri)	Euro 105,00
	SEMESTRALE ORDINARIO (6 numeri)	Euro 35,00
	RIDOTTO* PER STUDENTI: ANNUO	Euro 48,00
	SEMESTRALE	Euro 31,00

\*La riduzione è riservata esclusivamente agli studenti iscritti a corsi di laurea universitari. Per questo motivo è indispensabile fare pervenire un documento che attesti tale iscrizione (certificato di frequenza o pagamento delle tasse annuali). Sono esclusi i dottorati di ricerca, le borse di studio, i master e assimilabili.

<b>Estero</b>	ANNUO ORDINARIO Europa	Euro 90,00
	ANNUO ORDINARIO EXTRA Europa	Euro 120,00

**Numeri arretrati in Italia**

PER ABBONATI	Euro 9,00
PER NON ABBONATI	Euro 12,00

**Numeri arretrati Estero**

	Euro 20,00
--	------------

(numeri esauriti n. 2-4-5-7-9-20-21-30-31-60-61-62-63-119-127-141)

**PAGAMENTO ABBONAMENTI E/O ARRETRATI**

C/C postale 51821866 intestato a "Compagnia delle Foreste S.r.l." 52100 Arezzo.

**COMUNICAZIONE AGLI ABBONATI**

Le copie non pervenute dovranno essere richieste non oltre 30 giorni dal ricevimento del numero successivo; trascorso tale termine la Compagnia delle Foreste non si riterrà responsabile dei numeri andati persi.

L'abbonamento non è retroattivo e decorre dal 1° numero raggiungibile.

**DIFFUSIONE E DESTINATARI**

Liberi Professionisti, Tecnici forestali di Enti Pubblici, Imprese e Cooperative forestali, Poppicoltori e loro Associazioni, Assessorati Agricoltura e Foreste di Regioni, Province e Comuni, Comunità Montane, Consorzi Forestali, Associazioni ambientaliste, stazioni C.F.S., stazioni ex-A.S.F.D., Aziende regionali delle Foreste, Studenti e Neolaureati delle Facoltà di Scienze Forestali e Scienze Naturali, Istituti di ricerca, Parchi Nazionali, Regionali, Provinciali, Aree Protette, Aziende Forestali, Associazioni di categoria, Volontari antincendio boschivi, e tutti coloro che hanno a che fare con la Filiera Foresta-Legno.

**CONSIGLIO EDITORIALE** STEFANO BERTI, ENRICO BURESTI LATTES, LORENZO CAMORIANO, GAETANO CASTRO, RAFFAELE CAVALLI, LORENZO CICCARESE, SERGIO GALLO, LUCIO MONTECCHIO, PAOLO MORI, DAVIDE PETTENELLA, FRANCO PIEGAI, MASSIMO STROPPA, FRANCESCO SULLI, LEDA TIEZZI

**INFORMATIVA AI SENSI DELL'ART. 13 D. LGS 196/2003**

**CODICE IN MATERIA DI PROTEZIONE DEI DATI PERSONALI**

In ottemperanza a quanto stabilito dall'art. 13 del D. Lgs 196/2003, la Compagnia delle foreste Srl fornisce informazioni riguardanti l'utilizzo ed il trattamento dei dati anagrafici personali in suo possesso. **Finalità del trattamento cui sono destinati i dati** - I dati anagrafici personali sono trattati esclusivamente nell'ambito della divulgazione della produzione della Casa Editrice. **Modalità di trattamento** - In relazione alle indicate finalità, il trattamento dei dati personali avviene mediante strumenti manuali, informatici e telematici, in modo da garantire, ai sensi di legge, la riservatezza e la sicurezza dei dati stessi. I dati non vengono comunicati o diffusi a terzi e per essi viene garantita la massima riservatezza. **Natura della raccolta** - La raccolta dei dati di coloro che hanno sottoscritto un abbonamento ha natura obbligatoria per la stipula ed esecuzione del rapporto contrattuale che si instaura e per motivi di adempimenti di Legge fiscali. Il rifiuto di fornire tali dati comporterà l'impossibilità di instaurare o proseguire il rapporto contrattuale. Il relativo trattamento non è soggetto al consenso dell'interessato. I dati anagrafici di altri soggetti sono stati ripresi da elenchi di pubblico accesso. **Dritti dell'interessato** - L'interessato ha diritto di ottenere: l'aggiornamento, la rettificazione, l'integrazione dei dati, la cancellazione, la trasformazione in forma anonima o il blocco dei dati trattati in violazione di legge.  **Titolare responsabile** - Titolare e responsabile del trattamento dei dati personali è la Compagnia delle Foreste Srl, con sede in Arezzo, Via Pietro Aretino 8, nella persona dell'Amministratore Unico Dr. Paolo Mori.

**COLLABORAZIONI GRATUITE** Il nostro periodico è aperto a tutti coloro che desiderino collaborare nel rispetto dell'Art. 21 della Costituzione che così recita: "Tutti hanno diritto di manifestare il proprio pensiero con la parola, lo scritto e ogni altro mezzo di diffusione", non costituendo, pertanto, tale collaborazione gratuita alcun rapporto di lavoro dipendente o di collaborazione autonoma.

**GLI ARTICOLI (TECNICI E SCIENTIFICI) PUBBLICATI SU SHERWOOD VENGONO SEGNALATI ALL'INTERNO DI: FORESTRY ABSTRACTS - FORESTRY PRODUCTS ABSTRACTS - AGROFORESTRY ABSTRACTS (UK); FOREST NURSERY NOTES (USA); ARBORICULTURAL JOURNAL (UK).**

**ELENCO INSERZIONISTI**

Andreas Stihl S.p.A.	pag. 41	Hidrocom S.r.l.	pag. 2
CeSFAM - Regione FVG	pag. 51	Schwartz S.r.l.	pag. 28
COMAF S.r.l.	pag. 43	Seppi M. S.r.l.	pag. 23
De Angeli Ing. Andrea S.r.l.	pag. 25	Valentini Teleferiche S.n.c.	pag. 18
Fercad S.p.A. - Husqvarna	pag. 52	Umbratof S.r.l.	pag. 34

# sommario

<b>Rapporto sullo stato delle Foreste in Liguria</b> Fotografia con flash di un ambito spesso al buio di Luigi Torreggiani e Paolo Mori	<b>5</b>
<b>Protezione degli alberi con cavità-nido</b> Azioni di conservazione della biodiversità in Trentino di Paolo Zorer, Maurizio Zanin e Luigi Marchesi	<b>7</b>
<b>Vendita di una piantagione di noce in Toscana</b> Considerazioni sulla coltivazione e sui ricavi di Serena Ravagni	<b>15</b>
<b>Formazione internazionale superiore</b> Esperienze europee nel campo delle scienze forestali di Davide Pettenella, Laura Secco e Mauro Masiero	<b>19</b>
<b>Commenti &amp; Proposte</b> <b>Ungulati selvatici in Appennino</b> Una gestione attiva di Stefano Mattioli, Sandro Nicoloso e Michele Viliani	<b>24</b>
<b>Risposta al commento</b> di Marco Paci	<b>25</b>
<b>Schede Sicurezza nei lavori forestali</b> <b>Problemi ergonomici</b> di Marco Masi, Paolo Borghi, Mauro Giannelli, Roberto Bolognesi, Paola Giovannini, Alessandro Ulivi, Fabio Fabiano, Franco Piegai	<b>26</b>
<b>Alburno</b> di Stefano Berti, Michela Nocetti, Lorena Sozzi	<b>29</b>
<b>Trapiantatrice per pioppo da biomassa</b> Esperienze in un impianto a ceduzione quinquennale di Marco Fiala e Jacopo Bacenetti	<b>35</b>
<b>Nuove strategie per i tagli ripariali</b> L'esperienza della Provincia di Firenze di Leonardo Guarnieri, Luigi Brandi, Antonio Ventre e Vincenzo Massaro	<b>47</b>
<b>Borse &amp; Lavoro</b>	<b>6</b>
<b>Trovato su Internet</b>	<b>14</b>
<b>Ambiente da Leggere</b>	<b>42</b>
<b>Notizie in Pillole</b>	<b>44</b>
<b>Corsi, Convegni &amp; C.</b>	<b>46</b>

Tutti gli articoli proposti a Sherwood sono sottoposti in forma anonima all'esame di *Referee*.

Gli articoli di carattere descrittivo o informativo sono sottoposti all'esame di due componenti della Redazione e di almeno un *Referee* esterno. Gli articoli a prevalente carattere tecnico-scientifico sono sottoposti all'esame di almeno un componente della Redazione e di almeno due *Referee* esterni.

In entrambi i casi la pubblicazione è condizionata all'accettazione, da parte degli Autori, dei commenti della Redazione e dei *Referee* e alla relativa revisione dei testi.



La foto di copertina è di Paolo Mori

Sherwood per scelta editoriale, è stampata su carta del Sistema Freefile Fedrigoni che impiega l'80% di fibre secondarie recuperate da materiale di scarto tipografico mai stampato, il 15% pura cellulosa e il 5% di cotone. La sbiancatura non prevede l'impiego di cloro.



**Tutti i diritti sono riservati.** La riproduzione totale o parziale delle illustrazioni e degli articoli pubblicati, con qualsiasi mezzo possibile, elettronico o cartaceo, è subordinata all'autorizzazione scritta dell'Editore. I.V.A. assolta dall'Editore alla fonte ai sensi dell'art.74, 1° comma, lettera C, D.P.R. n.633 del 26/10/72 e succ. modifiche ed integrazioni. **Reg. Tribunale di Arezzo n.4/95 del 26/01/95**

Associato all'Unione  
Stampa Periodica Italiana

# Trapiantatrice per pioppo da biomassa

## Esperienza in un impianto a ceduzione quinquennale

di MARCO FIALA

JACOPO BACENETTI

L'impianto delle *Short Rotation Coppice* (SRC), che taluni Autori distinguono in *Short Rotation Forestry* (SRF ceduzione breve rotazione) e in *Medium Rotation Forestry* (MRF ceduzione media rotazione), richiede l'impiego di macchine specifiche e può condizionare la sostenibilità economica della coltura. Le prove condotte dimostrano l'adattabilità e le buone prestazioni di una trapiantatrice per impianti di pioppo MRF.

In Italia l'introduzione delle SRC è recente e fa principalmente riferimento alla coltivazione, con turni di ceduzione biennale, di specifici cloni di pioppo; è però solo negli ultimi anni che i risultati economici ottenibili da queste colture energetiche raggiungono livelli soddisfacenti (FIALA 2008).

In termini generali, considerato il basso valore commerciale del bio-combustibile (legno cippato), la sostenibilità economica del pioppo SRC dipende innanzi tutto dal contenimento dei costi di produzione. A tal fine, nel recente passato, grande impegno è stato posto nella definizione e nella messa a punto di cantieri per il trapianto e per la raccolta, completamente meccanizzati e caratterizzati, al pari delle colture erbacee di pianura, da elevata produttività di lavoro e ridotto impiego di manodopera (BALSARI *et al.* 2002, PARI e FEDRIZZI 2004).

La coltivazione di pioppo da biomassa su intervalli di taglio più lunghi (MRF, 5 anni), diventa più simile alla pioppicoltura tradizionale e comporta la radicale trasformazione della tecnica colturale e dei mezzi impiegati nella SRF (SPINELLI *et al.* 2006); difatti, il prolungamento del turno determina il maggior sviluppo dei polloni che al taglio possono presentare notevoli diametri basali (20-22 cm) e che, attualmente, non possono essere sottoposti a operazioni di taglio e cippatura eseguite con la medesima macchina operatrice (cantiere a operazioni riunite). Va, peraltro, osservato che nel nostro Paese la MRF è stata oggetto di limitati studi e ridotte applica-

zioni di campo.

Nondimeno, il turno quinquennale presenta alcuni vantaggi che lasciano presupporre una maggiore diffusione nel futuro; al riguardo gli aspetti più interessanti sono:

- la tecnica colturale risulta meno intensiva, soprattutto in relazione alla lotta contro le infestanti;
- la possibilità di diversificare la produzione, destina-



Foto 1 - Macchina trapiantatrice.

do le parti legnose di maggior calibro per la produzione di materiali di buon valore commerciale (tondame, legno per cellulosa ecc.) e riservando le più minute alla cippatura;

- nel caso di utilizzazione integrale della pianta per legno cippato, il prodotto risulta assai omogeneo, con elevato rapporto legno/corteccia e, conseguentemente, caratterizzato da livelli qualitativi assai apprezzati sia nella filiera energetica (il processo di combustione risulta facilitato per il ridotto contenuto di ceneri), sia nelle filiere industriali (carta, imballaggi, pannelli legnosi ecc.);
- con una meccanizzazione della raccolta di norma improntata sulla separazione delle operazioni di taglio e sminuzzatura (soluzione possibile anche su SRF ma, di fatto, attualmente non praticata) è possibile, in pochi mesi di stoccaggio all'aperto, ottenere la parziale essiccazione del prodotto e la conseguente produzione di un bio-combustibile facilmente conservabile e di qualità (Potere Calorifico Netto più elevato - kcal/kg<sub>td</sub>);
- la flessibilità della produzione di biomassa legnosa permette di scegliere il momento più conveniente per collocare il prodotto sul mercato. Né l'anticipo al 4° né il ritardo al 6° anno della ceduzione determinano, difatti, cambiamenti nelle macchine impiegate per la raccolta e nella organizzazione del relativo cantiere. Nella SRF, tale "flessibilità" risulta vincolata dalla disponibilità di macchine operatrici in grado di tagliare/sminuzzare polloni con diametri assai variabili (da 5-6 cm nel caso di anticipo della raccolta al 1° anno a 12-14 nel caso di raccolta posticipata al 3° anno).

## MATERIALI E METODI

Nel turno quinquennale, la messa a punto di un'adeguata meccanizzazione colturale riguarda, oltre che le operazioni di raccolta (taglio, cippatura e trasporto del materiale al centro di stoccaggio aziendale), la fase di trapianto che prevede distanze di impianto variabili in funzione del clone impiegato e delle caratteristiche del sito (giacitura, dimensioni, forma ecc.). In pratica, si va da 2,5 x 4 m (corrispondente a una densità di 1.000



Foto 2 - L'impianto.

piante/ha), a 3 x 3 m (1.110 piante/ha, il più diffuso), fino a 2 x 3 m (1.665 piante/ha).

Il materiale di propagazione è rappresentato da astoni non radicati di un anno di età, alti 2 m, messi a dimora a 90 cm di profondità, in febbraio-marzo. Sebbene per il trapianto di talee (turno biennale) siano disponibili sul mercato soluzioni valide e diversificate, per la messa a dimora degli astoni occorre fare ricorso a prototipi non ancora commercializzati (MANZONE *et al.* 2006).

Allo scopo di valutare l'efficacia e la capacità di lavoro di uno di questi prototipi, si sono effettuate prove sperimentali che hanno interessato una superficie elevata (8 ha), che è il presupposto indispensabile per l'attendibilità delle misure ottenute e, dunque, delle successive elaborazioni per valutare la reale funzionalità della macchina.

La trapiantatrice (Foto 1) è un'operatrice portata (larghezza 3,5 m; lunghezza 2 m; massa a vuoto 1.200 kg) costituita da un robusto telaio che regge una piattaforma sulla quale operano 3 addetti e vengono accumulati circa 600-800 astoni da trapiantare. Per permetterne il trasporto su strada la piattaforma viene ripiegata in due parti mediante martinetti idraulici.

Sul telaio è montato, nella parte inferiore, un robusto assolcatore cavo per l'apertura di un solco nel terreno (pro-

Definizione	Simbolo	Descrizione
Trasferimento	T <sub>TR</sub>	Tempo di trasferimento centro aziendale-appezzamento e viceversa
Regolazione	T <sub>RG</sub>	Tempo di preparazione e regolazione della macchina
Messa a dimora	T <sub>MD</sub>	Tempo durante il quale la macchina esegue il trapianto degli astoni
Svolta/Manovra	T <sub>SV</sub>	Tempo durante il quale la macchina compie le manovre necessarie per dare avvio al trapianto (inizio fila) e/o alla risalita a vuoto (fine fila)
Risalita	T <sub>RS</sub>	Tempo durante il quale la macchina, in assetto portato, risale l'appezzamento in retromarcia (ritorno a vuoto)
Spostamento	T <sub>SP</sub>	Tempo durante il quale la macchina, terminati gli astoni a bordo, si sposta verso il carro con i fasci di astoni e ritorna al trapianto
Carico	T <sub>CA</sub>	Tempo necessario per caricare sulla trapiantatrice i fasci di astoni da trapiantare
Riposo	T <sub>RP</sub>	Tempo di riposo in campo degli addetti alla trapiantatrice

Tabella 1 – Le fasi di lavoro delle quali si sono misurati i tempi.

TRAPIANTATRICE									PRESTAZIONI	
T <sub>TR</sub>	T <sub>RG</sub>	T <sub>MD</sub>	T <sub>SV</sub>	T <sub>RS</sub>	T <sub>SP</sub>	T <sub>CA</sub>	T <sub>RP</sub>	T <sub>TOT_FTC</sub>	C <sub>o</sub>	P <sub>t</sub>
[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[ha/h]	[astoni/h]
0,83	0,1	6,98	0,62	2,7	1,10	0,10	0,66	13,1	0,61	610
6,3%	0,8%	53,3 %	4,7 %	20,7 %	8,4 %	0,8 %	5,0 %	100%		

**Tabella 2** – Tempi complessivamente rilevati sulla superficie di lavoro e calcolo delle prestazioni operative.

fondità massima: 0,9 m), seguito da 2 dischi rinalzatori ( $\varnothing = 0,4$  m) e da 2 ruote metalliche compattatrici ( $\varnothing = 0,8$  m) che, rispettivamente, addossando e comprimendo il terreno, evitano il disseccamento dell'astone piantato e assicurano un elevato grado di attecchimento.

La macchina in questione è già in dotazione ad alcune imprese di servizi agro-meccanici che da alcuni anni si occupano della meccanizzazione del pioppo da energia nella Pianura Padana.

Dal punto di vista operativo il primo addetto porge l'astone da trapiantare al secondo che, allocandolo nell'assolcatore cavo, provvede al posizionamento verticale nel solco. Per mantenere costante la distanza di trapianto lungo la fila, una terza ruota metallica folle in appoggio è dotata di conta impulsi elettronico che, azionando un dispositivo acustico, avverte l'operatore quando è il momento di deporre l'astone nel solco. La verticalità è assicurata dallo stesso operatore il quale, dopo il posizionamento nel solco, mantiene fermo l'astone per qualche frazione di secondo, fintantoché il terreno mosso dai dischi rinalzatori ne impedisce lo spostamento.

Terminata la scorta di astoni a bordo, la trapiantatrice si dirige verso un carro a bordo campo sul quale sono accumulati fasci di astoni. Il carico del materiale di propagazione dal carro al pianale della trapiantatrice è eseguito manualmente dai tre operatori, coadiuvati dal trattorista.

Le prove sono state effettuate in due giorni del mese di Febbraio in un'azienda cerealicola-zootecnica ubicata a Dozza (BO), sull'Appennino Bolognese. L'impianto ha interessato due grandi appezzamenti contigui, con una pendenza media del 25%, di forma rispettivamente rettangolare e trapezoidale e di superficie complessiva pari a 8 ha. Il terreno è franco-argilloso e, al momento della messa a dimora, presentava un livello di umidità non ottimale (tendente al plastico). Impiegando il clone AF2, si è operato con distanza sulla fila di 2,5 m e interfila di 4 m, raggiungendo un investimento di 1.000 piante/ha (Foto 2).

Prima della messa a dimora gli astoni sono stati idratati per sommersione e nei mesi successivi all'impianto ha fatto seguito una primavera caratterizzata da abbondante piovosità.

Causa l'elevata pendenza dei fondi interessati, l'operazione è stata eseguita lavorando a ritocchino, procedendo in discesa e accoppiando la trapiantatrice a una trattore cingolata con potenza motore nominale di 225 kW e, come tale, decisamente troppo elevata.

In tale contesto operativo particolarmente severo, la valutazione delle prestazioni della trapiantatrice è stata

eseguita misurando, da un primo operatore posto sulla trattrice e un secondo a bordo campo, i tempi - rilevati in secondi - delle diverse fasi del lavoro (Tabella 1). La ripartizione dei tempi di lavoro della macchina è stata fatta tenuto conto dell'impostazione di alcuni lavori specifici (BOLLI e SCOTTON 1987).

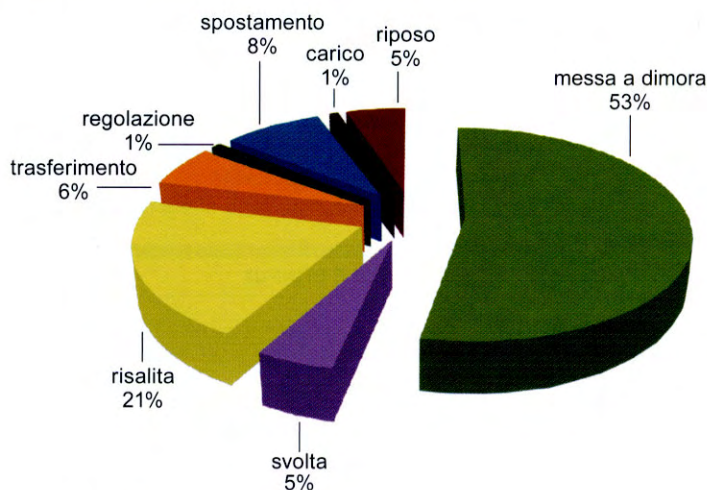
## RISULTATI

La dimensione degli appezzamenti sui quali sono state eseguite le prove consente di stabilire con accuratezza le caratteristiche operative della trapiantatrice e di valutarne, in particolare, l'adattabilità in ambienti collinari e marginali, particolarmente interessanti per la produzione di biomasse energetiche di tipo legnoso.

La Tabella 2 riporta i tempi delle diverse fasi di lavoro rilevati durante le prove che hanno interessato due giorni consecutivi. L'insieme dei lavori ha richiesto complessivamente 13,1 ore, corrispondenti a una capacità operativa di lavoro (C<sub>o</sub>) della trapiantatrice di 0,6 ha/h. Conseguentemente, la produttività di lavoro risulta di 610 astoni/h.

Al tempo di messa a dimora di 6,98 h corrisponde una capacità teorica di lavoro di 1,15 ha/h (1.150 astoni/h). Il Grafico 1, che ripartisce tutte le fasi di lavoro, evidenzia la forte incidenza (1/5 del totale) del tempo di risalita, reso peraltro necessario dalle particolari condizioni di giacitura del terreno.

Tra gli altri tempi, da rilevare quelli relativi alle fasi di rifornimento e di carico degli astoni che, con 1,2 h complessive, raggiungono 9 min/ha, la quasi totalità dei quali spesi dalla trapiantatrice per lo spostamento verso il carro di accumulo a bordo campo e per il ritorno al



**Grafico 1** - Suddivisione dei tempi di lavoro.

Voce	Unità Misura	Trattore 4 RM	Trapiantatrice
Capacità di lavoro	ha/h	-	0,6 - 0,8
Potenza nominale	kW	90	-
Potenza richiesta	kW	-	45
Consumo materiali	kg/h	-	-
Impiego annuo	h/anno	800	-
Consumo specifico minimo	g/kWh	220	-
Carico motore con Cs min	%	85	-
Valore a nuovo	€	49.500	8.000
Tasso di deprezzamento	%	12,5	18,0
Tasso di interesse	%	4,0	4,0
Durata fisica	h	12.000	2.000
Durata economica	anni	12	12
Costo gasolio	€/kg	0,95	-
Costo lubrificante	€/kg	5,50	-
Numero addetti	-	1	3
Costo orario conduttore trattore	€/h	18,00	-
Costo orario addetti alla trapiantatrice	€/h	-	15,00
Coeff. spese varie	%	1,5	1,5
Coeff. manutenzione e riparazione	%	80	70

**Tabella 3** – Parametri impiegati per il calcolo dei costi economici.

punto di trapianto. L'ampio spazio di carico disponibile sulla piattaforma di lavoro consente di raggiungere un'elevata autonomia, limitando il numero di volte in cui è necessario interrompere la messa a dimora causa l'esaurimento degli astoni.

Nelle condizioni di prova, causa la cospicua distanza (2.300 e 2.600 m) degli appezzamenti dal centro aziendale e la non agevole percorribilità delle strade di accesso ai fondi, anche il tempo complessivo di trasferimento non risulta trascurabile, superando 6 min/ha.

Invece, grazie alla presenza di ampie capezzagne e alla buona manovrabilità della trattore cingolata, appaiono contenuti i tempi di manovra/svolta (4-5 min/ha).

Al riguardo, tuttavia va osservato che nelle condizioni di prova, la trattore non effettua vere e proprie svolte in capezzagna ma compie una serie di manovre, a monte, per allinearsi dando inizio a una nuova fila e, a valle, per risalire in retromarcia l'appezzamento con la trapiantatrice in assetto sollevato.

La regolazione della macchina si è limitata a un solo

intervento, agevole e di pochi minuti, sulla ruota conta impulsi, regolando l'altezza da terra in modo da assicurarne il rotolamento anche in presenza di forti avvallamenti.

Con una frequenza di trapianto pari a 3,2 s/astone, la velocità media di avanzamento tenuta dalla trapiantatrice non è potuta andare oltre 2,8-2,9 km/h; nel ritorno a vuoto, sebbene in salita, si è mantenuta una velocità media notevolmente superiore, pari a 7,5 km/h.

Relativamente alla qualità del lavoro svolto, gli astoni sono stati messi a dimora con un grado di verticalità sufficiente per le finalità colturali, il numero di quelli rotti durante la prova è pari al 0,6% circa e il buon compattamento eseguito dalla macchina ha contribuito al contenimento degli astoni messi a dimora ma non germogliati (7,9% del totale).

In termini generali, va tuttavia sottolineato che ai non germogliati si aggiunge una quota non trascurabile (3,8% del totale) di astoni che, sebbene regolarmente germogliati, sono risultati disseccati a 220 giorni dalla messa dimora (Foto 3). Con riferimento ai parametri riportati nelle Tabella 3 e 4 si è poi proceduto alla valutazione economica ed energetica dell'operazione.

Relativamente alla valutazione tecnico-economica è stata utilizzata la diffusa metodologia basata sul calcolo dei costi fissi e costi variabili dell'accoppiamento ottimizzato trattore-macchina operatrice (LAZZARI e MAZZETTO 2005) mentre, per quella energetica, si è fatto riferimento al metodo *Gross Energy Requirement* (GER; SLESSER e WALLECE 1982), con l'eccezione che - come riportato in altri lavori (PIMENTEL 2003; PATZEK 2004; AA.VV. 2005) - è stato attribuito un valore energetico anche alla manodopera.

Per quanto riguarda l'aspetto economico, in Grafico 2 (linee verdi) è riportato l'andamento del costo dell'operazione (astoni esclusi) per due differenti capacità operative di lavoro; la prima ( $Co = 0,6$  ha/h) relativa a condizioni di lavoro estremamente difficili (pendenze elevate con trapianto effettuato solo nei passaggi in discesa, difficoltà nel rifornimento degli astoni, difficile manovrabilità nelle capezzagne, elevata distanza dal centro aziendale) e la seconda ( $Co = 0,8$  ha/h) riscontrabile in situazioni di lavoro più agevoli (corrispondenti a suoli pianeggianti con trapianto in entrambi i sensi di percorrenza, appezzamenti di forma regolare, vicinanza al centro aziendale).

Numericamente, si osserva che, per superfici impiantate superiori a 50 ha/anno il costo dell'operazione si assesta su valori di 125 e 165 €/ha, rispettivamente, per capacità operative di lavoro elevata e ridotta.

VOCE DI INPUT	UNITA' MISURA	TIPO DI INPUT	VALORE
Gasolio	MJ/kg	Diretto	51,5
Lubrificante	MJ/kg	Diretto	83,7
Manodopera	MJ/h	Diretto	2,3
Energia immagazzinata nella macchina operatrice	MJ/kg	Indiretto	69,0
Energia immagazzinata nel trattore accoppiato	MJ/kg	Indiretto	92,0

**Tabella 4** – Parametri di calcolo impiegati per il calcolo dei costi energetici (JARACH 1985).



Foto 3 - Impianto a 220 giorni dalla messa a dimora.

Anche il costo energetico dell'operazione dipende dalla capacità operativa della macchina (Grafico 2; linee rosse), stabilizzandosi a 50 ha su valori di 1.100 MJ/ha (Co = 0,6 ha/h) e 850 MJ/ha (Co = 0,8 ha/h). Con Co = 0,8 ha/h l'analisi delle voci che compongono la spesa energetica (Grafico 3) mostra che:

- circa l'80% della spesa energetica è dovuta agli input diretti e, in particolare, al consumo di gasolio; l'incidenza ridotta degli input indiretti giustifica, ma solo in parte, il mancato inserimento di tali voci in talune analisi energetiche;
- suddividendo la spesa energetica tra trattrice e operatrice, la quota ascrivibile al trattore è preponderante (85%). Per quanto riguarda, invece, la trapiantatrice, non presentando essa consumo di materiali, il contributo maggiore è addebitabile agli input indiretti e, in particolare, all'"ammortamento energetico" della macchina.

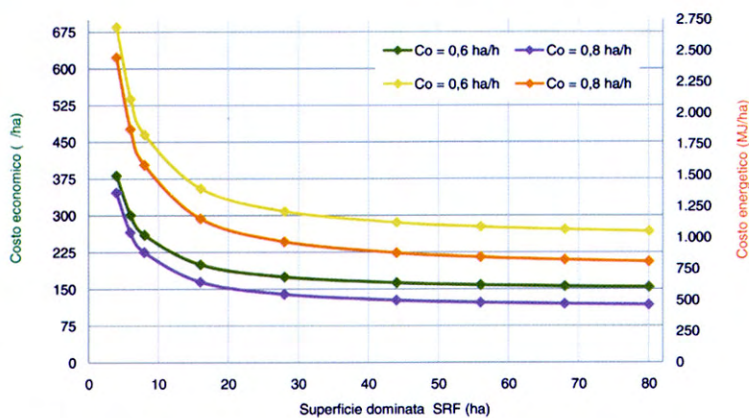
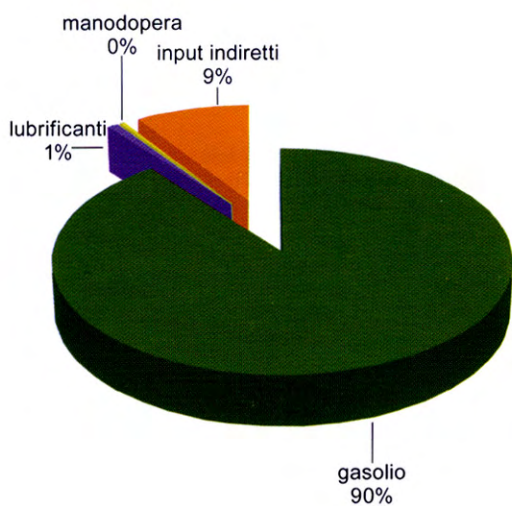


Grafico 2 - Costo economico (ordinata a sinistra) e costo (ordinata a destra) energetico dell'operazione di trapianto (esclusi gli astoni) al variare della superficie dominata per due diverse capacità operative di lavoro.

## CONCLUSIONI

Nelle condizioni di prova, la capacità operativa di lavoro della trapiantatrice - riferita a una superficie di 8 ha - è stata penalizzata dalla forte pendenza che ha imposto di piantare in una sola direzione, procedendo in discesa e imponendo passaggi a vuoto in risalita.

La percentuale complessiva di mancato attecchimento (12,3%) appare non soddisfacente.

A fronte di una bassa percentuale di astoni rotti al trapianto e di un buon apporto idrico derivante dall'abbondanza delle precipitazioni avvenute successivamente alla messa a dimora, a incidere negativamente sull'attecchimento hanno certamente pesato sia la formazione di una crosta ai lati del solco dovuta all'esecuzione dell'operazione con terreno non in tempera, sia la presenza di ungulati selvatici (caprioli) più volte avvistati in prossimità dell'impianto in via di germogliamento.

Con appezzamenti in piano (o quantomeno in condizio-

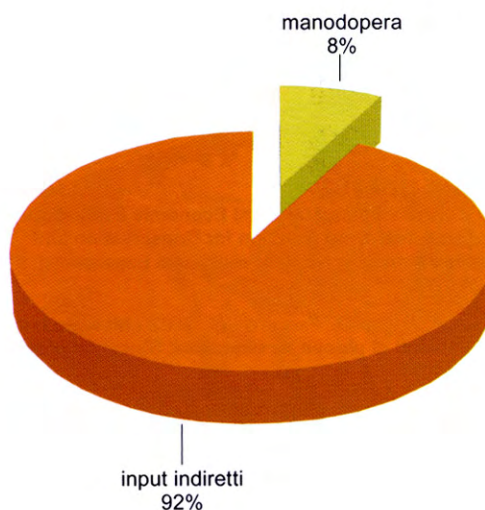


Grafico 3 - Ripartizione della spesa energetica (MJ/ha) tra le diverse voci di input. A sinistra per il trattore, a destra per la trapiantatrice.

ni di giacitura meno severe), l'eliminazione dei passaggi a vuoto, permette di migliorare sensibilmente le prestazioni incrementando la capacità operativa almeno del 20-25% rispetto a quella rilevata nelle prove svolte sull'Appennino bolognese.

In aggiunta e a beneficio dei costi dell'operazione, è possibile ipotizzare accoppiamenti con trattori di minor potenza nominale rispetto a quello impiegato nelle prove. In particolare, sulla base della potenza assorbita dalla macchina sottoforma di forza di trazione, è possibile indicare come ottimale un accoppiamento con trattori gommati 4 RM da 90 kW di potenza nominale. Ulteriori miglioramenti della capacità di lavoro possono derivare dalla scelta dei fondi, del sesto di impianto da adottare e dall'organizzazione del lavoro, mirando al contenimento dei principali tempi accessori. In tal senso, la riduzione delle distanze da percorrere sia nei trasferimenti azienda-appezzamento, sia negli spostamenti in campo necessari per il rifornimento degli astoni appaiono interventi di sicura efficacia.

In termini generali, la quasi assoluta mancanza di tempi morti registrati nella prova sta a indicare l'ottima adattabilità, la robustezza e l'affidabilità della trapiantatrice; tali prerogative acquistano ancor più rilevanza se si considerano le condizioni di lavoro particolarmente severe in cui si è operato.

Il costo dell'operazione appare inferiore alle tariffe praticate dai contoterzisti per tale genere di intervento; non va trascurato, peraltro, che in queste ultime è compreso il costo di trasporto della trapiantatrice dalla sede dell'impresa agro-meccanica al luogo di messa a dimora, evidentemente variabile a seconda della distanza. Può essere utile sottolineare che, grazie alla possibilità di ripiegare la piattaforma della trapiantatrice, il trasporto su strada di norma avviene mediante un autocarro di media cilindrata munito di pianale di carico (3,1 x 2,1 m).

Relativamente alla spesa energetica dell'operazione, l'incidenza sull'*output* complessivo appare modesta; infatti, considerando, rese variabili tra 12 e 20 tss/ha-anno, un ciclo di 10 anni e un Potere Calorifico Inferiore di 18,5 MJ/tss, la spesa per l'impianto rappresenta una quota compresa tra 0,4 e 1% dell'*output* finale.

## Bibliografia

- AA.VV., 2005 - **Energy Use and Economic Evaluation of a Three Year Crop Rotation for Conservation and Organic Farming in NE Italy**, Biosystem Engineering, 91 (2): 245-256.
- BALSARI P., AIROLDI G., FACCIOTTO G., 2002 - **Messa a dimora di impianti di pioppo da biomassa**. Sherwood anno 8 (8): 49-54
- BOLLI P., SCOTTON M., 1987 - **Lineamenti di tecnica della meccanizzazione agricola**. Edagricole Bologna.
- FIALA, M., 2008 - **Costo di produzione e profitto del pioppo da cippato**. Estimo e Territorio, anno 72 (11): 21-26.
- JARACH M., 1985 - **Sui valori di equivalenza per l'analisi e il bilancio energetici in agricoltura**. Rivista di ingegneria agraria, 2: 102-114.

LAZZARI M., MAZZETTO F., 2005 - **Prontuario di meccanica e meccanizzazione agraria**. Reda Edizioni, 192 pp.

MANZONE M., AIROLDI G., BALSARI P., 2006 - **Trapiantatrici per impianti da biomassa**. Sherwood anno 12 (11): 49-55

PARI L., FEDRIZZI M., 2004 - **Provata una trapiantatrice per le colture forestali energetiche**. L'Informatore Agrario, 43: 95-98.

PATZEK T., 2004 - **Thermodynamics of the Corn-Ethanol Biofuel Cycle**, Critical Review in Plant Sciences, 23 (6): 519-567.

PIMENTEL D., 2003 - **Ethanol Fuels: Energy Balance, Economics, and Environmental Impacts are Negative**, Natural Resources Research, 12: 127-134.

SLESSER M., WALLECE I., 1982 - **Energy consumption per tonne of competing agricultural products available to the EC (Commission of the European Communities, ed.)**. Information on Agriculture, 85. 168 pp.

SPINELLI R., NATI C., MAGAGNOTTI N., 2006 - **Efficienza complessiva di cantieri di meccanizzazione integrale di SRF (Short Rotation Forestry) in Lombardia**. In: Raccogliamo l'energia. Regione Lombardia, 54 (3): 19-48.

---

## INFO . ARTICOLO

**Autori:** Marco Fiala, professore associato, docente di "Energetica per l'Agricoltura", Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Milano. E-mail: marco.fiala@unimi.it

Jacopo Bacenetti, dottorando in "Innovazione Tecnologica per le Scienze Agro-alimentari ed Ambientali", Università degli Studi di Milano.

**Parole chiave:** Meccanizzazione, pioppo da biomassa, impianto quinquennale, trapiantatrice, costo, fabbisogno energetico.

**Abstract:** A field test of a Medium Rotation Forestry-poplar transplanter. To obtain an economical sustainability, Short Rotation Coppice (SRC) must reach a high level of field mechanization in order to improve the work efficiency and the quality of final product (chipped wood). The paper analyzes the work productivity of a Medium Rotation Forestry-poplar transplanter tested in a slope Appennino area. By means of field tests, the time necessary for the various operations has been measured and, through the time analysis, the operative, economical and energetic performances of transplanter have been evaluated. Results underline the excellent adaptability of the assessed machine and its good work capacity also in hard working conditions (0,6 ha/h).