



Experiences in timber harvesting from reforestations and timber plantations in Calabria

Esperienze di utilizzazione dei rimboschimenti e delle piantagioni da legno in Calabria

Antonio Zumbo ^{(a)(*)} - Andrea Rosario Proto ^(a) - Giuseppe Zimbalatti ^(a)

^(a) Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria, Località Feo di Vito snc - 89122 Reggio Calabria.

^(*) Corresponding Author; antonio.zumbo@unirc.it

Abstract: Forest harvesting operations carried out in reforested stands in Calabria reveal several critical issues related to excessive stand density, limited accessibility, and the diverse silvicultural management approaches applied over time. This article examines the main timber harvesting methods, distinguishing between first- and second-thinning interventions and operations in stands that have never been managed. Different felling and extraction systems are compared, ranging from manual chainsaw operations to modern specialized machinery such as harvesters, skidders, and forwarders, with particular attention to productivity, costs, environmental impacts, and operator safety. The results indicate that advanced mechanization provides markedly superior performance compared with traditional methods, although it requires higher initial investment. The study highlights the importance of careful planning, regular silvicultural management, and continuous operator training to guide reforested stands toward greater stability and biodiversity. The adoption of innovative and sustainable technologies emerges as a key condition for improving the productivity of Calabrian forest enterprises, reducing operating costs, and enhancing the value of the regional forest heritage.

Key words: forest operations; mechanization; productivity.

Citation: Zumbo A., Proto A.R., Zimbalatti G., 2025 - *Esperienze di utilizzazione dei rimboschimenti e delle piantagioni da legno in Calabria*. L'Italia Forestale e Montana, 80 (4): 196-205; <https://dx.doi.org/10.36253/ifm-1184>

Received: 20/09/2025 **Revised version:** 05/12/2025 **Published online:** 05/02/2026

1. INTRODUZIONE

La Calabria possiede un patrimonio forestale tra i più importanti in Italia e di assoluta predominanza rispetto all'intera Italia Meridionale. I dati evidenziati dall'ultimo inventario INFC del 2015 confermano la Calabria come una regione a tipica vocazione forestale

grazie all'elevato indice di boscosità, che risulta essere superiore rispetto a quello nazionale (INFC 2015). La Calabria, con il suo territorio prevalentemente montano e collinare, ha da sempre affrontato sfide legate alla gestione forestale e all'uso del suolo. In particolare, in questo contesto si inseriscono le importanti attività di rimboschimento realizzate nel cor-

so degli anni '50 e '70 del secolo scorso, realizzate per esaudire molteplici finalità: lotta contro il dissesto idrogeologico, recupero di aree marginali, produzione legnosa, miglioramento paesaggistico ed ecologico. La riforestazione ha storicamente rappresentato il principale strumento della politica forestale e montana italiana. Inizialmente, essa veniva attuata con finalità di protezione del suolo e promozione dell'occupazione, mentre a partire dalla seconda metà degli anni Settanta si è aggiunto anche l'obiettivo della produzione di legno. Tra il 1877 e il 1983, in Italia sono stati realizzati interventi di riforestazione che hanno interessato circa 1,2 milioni di ettari, prevalentemente con conifere, prima che si iniziasse a privilegiare le latifoglie. Un periodo particolarmente intenso e importante per la regione Calabria è stato quello compreso tra il 1955 e il 1967, durante il quale furono rimboschiti circa 150.000 ettari, pari al 30% della superficie rimboschita in tutta Italia nello stesso arco temporale (Iovino *et al.*, 2021). Le utilizzazioni forestali in Calabria rappresentano quindi un elemento fondamentale per indirizzare la scelta dell'intervento selvicolturale in base al tipo di soprassuolo boschivo, ma anche per assicurare la perpetuità del bosco e garantire una produttività sostenibile e duratura alle imprese locali che operano nella filiera foresta-legno. Tuttavia, nonostante i numerosi interventi di rimboschimento attuati in passato, l'assenza di successivi ed adeguati interventi selvicolturali ha determinato soprassuoli che hanno mantenuto un'elevata densità, generando pertanto alberi filati, caratterizzati da un elevato rapporto ipsodiametrico (Figura 1). L'elevata densità di questi rimboschimenti rappresenta una condizione che limita e ostacola l'accesso e la manovrabilità delle macchine forestali, riducendo l'efficienza produttiva ed economica. Infatti, le densità di impianto dei rimboschimenti effettuati in passato variavano da 2000/2500 ed in



Figura 1 - Rimboschimento di Pino laricio presso il Parco Nazionale dell'Aspromonte.

alcuni casi eccezionali anche a 3250 piante ad ettaro (Bagnato *et al.*, 2013). Negli ultimi anni la crescente attenzione verso i temi della sostenibilità e della tutela ha favorito l'introduzione di nuove macchine, le quali hanno portato a maggiori livelli sia in termini di produttività, sia di tutela in termini di salute e sicurezza dei lavoratori. L'introduzione di tecnologie forestali avanzate, insieme a una crescente consapevolezza da parte degli operatori del settore, permette di svolgere le operazioni forestali in modo efficiente e sicuro. L'adozione della meccanizzazione, con diversi livelli di intensità, rappresenta ormai una condizione imprescindibile per realizzare interventi nel settore forestale.

2. I SISTEMI DI RACCOLTA DEL LEGNO IN AREE RIMBOSCHITE

All'interno di queste aree, la movimentazione del legname dal letto di caduta sino all'imposto viene prevalentemente svolta con l'ausilio di attrezzature ausiliarie e mezzi meccanici che per via terrestre esboscano fusti sramati o topi per brevi o medie distanze in cantieri temporanei. L'uso delle gru a cavo è limitato in quanto l'elevata densità e il basso volume unitario non garantiscono una valida *performance* produttiva ed economica.

L'impiego di animali ancora oggi è una modalità applicata, ma solamente in circostanze limitate e per brevi distanze, all'interno di aree in cui non sono mai stati effettuati interventi selvicolturali e quindi ad elevatissima densità oppure dove valgono specifiche prescrizioni limitative che riducono o vietano l'uso di mezzi meccanici (ad esempio per motivi di tutela del suolo, vincoli idrogeologici o presenza di aree protette). Dalle indagini fin qui condotte, sulle brevi distanze l'uso di animali nelle fasi di concentramento ed esbosco rappresenta una valida opzione, purché impiegati in modo adeguato e limitando il loro transito a percorsi che minimizzano i danni al soprassuolo. Talvolta è stata applicata una strategia efficace che ha consistito nell'integrazione tra animali (*fase di concentramento*) e mezzi meccanici (*fase di esbosco*) per ottimizzare le operazioni forestali, migliorando la produttività. Infatti, nei diversi cantieri monitorati in queste aree forestali rimboschite calabresi, in presenza di distanze ridotte per il concentramento ma elevate per l'esbosco, l'impiego esclusivo di animali risultava poco produttivo ed eccessivamente oneroso. In questi casi, quindi l'impiego combinato tra metodi tradizionali con macchine forestali di diversa tipologia rappresenta una valida soluzione per le varie fasi operative. Pertanto, in Calabria, si ritrovano aree forestali in cui l'accesso risulta spesso molto limitato a causa della elevata densità e dell'assenza di una viabilità interna, ed altre aree in cui sono stati eseguiti diradamenti o altri interventi selvicolturali nei tempi giusti (prevalentemente in boschi di proprietà privata), nelle quali la viabilità risulta più sviluppata; in tali contesti, il più agevole accesso garantito della presenza di piste, insieme al maggiore volume unitario delle singole piante, consente una maggiore efficienza produttiva nelle operazioni di raccolta.

Ai fini di una più accurata analisi delle utilizzazioni forestali, è possibile suddividere gli

interventi effettuati nei rimboschimenti di conifere in diverse tipologie, sulla base dello stadio evolutivo del soprassuolo e della pregressa attività selvicolturale. Sulla base delle esperienze di utilizzazione analizzate in Calabria, è emerso che, in funzione della tipologia di intervento selvicolturale da effettuare, varia significativamente anche il livello di meccanizzazione applicabile, influenzando in maniera diretta diversi parametri. A tal proposito, i principali parametri presi in considerazione per la valutazione dell'efficienza dell'intervento riguardano il monitoraggio del ciclo di lavoro delle macchine e attrezzature impiegate, l'analisi della produttività in relazione alle condizioni del soprassuolo e la stima dettagliata dei costi operativi sostenuti.

In particolare, nei popolamenti artificiali di Pino laricio e Abete bianco, si sono distinte aree interessate da primi diradamenti, in cui le operazioni sono state tipicamente effettuate utilizzando la motosega per l'abbattimento mentre l'esbosco è stato effettuato avvalendosi di macchinari che sono riconducibili ad un livello iniziale di meccanizzazione (trattici agricole adattate). In questi casi l'obiettivo dell'intervento selvicolturale ha voluto ridurre la densità iniziale dell'impianto per favorire la stabilità e lo sviluppo del popolamento rimanente (Figura 2).

Nelle aree interessate da successivi interventi (secondo diradamento) le operazioni di esbosco sono state svolte avvalendosi di un livello intermedio di meccanizzazione, utilizzando macchinari forestali (*skidders* e gru a cavo), ed in alcuni casi si è potuto ricorrere all'utilizzo di *forwarders* altamente specializzati. A differenza del primo diradamento in questi casi l'obiettivo dell'intervento selvicolturale si sposta verso la valorizzazione della risorsa legnosa ritraibile e l'incremento qualitativo del soprassuolo. Infine, ci si trova davanti a quelle aree rimboschite che non sono mai state oggetto di interventi selvicolturali, le

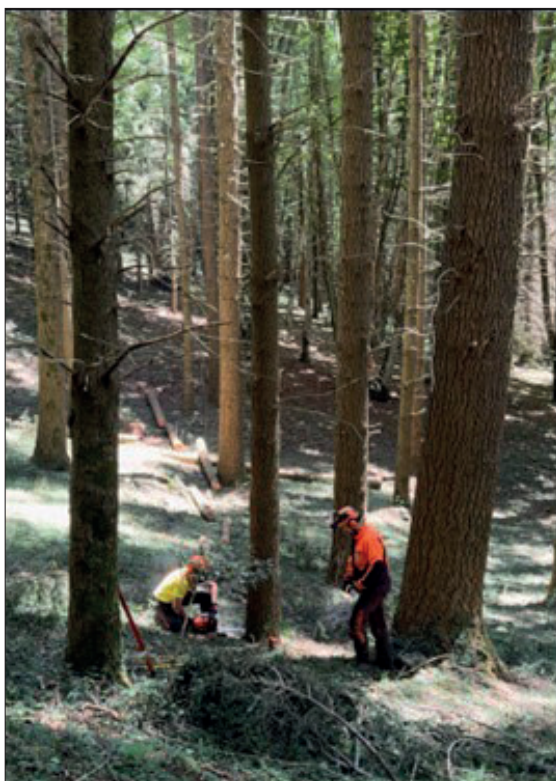


Figura 2 - Abbattimento manuale in un rimboschimento di Pino laricio.

quali sono caratterizzate da un'alta densità di impianto, una scarsa accessibilità, e che comportano maggiori difficoltà nelle operazioni di abbattimento ed esbosco. In ogni caso, la scelta del sistema di raccolta non dipende unicamente dall'intervento selvicolturale previsto, ma anche da fattori morfologici e strutturali, quali la pendenza, l'accidentalità del terreno e l'accessibilità della zona, che condizionano fortemente le tecniche utilizzabili ed anche i costi operativi connessi.

Pianificare in anticipo le vie di concentramento e i percorsi di esbosco prima delle operazioni di abbattimento permette di definire con precisione la direzione di caduta degli alberi, facilitandone la raccolta e riducendo in modo significativo i danni alla vegetazione circostante. Inoltre, per contenere ulteriormente tali impatti, vengono segnalati i percorsi da

seguire sulle piante ai margini dell'area, utilizzando vernice o nastri, e mantenendo quanto più possibile brevi le distanze di concentramento ed esbosco rispetto al punto di raccolta.

Questo studio riporta i dati ottenuti da numerosi test condotti nei diversi rimboschimenti di Pino laricio e Abete bianco, gestiti con differenti interventi selvicolturali, valutando l'efficienza del cantiere e la produttività dei mezzi e degli uomini. In particolare, per quanto riguarda l'abbattimento con motosega, effettuato in un diradamento di Pino laricio, la produttività variava tra $4,85 \text{ m}^3/\text{h}$ e $5,85 \text{ m}^3/\text{h}$ (Proto *et al.*, 2020). In particolare, la variabilità di questi valori è dovuta alla diversa accessibilità dell'area ed anche alla differente densità dell'impianto (1033 piante/ha rispetto a 704 piante/ha), e all'assenza di pregressi interventi selvicolturali, la quale ha comportato maggiori difficoltà di spostamento per gli operatori e rallentamenti nelle operazioni di esbosco e preparazione delle piante. Tali fattori hanno inevitabilmente influenzato i tempi di lavoro, contenendo i livelli di produttività pur in presenza di una buona efficienza esecutiva.

Invece, in un secondo diradamento su un popolamento di abete bianco, avvalendosi di un *harvester* per le fasi di abbattimento, sramatura e depezzatura, è stata registrata una produttività pari a $36,8 \text{ m}^3/\text{h}$ (Zumbo *et al.*, 2025). Questo risultato elevato è attribuibile, oltre alla capacità operativa della macchina, anche alla struttura del soprassuolo, modificata dagli interventi selvicolturali precedenti, che hanno ridotto la densità e creato corridoi di passaggio più ampi: una condizione fondamentale per consentire all'*harvester* di spostarsi agevolmente all'interno del bosco e organizzare al meglio il cantiere (Figura 3).

Confrontando tale produttività con quella ottenuta nell'abbattimento manuale (tra $4,85$ e $5,85 \text{ m}^3/\text{h}$), emerge una differenza significativa in termini di efficienza. Tuttavia, va considerato



Figura 3 - Esempi di macchine forestali utilizzate per le operazioni di abbattimento ed esbosco.

che l'adozione dell'*harvester* richiede un investimento iniziale importante sia per l'acquisto della macchina che per la formazione di operatori specializzati. Nonostante ciò, l'impiego di macchine altamente specializzate apporta vantaggi rilevanti in termini di sicurezza, riducendo notevolmente l'esposizione degli operatori ai rischi connessi alle operazioni manuali in ambienti complessi.

Considerando invece la fase di esbosco, in un cantiere in cui è stato effettuato un primo diradamento, l'operazione è stata realizzata mediante una trattoria agricola adattata, equipaggiata con un rimorchio. La produttività registrata variava sensibilmente tra 1,15 m³/h e 2,20 m³/h (Zimbalatti *et al.*, 2008), con una distanza media di esbosco di circa 130 metri, nelle due aree di monitoraggio prese in esame. La produttività, inoltre, risultava differenziata in funzione della valorizzazione delle singole

frazioni legnose: alcune porzioni dell'albero erano destinate alla produzione di materiale da imballaggio, altre costituivano materia prima per l'industria cartaria, mentre ulteriori parti trovavano impiego in utilizzi specifici. In particolare, i valori di produttività più bassi erano riferiti al materiale destinato alle cartiere, con una lunghezza media dei topi di 2,30 m, rispetto al materiale destinato alla produzione di imballaggi, caratterizzato da topi di lunghezza media pari a 2,00 m. Tali valori sono dovuti alle limitazioni operative legate all'utilizzo di un mezzo non specificamente progettato per i contesti forestali. La trattoria, pur adattata allo scopo, presenta infatti difficoltà maggiori in manovrabilità, carico utile e capacità di operare su pendenze e terreni accidentati. Tuttavia, in contesti di esbosco su brevi distanze e con volumi contenuti, può rappresentare una soluzione economicamente accessibile.

In un altro cantiere, invece, l'esbosco è stato eseguito con una macchina specializzata, il *forwarder*, operante anch'esso in un primo diradamento ma con una distanza di esbosco nettamente superiore, pari a 1.630 metri. Nonostante la maggiore complessità logistica legata alla distanza, la produttività registrata è stata pari a 12,4 m³/h, confermando le elevate prestazioni del mezzo. Il *forwarder*, grazie alla sua capacità di esboscare il materiale in modo sicuro, garantisce una maggiore efficienza operativa anche su lunghe tratte e in condizioni orografiche più impegnative. La macchina è inoltre progettata per ridurre la compattazione del suolo e migliorare la stabilità del mezzo durante le operazioni su terreni con forte pendenza e con elevata accidentalità.

Il confronto tra i due sistemi evidenzia chiaramente il vantaggio operativo del *forwarder* rispetto alla trattrice agricola adattata: una produttività di gran lunga superiore, nonostante una distanza di esbosco maggiore. Tuttavia, è importante sottolineare che l'impiego di macchine specializzate come il *forwarder* comporta costi iniziali più elevati, sia per l'acquisto del mezzo e della sua manutenzione, che per la necessaria formazione dell'operatore. Anche in questo caso, però, si osservano benefici significativi in termini di sicurezza, ergonomia e riduzione del rischio per il personale rispetto a soluzioni meno evolute. La scelta tra i due sistemi deve quindi tenere conto non solo dell'efficienza, ma anche del contesto operativo, degli obiettivi dell'intervento e delle risorse disponibili.

Altri casi studio valutati dagli autori hanno riguardato un intervento di primo diradamento su un popolamento di abete bianco con una densità di circa 650 piante ad ettaro, in cui è stato utilizzato uno *skidder*, con una distanza media di esbosco pari a 255 metri, la cui produttività registrata era compresa tra 15,92 e 17,28 m³/h (Mammoliti *et al.*, 2025). Gli

alberi presentavano un'altezza media di circa 20 m e un diametro medio a petto d'uomo (DBH) di 24 cm. Le differenze di produttività osservate sono riconducibili alla variazione delle condizioni orografiche, in particolare alla diversa pendenza dei siti di lavoro (10% e 20%) nei quali lo *skidder* è stato impiegato. Questo risultato riflette l'efficienza del mezzo in condizioni operative favorevoli, considerando una distanza di esbosco contenuta e una buona accessibilità del soprassuolo. Lo *skidder*, progettato per operare in contesti forestali, si è dimostrato particolarmente adatto per l'esbosco su brevi e medie distanze, offrendo una buona produttività.

In un secondo diradamento su pino laricio, il sito presentava una densità di circa 800 piante ha⁻¹, con alberi aventi un'altezza media di circa 21 m e un diametro medio a petto d'uomo (DBH) di 23 cm. In questo sito la fase di esbosco è stata realizzata con uno *skidder*, il quale ha raggiunto una produttività ancora più elevata, pari a 36 m³/h, con una distanza di esbosco di 350 m (Proto *et al.*, 2018a). L'incremento di produttività rispetto al caso precedente può essere attribuito sia alla maggiore esperienza operativa derivante da precedenti interventi che migliorano l'accesso e la manovrabilità dello *skidder* all'interno del soprassuolo, sia alla natura del popolamento e alla regolarità delle operazioni. In questo contesto, lo *skidder* ha espresso al meglio le proprie potenzialità, risultando estremamente competitivo sia in termini di rapidità che di gestione del materiale.

Nel caso di un diradamento su pino laricio, il *forwarder* ha raggiunto una produttività di 40 m³/h, con una distanza di esbosco di 441 metri (Proto *et al.*, 2018b). In questo caso studio la densità dell'impianto era di circa 950 piante ha⁻¹, con alberi aventi diametro medio a petto d'uomo (DBH) di circa 30 cm e un'altezza media di circa 20 m. Questo dato

conferma la versatilità ed efficienza di tali macchine anche su distanze medie. Rispetto allo *skidder*, il *forwarder* offre vantaggi significativi in termini di riduzione dell'impatto sul suolo e di protezione del materiale legnoso, trasportato in modo integro fino al piazzale. È inoltre particolarmente indicato per cantieri con necessità di movimentare volumi elevati su terreni sensibili o con normative ambientali stringenti.

La scelta delle macchine, del sistema di lavoro e delle relative modalità operative dipende strettamente dalle caratteristiche stazionali del soprassuolo, dall'estensione dell'area interessata e dalla configurazione della rete stradale e dei percorsi di esbosco. Per questo motivo, è fondamentale adottare metodologie operative adeguate e impiegare macchinari idonei, capaci di supportare efficacemente gli operatori, riducendo al minimo l'impatto ambientale e mantenendo al contempo la sostenibilità economica per le imprese. Per raggiungere tali obiettivi, è essenziale accrescere la consapevolezza tra gli operatori sull'importanza di un approccio responsabile. La formazione e l'aggiornamento tecnico-professionale devono diventare pilastri centrali delle politiche istituzionali, al fine di accompagnare lo sviluppo di nuove macchine e attrezzature forestali a basso impatto. Questa rappresenta la sfida che, negli ultimi anni, ha visto l'impegno costante di ricercatori, costruttori e imprenditori del settore, con l'obiettivo di promuovere e implementare la *forest operation ecology* (Heinimann, 2007): un approccio operativo orientato allo sviluppo di tecnologie e sistemi compatibili con l'ambiente.

Riportiamo due tabelle comparative riguardanti le operazioni di abbattimento e allestimento degli alberi e la successiva fase di esbosco, con riferimento alla produttività media complessiva di ciascun metodo utilizzato (Tabelle 1 e 2).

3. CONCLUSIONI

I risultati delle esperienze di utilizzazione hanno consentito di esprimere alcune considerazioni per la gestione selvicolturale dei rimboschimenti di conifere della Calabria. L'analisi condotta sulle esperienze di utilizzazione dei rimboschimenti e delle piantagioni da legno in Calabria ha evidenziato la necessità di una gestione più attiva e programmata delle aree forestali. Numerose aree rimboschite che non sono ancora state oggetto di interventi selvicolturali risultano infatti vulnerabili a fenomeni di schianto, instabilità e degrado, mettendo a rischio sia la stabilità del soprassuolo sia le funzioni ecologiche ed economiche del bosco. In questo contesto, interventi moderati e regolari si configurano come una strategia efficace, non solo per valorizzare la produzione legnosa, ma anche per promuovere una maggiore resilienza ecologica. Tali interventi, se ben pianificati, possono favorire l'evoluzione dei rimboschimenti verso boschi misti con latifoglie, più stabili e ricchi dal punto di vista della biodiversità. Inoltre, l'applicazione di sistemi e tecniche forestali innovative e consolidate può rappresentare una risposta concreta alla sfida della sostenibilità economica degli interventi, soprattutto in quelle aree ancora poco interessate da operazioni di gestione regolare. In tal senso, l'impiego di macchine altamente specializzate risulta determinante per aumentare il livello di meccanizzazione e migliorare l'efficienza operativa delle imprese forestali calabresi. Queste ultime, pur con un certo ritardo, sembrano oggi consapevoli che solo attraverso l'adozione di tecnologie avanzate è possibile incrementare la produttività, contenere i costi operativi e garantire elevati standard di sicurezza per gli operatori. Alla luce di quanto emerso, si ribadisce l'importanza di una visione integrata della gestione forestale che unisca criteri di sostenibilità ecologica, economica e

Tabella 1 - Confronto tra il sistema di abbattimento e allestimento manuale e meccanizzato.

ABBATTIMENTO E ALLESTIMENTO		
	<i>Motosega</i>	<i>Harvester</i>
Personale richiesto	2-3 operatori (abbattitore, assistenti)	1 operatore
Velocità di abbattimento	5-15 alberi/ora (dipende dalla difficoltà e dall'esperienza)	50-100 alberi/ora (a seconda del volume e del terreno)
Precisione di taglio	Variabile, dipende dall'abilità dell'operatore	Elevata e costante (programmata e automatizzata)
Sicurezza dell'operatore	Basso livello di sicurezza (alta esposizione a rischi)	Alto livello di sicurezza (cabina protetta, distanza dal taglio)
Allestimento (sramatura, depezzatura)	Manuale, lento, dispendioso in tempo e fatica	Automatico e rapido (macchina sramatrice integrata)
Range di produttività	Bassa (compresa tra 4,85 e 5,85 m ³ /h)	Alta (superiore ai 36 m ³ /h)
Impatto ambientale	Limitato (meno peso sul suolo)	Maggiore (macchine pesanti, compattazione del terreno)
Costo iniziale	Basso (motosega e attrezzi manuali)	Molto alto (acquisto <i>harvester</i> + manutenzione)
Costo operativo	Medio-alto (manodopera + consumabili)	Alto (manodopera, carburante, manutenzione, ricambi)
Manutenzione	Semplice e poco costosa	Complessa e costosa
Adattabilità al terreno	Ottima anche in pendenze ripide o terreni difficili	Limitata su terreni molto ripidi o irregolari
Formazione necessaria	Formazione di base obbligatoria ai sensi della normativa sulla sicurezza, con corsi specifici per l'uso della motosega e l'abbattimento in sicurezza	Formazione specialistica per l'uso della macchina e dei sistemi di controllo, nell'ambito della formazione obbligatoria prevista dalla normativa sulla sicurezza

Tabella 2 - Confronto tra i sistemi di esbosco in base al diverso livello di meccanizzazione.

	ESBOSCO		
	<i>Metodo Tradizionale (Trattrice Agricola)</i>	<i>Skidder</i>	<i>Forwarder</i>
Tipo di esbosco	A strascico o semistrascico	A strascico o semistrascico	Su pianale (a carico)
Materiale trascinato	Tronchi interi o parziali	Tronchi interi o parziali	Tronchi sramati e depezzati
Capacità di carico	Limitata	Alta	Alta (8-20 tonnellate a carico)
Velocità operativa	Bassa	Media	Alta
Efficienza su terreno difficile	Bassa (scarsa aderenza, non progettata per boschi)	Alta	Alta (specializzato per terreni boschivi)
Danni al suolo	Bassi	Alti	Moderati (grazie al carico su ruote, meno trascinamento)
Danni al legname	Elevati (trascinamento diretto)	Moderati	Minimi (carico protetto su pianale)
Sicurezza dell'operatore	Bassa (spesso privo di cabina protetta)	Media-alta (cabina protetta, uso forestale)	Alta (cabina protetta, migliore ergonomia)
Adattabilità al pendio	Scarsa	Buona	Media (limiti sopra il 30 - 35%)
Costo iniziale	Basso (mezzo agricolo adattato)	Alto	Molto alto
Costo operativo	Basso-medio	Medio	Alto
Manutenzione	Semplice, economica	Specifica, più costosa	Complessa e costosa
Personale richiesto	1 operatore + un assistente	1 operatore + spesso un assistente	1 operatore
Range di produttività	Bassa (1,15 - 3 m ³ /h)	Media (15 - 36 m ³ /h)	Alta (15 - 40 m ³ /h)

sociale, in grado di valorizzare il patrimonio boschivo calabrese in modo durevole e multifunzionale.

RIASSUNTO

Le utilizzazioni forestali effettuate nei rimboschimenti nel territorio calabrese presentano diverse criticità legate all'eccessiva densità, alla ridotta accessibilità e alle differenti gestioni selvicolturali effettuate negli anni. L'articolo esamina le principali modalità di raccolta del legno, distinguendo tra interventi di primo e secondo diradamento e quelli in popolamenti mai gestiti. Sono stati messi a confronto diversi sistemi di abbattimento ed esbosco, dal lavoro manuale con motosega alle moderne macchine specializzate come *harvesters*, *skidders* e *forwarders*, evidenziandone produttività, costi, impatti ambientali e livelli di sicurezza per gli operatori. I risultati mostrano come la meccanizzazione avanzata garantisca prestazioni nettamente superiori rispetto ai metodi tradizionali, pur richiedendo maggiori investimenti. Si sottolinea l'importanza di una pianificazione accurata, di una gestione selvicolturale regolare e di una formazione continua per gli operatori, così da orientare i rimboschimenti verso popolamenti più stabili e ricchi di biodiversità. L'adozione di tecnologie innovative e sostenibili emerge come condizione essenziale per migliorare la produttività delle imprese forestali calabresi, ridurre i costi operativi e valorizzare il patrimonio boschivo regionale.

BIBLIOGRAFIA

- Bagnato S., Mercurio R., Scarfò F., 2013 - *Manuale di buone pratiche di gestione forestale in Calabria: i rimboschimenti di conifere*.
- Heinimann H.R., 2007 - *Forest operations engineering and management-the ways behind and ahead of a scientific discipline*. Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering, 28 (1): 107-121.
- INFC 2015 - *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi forestali di Carbonio - INFC*. https://www.inventarioforestale.org/it/statistiche_infcl
- Iovino F., Nicolaci A., Marziliano A.P., Pignataro F., Sanesi G., 2021 - *Lessons learned from the past: forestry initiatives for effective carbon stocking in Southern Italy*. Annals of Silvicultural Research, 46: 99-111. <https://doi.org/10.12899/asr-2192>
- Mammoliti A., Cataldo M.F., Zumbo A., Zimbalatti G., Proto A.R., 2025 - *Performance of Wheel Cable-Grapple Skidder EQUUS 175N in Conifers Stand*. In: Sartori, L., Tarolli, P., Guerrini, L., Zuecco, G., Pezzuolo, A. (eds.) Biosystems Engineering Promoting Resilience to Climate Change - AIIA 2024 - Mid-Term Conference. MID-TERM AIIA 2024. Lecture Notes in Civil Engineering, vol. 586. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-84212-2_54
- Proto A.R., Bernardini V., Cataldo M.F., Zimbalatti G., 2020 - *Whole tree system evaluation of thinning a pine plantation in southern Italy*. Annals of Silvicultural Research, 45 (1): 44-52. <http://dx.doi.org/10.12899/asr-1849>
- Proto A.R., Macrì G., Visser R., Russo D., Zimbalatti G., 2018a - *Comparison of Timber Extraction Productivity between Winch and Grapple Skidding: A Case Study in Southern Italian Forests*. Forests, 9 (2): 61. <https://doi.org/10.3390/f9020061>
- Proto A.R., Macrì G., Visser R., Harrill H., Russo D., Zimbalatti G., 2018b - *A case study on the productivity of forwarder extraction in small-scale Southern Italian forests*. Small-scale forestry, 17 (1): 71-87. <https://doi.org/10.1007/s11842-017-9376-z>
- Zimbalatti G., Bernardi B., Morabito S., 2008 - *Analysis of thinning operations in Corsican pine artificial high forests in Calabria (Italy)*. Journal of Agricultural Engineering, 39 (2): 37-43. <https://doi.org/10.4081/jae.2008.2.37>
- Zumbo A., Papandrea S.F., Mammoliti A., Proto A.R., Zimbalatti G., 2025 - *Productivity and Performance of a Mid-Sized Harvester in South Italy: A First Case Study*. In: Sartori L., Tarolli P., Guerrini L., Zuecco G., Pezzuolo A. (eds.) Biosystems Engineering Promoting Resilience to Climate Change - AIIA 2024 - Mid-Term Conference. MID-TERM AIIA 2024. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 586. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-84212-2_53