



ECO-NETWORK



www.regione.lombardia.it

Manuale per la valorizzazione del legname di Acero, Faggio e Frassino Progetto BOSCO-MOBILE



Quaderni della Ricerca
n. 146 – 2012



RegioneLombardia
Agricoltura

Sperimentazione condotta nell'ambito del progetto di ricerca n. 1363
"IL BOSCO MOBILE - Progetti di attivazione della filiera legno - arredo ecosostenibile - BOMO"
(d.g.r. del 30 marzo 2009 n. 9182 - Programma per la ricerca
e lo sviluppo in campo agricolo 2007 - 2009 di Regione Lombardia).

A cura di:
Corrado Zucchi
Consorzio Forestale Lario Intelvese

Testi di:
Davide Beccarelli, Lorenzo Guerzi, Corrado Zucchi
Consorzio Forestale Lario Intelvese

Valentina Castellani, Salvatore Martire, Nadia Mirabella, Serenella Sala
GRISS - Università degli Studi di Milano - Bicocca

Mario Marra, Martino Negri
**Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la Valorizzazione del Legno
e delle Specie Arboree - San Michele all'Adige TN**

Foto di:
Consorzio Forestale Lario Intelvese
CNR-IVALSA
GRISS - Università degli Studi di Milano - Bicocca
Progetto Lissone

Hanno realizzato le attività sperimentali:
Consorzio Forestale Lario Intelvese
CNR-IVALSA
GRISS - Università degli Studi di Milano - Bicocca
Progetto Lissone

Per Informazioni:
Regione Lombardia - Direzione Generale Agricoltura
U.O. Interventi per la competitività e l'innovazione tecnologica delle aziende
Struttura Ricerca e innovazione tecnologica

Piazza Città di Lombardia 1 - 20124 Milano
Tel: +39.02.6765.3790 fax +39.02.6765.8056
e-mail: agri_ricerca@regione.lombardia.it

Referente: Arturo Pinotti - Tel: +39.02.67658005 - e-mail: arturo_pinotti@regione.lombardia.it

© Copyright Regione Lombardia

ISBN: 9788890166051

In Lombardia sono presenti numerosi insediamenti produttivi che si sono sviluppati nel corso della storia e tra i quali spicca il distretto brianzolo del mobile. Il territorio lombardo è anche caratterizzato da estese superfici boscate, oggi in espansione, eppure la quasi totalità del legname lavorato dai mobilifici viene importata.

Le attuali tendenze, anche in risposta alle problematiche ambientali, favoriscono invece l'uso sostenibile di risorse locali e la certificazione dei prodotti. Su questo presupposto è stato pensato il progetto di ricerca BOMO (Bosco Mobile), che ha esplorato la possibilità di utilizzare, per la costruzione di mobili, legname proveniente da boschi della Lombardia al posto di legname proveniente dall'estero. La sostituzione non può prescindere dalle effettive caratteristiche tecnologiche del legname locale, che sono state valutate mediante apposite indagini di laboratorio.

I risultati del progetto BOMO permettono ai gestori di superfici forestali di stimare la qualità del legno già in bosco, negli alberi ancora in piedi, e di poter così decidere se destinarle alla produzione di legname di qualità da immettere sul mercato del materiale da falegnameria. Acero, Faggio, Frassino sono le specie su cui è stata concentrata l'attenzione, vista la loro importanza forestale e la presenza sul territorio.

La costruzione di una partnership articolata, che ha coinvolto nel progetto rappresentanti del mondo della ricerca e del mondo delle imprese, in particolare del distretto di Lissone, rappresenta un punto di forza che ha permesso di realizzare l'analisi di un caso reale, confrontando approcci differenti per la ricerca delle migliori soluzioni operative possibili.

*L'Assessore all'Agricoltura
Regione Lombardia*

*L'Assessore ai Sistemi verdi e Paesaggio
Regione Lombardia*



Manuale per la valorizzazione del legname dei boschi di latifoglie di Acero, Faggio e Frassino dall'esperienza del progetto BOMO

1	Premessa	7
1.1	Il progetto BOMO: origine, obiettivi e contenuti	7
1.2	Trasferimento dell'esperienza del progetto BOMO: Manuale per la valorizzazione del legname	8
2	Metodi di misura della qualità del legno: classificazione delle piante in piedi (CNR-IVALSA)	11
2.1	Le norme europee e nazionali di classificazione del tondo e dei segati	11
2.1.1	Classificazione visuale del tondo	11
2.1.2	Classificazione visuale dei segati non strutturali	15
2.1.3	Classificazione visuale del legno strutturale	17
2.2	Redazione di un nuovo sistema di classificazione delle piante in piedi e modalità di applicazione	19
2.2.1	Le basi teoriche della nuova classificazione	19
2.2.2	Classificazione inedita IVALSA-BOMO delle piante in piedi	21
2.2.3	Parametri stazionali	23
2.2.4	Classificazione analitica con registrazione sistematica di dati	24
2.2.5	Classificazione speditiva con registrazione limitata di dati	28
3	Carta qualità del legno: modalità operative (CFLI e CNR-IVALSA)	32
3.1	Pianificazione dei lavori (analisi territoriale, cartografia) - (CFLI)	32
3.2	Elaborazione dati (CNR-IVALSA)	33
3.2.1	Elaborazione database della classificazione delle piante	33
3.2.2	Presentazione dei risultati della classificazione	36
3.2.3	Elaborazione dati GIS (CFLI)	39
4	Qualificazione tecnologica del legname (CNR-IVALSA)	43
4.1	Campionamento della materia prima: abbattimento, allestimento, segagione, essiccazione e preparazione dei provini	43
4.1.1	Identificazione dei tronchi, delle rotelle e delle tavole	44
4.1.2	Criteri di campionamento	45
4.1.3	Case of study: progetto BOMO	47
4.2	Misure ed analisi per caratterizzazione fisica, meccanica e tecnologica su rotelle, su provini standard, sui giunti, sulle superfici e sui pannelli	48
4.2.1	Caratterizzazione morfologica delle rotelle	50
4.2.2	Caratterizzazione auxometrica delle rotelle	54
4.2.3	Caratterizzazione fisica del legno ricavato dalle rotelle	54
4.2.4	Caratteristiche meccaniche del legno su provini piccoli esenti da difetti	56
4.2.5	Caratteristiche tecnologiche su giunti incollati e meccanici	56
4.2.6	Caratteristiche tecnologiche sulle superfici di legno	59
4.2.7	Caratteristiche tecnologiche dei pannelli	60
4.3	Interpretazione delle proprietà fisiche, meccaniche e tecnologiche	61
5	La filiera corta bosco mobile (GRISS)	64
5.1	Elementi per analisi della sostenibilità della filiera legno-arredo	64
5.1.1	Life Cycle Assessment	64

5.1.2	La valutazione del ciclo di vita di prodotti e servizi a supporto dell'eco-design	65
5.1.3	Attività forestali nella Valle Intelvi	65
	a) Definizione degli obiettivi e dei confini del sistema	65
	b) Raccolta dati	65
	c) Elementi della valutazione	66
5.1.4	Realizzazione degli arredi	68
	a) Definizione degli obiettivi e dei confini del sistema	68
	b) Raccolta dati	69
	c) Elementi della valutazione	69
5.2	Linee guida per la realizzazione di filiere corte in Lombardia	69
5.2.1	Indicazioni per la realizzazione di filiere corte sostenibili per l'approvvigionamento del legno	69
5.3	Strategie di eco-progettazione: indicazioni per l'ideazione di un nuovo prodotto	70
5.3.1	Riduzione del consumo e della diversità del materiale	71
5.3.2	Selezione dei materiali con criteri ambientali	72
5.3.3	Riduzione di impatti ambientali nei processi di produzione	72
5.3.4	Scelta delle migliori tecnologie disponibili per la produzione di mobili	72
5.3.5	Ottimizzazione della distribuzione	74
5.3.6	Riduzione degli impatti ambientali durante l'uso	75
5.3.7	Incremento del tempo di vita utile	75
5.3.8	Ottimizzazione della gestione dei rifiuti	75
6	BIBLIOGRAFIA	76
7	GLOSSARIO	80
7.1	Glossario dei termini utilizzati in Tecnologia del Legno (UNI EN 844)	80
7.2	Glossario LCA	86
8	ALLEGATI	87
	Allegato 1.	
	Metodologia LCA - Scheda Cantiere Forestale - (GRISS)	88
	Allegato 2.	
	Metodologia LCA - Scheda motosega - (GRISS)	91
	Allegato 3.	
	Metodologia LCA - Scheda per Esbosco, Accastamento e Carico - (GRISS)	92
	Allegato 4.	
	Metodologia LCA - Scheda raccolta dati per gli arredi - (GRISS)	93
	Allegato 5.	
	Scheda di rilievo analitica: condizioni stazionali - (CNR-IVALSA)	96
	Allegato 6.	
	Scheda di rilievo analitica: caratteristiche delle piante in piedi - (CNR-IVALSA)	97
	Allegato 7.	
	Scheda di rilievo speditiva: valutazione delle piante in piedi - (CNR-IVALSA)	98
	Allegato 8.	
	Cenni sui processi di essiccazione: note generali e casi applicativi nel BOMO (CFLI)	101
	8.1 Note Generali	101
	8.1.1 Modalità di essiccazione	101
	8.1.2 Impostazione e controllo dell'essiccazione	103
	8.1.3 Difetti di essiccazione	103
	8.2 Casi applicativi nel BOMO	104
	8.2.1 Essiccazione naturale e climatizzazione in cella (per caratterizzazione e prove tecnologiche)	104
	8.2.2 Pre-essiccazione e essiccazione artificiale (per realizzazione prototipi)	104

1 Premessa

1.1 Il progetto BOMO: origine, obiettivi e contenuti

Il Bosco-Mobile (BOMO) è un progetto di ricerca, finanziato dalla D.G. Agricoltura della Regione Lombardia per l'analisi di sostenibilità della filiera legno-arredo in Lombardia, ma rappresenta anche il tentativo, da parte di alcune realtà imprenditoriali lombarde, di tradurre nella pratica le indicazioni delle politiche europee e nazionali su produzione e consumo sostenibile e acquisti verdi, instaurando un sistema che sia nel contempo sostenibile e competitivo sul mercato. Nasce dall'esperienza di due realtà del territorio brianzolo-comasco, che hanno intrapreso un percorso per migliorare la sostenibilità delle proprie attività: il Consorzio Forestale Lario Intelvese e Progetto Lissone, consorzio di circa 200 PMI che operano nel settore dell'arredo. Il Consorzio Forestale, in collaborazione con la Provincia di Como, è stata una delle prime realtà in Lombardia che ha certificato il proprio patrimonio forestale secondo lo standard PEFC per la gestione sostenibile delle foreste.

Progetto Lissone rappresenta una realtà interessante nel distretto del mobile della Brianza, perché si tratta di una società pubblico-privata, posseduta per il 51% dal Comune di Lissone, creata per favorire l'incontro tra i diversi attori della filiera arredo (dai progettisti, alle imprese che producono semilavorati, agli artigiani e infine ai rivenditori al dettaglio) e per rafforzarne la posizione sul mercato nazionale ed internazionale. Nel 2008 Progetto Lissone ha realizzato un progetto, finanziato dalla Regione Lombardia e da Unioncamere, per la realizzazione di un'analisi LCA qualitativa sull'intera filiera legno-arredo, al fine di individuare i principali elementi di criticità e le buone pratiche che potevano essere attuate dai propri soci nelle diverse fasi del processo produttivo, e la realizzazione di una LCA quantitativa in riferimento ad alcuni elementi di arredo prodotti da Progetto Lissone. Ulteriore risultato di questa esperienza, che prevedeva anche la realizzazione di una pubblicazione divulgativa sulla sostenibilità della filiera e l'organizzazione di un corso indirizzato ai rivenditori, è stata la certificazione ISO 14001 delle attività del consorzio, scaturita dalla volontà di mettere a sistema gli interventi intrapresi per migliorare le proprie performance ambientali e di comunicare il proprio impegno a favore della sostenibilità.

Attraverso il progetto BOMO, si è cercato di indagare la possibilità di integrare le attività di questi due soggetti per creare una filiera corta legno-arredo in Lombardia, che permetta di produrre mobili utilizzando legno locale, proveniente da foreste certificate, riducendo anche l'impatto derivato dal trasporto della materia prima dal luogo di prelievo al luogo di lavorazione. Inoltre, la creazione di un mercato per l'utilizzo del legname locale nel settore dell'arredo (espandendo l'attuale mercato, indirizzato prevalentemente alla legna da ardere), dovrebbe permettere al Consorzio Forestale di valorizzare le risorse naturali della Valle Intelvi, promuovendo al contempo la tutela del territorio e la creazione di nuovi posti di lavoro. Obiettivo finale del lavoro è quindi creare un modello esportabile in altre realtà locali per la valutazione della qualità del legname presente in boschi locali e l'attivazione di una filiera locale legno – arredo caratterizzata dall'utilizzo di materiale legnoso proveniente da foreste certificate secondo i criteri della Gestione Forestale Sostenibile e da modalità operative a basso impatto ambientale. In particolare, la sfida rappresentata da questo tipo di iniziativa riguarda la possibilità di individuare modalità di applicazione dei principi della sostenibilità (ed in particolare della strategia per Produzioni e Consumi Sostenibili) che siano operativamente fattibili (ovvero che non comportino passaggi particolarmente critici, che potrebbero determinare il fallimento di tutto il sistema in caso di lievi variazioni delle condizioni attuali – ad esempio per quanto riguarda

la disponibilità della materia prima o la presenza delle competenze necessarie per la lavorazione della stessa sul territorio) ed economicamente sostenibili (ovvero che siano competitive rispetto alle modalità operative attuali, oppure che, a fronte di costi maggiori, garantiscano la conquista di nuove porzioni di mercato – ad esempio il mercato degli acquisti verdi pubblici e privati, oppure nicchie di mercato caratterizzate dalla richiesta di prestazioni ambientali elevate e certificate).

Inoltre, è necessario considerare che non tutti i prodotti che derivano da materiale naturale sono necessariamente sostenibili, ma che il loro livello di sostenibilità deriva dalle caratteristiche dell'intero ciclo di vita, come ad esempio dalla lavorazione a cui vengono sottoposti (che può implicare un consumo di energia non rinnovabile superiore rispetto a quello di lavorazioni analoghe), alle possibilità di recupero a fine vita (considerando che non tutto ciò che è prodotto a partire da biomasse è necessariamente biodegradabile). Per questo motivo, al fine di valutare correttamente la sostenibilità della filiera in via di realizzazione e di indirizzare la sua pianificazione, il progetto ha previsto un'analisi dettagliata dell'intero processo, che considerasse tutti gli aspetti del ciclo di vita, e che quindi prendesse in considerazione il consumo di risorse e la produzione di scarti o rifiuti nel suo complesso, evidenziando anche le possibilità di recupero all'interno della filiera stessa.

Da questo punto di vista, la costruzione di una partnership articolata, che coinvolge rappresentanti del mondo della ricerca (in questo caso il GRISS, Gruppo di Ricerca sullo Sviluppo Sostenibile dell'Università degli Studi di Milano Bicocca e il CNR-Ivalsa di Trento) e del mondo delle imprese, rappresenta un punto di forza dell'approccio adottato, perché ha permesso di realizzare l'analisi su un caso reale, mettendo in evidenza i possibili elementi di criticità e confrontando approcci differenti per la ricerca delle migliori soluzioni operative possibili. Inoltre, in questo contesto, il ruolo di un consorzio di imprese come Progetto Lissone si è rivelato particolarmente utile, perché permette di favorire la collaborazione delle imprese sia a livello orizzontale (imprese che operano nello stesso settore) sia a livello verticale (imprese che fanno parte della medesima filiera produttiva), seguendo sia una prospettiva B2B che B2C.

1.2 Trasferimento dell'esperienza del progetto BOMO: Manuale per la valorizzazione del legname

Il presente Manuale descrive la sintesi del lavoro svolto durante il progetto BOMO. L'esperienza è stata tramutata in manuale, dove sono raccolte metodologie di pianificazione e rilievo, i materiali necessari alla classificazione delle piante in piedi e le procedure per l'elaborazione dei dati raccolti. Tutto questo al fine di permettere a tecnici forestali, professionisti a cui si rivolge principalmente la presente pubblicazione, di valutare la qualità del legno nelle particelle di cui sono gestori. Ovunque queste siano ubicate, a patto che siano presenti le specie per cui è stata elaborata la metodologia di stima: Acero; Faggio; Frassino.

L'approccio proposto procede in fasi successive, che vengono qui di seguito sintetizzate:

- › misura della qualità del legno attraverso un sistema di classificazione visuale delle piante in piedi, in bosco;
- › trasferimento dei risultati in forma di Carta della qualità del legno, con strumenti GIS;
- › qualificazione tecnologica e caratterizzazione del legname mediante prove di laboratorio;
- › analisi della sostenibilità della filiera legno-arredo.

I metodi di misura della qualità del legno si attuano attraverso un sistema di classificazione delle piante in piedi che è stato messo a punto attraverso l'analisi e la discussione delle norme europee e nazionali di classificazione del tondo e dei segati; tale analisi ha portato alla redazione di un sistema inedito di classificazione delle piante in piedi utilizzato nel progetto BOMO e qui proposto per possibili applicazioni in altri boschi lombardi.

I parametri di classificazione delle piante in piedi sono idonei sia per un approccio analitico – che richiede maggiori risorse ma che fornisce dati più completi – sia per un approccio sintetico, più veloce e meno oneroso. Ambedue le modalità vengono illustrate con dettagli ed esempi.

Dopo aver illustrato come pianificare i lavori, vengono spiegati i metodi di elaborazione dei dati e l'organizzazione del foglio di lavoro per rendere i dati grezzi disponibili in forma sintetica ed utilizzabili per un database georeferenziato.

Quindi si passa ad illustrare la modalità di qualificazione tecnologica del legname, descrivendo i criteri di campionamento della materia prima, incluse le fasi di abbattimento, allestimento, segagione, essiccazione e preparazione dei provini.

Si descrivono le fasi di identificazione dei tronchi, delle rotelle e delle tavole, le basi statistiche del campionamento e l'esempio applicativo del case of study, cioè il progetto BOMO.

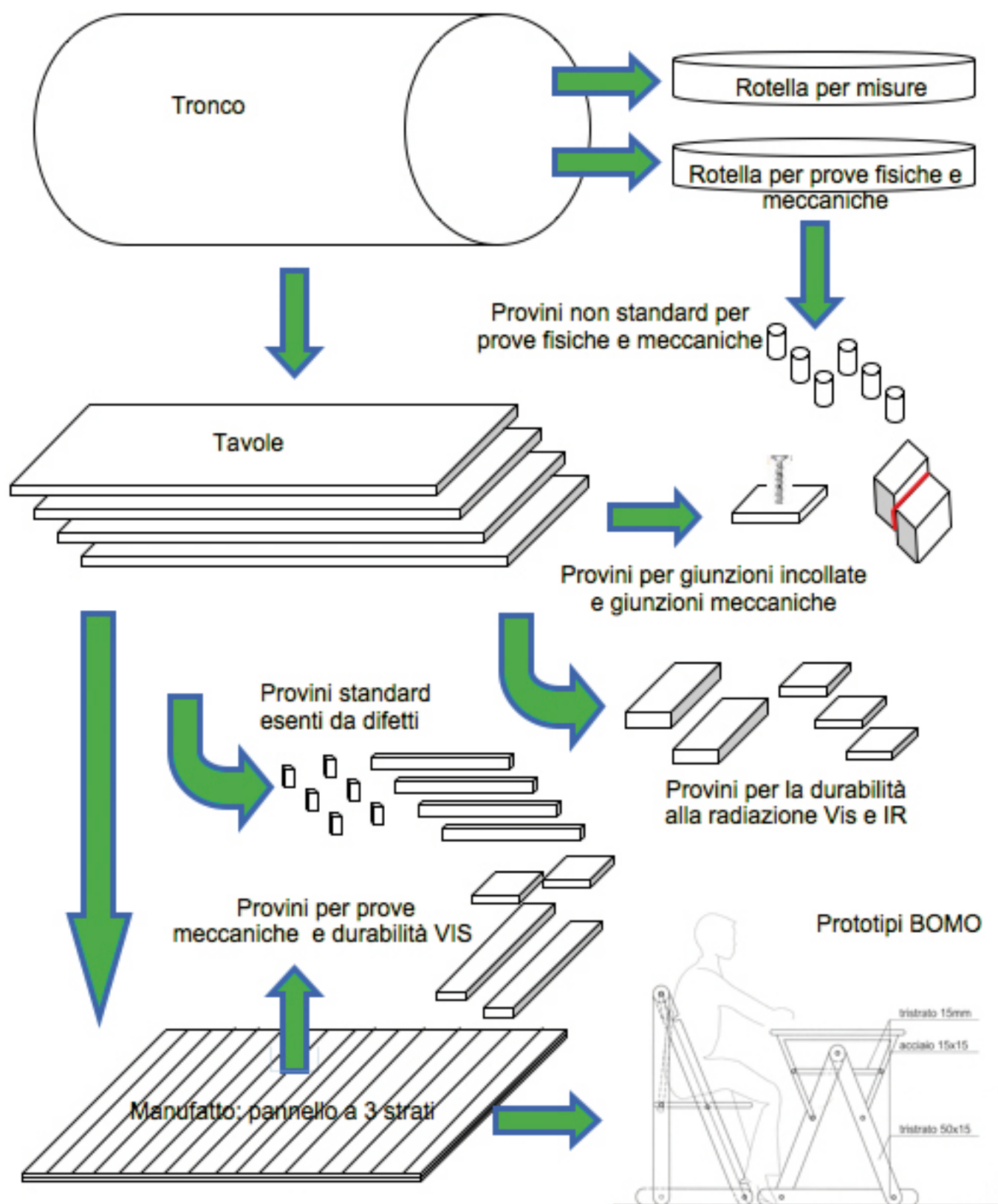
Si affronta successivamente la descrizione delle misure ed analisi per la caratterizzazione fisica, meccanica e tecnologica su rotelle, su provini standard, sui giunti, sulle superfici e su manufatti, nel caso in oggetto dei pannelli incollati a tre strati:

- › rotelle: caratterizzazione morfologica e auxometrica, e successivamente caratterizzazione fisica del legno ricavato dalle rotelle;
- › provini piccoli esenti da difetti: caratteristiche fisiche e meccaniche del legno;
- › giunzioni incollate e giunzioni meccaniche: caratteristiche tecnologiche;
- › superfici del legno: durabilità estetica e caratteristiche tecnologiche;
- › manufatto (pannelli a tre strati): caratteristiche tecnologiche.

Il metodo proposto ed utilizzato per la valutazione di sostenibilità della filiera legno-arredo prevede l'analisi del ciclo di vita (Life Cycle Assessment – LCA) di tutta la filiera, suddivisa nelle due principali macrofasi del percorso compiuto dalla risorsa legno per diventare materia prima nella realizzazione degli arredi:

- › le operazioni forestali (taglio, allestimento, esbosco, ecc...);
- › le lavorazioni per la realizzazione degli arredi (realizzazione dei pannelli multistrato, lavorazioni di falegnameria, ecc...).

Il manuale descrive la metodologia utilizzata, i metodi di raccolta dati e i principali risultati dell'applicazione della metodologia alla filiera pilota attivata in occasione del progetto BOMO: la prima parte illustra le principali caratteristiche della filiera considerata, la seconda parte riporta lo schema metodologico adottato per la valutazione della filiera, i risultati ottenuti e alcune considerazioni finali in merito alla situazione attuale e alle possibilità di miglioramento, nonché la traduzione dei risultati in linee guida per la realizzazione di filiere legno-arredo sostenibili, applicabili a tutto il territorio lombardo e alle aree geografiche con morfologia e caratteristiche socio-economiche simili. Infine, sono disponibili in allegato le schede per la raccolta dei dati necessari alla valutazione delle filiere.



> **Figura 1** - Flusso della produzione di provini, manufatti e prodotti finiti

2 Metodi di misura della qualità del legno: classificazione delle piante in piedi (CNR-IVALSA)

Per descrivere la qualità del legno è possibile utilizzare strumenti e apparecchiature oppure metodi non strumentali quali le Regole di Classificazione descritte in Norme, laddove disponibili, o in documenti di altra natura (per esempio in "Raccolte degli Usi" delle Camere di Commercio o Linee Guida di Enti sovranazionali).

L'Ente normativo italiano UNI recepisce le norme emanate dall'Ente normativo europeo CEN. Attualmente vi è un corpus di norme pubblicate sotto l'acronimo UNI EN che comprende le norme europee adottate dall'Italia. Si noti che tali norme usualmente sono di adozione su base volontaria e non sono cogenti, ossia non vi è obbligo di applicazione, se non nei casi in cui esse siano specificamente richiamate in leggi, accordi o capitolati vincolanti le Parti. Cionondimeno esse rappresentano uno strumento operativo riconosciuto dal Mercato, dalle Imprese, dalla Pubblica Amministrazione e dalla Società civile nel suo complesso.

Tra le norme relative alla qualità del legno disponibili a livelli europeo vi sono dei sistemi di classificazione per:

- › legno tondo (i tronchi abbattuti);
- › segati per usi generali (non strutturali);
- › segati per usi strutturali.

Non sono viceversa disponibili Regole di classificazione per le piante in piedi. Per ovviare a tale lacuna, abbiamo elaborato una regola di classificazione delle piante in piedi che è stata concepita, redatta e applicata sul campo appositamente per il progetto BOMO e che intendiamo proporre agli operatori come strumento tecnico operativo per la descrizione della qualità del legno dei boschi di latifoglie delle specie che sono state oggetto dello studio, cioè Acero, Frassino e Faggio.

Nel paragrafo qui di seguito sono sintetizzate e commentate le Regole normalizzate per tondo e segati, mentre nel successivo si illustra la regola inedita utilizzata nel progetto BOMO.

2.1 Le norme europee e nazionali di classificazione del tondo e dei segati

Per la descrizione della qualità del legno si è fatto riferimento a documenti e strumenti operativi riconosciuti a livello tecnico nazionale e internazionale, cioè a Regole di classificazione descritte da apposite Norme redatte da Enti normativi riconosciuti.

Riportiamo di seguito la descrizione dei sistemi di classificazione del legno tondo (i tronchi abbattuti), dei segati per usi generali (non strutturali) e dei segati per usi strutturali secondo la normativa europea, che è stata adottata anche a livello nazionale.

2.1.1 Classificazione visuale del tondo

La norma europea UNI EN 1316 parti 1, 2 e 3 è stata elaborata dal Comitato Tecnico CEN/TC 175 "Legno tondo e segati". La norma si articola in tre parti:

- › EN 1316-1 Legno tondo di latifoglie - Classificazione qualitativa – Quercia e Faggio;
- › EN 1316-2 Legno tondo di latifoglie - Classificazione qualitativa - Pioppo;
- › EN 1316-3 Legno tondo di latifoglie - Classificazione qualitativa - Frassino e Acero.

Le norme richiamate rimandano, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni¹.

Si intende che per l'impiego corretto del metodo illustrato nella Norma in oggetto l'utilizzatore farà riferimento al testo della Norma stessa e non ad altri testi od interpretazioni, il presente incluso.

Principio di classificazione

Ogni tronco o toppe viene classificato secondo le sue dimensioni geometriche e secondo la presenza, la dimensione e la distribuzione di specifiche caratteristiche (comunemente identificate come "difetti").

La presenza di una sola caratteristica che non soddisfi le esigenze della classe di qualità è sufficiente a declassare il tronco o toppe nella classe inferiore. La lunghezza ed il diametro devono essere misurati utilizzando i metodi descritti dal EN 1309.

Le Tabelle seguenti riportano le caratteristiche da prendere in considerazione ai fini della classificazione, che devono essere misurate secondo le norme EN 1309, EN 1310 ed EN 1311.

Faggio

La norma europea UNI EN 1316-1 specifica una classificazione visuale e le denominazioni delle classi per tronchi abbattuti di Quercia e Faggio, interi o sotto forma di toppe. La classificazione descrive le classi di qualità di tronchi per i quali non è noto l'impiego previsto.

La classificazione si riferisce alle seguenti specie legnose:

» Querce, *Quercus sessili flora Salisb.* (o *Quercus petraea Liebl.*), *Quercus robur L.* (o *Quercus pedunculata Ehrh.*);

» Faggio (*Fagus sylvatica L.*).

Designazione delle classi

La designazione della classe include 2 caratteri separati da un trattino:

- » il primo carattere rappresenta l'iniziale del genere in Latino, "Q" per Quercia e "F" per Faggio;
- » il secondo carattere indica la classe di qualità.

La classificazione qualitativa del Faggio è divisa in quattro classi:

- » F-A è una classe di qualità eccezionale;
- » F-B è una classe di qualità corrente;
- » F-C è una classe di qualità di minore valore;
- » F-D è una classe di qualità che include tronchi o toppe non accettabili nelle altre classi.

Per tutte le caratteristiche, nella classe F-D più del 40% del volume di legno deve poter essere utilizzato.

¹EN 844-1 Legno tondo e segati - Terminologia – Termini generali comuni al legno tondo e ai segati

Tabella 1 - Caratteristiche da considerare per la classificazione del Faggio

Caratteristiche	Classi			
	FA	FB	FC	FD
Dimensioni minime				
Lunghezza minima (m)	3	3	2	nessun limite
Diametro mediano minimo sotto corteccia (cm)	35	30	25	nessun limite
Velocità di crescita (mm)	≤ 4	ammessa	ammessa	ammessa
Nodi visibili o non visibili	non ammessi	3 nodi/3 m	nodi sani ammessi	ammessi
Nodi di cui non visibili	non ammessi	Σ dei diametri ≤ 200 mm/3 m (di cui 40 mm max. di nodi non sani/3 m)	Σ dei diametri dei nodi non sani o marci ≤ 120 mm/3 m	ammessi
Fibratura spiralata (cm/m)	≤ 5	≤ 9	ammessa	ammessa
Midollo eccentrico (%)	≤ 10	≤ 20	ammesso	ammesso
Freccia semplice (cm/m)	≤ 2	≤ 4	≤ 8	ammessa
Ovalizzazione (%)	≤ 15	ammessa	ammessa	ammessa
Scanalature	non ammesse	non ammesse	ammesse	ammesse
Fessurazioni semplici	non ammesse	ammesse	ammesse	ammesse
Fessurazioni a stella	non ammesse	non ammesse	ammesse	ammesse
Fori di insetti	non ammessi	non ammessi	non ammessi	ammessi
Carie bianca (% del diametro)	≤ 10 nel cuore	≤ 15 nel cuore	≤ 25 nel cuore	ammessa
Cuore rosso (% del diametro)	≤ 20	≤ 30	ammesso	ammesso
Cuore rosso stellato (% del diametro)	non ammesso	≤ 10	≤ 40	ammesso
Sobbollitura	non ammessa	non ammessa	ammessa	ammessa
Malattia del T	non ammessa	non ammessa	ammessa	ammessa

EN 844-2 Legno tondo e segati - Terminologia - Termini generali relativi al legno tondo

EN 844-5 Legno tondo e segati - Terminologia - Termini relativi alle dimensioni del legno tondo

EN 844-7 Legno tondo e segati - Terminologia - Termini relativi alla struttura anatomica del legno

EN 844-8 Legno tondo e segati - Terminologia - Termini relativi alle caratteristiche del legno tondo

EN 1309 Legno tondo e segati - Metodo di misurazione delle dimensioni

EN 1310 Legno tondo e segati - Metodo di misurazione delle caratteristiche

EN 1311 Legno tondo e segati - Metodo di misurazione del degrado biologico

Frassino e Acero

La norma europea EN 1316-3 Legno tondo di latifoglie - Classificazione qualitativa - Frassino e Acero specifica una classificazione visuale e le denominazioni delle classi per tronchi abbattuti di Frassino e Acero, interi o sotto forma di topi. La classificazione descrive le classi di qualità di tronchi per i quali non è noto l'impiego previsto.

La classificazione si riferisce alle seguenti specie legnose:

› *Fraxinus excelsior* L.

› *Acer pseudoplatanus* L., *Acer platanoides* L., *Acer campestre* L.

Designazione delle classi

La designazione delle classi include 3 caratteri, l'ultimo dei quali separato da un trattino:

- › il primo ed il secondo carattere rappresentano le iniziali del genere in Latino, "Fr" per Frassino e "Ac" per Acero;
- › l'ultimo carattere indica la classe di qualità.

Frassino (Fr)

La classificazione del Frassino è divisa in quattro classi di qualità:

- 】 Fr-A è una classe di qualità eccezionale;
 - 】 Fr-B è una classe di qualità corrente;
 - 】 Fr-C è una classe di qualità meno pregiata;
 - 】 Fr-D è una classe di qualità che include tronchi o topi non accetta ammissibili nelle altre classi.
- Per tutte le caratteristiche della classe Fr-D, più del 40% del volume di legno deve poter essere utilizzato.

Aceri (Ac)

La classificazione degli Aceri è divisa in quattro classi di qualità:

- 】 Ac-A è una classe di qualità eccezionale;
 - 】 Ac-B è una classe di qualità corrente;
 - 】 Ac-C è una classe di qualità meno pregiata;
 - 】 Ac-D è una classe di qualità che include tronchi o topi non accettabili nelle altre classi.
- Per tutte le caratteristiche della classe Ac-D, più del 40% del volume di legno deve essere utilizzabile.

Tabella 2 - Caratteristiche comuni da considerare per la classificazione di Frassino e Acero

Caratteristiche	Classi			
	FrA o AcA	FrB o AcB	FrC o AcC	FrD o AcD
Dimensioni minime				
Lunghezza minima (m)	3	3	2	senza limite
Nodi sani visibili	non ammessi	$\sum \max \leq 150 \text{ mm}/3 \text{ m}$ e diametro < 60 mm	$\sum \max \leq 150 \text{ mm}/2 \text{ m}$	ammessi
Nodi cariati visibili	non ammessi	non ammessi	$\sum \max \leq 80 \text{ mm}/2 \text{ m}$	ammessi
Nodi coperti (protuberanze)	non ammessi	non ammessi	max 1 protuberanza/2 m	ammessi
Cuore eccentrico in %	≤ 10	≤ 20	ammesso	ammesso
Curvatura semplice (cm/m)	≤ 3	≤ 4	ammessa	ammessa
Fessurazioni semplici nel cuore	ammesse nel terzo (1/3) centrale del diametro	ammesse nella metà (1/2) centrale del diametro	ammesse	ammesse
Cretti a zampa di gallina	non ammessi	ammessi nel quinto (1/5) centrale del diametro	ammessi nel terzo (1/3) centrale del diametro	ammessi
Carie	non ammesse	non ammesse	non ammesse	ammesse

Tabella 3 - Caratteristiche da considerare per la classificazione del Frassino

Caratteristiche	Classi			
	FrA o AcA	FrB o AcB	FrC o AcC	FrD o AcD
Dimensioni minime				
Diametro mediano minimo sotto corteccia (cm)	40	35	20	senza limite
Fessurazioni	non ammesse	non ammesse	ammesse	ammesse
Fori da insetti	non ammessi	non ammessi	non ammessi	ammessi
Cancri	non ammessi	non ammessi	ammessi	ammessi
Cuore bruno	≤ 20% del diametro della sezione trasversale	≤ 30% del diametro della sezione trasversale	ammesso	ammesso

Tabella 4 - Caratteristiche da considerare per la classificazione dell'Acer

Caratteristiche	Classi			
	FrA o AcA	FrB o AcB	FrC o AcC	FrD o AcD
Dimensioni minime				
Diametro mediano minimo sotto corteccia (cm)	35	30	20	senza limite
Cuore bruno	non ammesso	non ammesso	ammesso nel terzo (1/3) centrale del diametro	ammesso

2.1.2 Classificazione visuale dei segati non strutturali

La norma UNI EN 975-1 riguarda la classificazione in base all'aspetto dei segati per usi non strutturali del legno di Rovere e di Faggio. Questa è l'unica norma, attualmente in vigore, per la qualificazione del legno di latifoglie. La norma indica due procedimenti di classificazione:

- » **Procedimento 1:** Nodi su due facce. Se le due facce sono di una medesima classe, tale classe è quella dell'elemento. Se sono presenti una faccia migliore ed una peggiore, la classe dell'elemento è di un grado migliore di quello della classe della faccia peggiore.
- » **Procedimento 2:** Nodi su due facce e due bordi. Se le quattro facce sono di una medesima classe, tale classe è quella dell'elemento. Se una delle facce è di una classe inferiore di quella di una qualsiasi delle altre tre, la classe dell'elemento è di un grado migliore di quello di tale faccia peggiore.

La classe di un elemento di legno è basata sulla valutazione della classe di ciascuna faccia/bordo considerata separatamente.

Nodi

Classificare i nodi in base alla forma, posizione e condizione.

I nodi di 10 mm o più piccoli non sono presi in considerazione, a meno che siano marci o cadenti. I nodi sono classificati nei segati in base alla loro forma, dimensione e posizione. La dimensione è espressa in millimetri o in percentuale di una dimensione della superficie sulla quale appare il nodo. Per la misurazione dei nodi sono indicati due metodi: un "metodo generale" destinato alla classificazione secondo l'aspetto ed un "metodo alternativo" destinato al caso in cui si deve stimare la resistenza dell'elemento. Nel caso della classificazione in base alla

resistenza, occorre riferirsi alla EN 518 per la classificazione a vista ed alla EN 519 per la classificazione a macchina.

Quando si usa la presente norma è opportuno precisare quale dei due metodi è applicato, se il metodo "generale" oppure il metodo "alternativo".

Smusso

Non è ammesso lo smusso con corteccia.

Legno di reazione

In base alla regola di classificazione utilizzata,

- › a) misurare la lunghezza e/o la larghezza del rettangolo nel quale si iscrive, esprimendo il risultato in centimetri o in percentuale della lunghezza e/o larghezza della superficie (faccia o bordo) considerata. Nel caso in cui esistano due o più zone di legno di reazione, misurare ciascuna come indicato precedentemente, e sommare le dimensioni considerate;
- › b) non misurato, annotare la sua presenza.

Inclinazione della fibratura

Utilizzare una punta per tracciare al fine di determinare l'inclinazione della fibratura; tracciare lungo l'elemento di legno nella direzione presunta della fibratura, con una pressione sufficiente ma non eccessiva, essa provoca una traccia che mostra precisamente la direzione della fibratura. Per verifica, si raccomanda di tracciare più linee adiacenti.

Tasso di accrescimento

Contare il numero di anelli lungo tale linea. Ripetere il procedimento all'altra estremità dell'elemento. Non considerare una porzione di 25 mm attorno al midollo, se presente. Dividere la somma delle lunghezze delle due linee alle due estremità per il numero totale di anelli di accrescimento in modo da ottenere l'accrescimento, espresso come larghezza media degli anelli in millimetri.

Alburno

In base alla regola di classificazione utilizzata,

- › a) individuare la parte della superficie (faccia o bordo) da considerare, sulla quale l'alburno sembra più esteso. Misurare la larghezza ed esprimere il risultato in millimetri oppure come percentuale;
- › b) non misurato, annotare la presenza.

Fessure sulla faccia e sul bordo, sulla testata, passanti

In base alla regola di classificazione utilizzata,

- › a) misurare la loro lunghezza, mediante la determinazione della distanza tra due linee perpendicolari all'asse longitudinale dell'elemento e passanti per le estremità della fessura. Nel caso di gruppi di fessure, misurare la lunghezza totale del gruppo. Se esistono più fessure o gruppi di fessure, sommare le loro lunghezze. Esprimere il risultato in millimetri oppure come percentuale della lunghezza dell'elemento;
- › b) non misurate, annotare la presenza.

Cipollatura e fessure radiali sulla testata

Se presenti solamente su una o entrambe le estremità dell'elemento, annotare la loro presenza. Se presenti sulla faccia o sul bordo, misurare come indicato precedentemente.

Cretti

In base alla regola di classificazione utilizzata,

- › a) misurare la lunghezza e/o la larghezza del rettangolo nel quale è inscritta la porzione dove appaiono, esprimendo il risultato in millimetri oppure come percentuale della lunghezza e/o larghezza della superficie (faccia o bordo) considerata;
- › b) annotare la presenza.

Deformazioni

- › **Arcuatura e falcatura;** misurare la deformazione massima rispetto ad un elemento dritto,
 - a) per gli elementi aventi lunghezza massima 2 m, utilizzando un regolo rigido;
 - b) per gli elementi aventi lunghezza superiore a 2 m, su un tratto di 2 m di lunghezza, mediante un regolo rigido di 2 m, applicato contro l'elemento in posizione simmetrica rispetto al punto stimato a vista di maggiore deformazione.

- › **Imbarcamento**

Misurare la deformazione massima nella larghezza dell'elemento.

- › **Svergolamento**

Misurare la deformazione massima della superficie su una lunghezza di 2 m.

2.1.3 Classificazione visuale del legno strutturale

Sia la norma EN 1995-1-1 Eurocodice 5 - *Progettazione delle strutture di legno che il Nuovo Testo Unico delle Costruzioni* in vigore in Italia, riportano che la produzione di elementi strutturali di legno massiccio a sezione rettangolare deve risultare conforme alla norma europea armonizzata UNI EN 14081. I criteri di classificazione garantiscono all'elemento prestazioni meccaniche minime statisticamente determinate, senza necessità di ulteriori prove sperimentali e verifiche, definendone il profilo resistente, che raggruppa le proprietà fisico-meccaniche, necessarie per la progettazione strutturale.

La classificazione può avvenire assegnando all'elemento una Categoria, definita in relazione alla qualità dell'elemento stesso con riferimento alla specie legnosa e alla provenienza geografica. La *Classe di Resistenza* di un elemento è definita mediante uno specifico profilo resistente unificato, in accordo con le norme UNI EN 338 ed UNI EN 1912, per legno di provenienze europee, ed UNI 11035 parti 1 e 2 per legno di provenienza italiana.

Ad ogni tipo di legno può essere assegnata una classe di resistenza se i suoi valori caratteristici di resistenza, valori di modulo elastico e valore caratteristico di massa volumica, risultano non inferiori ai valori corrispondenti a quella classe. La classificazione a vista in base alla resistenza è il processo mediante il quale si assegna un segato ad una categoria, a cui sono associati determinati valori caratteristici che ne descrivono le prestazioni meccaniche da considerare nella progettazione. Mediante la classificazione i singoli segati sono assegnabili a classi di resistenza previste dalla UNI EN 338, a ognuna delle quali sono associati valori caratteristici di massa volumica, resistenza e modulo di elasticità.

La norma UNI 11035, conformemente alla UNI EN 14081-1, specifica terminologia e metodi per la misurazione delle caratteristiche rilevanti ai fini della classificazione a vista secondo la resistenza meccanica di legname destinato all'uso in strutture portanti. I segati classificati a vista sono assegnabili a una determinata categoria solo se soddisfano tutti i requisiti previsti per quella categoria. È pertanto il difetto peggiore, ovunque esso sia situato, a determinare la categoria di appartenenza. Se il segato non può essere assegnato ad alcuna delle categorie previste, deve essere scartato in quanto non classificabile per uso strutturale.

Umidità di riferimento

Quando viene classificato un segato di legno massiccio con umidità maggiore del 20%, alcune caratteristiche possono risultare non visibili oppure non facilmente valutabili. L'umidità del legname può essere determinata con il metodo elettrico previsto dalla Norma UNI EN 13183-2, attraverso uno o più punti di misura. .

Nodi

Le prescrizioni si applicano ai nodi isolati e ai gruppi di nodi, di diametro non maggiore di 5 mm, che non vengono presi in considerazione. Sono ammissibili tutti i tipi di nodi isolati (aderenti, cadenti, sani, neri, ecc.) e gruppi di nodi, purché entro i limiti dimensionali specificati per la categoria.

Inclinazione della fibratura

La direzione generale della fibratura viene determinata come altezza riferita alla lunghezza orizzontale di 1 metro. Essa può essere determinata sulla base delle fessurazioni da ritiro eventualmente visibili, oppure mediante l'appropriato uso del graffietto. L'inclinazione della fibratura deve essere determinata su almeno due facce contigue dell'elemento, ed è decisivo il valore peggiore.

Massa volumica e ampiezza anelli

La massa volumica media, deve essere determinata su ciascun singolo elemento calcolando il rapporto fra la massa *M* e il volume *V*, e riferita all'umidità del legno del 20%.

L'ampiezza degli anelli viene misurata su una testata del segato, espressa come larghezza media degli anelli espressa in millimetri. La misurazione si effettua sulla linea più lunga (75 mm, quando possibile) e perpendicolare agli anelli di accrescimento.

Fessurazioni longitudinali da ritiro e cipollatura

La lunghezza e la profondità delle fessurazioni da ritiro sono legate all'umidità, pertanto i limiti assegnati per i diversi tipi di legname nelle regole di classificazione sono applicabili solo per legno equilibrato a umidità del legno 20% o minore.

Singole cipollature non affioranti sono ammissibili nei segati di castagno, fra le latifoglie, solo se non continue per tutta la lunghezza del segato e se rispondono ai requisiti di diametro massimo e di eccentricità precisati per i diversi tipi di legname nella UNI 11035-2.

Se la classificazione avviene su legno fresco deve essere considerata anche una "cipollatura probabile" quando un anello di accrescimento, considerato in sezione trasversale, ha uno spessore doppio rispetto a quello del più stretto dei due anelli immediatamente adiacenti. La cipollatura probabile è assimilata a tutti gli effetti a quella effettiva, e per essere ammessa deve soddisfare gli stessi requisiti di quest'ultima.

Smusso e deformazioni

L'entità dello smusso è espressa dal rapporto tra la proiezione dello stesso su un lato e la sua dimensione. Si determina l'entità dello smusso ove tale rapporto sia massimo.

Deformazioni:

a) Misurare **arcuatura** e **falcatura** massima rispetto ad un elemento diritto su un tratto di 2 m di lunghezza, mediante un regolo rigido di 2 m, applicato contro l'elemento in posizione simmetrica rispetto al punto stimato a vista di maggiore deformazione.

b) Misurare l'**imbarcamento** massimo sulla larghezza dell'elemento, esprimendo il risultato in millimetri oppure come percentuale della larghezza.

c) Misurare lo **svergolamento** massimo su una lunghezza rappresentativa di 2 m, esprimendo il risultato in millimetri o in percentuale della lunghezza dell'elemento.

Degrado da insetti e funghi

Deve essere valutata l'infestazione da parte di insetti in grado di proliferare anche nel legno stagionato (per esempio: Anobidi, Lictidi, Cerambicidi) e valutata la presenza di alterazione da funghi (per esempio la carie del legno).

Legno di reazione

La quota ammissibile di legno di reazione deve essere misurata sulle facce su cui compare, oppure sull'area di una delle sezioni di estremità del segato, con le seguenti modalità:

- › a) sulle facce: si deve identificare la sezione peggiore del segato, ossia quella che presenta la maggiore estensione di tale difetto;
- › b) sulla sezione trasversale all'estremità del segato: si deve determinare la quota ammissibile di legno di reazione in rapporto all'area della superficie della sezione trasversale all'estremità del segato su cui compare, considerando sempre il valore peggiore.

Di seguito la tabella contenente le regole di assegnazione dei tipi di legname di Acero, Faggio e Frassino alle classi di resistenza riportate nella UNI EN 338. Tuttavia è possibile impiegare i profili resistenti dei tipi di legname strutturale riportati nella presente senza ricondurli al sistema della UNI EN 338.

Tabella 5 - Regole di assegnazione dei tipi di legname di Acero, Faggio e Frassino alle classi di resistenza riportate nella UNI EN 338

Criteri per la classificazione	Categoria unica
Smussi	$s \leq 1/3$
Nodi singoli	$A \leq 1/2$ e comunque: $d \leq 70$ mm; $D \leq 150$ mm
Nodi raggruppati	$A \leq 1/2$ e comunque: $t \leq 70$ mm
Ampiezza anelli	nessuna limitazione
Massa volumica	$\Sigma > 510$ kg/m ³
Inclinazione fibratura	$\leq 1:6$ (16,5%)
Fessurazioni:	
- da ritiro	Se passanti, sono ammesse solo su una testata, e con lunghezza max. pari a due volte la larghezza della sezione.
- cipollatura	non ammesse
- da fulmine, gelo, lesioni	non ammesse
Degrado da funghi:	
- carie bruna e bianca	non ammessa
Legno di tensione	nessuna limitazione
Attacchi di insetti	Ammessi solo fori con alone nerastro, oppure fori rotondi, senza alone nerastro, di diametro compreso tra 1.5 e 2.5 mm (di Anobidi), purché l'attacco sia sicuramente esaurito, per un max. di 10 fori, distribuiti uniformemente, per metro di lunghezza (somma di tutte e quattro le facce).
Vischio	non ammesso
Deformazioni:	
- arcuatura	10 mm ogni 2 m di lunghezza
- falcatura	8 mm ogni 2 m di lunghezza
- svergolamento	1 mm ogni 25 mm di larghezza
- imbarcamento	nessuna restrizione

2.2 Redazione di un nuovo sistema di classificazione delle piante in piedi e modalità di applicazione

2.2.1 Le basi teoriche della nuova classificazione

L'impiego di norme di riferimento per la classificazione visuale qualitativa, siano esse norme UNI, EN o altre regole di riferimento, permette una comunicazione chiara e obiettiva fra il produttore e gli altri attori della catena e dovrebbe favorire nel medio e lungo periodo forme di commercio a distanza.

In concomitanza con lo svolgimento delle attività previste dal Progetto BOMO, in mancanza

di una Norma idonea, è stato elaborato ed utilizzato uno specifico sistema di classificazione visuale qualitativo delle piante in piedi basato sulla rielaborazione di regole di classificazione del tondame di Acero, Faggio e Frassino.

Il sistema è stato elaborato dopo uno studio approfondito e ragionato delle principali regole e norme di classificazione visuale di riferimento impiegate nei paesi o nelle regioni alpine, che da anni hanno adottato una selvicoltura ad indirizzo naturalistico. Oltre che sulle norme esistenti, l'elaborazione della metodologia per la classificazione delle piante in piedi è stata condotta anche sulla base di ricerche sviluppate su alberi di conifera e di latifoglie, tali da permettere, sulla base dei risultati emersi, di valutare caratteristiche e qualità del segato ritraibile fin dalla pianta in piedi.

Di seguito viene sinteticamente descritto il percorso che ha portato alla definizione e all'elaborazione di una regola di classificazione visuale delle piante in piedi di Acero, Faggio e Frassino; regola che è poi stata utilizzata nel corso dello svolgimento del Progetto.

La filosofia di fondo della proposta è simile a quella che ispira le diverse Norme di classificazione del tondo esaminate, espressa esplicitamente nelle Norme europee UNI EN 1316-1 per il Faggio e UNI EN 1316-3 per l'Acero e il Frassino che prevedono quattro classi qualitative.

La Classificazione secondo la norma EN 1316 parte 1 e 3 per la classificazione del tondame è, allo stato attuale, l'unico documento "ufficiale" elaborato da un organo di normazione per classificare il tondo delle tre specie legnose menzionate.

Tale norma, per cui il tondame è classificato in 4 classi qualitative sulla base della presenza dei difetti riscontrabili sul singolo toppo e della loro entità, presenta pregi (+) e difetti (-) che possono essere in sintesi così riassunti:

- 1) + unico documento ufficiale disponibile su questo tema;
- 2) + facilità e semplicità di utilizzazione;
- 3) - scarsa capacità di rappresentare la qualità delle piante che risultano ricadere in percentuale elevata in una unica classe (Classe B).

In forma molto sintetica si può così considerare la suddivisione in classi:

- CLASSE di qualità A: legno netto o di prima qualità. Si tratta di topi (normalmente topi di base) privi di nodi, senza difetti o con difetti secondari e presenti in misura trascurabile.
- CLASSE di qualità B: legno di qualità media che non può soddisfare il requisito specifico di legno netto (difetti secondari e presenti in misura non trascurabile).
- CLASSE di qualità C: legno di qualità mediocre, che ammette tutti i difetti purché non riducano significativamente le caratteristiche naturali del legno, né le rese di trasformazione.
- CLASSE di qualità D: legno scadente ma trasformabile (segazione/triturazione) ed utilizzabile e che non rientra nei requisiti delle classi superiori.

2.2.2 Classificazione inedita IVALSA-BOMO delle piante in piedi

Tenendo salda la classificazione e la metodologia indicata in dette Norme nella loro riscrittura volta all'applicazione alle piante in piedi abbiamo ritenuto di effettuare alcuni cambiamenti, quali:

- › eliminazione di tutte le caratteristiche non visibili sulla pianta in piedi;
- › omogeneizzazione terminologica tra le due norme;
- › omogeneizzazione delle unità di misura;
- › trasformazione delle unità di misura per migliorarne la fruibilità;
- › omogeneizzazione delle lunghezze di riferimento (base di riferimento: 2 m) per la stima della sommatoria dei diametri dei nodi;
- › inserimento di classi aggiuntive (siglate con il segno"-") svincolate dal parametro "dimensioni minime di diametro", per un totale di 7 classi (A, A-, B, B-, C, C-, D)

In particolare quest'ultimo aspetto è stato determinato dalle considerazioni che:

- › il diametro non è direttamente legato alla qualità, quanto più propriamente alle rese di segagione, e che
- › i diametri riportati dalle norme summenzionate avrebbero concentrato nelle classi inferiori (C e D) la maggior parte delle piante, indipendentemente da altri fattori qualitativi, abbassando la capacità descrittiva del sistema di classificazione.

Infatti ricordiamo che la presenza di una sola caratteristica che non soddisfa i requisiti della classe di qualità è sufficiente a declassare il tronco o il toppo considerato e nel nostro caso di declassare l'intera pianta.

Faggio

		F/A	F/A-	F/B	F/B-	F/C	F/C-	F/D ²
Dimensioni	Lunghezza (m) ¹	3	3	3	3	2	2	nessun limite
	Diametro (cm) ¹	35	nessun limite	30	nessun limite	25	nessun limite	nessun limite
Nodi	Sani visibili	non ammessi	non ammessi	2 nodi / 2 m	2 nodi / 2 m	ammessi	ammessi	ammessi
	Coperti	non ammessi	non ammessi	2 nodi / 2 m	2 nodi / 2 m	ammessi	ammessi	ammessi
	Cariati visibili	non ammessi	non ammessi	$\Sigma \leq 2,5 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\Sigma \leq 2,5 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\Sigma 8 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\Sigma 8 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	ammessi
	Freccia semplice	$\leq 4 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\leq 4 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\leq 8 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\leq 8 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\leq 16 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\leq 16 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	ammessa
	Ovalità (Ellitticità)	< 15 %	< 15 %	nessun limite	nessun limite	nessun limite	nessun limite	nessun limite
	Fori di insetti	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	ammessi
	Carie	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	ammesse

Nota 1 - La lunghezza ed il diametro devono essere misurati secondo EN 1309-2:2006.

Nota 2 - Per tutte le caratteristiche, nella classe F/D più del 40% del volume del legno deve essere utilizzabile.

Frassino

Dimensioni		FR/A	FR/A-	FR/B	FR/B-	F/C	FR/C-	FR/D ²
	Lunghezza (m) ¹	3	3	3	3	2	2	nessun limite
	Diametro (cm) ¹	40	nessun limite	35	nessun limite	20	nessun limite	nessun limite
Nodi	Sani visibili	non ammessi	non ammessi	Σ10 cm / 2 m	Σ10 cm / 2 m	Σ 15 cm / 2 m	Σ 15 cm / 2 m	ammessi
	Coperti	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	1 / 2 m	1 / 2 m	ammessi
	Cariati visibili	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	Σ 8 cm / 2 m	Σ 8 cm / 2 m	ammessi
Freccia semplice		≤ 6 cm / 2 m	≤ 6 cm / 2 m	≤ 8 cm / 2 m	≤ 8 cm / 2 m	ammessa	ammessa	ammessa
Fori di insetti		non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	ammessi
Carie		non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	ammesse

Nota 1 - La lunghezza ed il diametro devono essere misurati secondo EN 1309-2:2006.

Nota 2 - Per tutte le caratteristiche, nella classe FR/D più del 40% del volume del legno deve essere utilizzabile.

Acero

Dimensioni		AC/A	AC/A-	AC/B	AC/B-	AC/C	AC/C-	AC/D ²
	Lunghezza (m) ¹	3	3	3	3	2	2	nessun limite
	Diametro (cm) ¹	35	nessun limite	30	nessun limite	20	nessun limite	nessun limite
Nodi	Sani visibili	non ammessi	non ammessi	Σ10 cm / 2 m	Σ10 cm / 2 m	Σ 15 cm / 2 m	Σ15 cm / 2 m	ammessi
	Coperti	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	1 / 2 m	1 / 2 m	ammessi
	Cariati visibili	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	Σ 8 cm /2 m	Σ 8 cm /2 m	ammessi
	Freccia semplice	≤ 6 cm / 2 m	≤ 6 cm / 2 m	≤ 6 cm / 2 m	≤ 8 cm / 2 m	≤ 8 cm / 2 m	ammessa	ammessa
	Fori di insetti	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi
	Carie	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse

Nota 1 - La lunghezza ed il diametro devono essere misurati secondo EN 1309-2:2006.

Nota 2 - Per tutte le caratteristiche, nella classe AC/D più del 40% del volume del legno deve essere utilizzabile.

L'impiego congiunto, sul campo, del sistema di classificazione, ha permesso di cogliere alcune criticità e di perfezionare il testo finale che, come succede in tutti processi di normalizzazione e standardizzazione, ha subito un necessario collaudo da parte degli operatori. I suggerimenti emersi durante i primi test, effettuati nel primo anno da CNR-IVALSA e Consorzio Forestale, hanno portato alla stesura definitiva del sistema di classificazione che può considerarsi ultimato ed essere proposto per l'impiego su larga scala.

L'utilizzo della classificazione visuale qualitativa proposta per scopi di utilizzazione e di commercializzazione, dovrà essere studiato e pianificato al meglio allo scopo di ridurre i tempi tecnici necessari per effettuare l'operazione stessa.

Il sistema di classificazione è stato corredato di apposita terminologia per la definizione dei difetti e di chiare indicazioni per la loro misurazione. A tale fine sono anche presenti disegni,

schemi e fotografie che permettono, e dovrebbero favorire, l'adozione di un linguaggio comune fra chi opera nel mercato del legno, indispensabile ai fini di evitare incomprensioni fra le parti.

La classificazione delle piante in piedi con la Regola di classificazione IValsa-BOMO esposta nelle Tabelle precedenti può essere applicata secondo due modalità:

- › modalità analitica con registrazione sistematica di dati numerici (§ B.4);
- › modalità speditiva con registrazione limitata di dati numerici (§ B.5), adatta per personale già ben addestrato con la procedura analitica.

Ambedue le modalità prevedono la raccolta dei dati stazionali, come di seguito illustrato.

2.2.3 Parametri stazionali

La raccolta dei dati stazionali è un dato comune ad entrambe le modalità di classificazione, quella analitica e quella speditiva, e permette di mettere in relazione la qualità rilevata con i fattori geo-territoriali e morfologici.

SCHEDA DI RILIEVO - Parametri Stazionali									
Comune di					Data Rilievo				
Particella n°					Area di saggio n°				
Riferimenti cartografici					Quota Altimetrica				
Coordinate Geografiche Latitudine					Longitudine				
Esposizione	N	NE	E	SE	S	SW	W	NV	
Profondità Suolo	☐ Superficiale		☐ Mediamente profondo			☐ Profondo			
Classe di pendenza	☐ Terreno pianeggiante		☐ Terreno Inclinato		☐ Terreno Scosceso		☐ Terreno Ripido		☐ Terreno molto Ripido
Classe di accidentalità	☐ Poco acc.		☐ Mediamente acc.			☐ Fortemente acc.			
Gestione Ceduo	☐ Transizione		☐ Fustaia		Trattamento				
Età stimata del bosco: _____anni					Rilevatore:				

> **Figura 2** - Scheda di rilievo dei parametri stazionali

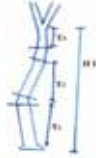
2.2.4 Classificazione analitica con registrazione sistematica di dati

Le caratteristiche del legno di seguito elencate sono tipiche della specie legnosa, degli elementi ecologici stazionali e delle pratiche colturali intraprese (potature, diradamenti, ecc...), le quali influiscono sulla struttura del fusto e dei rami determinando la manifestazione, l'intensità e la distribuzione di difetti (nodi, rettilineità, rastremazione, ovalità, ecc...).

Lo studio di queste caratteristiche in maniera sistematica e obiettiva, permette all'Organismo di gestione di definire le seguenti azioni:

- › tipologia degli interventi (potature, diradamenti, tagli selettivi a favore di piante con caratteristiche tecnologiche migliori);
- › localizzazione delle attività;
- › priorità delle operazioni;
- › valutazione dell'effetto delle pratiche colturali intraprese.

La scheda di rilievo per la classificazione analitica è riportata nella Figura che segue ed è strutturata in modo da consentire la registrazione sistematica dei dati (**Figura 3**)

SCHEDA DI RILIEVO - Qualità della pianta									
Altezza pianta: m		Diametro 1: cm			Diametro 2: cm				
☐ Faggio ☐ Acero ☐ Frassino ☐ Tiglio ☐ Castagno ☐ (altro)		☐ 			☐ 		☐ 		
Altezze lunghezze (m)		h1:	T1:	h2:	T2:	h3:	T3:	h4:	T4:
Nodi sani	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____		1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____		1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____		1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____	
Nodi marci	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____		1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____		1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____		1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____	
Nodi coperti (protuberanza)	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____		1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____		1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____		1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____	
Rettilineità ① ② ③		Rastremazione ① ② ③			Verticalità ① ② ③				
Sezione tronco (se manca diam. 2)		☐ Rotonda o modesta ovalità			☐ Ovalità accentuata				
Fibratura regolare		☐ Sì			☐ No ☐ Ignoto				
Rami epicormici tra base e chioma (se > n.3)		☐ Sì			☐ No				
Presenza di scanalature o contrafforti		☐ Sì			☐ No				
Presenza significativa di fori di insetti		☐ Sì			☐ No				
Presenza significativa di carie		☐ Sì			☐ No				
Sviluppo chioma		☐ Simmetrica			☐ Asimmetrica				
Stato chioma		☐ Buono			☐ Discreto		☐ Cattivo		
Posizione sociale		☐ Albero singolo			☐ Albero in gruppo		☐ Pollone su ceppaia		
		☐ Albero dominante			☐ Albero dominato		☐ Albero co-dominante		

> **Figura 3** - Scheda di rilievo per la classificazione analitica

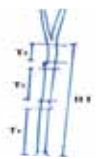
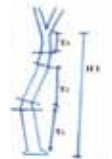
Di seguito vengono espone le singole caratteristiche considerate nella scheda di rilievo da attribuire a ciascuna pianta in piedi nell'ambito dei boschi considerati. Questa valutazione può essere ripetuta nel tempo come utile supporto alla verifica ed alla programmazione degli interventi colturali. Il sistema di classificazione analizza scrupolosamente le caratteristiche macroscopiche facilmente determinabili sulla pianta in piedi oltre ai parametri geometrici della lunghezza e del diametro facilmente misurabili. La scheda di cui alla **Figura 3**, è presentata in sezioni nelle figure successive e opportunamente commentata.

Sezione: Dimensioni utili e aspetto del fusto

Il primo parametro è riferito alla morfologia del fusto, la sua qualità è la risultante fra altezza utile (HI), data dalla somma delle lunghezze dei topi ritraibili, e il diametro medio minimo. Per altezza utile si intende la lunghezza del fusto libero da rami di grosse dimensioni (> 6 cm) e di evidenti deviazioni di rettilineità, potenzialmente in grado di fornire topi da opera. Le tre categorie di forma del fusto riscontrabili sono diritta con protuberanze o nodi grossi, storta e a V.



> Foto 1 - Misurazione del diametro a petto d'uomo

Altezza pianta: m	Diametro 1: cm		Diametro 2: cm	
☐ Faggio ☐ Acero ☐ Frassino ☐ Tiglio ☐ Castagno ☐ (altro)	☐ 	☐ 	☐ 	
Altezze lunghezze (m) HI	h1: T1:	h2: T2:	h3: T3:	h4: T4:

Sezione: Nodi

I nodi, oltre a diminuire le caratteristiche tecnologiche ed estetiche del materiale, possono costituire una via preferenziale di ingresso ai patogeni (nodi marci o cariati). I nodi di diametro inferiore al centimetro non sono causa di svalutazione del legname, il declassamento dipende dal diametro e dalla numerosità degli stessi. Rami ben potati fino a 3 cm di diametro non comportano la formazione di nodi e protuberanze che compromettono la qualità del toppo.



> **Foto 2** - Nodo coperto

Nodi sani	1/3 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____
	3/6 cm n.: _____	3/6 cm n.: _____	3/6 cm n.: _____	3/6 cm n.: _____
	> 6 cm n.: _____	> 6 cm n.: _____	> 6 cm n.: _____	> 6 cm n.: _____
Nodi marci	1/3 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____
	3/6 cm n.: _____	3/6 cm n.: _____	3/6 cm n.: _____	3/6 cm n.: _____
	> 6 cm n.: _____	> 6 cm n.: _____	> 6 cm n.: _____	> 6 cm n.: _____
Nodi coperti (protuberanza)	1/3 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____
	3/6 cm n.: _____	3/6 cm n.: _____	3/6 cm n.: _____	3/6 cm n.: _____
	> 6 cm n.: _____	> 6 cm n.: _____	> 6 cm n.: _____	> 6 cm n.: _____

Sezione: Rettilinearità, rastremazione e verticalità

Lo sviluppo non rettilineo del fusto, oltre a diminuire la lunghezza del toppo ritraibile, insieme all'intensità di assenza di verticalità, determinano la produzione di legno di reazione disprezzato a livello tecnologico e quindi con scarso valore commerciale. I fusti molto storti o con accentuate curvature, da cui non è possibile ricavare una porzione di fusto lineare di almeno un metro, sono da scartare.

La rastremazione non è un difetto in se, ma è una caratteristica correlata ad una elevata ramosità, a modeste rese quantitative con il procedere dell'altezza del tronco e di una deviazione della fibratura dell'asse longitudinale dei segati.

Rettilinearità ① ② ③	Rastremazione ① ② ③	Verticalità ① ② ③
----------------------	---------------------	-------------------

Legenda per la sezione: Rettilinearità, rastremazione e verticalità

CLASSI

Classi di rettilinearità

Classi di rastremazione

Classi verticalità

①

Rettilineo

Poco rastremato

Verticale

②

Modesta curvatura/e

Mediam. rastremato

Poco inclinato

③

Marcata curvatura/e

Molto rastremato

Molto inclinato

Sezione: Sezione del tronco

L'ovalità del tronco si misura dal rapporto tra la differenza dei due diametri (d. max – d. min) e il diametro maggiore. Quando manca uno di questi due valori lo si stima suddividendolo in due classi: modesta o accentuata.

Sezione tronco (se manca diam. 2)	☐ rotonda o modesta ovalità	☐ ovalità accentuata
-----------------------------------	--	---

Sezione: Fibratura regolare

La presenza di fibratura inclinata, ad elica o contorta, è normalmente poco o affatto visibile dall'esterno anche se talvolta è osservabile dall'andamento della corteccia. Essendo un parametro solo saltuariamente osservabile, si è deciso di trascurarlo (ignoto) se non evidente.

Fibratura regolare	☐ Sì	☐ No	☐ Ignoto
--------------------	-----------------------------	-----------------------------	---------------------------------



> **Foto 3** - Frassino con evidenti "gibbosità" lungo il fusto, indice di possibile fibratura ondulata

Sezione: Altri difetti

Vi sono altri difetti che devono essere valutati quali la presenza di rami epicormici e contrafforti che squalificano il tronco soprattutto nel topo di base. Infine i danni di origine biotica comportano un declassamento del fusto anche dal punto di vista del colore. Infatti fori di sfarfallamento, cancri o addirittura carpofori indicano l'eventualità della presenza di macchie scure rifiutate per gli impieghi di valore maggiore. Questo fenomeno si osserva soprattutto in corrispondenza delle biforcazioni con angoli acuti dove si verifica un ristagno delle acque piovane che provoca l'insorgenza di funghi e marciumi.



> Foto 4 - Rami epicormici

Rami epicormici tra base e chioma (se > n.3)	☐ Sì	☐ No
Presenza di scanalature o contrafforti	☐ Sì	☐ No
Presenza significativa di fori di insetti	☐ Sì	☐ No
Presenza significativa di carie	☐ Sì	☐ No

2.2.5 Classificazione speditiva con registrazione limitata di dati

Il metodo di classificazione speditiva presenta lo svantaggio di fornire meno dati suscettibili di successive elaborazioni e correlazioni con altre grandezze qualitative o territoriali; per contro presenta il vantaggio di essere meno onerosa in termini di tempo e risorse umane, permettendo quindi di poter operare su campionamenti più estesi a parità di costi.

Poiché questo secondo metodo è influenzato dalla capacità dell'operatore ad attribuire la pianta alla classe di qualità corretta, nonché dalla capacità di mantenere lo stesso metro di giudizio in momenti differenti, essa dovrà essere adottata con personale ben addestrato e altamente specializzato.

Il processo di classificazione delle piante in piedi dovrà essere condotto come segue:

- › misurazione del diametro inferiore a petto d'uomo;
- › misurazione del diametro perpendicolare al precedente;
- › suddivisione virtuale del fusto in topi di lunghezza di 3 m, ove possibile, e comunque non inferiore a 2 m;
- › la delimitazione dei topi virtuali deve essere determinata dalla presenza di nodi > 8 cm;
- › da curvatura del fusto o da altri difetti rilevanti, osservando il fusto da due posizioni opposte;
- › i topi virtuali saranno denominati T1, T2, T3 ... ecc. a partire dal topo basale.

Le successive fasi si differenziano in funzione della specie, in questo Manuale limitate alle tre specie del progetto BOMO.

Per ogni topo virtuale di **Faggio** saranno effettuate le seguenti operazioni:

- › conteggio del numero dei nodi sani visibili sulla lunghezza di 2 m;
- › conteggio del numero dei nodi coperti (protuberanze) visibili sulla lunghezza di 2 m;
- › stima della sommatoria dei diametri dei nodi cariati visibili sulla lunghezza di 2 m;

- » stima della freccia su base 2 m;
- » misurazione dei diametri minimi e suo perpendicolare per la verifica dell'ovalizzazione;
- » verifica della presenza di fori di insetti o verifica della presenza di carie.

Per ogni toppo virtuale di **Frassino** e **Acero** saranno effettuate le seguenti operazioni:

- » stima della sommatoria dei diametri dei nodi sani visibili sulla lunghezza di 2 m;
- » verifica della presenza o dell'assenza di nodi coperti (protuberanze);
- » stima della sommatoria dei diametri dei nodi cariati visibili sulla lunghezza di 2 m;
- » stima della freccia su base 2 m;
- » verifica della presenza di fori di insetti o verifica della presenza di carie.

Immettere i dati dei diametri a petto d'uomo (limitatamente per il toppo T1), di lunghezza del toppo virtuale (h.) e la classe (clax) pertinente in base alle rilevazioni visuali.

Si noti che il Faggio si differenzia nella valutazione dei nodi rispetto alle regole di Frassino e Acero

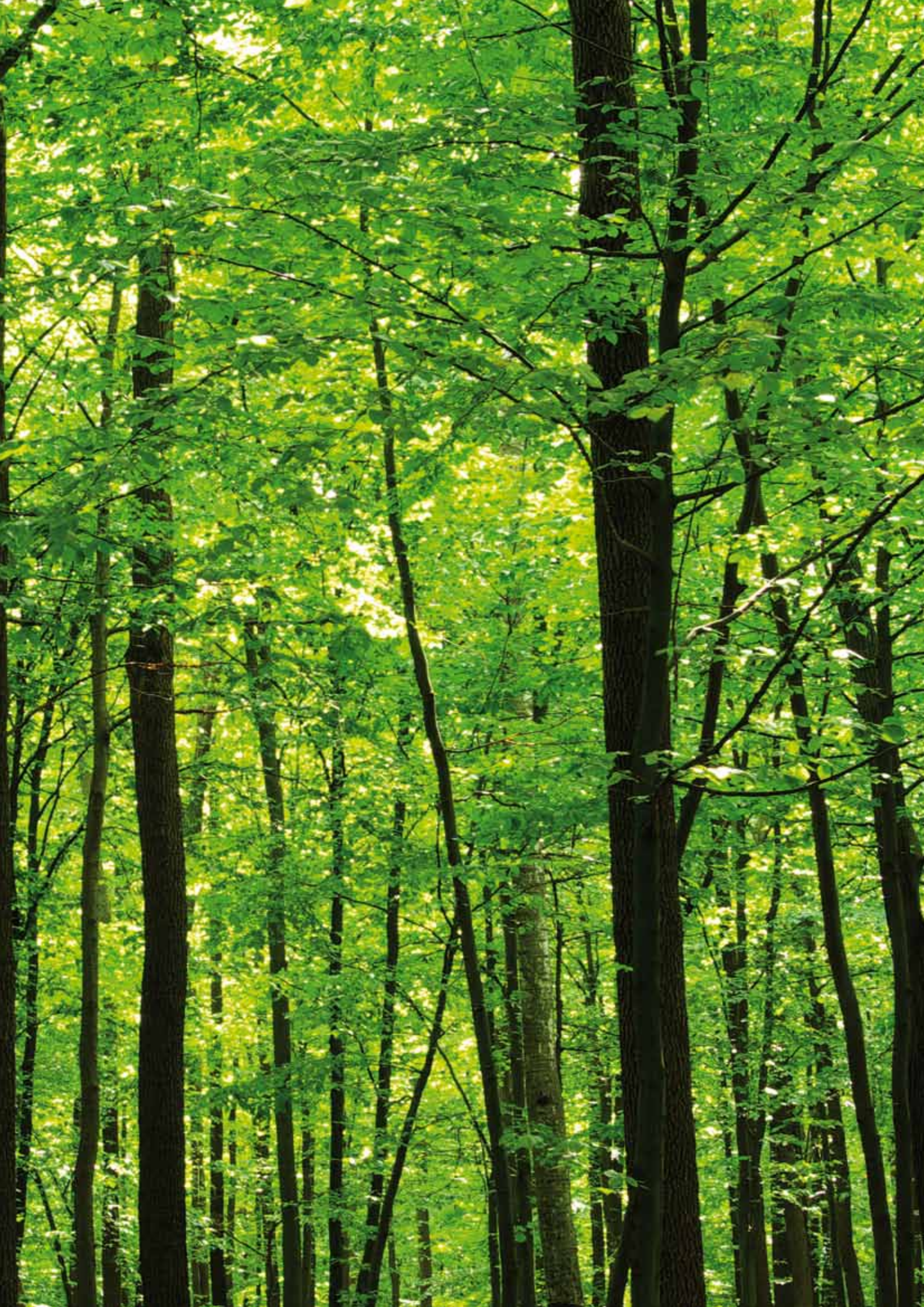
Comune		Particella					Data											
Pianta n.	Specie	T1					T2				T3			T4				
		Ø1	Ø2	h	l	clax	h	l	clax		h	l	clax	h	l	clax		
(...)																		

> **Figura 4** - Scheda di rilievo speditiva con registrazione limitata di dati

La formazione, o autoformazione, degli addetti al rilievo ha come punto di partenza la conoscenza delle caratteristiche da valutare. prendendo come punto di partenza quanto riportato nei capitoli precedenti, relativi alle schede di rilievo ed in particolare la descrizione dei parametri di valutazione. Avere ben chiari i caratteri fondamentali nelle loro diverse tipologie è il primo passo per giungere a valutazioni conformi agli standard e sufficientemente omogenee. per questo l'uso corretto delle regole di classificazione proposte, e di conseguenza una corretta stima della qualità delle piante in piedi, presuppone un periodo di formazione preventiva propedeutico per il lavoro in campo. È infatti fondamentale acquisire le basi fondamentali necessarie per eseguire un corretto lavoro di classificazione, che ben si differenzia da un superficiale screening. In campo la valutazione richiede qualche minuto, sia con l'uso della scheda analitica che di quella speditiva; tempo necessario per valutare tutte le caratteristiche in esame. Di seguito elenchiamo le corrette metodologie di approccio e di gestione del processo di valutazione.

Seguendo lo schema della scheda di rilievo si comincia ad inquadrare quelle che sono le caratteristiche dell'area di saggio, o della superficie, in cui si vuole valutare la qualità del soprassuolo. Nel momento in cui si effettua l'inquadramento dell'area è bene contrassegnare preventivamente le piante da valutare con il sistema di codifica stabilito; contemporaneamente si può cominciare la compilazione della scheda inserendo il codice identificativo e la misura dei diametri a petto d'uomo. Successivamente si procede con la valutazione della singola pianta. Ci si deve portare ad una certa distanza dal fusto, in modo da poter visualizzare la pianta nella sua interezza, al fine di cogliere le caratteristiche della chioma, del fusto, fare la misurazione dell'altezza ed ipotizzare la suddivisione in topi. Per completare la valutazione del fusto, in termini di rettilineità e verticalità ci si deve porre in posizione ortogonale alla precedente. Avvicinandosi ancora alla pianta è possibile cominciare la classificazione e la conta dei nodi e dei rami. Per questa fase è tassativo un giro completo intorno ad ogni soggetto arboreo, difatti la valutazione va effettuata su tutta la superficie del tronco. Portandosi a ridosso del fusto verranno valutati quei parametri non visibili altrimenti.





3 Carta qualità del legno: modalità operative (CFLI e CNR-IVALSA)

3.1 Pianificazione dei lavori (analisi territoriale, cartografia)

La valutazione delle piante in piedi deve essere condotta mediante l'uso delle regole di classificazione elaborate appositamente per questo Progetto, che permettono, sulla base dei risultati emersi, di valutare caratteristiche e qualità del legname ritraibile.

Nell'ambito delle attività del Progetto BOMO è stata effettuata la classificazione di un ampio campione di piante in piedi. Alcune di esse sono state successivamente abbattute e lavorate in segheria. Le tavole ottenute sono state caratterizzate dal punto di vista fisico, meccanico e qualitativo.

Per procedere ad una efficace valutazione, volta all'individuazione di aree di eccellenza produttiva, deve essere attentamente pianificato il numero e la distribuzione sul territorio delle Aree di Saggio. La pianificazione deve essere condotta sulla base delle diverse tipologie forestali presenti, della corografia del territorio e delle destinazioni indicate dal Piano di Assestamento Forestale. Questa analisi porta ad individuare quelle che potenzialmente sono le zone più significative per la produzione legnosa. La distribuzione delle aree di rilievo può derivare dalla sovrapposizione di un reticolo geometrico alle aree di studio. Dalla dimensione delle maglie dipende il numero di aree di saggio.

Nel caso BOMO è stato utilizzato lo stesso reticolo di rilievo utilizzato per il PAF (in corso di aggiornamento) in tutte le aree di saggio dove si rilevava la presenza di frassino e acero. Per il faggio è stata adottata una strategia di rilievo diversa: vista la cospicua presenza di faggio sul territorio è stato ridotto il numero di aree in cui compilare anche la scheda BOMO. La scrematura delle aree è stata effettuata su base geometrica, riducendone il numero del 50%, ossia stabilendo di aumentare la dimensione delle maglie del reticolo di rilievo da 160 m a 320 m secondo uno schema a quinconce. Specifichiamo che la scrematura è stata applicata solamente al rilievo per la qualità e non ai fini del rilievo PAF e quindi delle quantità.

In base alla conoscenza del territorio ed in base alla presenza delle specie di interesse per ogni caso specifico dovrà essere fatta un'attenta valutazione per dimensionare il rilievo in base alla bontà del risultato e delle risorse disponibili.

Come già anticipato la conoscenza e la corretta applicazione della scheda di rilievo è fondamentale per ottenere risultati significativi. Si consiglia una prima fase introduttiva a tavolino dedicata all'apprendimento delle caratteristiche peculiari della scheda, alla pianificazione delle modalità operative da adottare in campo per valutare al meglio le piante, e per la successiva organizzazione dei materiali prodotti per una loro corretta gestione e successiva valutazione. Per il primo approccio sono propedeutiche, alla fase di rilievo in campo, delle serie di rilievi eseguiti collettivamente dai rilevatori, che andranno poi ripetuti singolarmente, in un secondo momento. Il successivo confronto dei risultati ottenuti è importante per verificare il raggiungimento di una buona omogeneità dei rilievi tra i diversi addetti.

Per familiarizzare con la stima della qualità è bene effettuare una buona percentuale dei rilievi utilizzando la scheda analitica e solo successivamente cominciare ad utilizzare la scheda speditiva. **Dalla nostra esperienza è emerso che, mediante l'uso della scheda speditiva, operatori con poca esperienza sono portati a sottovalutare la qualità. L'uso della scheda analitica impone un processo di elaborazione ed analisi dei dati più lungo e laborioso ma che di fatto esclude dalla valutazione ogni aspetto di soggettività.**

3.2 Elaborazione dati (CNR-IVALSA)

Finito il lavoro in campo è necessario procedere all'elaborazione dei dati. Per quelli delle schede speditive è sufficiente compilare un database, avendo già il valore della qualità. Invece per i dati analitici è necessario approntare un foglio di calcolo che da una tabella sorgente, compilata con tutte le caratteristiche rilevate per ogni singola pianta, estrapoli i dati relativi ad ogni carattere di valutazione assegnandovi una valutazione parziale. Sulla base delle valutazioni parziali verrà elaborata la classificazione della pianta e di ogni suo ipotetico toppo. Ad esempio facendo riferimento alla classe di rastremazione assegnata, sulla base dei diametri alla base, verrà calcolato il diametro medio di ogni toppo, che relazionato alla lunghezza porterà alla classificazione in base alle dimensioni. Dalla sommatoria dei nodi suddivisi per dimensioni si otterrà un altro valore qualitativo, così come in relazione alla ramosità ecc.

Se i dati devono poi essere inseriti in un GIS ogni record della tabella deve sempre avere un riferimento cartografico, ad esempio ad ogni pianta deve essere associato il numero di area di saggio.

3.2.1 Elaborazione database della classificazione delle piante

Per elaborare la mole di dati rilevati è utile predisporre un foglio di calcolo organizzato sui principi di seguito esposti.

Lo studio può essere per unità di superficie, a livello di particella, di area territoriale (territorio comunale) o di compresa; oppure per specie legnosa. È opportuno predisporre un foglio di calcolo per una delle unità di riferimento precedentemente illustrata.

Di seguito si riporta il metodo di inserimento dati e di elaborazione utilizzato per la classificazione di tutte le piante stimate durante il progetto a livello di unità di gestione.

La procedura adottata è riportata come mero esempio per descrivere come effettuare il lavoro.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a complex layout. The columns are labeled with letters A through Z, and some are further subdivided (e.g., AA, AB, AC, etc.). The rows are numbered 1 through 24. The data is organized into sections, with some rows highlighted in yellow and others in orange. A blue selection box is visible over a cell in row 15, column U. The spreadsheet appears to be a template for recording and processing data related to plant classification, as indicated by the text in the surrounding document.

L'inserimento dei dati avviene lungo le righe, ove ciascuna corrisponde ad una scheda, la quale corrisponde ad una pianta:

» scheda di rilievo = 1 pianta = riga del foglio di calcolo

Nella prima riga del foglio di calcolo è riportato il numero dei campi considerati, pari a sessantaquattro e corrispondenti alle caselle della scheda di rilievo utilizzata in bosco, e di seguito evidenziati in verde nel fac-simile di scheda.

Progetto Bomo - SCHEDA DI RILIEVO - Qualità della pianta



Comune di	Data di rilievo
Particella n°	Area di saggio n° 1
Riferimenti cartografici	Quota altimetrica
Coordinate geografiche : Latitudine	Longitudine

> **Figura 5** – Scheda di rilievo dei parametri stazionali

SCHEDA DI RILIEVO - Qualità della pianta



Altezza pianta: m 3		Diametro 1: cm 4		Diametro 2: cm 5	
☐ Faggio ☐ Acero ☒ Frassino 2 ☐ Tiglio ☐ Castagno ☐ (altro)					
Altezze lunghezze (m) HI 7		h1: 8 T1: 9	h2: 19 T2: 20	h3: 30 T3: 31	h4: 41 T4: 42
Nodi sani	1/3 cm n.: 10	1/3 cm n.: 21	1/3 cm n.: 32	1/3 cm n.: 43	
	3/6 cm n.: 11	3/6 cm n.: 22	3/6 cm n.: 33	3/6 cm n.: 44	
	> 6 cm n.: 12	> 6 cm n.: 23	> 6 cm n.: 34	> 6 cm n.: 45	
Nodi marci	1/3 cm n.: 13	1/3 cm n.: 24	1/3 cm n.: 35	1/3 cm n.: 46	
	3/6 cm n.: 14	3/6 cm n.: 25	3/6 cm n.: 36	3/6 cm n.: 47	
	> 6 cm n.: 15	> 6 cm n.: 26	> 6 cm n.: 37	> 6 cm n.: 48	
Nodi coperti (protuberanza)	1/3 cm n.: 16	1/3 cm n.: 27	1/3 cm n.: 38	1/3 cm n.: 49	
	3/6 cm n.: 17	3/6 cm n.: 28	3/6 cm n.: 39	3/6 cm n.: 50	
	> 6 cm n.: 18	> 6 cm n.: 29	> 6 cm n.: 40	> 6 cm n.: 51	
Rettilinearità ① ② ③ 52		Rastremazione ① ② ③ 53		Verticalità ① ② ③ 54	
Sezione tronco (se manca diam. 2)		Rotonda o modesta ovalità 55		Ovalità accentuata	
Fibratura regolare		Sì No 56		Ignoto	
Rami epicormici tra base e chioma (se > n.3)		Sì 57		No	
Presenza di scanalature o contrafforti		Sì 58		No	
Presenza significativa di fori di insetti		Sì 59		No	
Presenza significativa di carie		Sì 60		No	
Sviluppo chioma		61 Simmetrica		Asimmetrica	
Stato chioma		Buono 62 Discreto		Cattivo	
Posizione sociale		Albero singolo 63 Albero in gruppo		Pollone su ceppaia	
		Albero dominante 64 Albero dominato		Albero co-dominante	

> **Figura 6** – Scheda di rilievo della qualità della pianta

3. Carta qualità del legno: modalità operative

Nel foglio di inserimento dati, dove manca l'unità di misura, viene suggerito un numero a cui corrisponde la qualità del parametro.

Progressivo scheda	Descrizione	Area di saggio	Specie	Altezza pianta	Diametro 1	Diametro 2	Disegno	HI	h1	T1	nodi sani 1/3 cm	nodi sani 3/6 cm	nodi sani > 6 cm	nodi marci 1/3 cm	nodi marci 3/6 cm	nodi marci > 6 cm	nodi coperti 1/3 cm	nodi coperti 3/6 cm	nodi coperti > 6 cm	h2	T2	nodi sani 1/3 cm	nodi sani 3/6 cm	nodi sani > 6 cm	nodi marci 1/3 cm
n.	m	cm	cm	cm	cm	cm	m	m	m	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	m	m	n.	n.	n.	n.
5	CARA01	1	Faggio	662	1	19,5	55	49	1	6	3	3	1	3	1	2				3	3				3
6	CARA01	2	Faggio	662	1	18,8	35	34		5	5	2	2	3	2	1	2	4	3						
7	CARA01	3	Faggio	662	1	17,9	31	30		4	3	1	3	2			2								
8	CARA01	4	Faggio	662	1	17	48	46	1	6	3	3	1							3	3				1
9	CARA01	5	Faggio	662	1	16	39	39	1					2	1	3									
10	CARA01	6	Faggio	662	1	14	26	24	1	4	4	4		2		4			2						
11	CARA01	7	Faggio	662	1	21	54	52	1	8	4	4		6		4				4	4				20
12	CERA01	1	Acero	153	2	13,6	38	33	1	4	4	4		2	1	2		1	1						
13	CERA01	2	Frassino	146	3	21,7	69	64	2	3	3	3		1											

Microsoft Excel - Foglio1																											
Home Inserto Layout di pagina Formule Dati Riferimenti Visualizza																											
Font: Arial, 11, Bold, Italic, Underline, Color, Background Color, Text Color, Text Alignment, Orientation, Language, Proofing, Spelling, Grammar, Thesaurus, Word Count, Word Origin, Word Frequency, Word Length, Word Count, Word Origin, Word Frequency, Word Length																											
Formattazione condizionale: come tabella																											
Calcolo: Valore non vuoto, Valore valido, Calcolo, Input, Formula																											

Le schede *diametro*, *nodi ac*, *fr* e *ti* e *nodi faggio*, sono dei fogli di calcolo che servono per l'elaborazione della classificazione finale. Essi possono rimanere nascosti.

Si noti che i volumi sono calcolati come dei tronchi di cono, avendo a disposizione solo il diametro medio a 1,30 m, ed è stato applicato un indice di rastremazione in funzione del coefficiente indicato nella scheda.

I fogli di calcolo - nell'esempio in oggetto - non sono protetti e per questo è opportuno che si lavori solo sul foglio denominato *inserimento dati*.

Il risultato della classificazione è stato ottenuto su un foglio opportunamente dedicato che è stato denominato <classe pianta abcd> in cui sono descritte le classi della pianta intera e dei singoli topi.

3.2.2 Presentazione dei risultati della classificazione

La rappresentazione dei risultati può essere effettuata con modalità differenti.

La qualità del legno può essere descritta sia per singola pianta sia per gruppi di piante afferenti ad un'area di riferimento.

Nel primo caso si potrebbero adottare modalità diverse, quali:

- » effettuare la classificazione per topi "virtuali"² e procedere effettuando una sorta di "media" derivata dalle classi dei topi che compongono la pianta;
- » effettuare una attribuzione semplificata attribuendo alla pianta la classificazione del primo topo;
- » attribuire alla pianta la classificazione del primo topo con dei correttivi che rappresentino la parte restante della pianta. Tali corretti sono volti a tenere in considerazione le caratteristiche dei restanti topi "virtuali" e sono nell'ordine la rettilineità, i danni da insetti e da funghi e, nel solo caso del Faggio, anche il valore di ellitticità.

Nel case of study Bomo, abbiamo adottato quest'ultimo approccio quale maggiormente descrittivo della reale qualità delle singole piante.

Nel secondo caso, considerando cioè un'area di riferimento (per esempio, una particella, una compresa, il territorio di un Comune, ecc.) sarà possibile considerare l'insieme dei topi "virtuali"² dell'area considerata (vedi Tabella seguente).

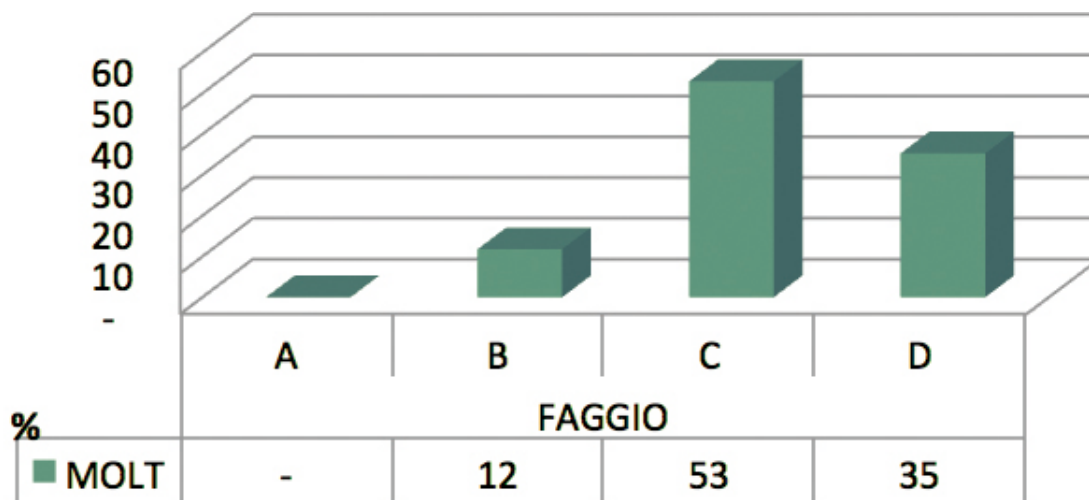
La distribuzione in classi di qualità può essere trasformata in termini percentuali e rappresentata come istogramma della distribuzione per area di riferimento come nella Figura successiva (esempio relativo al Faggio dell'area denominata Molt).

TABELLA 6 – Rappresentazione della qualità del legno espressa in topi "virtuali" distribuiti in aree denominate con l'acronimo dei comuni di appartenenza

n.	Bosco	FAGGIO				FRASSINO				ACERO				TIGLIO			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	BLES	-	3	51	47	-	13	25	63	-	17	50	33	-	50	-	50
2	CARA	-	4	24	73												
3	CASA	-	-	33	67	-	-	100	-	-	-	50	50				
4	CERA	-	3	43	53	-	50	50	-	-	7	50	43				
5	CERN	1	-	29	70	3	13	53	33	6	6	75	13	-	-	50	50
6	CLAI	-	31	50	19	-	5	70	25	-	3	45	52	1	8	48	43
7	COLO	-	-	28	72	-	-	33	67	-	-	47	53	-	-	63	38
8	DIZZ													-	-	100	-
9	FAI									-	14	71	14				
10	LAIN	-	1	47	52	-	-	67	33	-	20	80	-				
11	LENN	-	-	36	64												
12	MOLT	-	12	53	35	-	31	56	13	-	14	29	57	-	-	-	100
13	OSSU	-	1	42	57												
14	PONN	-	2	56	41	-	-	100	-	-	33	33	33	-	8	67	25
15	SALA	-	-	33	67	-	-	-	100	-	-	-	100				
TOTALE		0	2	45	52	1	11	60	28	1	7	52	40	1	8	49	42

² Con questo termine intendiamo la modalità con cui l'operatore osserva e annota le caratteristiche della pianta in piedi, che viene suddivisa in tratti di lunghezza compatibile a quella di un topo da sega

MOLT



> **Figura 7** - Distribuzione in classi di qualità del tondo per area di riferimento, esempio relativo al Faggio dell'area denominata Molt

Per semplificare la fase di rappresentazione dei risultati, nel caso in oggetto abbiamo giudicato opportuno integrare il file di calcolo illustrato nel paragrafo precedente con un ulteriore foglio di calcolo (qui denominato <elaborazioni>) che permette una agevole elaborazione dei risultati della classificazione.

A questo scopo, le classi normalmente denominate in lettere sono trasformate in numeri, che permettono aggregazioni e calcoli più speditivi, con il seguente criterio:

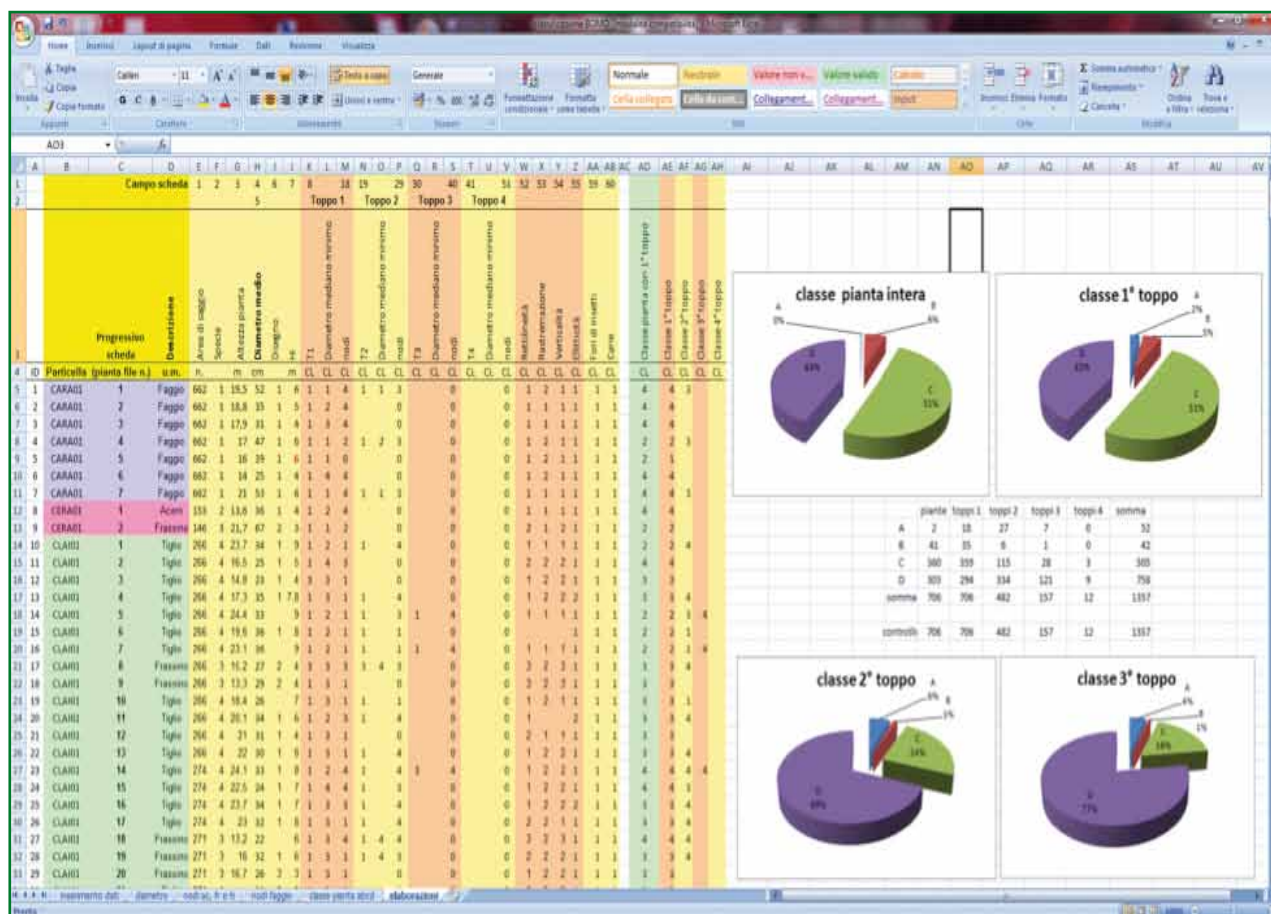
- 】 Classe A = 1
- 】 Classe B = 2
- 】 Classe C = 3
- 】 Classe D = 4

Nella figura successiva si mostra il foglio di calcolo con l'output sia in forma tabellare sia in dei diagrammi a torta, delle classi dei primi tre topi, ottenuti dalla combinazione della lunghezza, del diametro mediano minimo e della ramosità.

Attraverso delle operazioni di *filtro* si possono elaborare i risultati per singola unità di superficie e specie legnosa.

Un modello del foglio di calcolo utilizzato per l'elaborazione dei dati è disponibile sul sito www.boscomobile.it dedicato al progetto, inoltre si possono trovare anche le schede di rilievo, sia analitica sia speditiva, e le relative istruzioni d'uso e applicazione.

L'analisi dei dati permette di effettuare anche una valutazione della potenzialità futura della qualità delle piante.



Per quanto riguarda il diametro dei topi – che rappresentano un fattore quali-quantitativo delle regole di classificazione – le elaborazioni sono basate sul diametro medio minimo dei topi classificati.

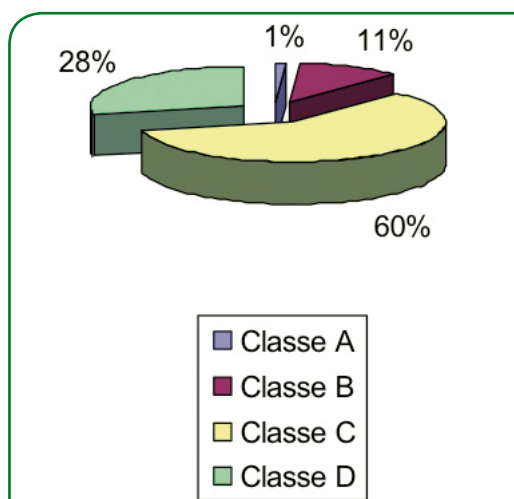
Se si omette di considerare questo dato, si può verificare se i boschi analizzati posseggono un potenziale di miglioramento della qualità delle piante, dovuto ad un incremento diametrico. L'aumento delle dimensioni del diametro può così essere favorito attraverso delle opportune attività di diradamento e di scelta dell'età di taglio.

I grafici seguenti comparano la distribuzione delle classi di qualità delle piante, per specie legnosa, allo stato attuale (al momento del rilievo delle caratteristiche dendrometriche) rispetto a quelle che avranno in futuro, quando il taglio avverrà successivamente al raggiungimento del diametro medio minimo.

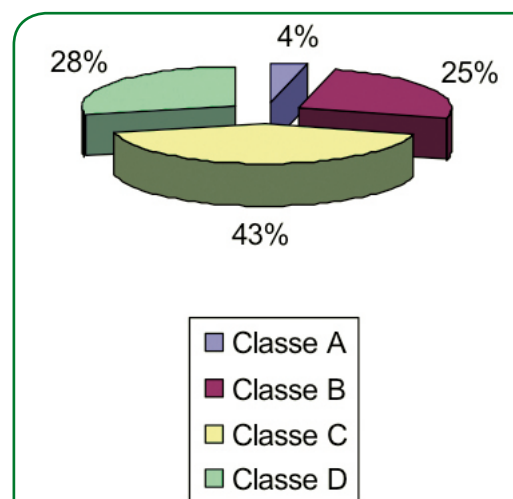
Nei due grafici seguenti si riporta l'esempio della qualità attuale e di quella potenziale del Frassino della Val d'Intelvi del progetto BOMO, dove si osserva che la distribuzione in classi di qualità mostra una evoluzione interessante:

- » il fondo di qualità A (la migliore) aumenta lievemente, passando da 1% a 4%;
- » il fondo di qualità B aumenta significativamente, passando da 11% a 25%;
- » il fondo di qualità C diminuisce drasticamente, passando da 60% a 43%;
- » il fondo di qualità D (la peggiore) rimane stabile nel tempo, rappresentando il 28% del totale.

Tale rappresentazione può rappresentare un utile strumento per la pianificazione e la gestione territoriale volta alla valorizzazione economica delle risorse forestali locali.



> **Figura 8** - Qualità attuale del Frassino della Val d'Intelvi

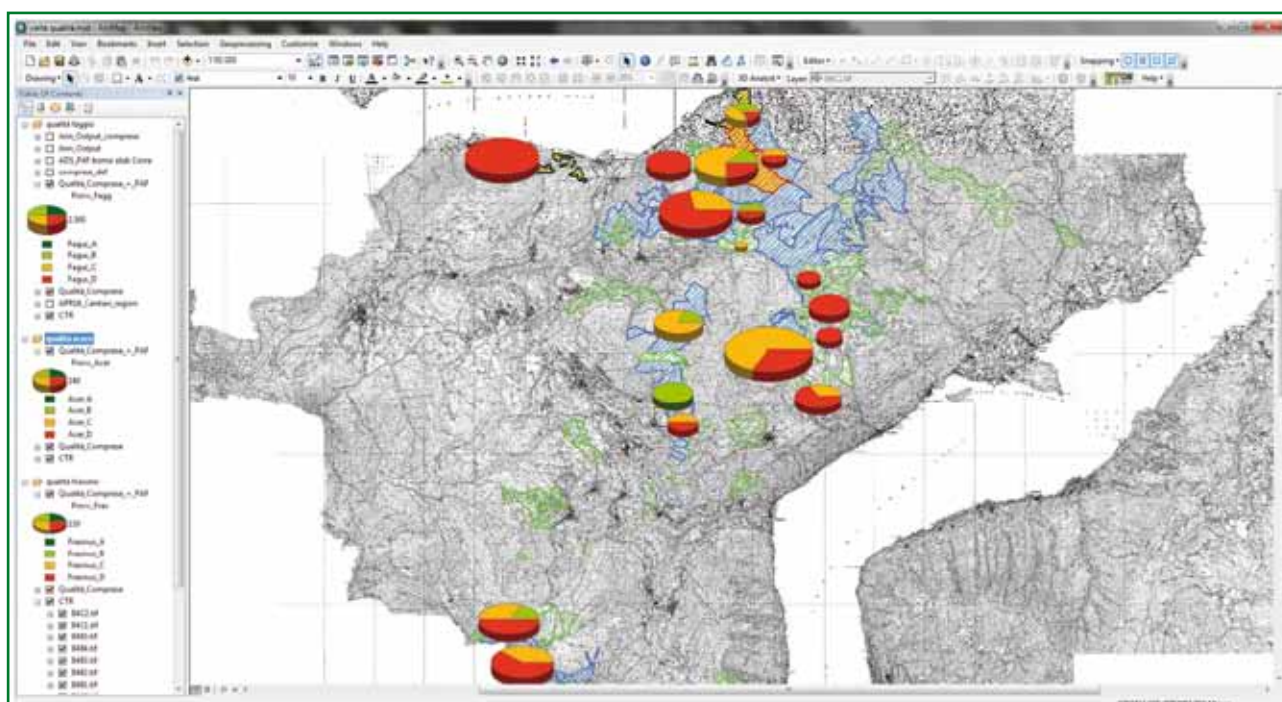


> **Figura 9** - Qualità potenziale del Frassino della Val d'Intelvi

3.2.3 Elaborazione dati GIS (CFLI)

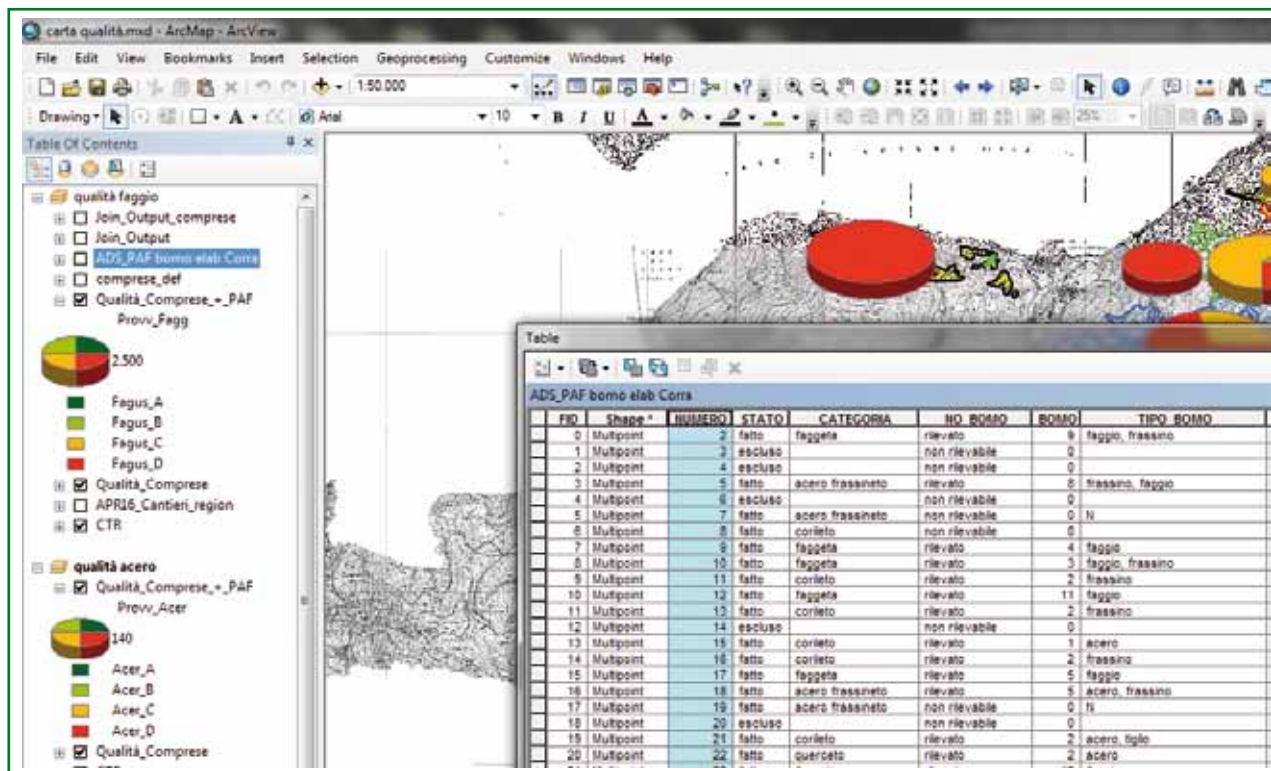
Le informazioni delle aree di saggio permettono di estendere la valutazione della qualità all'intera area di indagine, mediante un'elaborazione dei dati, raccolti nel database illustrato nel capitolo III.B.1, in ambiente GIS (Geographic Information System); nel caso BOMO è stato utilizzato il software ArcView®. L'obiettivo è esplicitare il carattere "qualità" riferito ad una superficie, partendo dalla georeferenziazione di tipo puntiforme delle aree di saggio. Per procedere alla restituzione cartografica in termini di distribuzione della qualità del legno è fondamentale che le aree di rilievo siano georeferenziate: ad ogni scheda, o gruppo di schede, deve essere associato un riferimento cartografico.

Per sviluppare la cartografia è necessario inoltre individuare l'unità di superficie di riferimento e le caratteristiche da visualizzare.



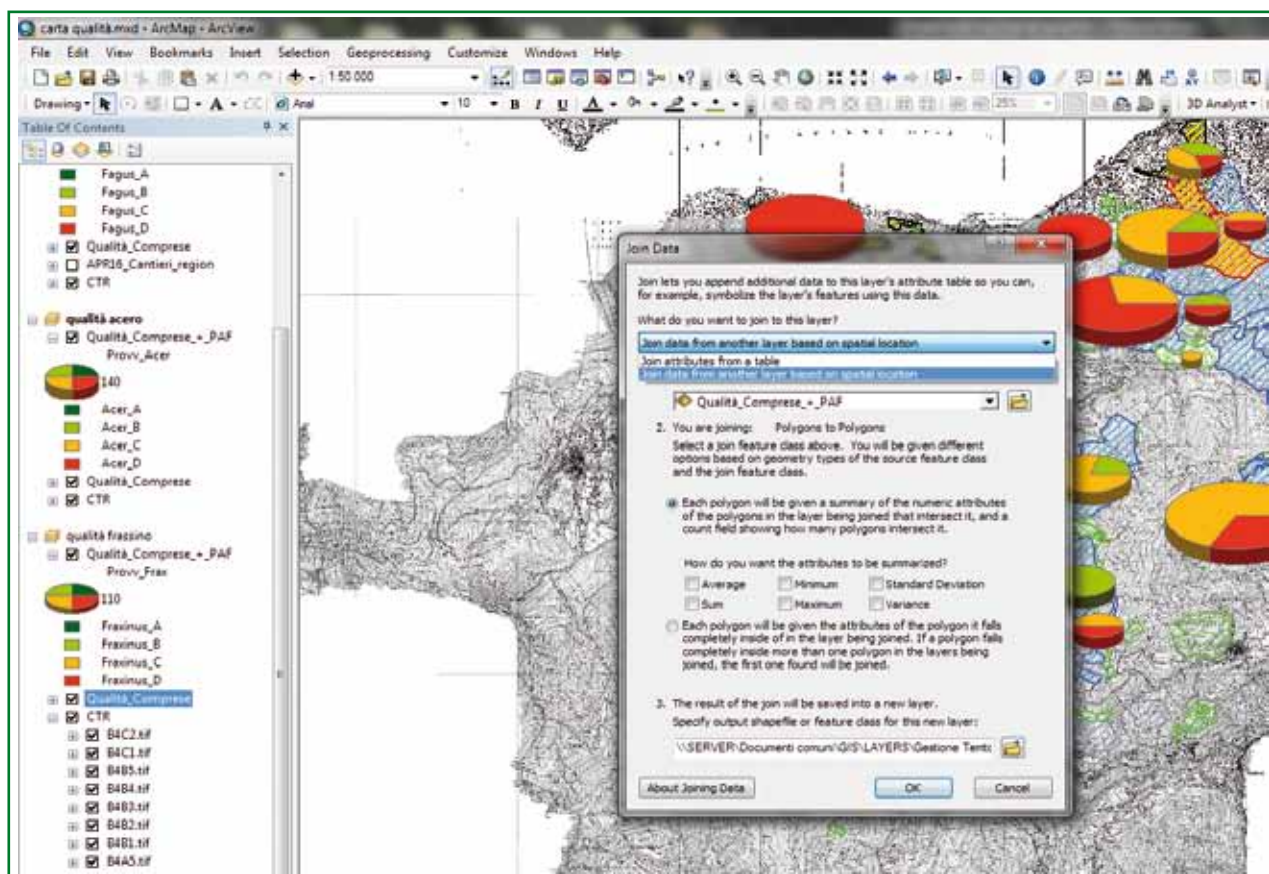
> **Figura 10** - Schermata tipo di ArcView: elaborazione della "carta della qualità"

Nel caso Bomo il riferimento cartografico di base delle aree di saggio (vedi Figura 11) deriva dal reticolo di rilievo impostato con l'uso del GIS; un GPS è stato usato per recarsi sul punto esatto di rilievo. L'unità di superficie scelta sono le "comprese", che sono anche le superfici di riferimento per il PAF. Queste derivano dalla suddivisione delle particelle del PAF in sottoparticelle, sulla base dei parametri: tipologia forestale, esposizione e fascia altitudinale. Di queste sotto particelle quelle adiacenti, e con caratteristiche simili, sono state poi accorpate in gruppi denominati "comprese", che sono state cartografate, in ambiente GIS, durante l'elaborazione del PAF.



> **Figura 11** - La tabella dei dati delle aree di saggio: evidenziata la colonna con i numeri identificativi di riferimento

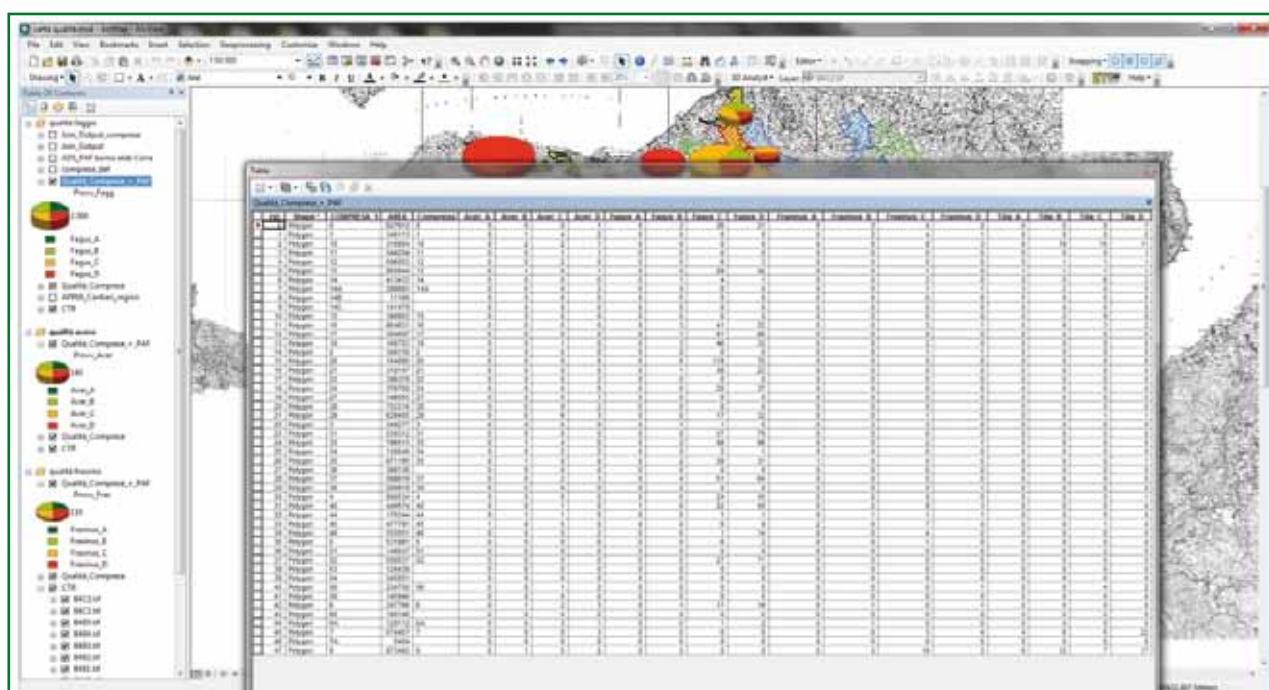
Partendo dai dati di base sono necessari una serie di passaggi per attribuire i valori all'intera compresa. Per farlo è necessario utilizzare le funzionalità delle tabelle pivot (Excel) e gli strumenti di ArcView®. È possibile importare dati elaborati in Excel nelle tabelle del layer in ArcView®. Si utilizzano le tabelle pivot per riorganizzare i dati del data base per area di saggio suddividendoli in base alla specie e alla classe qualitativa. Mentre la funzione "Join Data" di ArcView® permette di aggiungere dati aggiuntivi ad un layer prendendoli dalla tabella degli attributi di un altro. I criteri che permettono di incrociare i dati sono due: uno basato sulla presenza di un "record" comune nelle due tabelle che funge da riferimento; l'altro che incrocia i dati in base alla localizzazione spaziale. Come evidenziato in Figura 12 la seconda opzione è quella utile, infatti consente di legare i dati delle aree di saggio alla compresa che le contiene.



> **Figura 12** - Lo strumento Join Data utilizzato per associare i dati delle aree di saggio alle comprese

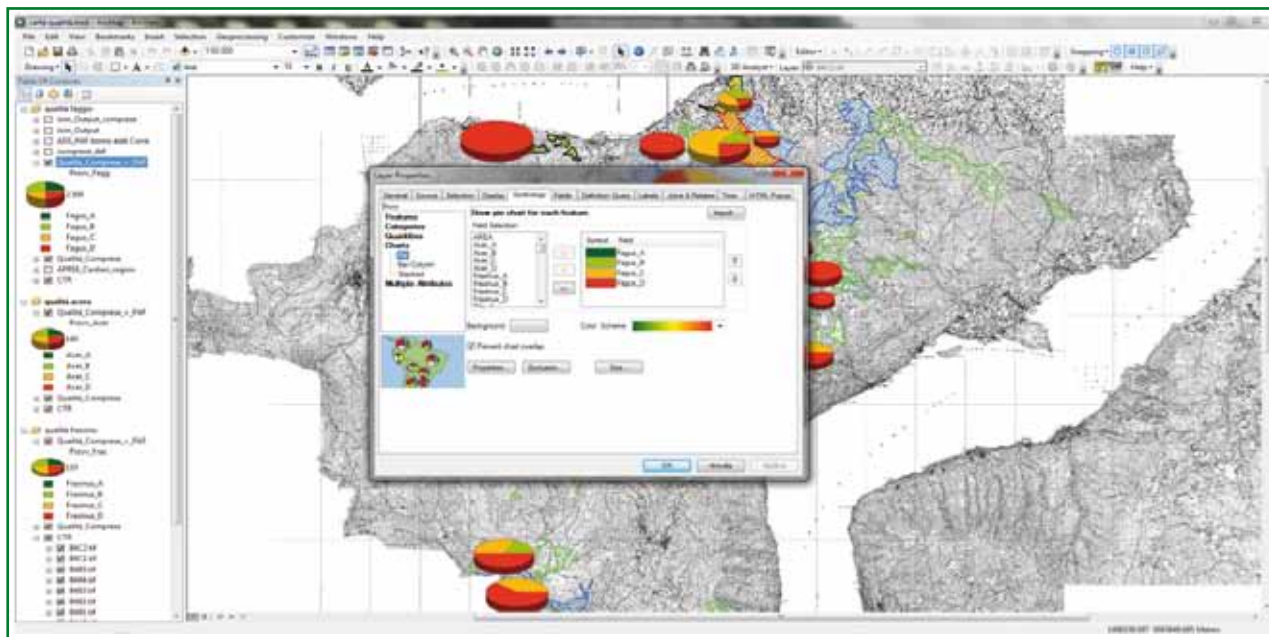
Per un'efficace visualizzazione la tabella che raccoglie i dati della qualità (vedi Figura 13) deve essere strutturata con una colonna per ogni classe di qualità di ogni specie ed una riga per ogni compresa.

Realizzata questa tabella è possibile visualizzare per ogni compresa, con un diagramma a torta, la qualità stimata delle piante presenti in termini di distribuzione percentuale.



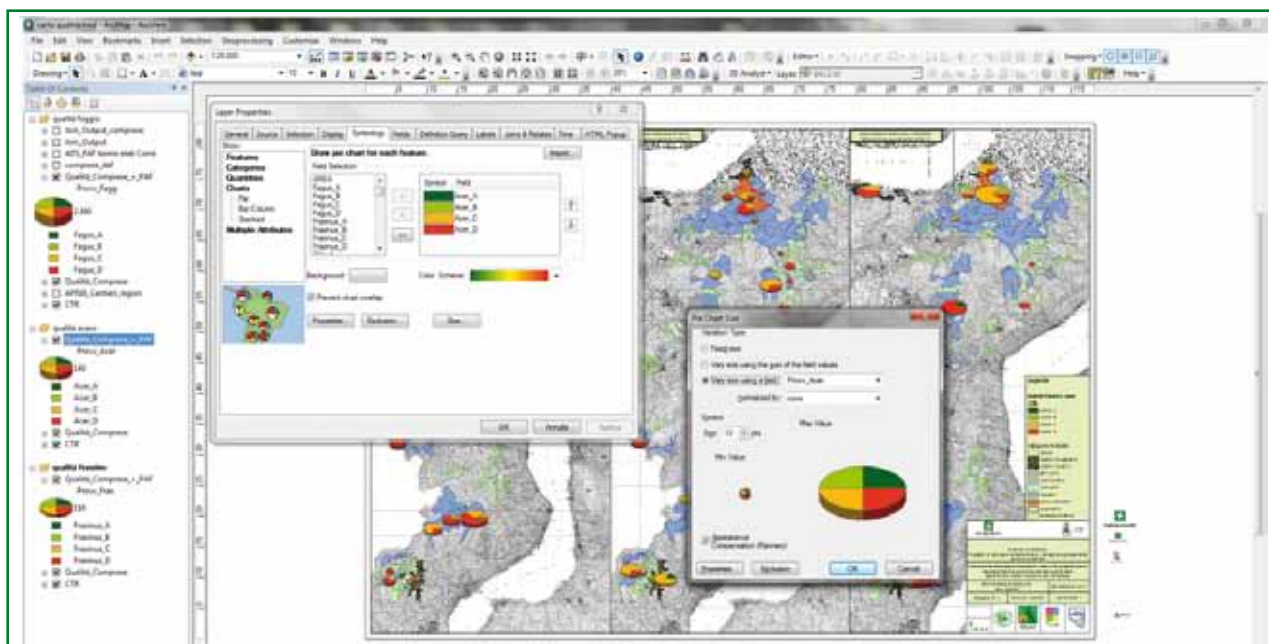
> **Figura 13** - Dopo il Join Data: la tabella con i dati suddivisi per comprese, per specie e qualità

Visualizzando le proprietà del layer nella sezione "Symbology" si seleziona il tipo di diagramma, "Pie", e si selezionano i campi che si vogliono visualizzare (qualità per specie) ed i colori prescelti (Figura 14).



> **Figura 14** - Utilizzo delle proprietà del layer per la visualizzazione dei diagrammi a torta

È inoltre possibile associare al dato qualitativo anche quello quantitativo facendo variare la dimensione del diagramma in relazione all'area basimetrica della specie considerata, rapportata alla superficie della compresa, utilizzando gli strumenti di visualizzazione di ArcView®. Per poterlo fare è necessario avere nella tabella del layer anche la colonna che riporti questo dato. Nella sezione "Symbology" delle proprietà cliccare su "Size"; si aprirà una nuova finestra (Figura 15) che permetterà, spuntando "Vary size using a field", di selezionare la colonna in tabella che contiene i valori di massa presente.



> **Figura 15** - Opzione per il dimensionamento dei diagrammi in relazione alla massa presente

Per rendere più leggibile la distribuzione statistica è stata elaborata una carta per ogni specie valutata. È possibile elaborare più carte nello stesso progetto inserendo un "Data Frame" per ogni specie. Le operazioni di visualizzazione, a cui fanno riferimento le Figure 14 e 15, devono essere ripetute in ogni Data Frame evidenziando di volta in volta la qualità della specie desiderata.

4 Qualificazione tecnologica del legname (CNR-IVALSA)

Per procedere alla caratterizzazione tecnologica del materiale mediante prove di laboratorio è necessario, in accordo con il soggetto che svolgerà le prove sui materiali, che i prelievi di materiale per realizzare i provini seguano un certo schema predeterminato e che si mantenga la tracciabilità della pianta di prelievo fino alla realizzazione del provino e quindi del risultato ottenuto.

4.1 Campionamento della materia prima: abbattimento, allestimento, segagione, essiccazione e preparazione dei provini

Per la qualificazione tecnologica del legname e per mettere in relazione tale qualità con i soprassuoli che l'hanno generata è necessario procedere curando alcuni aspetti che assumono rilievo fondamentale per la riuscita del lavoro:

- 】 campionamento, che deve rispondere da un lato ai requisiti di significatività statistica e dall'altro alla fattibilità operativa;
- 】 sistema di identificazione dei provini, dalle piante in bosco ai provini di laboratorio;
- 】 identificazione delle misurazioni e prove qualificanti e loro esecuzione in base a normative tecniche o a metodologie illustrate in modo trasparente;
- 】 trasformazione dei meri dati in scale numeriche standardizzate di agevole interpretazione da parte del pubblico non specializzato in tecnologia del legno (pianificatori, politici, amministratori, operatori forestali, ecc.).

Nei boschi oggetto di interesse si identificano dei lotti destinati all'utilizzazione. In tali lotti si coordina il lavoro delle squadre di abbattimento con l'intervento di un operatore che procede con il campionamento o di rotelle o – nei casi di interesse – di tronchi da sega delle specie oggetto di interesse.

Dai tronchi selezionati direttamente in bosco si prelevano rotelle di spessore compreso tra i 5 e i 15 cm, che verranno utilizzate successivamente per la caratterizzazione dei parametri tecnologici (densità, ritiri e rigonfiamenti, resistenza a compressione) e morfologici (ellitticità del tronco, eccentricità del midollo, dimensione del tondo, regolarità degli accrescimenti, ecc.) dei tronchi ritraibili dal sito.

Trasportato il tondo in segheria esso viene tagliato in modo da ricavare in parte gli assortimenti utilizzabili per le prove di caratterizzazione tecnologica su provini standard piccoli ed esenti da difetti, mentre la parte restante è disponibile per la produzione di semilavorati (nel caso della ricerca BOMO, per la preparazione dei pannelli impiegati per la fabbricazione degli arredi sperimentali).

La segagione dei tronchi può essere effettuata secondo differenti pattern di taglio; procedendo per piani paralleli si ottengono due tipi di tavole: tangenziali, rispetto agli anelli di accrescimento, da quelle esterne, radiali da quelle centrali. Le tavole esterne (o gergalmente "sot-topelli") e quelle adiacenti sono da tagliarsi con spessore lievemente superiore a quello che sarà utile per produrre i provini – tipicamente di sezione quadra da 20 mm, e cioè di spessore non inferiore a 27 mm; invece le tavole centrali saranno tagliate con spessore idoneo agli usi previsti; nel caso specifico del progetto BOMO sono state segate con spessore di 80 mm, che

corrisponde alla dimensione ottimale utilizzabile sulla multilama impiegata per ottenere i segati utilizzati per comporre il pannello a tre strati.



> Foto 5 - Pacchi di tavole, refilate e non, pronte per essere trasportate in deposito in vista delle successive operazioni per la stagionatura

Dato che il legname proviene da boschi certificati, le lavorazioni in segheria devono essere seguite da un addetto che, oltre a sorvegliare la gestione del materiale per la custodia della certificazione (*Chain of Custody*), riporti su ogni tavola il codice identificativo del toppo corrispondente.

Verosimilmente buona parte delle tavole da 80 mm (circa il 50%) dovrà essere refilata – nel caso in oggetto tale rifilatura è stata effettuata con una circolare multilama per regolarizzarne la sezione - allo scopo di renderle utilizzabili per la produzione di segati.

Le operazioni successive consistono nella formazione di cataste listellate, utili per il loro smistamento e deposito per la stagionatura, che potrà essere all'aria aperta – sotto tettoia e in luogo ventilato – o forzata - in essiccatoio - con le accortezze tecniche dovute per le singole specie legnose.

Una tavola per ogni pianta sarà destinata alla produzione dei provini da impiegare per le prove fisiche, meccaniche e tecnologiche.

Le tavole per la produzione dei provini devono essere dapprima essiccate portandole ad un contenuto di umidità intorno al 15% e poi lavorate in modo da realizzare dei campioni prismatici di sezione quadrata di 20 mm di lato. Successivamente i campioni saranno condizionati ad una temperatura di 20°C e una umidità relativa del 65%, una volta raggiunto il peso costante saranno pronti per le singole prove.

4.1.1 Identificazione dei tronchi, delle rotelle e delle tavole

Come emerge dalla descrizione delle fasi di lavorazione, dal taglio all'assegnazione del materiale è fondamentale implementare un sistema efficace di contrassegnatura. Come anticipato l'identificazione del materiale comincia dalla fase di rilievo in bosco, momento in cui ad ogni scheda, e quindi ad ogni pianta viene assegnato un codice. Il codice utilizzato è composto

da una sigla identificativa della località, una dell'area di saggio, una della specie legnosa ed un numero progressivo assegnato al singolo albero.

La procedura adottata è stata:

1. marcatura alla base della pianta contestualmente alla compilazione della scheda di valutazione della pianta;
2. marcatura delle due testate e del fianco del toppo durante le operazioni di abbattimento e depezzatura;
3. marcatura delle singole tavole durante le lavorazioni in segheria (si suggeriscono pastelli a cera);
4. marcatura dei semilavorati (sezione 2 x 2 cm o 2 x 5 cm e lunghezze variabili);
5. marcatura dei singoli provini.

Qualunque sia il sistema di marcatura ed identificazione prescelto, codici alfanumerici o codici barre o altro, dovranno essere posti in atto tutti gli accorgimenti volti a mantenere in modo inequivocabile la relazione tra boschi, piante, tronchi, rotelle, segati, provini e semilavorati, e che tale relazione non possa andare perduta nei passaggi tra i diversi operatori coinvolti.

4.1.2 Criteri di campionamento

Il dimensionamento dei campionamenti deve essere eseguito individuando un campione significativo per la caratterizzazione del materiale legnoso.

Allo scopo di poter operare su campionamenti significativi, si ritiene opportuno sottoporre a prova – quando possibile – campionamenti di dimensione non inferiore a 36 provini per ogni tipo di prova;

la dimensione del campione statistico deriva dall'assunzione che nelle prove di caratterizzazione del legno la dispersione dei risultati intorno alla media sia del 15 %, assumendo l'indice di precisione $p = 5\%$ e indice di confidenza $t = 95\%$, in accordo con UNI 3252.

La dispersione dei dati viene definita dal coefficiente di variazione percentuale, per le prove su legno netto da difetti è compreso tra il 10 e il 20 %, esso è un intervallo di valori che si presenta frequentemente per molte proprietà del legno. Qualora il coefficiente di variazione sia di valore inferiore al valore assunto (15%) la precisione p sarà maggiore del 5%, mentre per i valori di coefficiente di variazione superiore a 15% la precisione p sarà minore del 5%.

Il valore $p \leq 5\%$ è puramente convenzionale, ed è stato scelto in quanto così facendo il risultato



> Foto 6 - Marcatura su albero di faggio



> **Foto 7** - Marcatura dei vari topi

che si otterrà dalle prove avrà una probabilità inferiore al 5% che sia prodotto da fattori casuali e, per contro, una probabilità superiore del 95% che sia determinato effettivamente dalle caratteristiche oggetto dell'indagine.

Il campionamento adottato di 36 provini, deve essere valutato con flessibilità in base ai seguenti criteri:

- › fattibilità pratica e valutazione ponderata di vincoli al contorno (per esempio, nel caso della caratterizzazione di pannelli sperimentali, la dimensione dei pannelli o la quantità di materiale disponibile possono spingere a diminuire la dimensione del campionamento);
- › costi (non solo economici, ma anche amministrativi e di risorse umane);
- › durata delle singole prove o dimensione delle apparecchiature (per esempio spazio disponibile nelle celle climatiche o nelle macchine di invecchiamento artificiale ove la superficie o in numero di slot di prova disponibili hanno limitazioni fisiche);
- › caratteristica, o proprietà, con bassa dispersione statistica, o in altri termini fenomeno con coefficiente di variazione percentuale modesto.

In tutti i casi precedenti, eccettuato l'ultimo della lista, è possibile che il coefficiente di variazione possa richiedere numerosità maggiori ma si ritiene più opportuno avere dati con affidabilità statistica lievemente inferiore rispetto ai parametri convenzionali ($p \leq 5\%$) piuttosto che rinunciare ad effettuare la misurazione o la prova.

Nel case of study progetto BOMO la numerosità dei campionamenti ha quindi seguito il criterio di mantenere numerosità non inferiori a 36 per tutte quelle prove o misurazioni in cui tale dimensione poteva essere adottata ed accettare numerosità inferiori quando non altrimenti possibile.

In ogni caso dovrà essere calcolato il coefficiente di variazione percentuale che permette di stabilire i valori di p per ogni singolo risultato.

4.1.3 Case of study: progetto BOMO

La caratterizzazione del legno è stata effettuata per alcune proprietà fisiche, meccaniche e tecnologiche sulle tre latifoglie in oggetto, come segue:

- Caratterizzazione fisica su provini piccoli cilindrici esenti da difetti ricavati dalle rotelle

- › Massa volumica media o densità
- › Ritiri e rigonfiamenti
- › Isteresi

Tabella 7 – Numero di provini per la caratterizzazione fisica in funzione della specie

	Acero	Faggio	Frassino	Totale
Densità	36	36	36	108
Ritiri, rigonfiamenti e isteresi	36	36	36	108
Totale provini	72	72	72	216

- Caratterizzazione meccanica su provini piccoli esenti da difetti ricavati da tavole

- › Resistenza a flessione statica
- › Modulo elastico a flessione statica
- › Modulo elastico a flessione dinamica
- › Resistenza a compressione

Tabella 8 – Numero di provini per la caratterizzazione meccanica in funzione della specie

	Acero	Faggio	Frassino	Totale
Resistenza a flessione statica	36	36	36	144
Modulo elastico a flessione statica	Stessi provini della prova a flessione			
Resistenza a flessione dinamica	36	36	36	144
Compressione	36	36	36	144
Totale provini	108	108	108	324

- Caratterizzazione tecnologica dei giunti mediante prove di incollaggio e prove di estrazione della vite

- › Taglio a compressione per adesivo tipo 1
- › Taglio a compressione per adesivo tipo 2
- › Taglio a compressione per adesivo tipo 3
- › Estrazione della vite

Tabella 9 – Numero di provini per la caratterizzazione tecnologica dei giunti e delle superfici in funzione della specie

	Acero	Faggio	Frassino	Totale
Adesivo tipo polivinilacetato (PVAc)	36	36	36	108
Adesivo tipo alifatico	36	36	36	108
Adesivo tipo poliuretanico	36	36	36	108
Estrazione vite	12	12	12	36
Cambiamento di colore alla luce	12	12	12	36
Totale provini	132	132	132	396

- Caratterizzazione tecnologica delle superfici

› Cambiamento di colore alla luce UV e VIS

- Caratterizzazione tecnologica di un semi-lavorato, nel caso in oggetto pannelli a tre strati

› Resistenza a flessione statica secondo i due assi (longitudinale e trasversale)

› Elasticità a flessione statica secondo i due assi

› Cambiamento di colore alla luce UV e VIS

Tabella 10 – Numero di provini per la caratterizzazione tecnologica dei pannelli in funzione della specie

	Faggio	Frassino	Totale
Resistenza a flessione statica longitudinali	6	6	12
Resistenza a flessione statica trasversale	6	6	12
Elasticità a flessione statica longitudinali	6	6	12
Elasticità a flessione statica trasversale	6	6	12
Totale provini	24	24	48

4.2 Misure ed analisi per caratterizzazione fisica, meccanica e tecnologica su rotelle, su provini standard, sui giunti, sulle superfici e sui pannelli

Il gruppo di lavoro interdisciplinare aggregatosi intorno al "BOMO – Bosco Mobile" si è trovato di fronte ad una situazione in cui l'offerta di legname potenzialmente di pregio dei boschi di pertinenza del Consorzio Forestale non riusciva ad incontrare la domanda di legno che pure esiste ed è anzi crescente, ma rivolta prevalentemente verso l'impiego di legno di altre provenienze, spesso estere.

Le azioni descritte in questo paragrafo mirano a descrivere la qualità del legno, intesa come insieme di proprietà fisiche, meccaniche, morfologiche e tecnologiche in grado di descrivere le caratteristiche del materiale.

Tale comprensione oggettiva, misurata, verificabile e statisticamente affidabile rappresenta lo strumento conoscitivo per:

› confermare la inidoneità tecnica della materia prima per impieghi differenti rispetto all'uso per la produzione energetica (quando non semplicemente come legna da ardere)

oppure

› confutare la conclusione precedente e dimostrare – numeri alla mano – che non solo tale materia prima può avere impieghi più redditizi ed anche fornire i valori (resistenze, moduli elastici, prestazioni in relazione ai giunti incollati o meccanici, ecc.) in grado di descriverne le prestazioni, valore aggiunto che altre provenienze di legname già inserite sul mercato non sono in grado di avere.

Ecco che le prove di caratterizzazione assumono un significato più ampio rispetto alla mera misurazione di proprietà mediante apparecchiature più o meno raffinate, poiché lo scopo ultimo è quello di superare barriere culturali e di diffidenza verso il materiale locale derivante da molteplici fattori (per esempio: "perché poco impiegato"). Ovviamente i risultati delle indagini assumono anche una valenza tecnico-commerciale utile nel momento in cui si vendono dei lotti di legname.

Come si osserverà di seguito abbiamo ritenuto importante effettuare anche prove di tipo tecnologico a supporto di scelte tecniche specifiche degli impieghi di falegnameria, segnatamente il comportamento con differenti tipologie di adesivi.

In merito alle prove effettuate, si osserverà che la maggior parte di esse sono basate su normative nazionali o europee. Ci siamo riservati tuttavia di impiegare anche metodologie non normalizzate laddove si sia ritenuto importante evidenziare una certa caratteristica non coperta da una norma specifica.

Le specie legnose oggetto di indagine sono tre latifoglie, che rivestono un elevato interesse tecnologico e commerciale per impieghi specifici, cioè per falegnameria fine, arredamento e, limitatamente a tronchi di elevatissima qualità, produzione di tranciati (piallacci) per nobilitazione di pannelli.

La caratterizzazione delle specie legnose si articola su livelli differenti:

- › 1. caratterizzazione **morfologica delle rotelle** ricavate da lotti di abbattimento e caratterizzazione fisica e meccanica, misurata in laboratorio su provini piccoli di tipo sperimentale di forma cilindrica ricavati dalle stesse rotelle;
- › 2. caratterizzazione **fisica e meccanica del legno** misurata in laboratorio su provini piccoli ed esenti da difetti di tipo normalizzato (sezione 2 x 2 cm) ricavati dalle tavole fornite dal Consorzio Forestale;
- › 3. caratterizzazione **meccanica dei giunti** adesivi e dei giunti di fissaggio meccanico (viteria);
- › 4. caratterizzazione **tecnologica delle superfici di legno**;
- › 5. caratterizzazione **meccanica dei manufatti impiegati** per la produzione degli arredi, cioè i pannelli a tre strati di Faggio e Frassino.

I risultati attesi sono:

› **Caratterizzazione fisica su provini piccoli esenti da difetti**

- Valori di massa volumica media
- Valori di ritiro e rigonfiamento
- Ampiezza dell'isteresi della curva del contenuto di umidità d'equilibrio
- Ampiezza dell'isteresi delle deformazioni

› Caratterizzazione meccanica del legno su provini piccoli esenti da difetti

- Valori di resistenza a flessione statica
- Valori di elasticità a flessione statica
- Valori di resistenza a compressione

› Caratterizzazione tecnologica dei giunti mediante prove di incollaggio e di estrazione vite

- Prestazioni di tre tipologie di adesivi
- Prestazioni delle varie specie legnose in termini di cambiamento di colore alla luce
- Prestazioni delle varie specie legnose all'estrazione della vite

› Caratterizzazione tecnologica delle superfici di legno

- Variazioni di colore della superficie dovuta ad invecchiamento artificiale

› Caratterizzazione tecnologica dei pannelli a tre strati di Faggio e Frassino

- Resistenza a flessione statica secondo i due assi (longitudinale e trasversale)
- Elasticità a flessione statica secondo i due assi
- Variazioni di colore della superficie dovuta ad invecchiamento artificiale

L'esigenza di effettuare la numerosa serie di prove sul materiale deriva dal fatto di voler portare a conoscenza dei soggetti della potenziale filiera di utilizzazione e lavorazione del legno le reali caratteristiche fisiche meccaniche e tecnologiche.

Ad esclusione delle aree dove la tradizione della lavorazione artigianale del legno è rimasta radicata e legata a risorse locali, in molte zone il legname che è stato utilizzato per lungo tempo esclusivamente come legna da ardere a perso la sua connotazione legata all'uso in falegnameria.

Presso molti operatori vi è normalmente una certa diffidenza verso il legname locale in quanto o se è persa del tutto la filiera della lavorazione del legno oppure questa è stata industrializzata e si è rivolta a bacini di fornitura più economici e con grandi quantitativi disponibili. Va da sé che nasce una naturale diffidenza verso ciò che tempo addietro è stato "scartato", magari con motivazioni che nulla hanno a che vedere con la qualità. Oppure vi è la necessità di poter "giustificare" un maggior prezzo legato alle difficoltà intrinseche derivanti dal dover lavorare in boschi che per caratteristiche del territorio rendono le utilizzazioni più complesse ed onerose. Di fronte alle rimozioni di un possibile cliente si potrà, con carte alla mano, dimostrare che il legname è sicuramente più costoso per una serie di problematiche ma caratterizzato da proprietà fisiche meccaniche e tecnologiche comprovate.

Altrimenti, di fronte a necessità particolari, avendo effettuato prove di resistenza dei giunti piuttosto che sulle superfici si potrà essere in grado di portare dei risultati che potranno comprovare la bontà del legno proposto per un impiego piuttosto che un altro materiale.

Tutto questo, o anche solo uno di questi aspetti, può bastare a giustificare la scelta di effettuare una serie di prove, che comportano dei costi maggiori, all'interno di un progetto di valorizzazione di legname locale.

4.2.1 Caratterizzazione morfologica delle rotelle

Sulle rotelle sono stati rilevati i seguenti parametri morfologici e auxometrici:

- › Ovalità della sezione;
- › Eccentricità del midollo;
- › Dimensione degli accrescimenti annuali;
- › Regolarità degli accrescimenti annuali.



> **Foto 8** – Rotella di Frassino equilibrata allo stato normale: sulle rotelle sono state prima effettuate le misurazioni morfologiche e poi sono state segate per ricavare i provini per la caratterizzazione fisica

Per la determinazione di questi parametri si è fatto uso di un software di misurazione Image J.

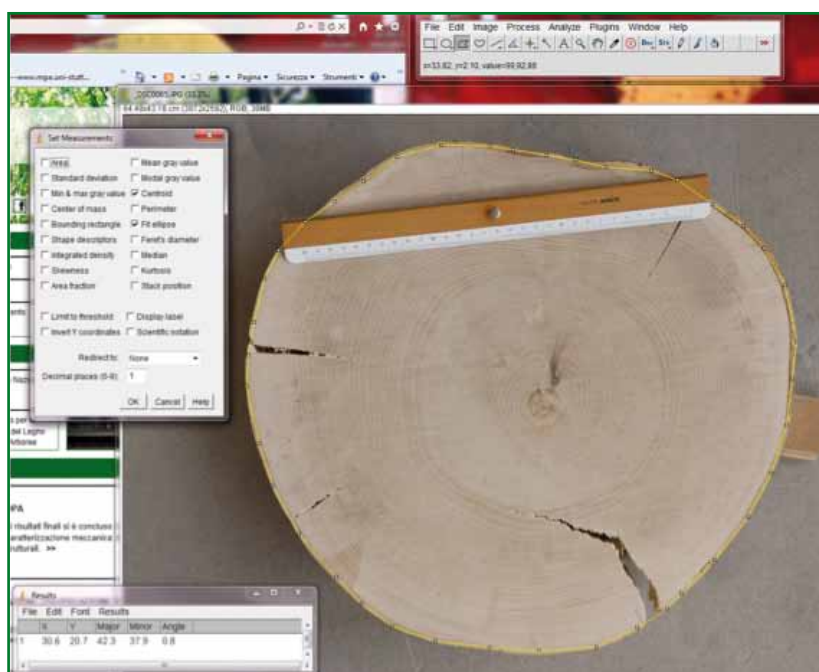
L'utilizzo di questo software prevede la determinazione dell'unità di misura che viene effettuata attraverso il *Set scale*. Per far ciò selezionare l'icona segmento, tracciare una retta lungo il righello e in *Analyze> Set scale* scrivere in *Known distance* la distanza tracciata (nel nostro caso 30 cm).



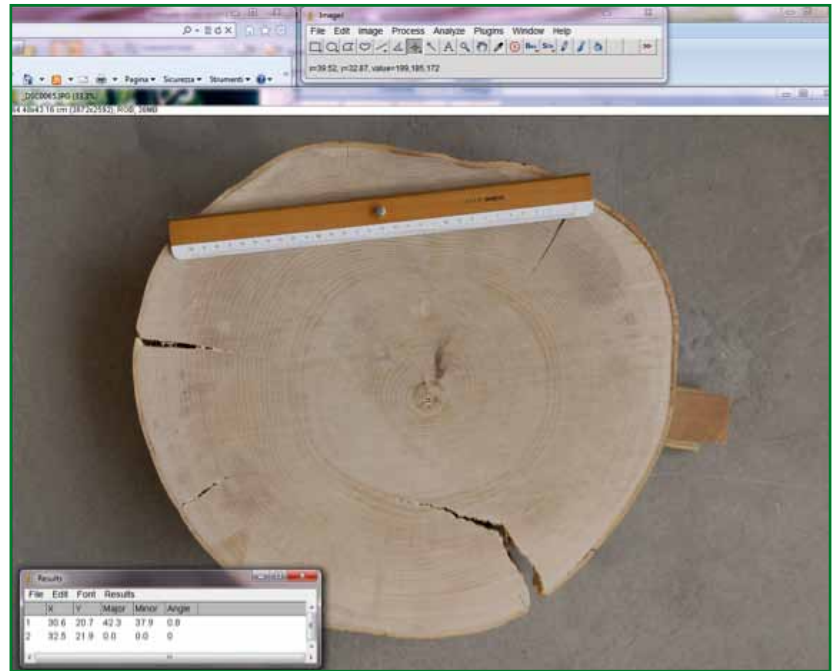
Successivamente si opera la delimitazione del perimetro della rosetta attraverso un poligono usando le funzioni della terza icona *Poligon selection*.



Dopodiché si operano le misurazioni. Per far ciò bisogna selezionare precedentemente in *Analyze>Set Measurements* i parametri che si vogliono utilizzare. Fra i tanti selezioniamo *Centroid* e *Fit ellipse*. Premendo contemporaneamente *Ctrl+M* otteniamo le misure: *X*, *Y*, *Major* e *Minor*; le prime due sono le coordinate del centro dell'ellisse circoscritta al poligono disegnato, mentre le seconde sono la misura dell'asse maggiore e minore della stessa ellisse.



Successivamente con l'icona *Point* individuiamo il midollo della rotella e misuriamo nuovamente (Ctrl+M) ottenendo le coordinate X e Y del midollo.



È possibile disegnare l'ellisse circoscritta attraverso la funzione *Edit>Selection>Fit Ellipse*.



Ovalità (o anche ellitticità) ed eccentricità rappresentano parametri morfologici rilevanti per definire la qualità degli assortimenti.

Per ovalità si intende la forma che presenta la sezione del tronco con una differenza più o meno marcata tra diametro maggiore e diametro minore. Nel presente studio tale differenza è messa in relazione percentuale con il diametro maggiore come prescritto dalla norma EN 1310. Nel caso esposto si dividerà l'asse minore *Minor* con quello maggiore *Major*.

Per eccentricità si intende la posizione del midollo rispetto al centro geometrico della sezione. L'eccentricità si calcola quindi come differenza tra i due punti, messa in relazione percentuale con il diametro medio. Con il procedimento adottato si calcola la distanza delle coordinate X e Y del centroide da quelle del midollo, questa distanza si divide con la media dei due assi. I valori di ovalità e di eccentricità accettabili sono definiti nelle norme di classificazione precedentemente richiamati.

4.2.2 Caratterizzazione auxometrica delle rotelle

La dimensione media e variabilità degli anelli di accrescimento lungo tutto il raggio sono un altro parametro per la caratterizzazione qualitativa del tondo, utilizzato correntemente anche dagli operatori del settore che valutano la qualità del tondo non solo dallo spessore degli anelli (valore che di per se contiene una informazione limitata) ma anche dalla regolarità degli accrescimenti.

Tale regolarità viene qui espressa come coefficiente di variazione (CV%) calcolato lungo tutto il raggio. Un ulteriore parametro considerato è la proporzione della parte tardiva dell'anello (che presenta una massa volumica superiore rispetto al legno primaticcio) rispetto all'intero anello.

Molte piante presentano una elevata regolarità dal centro verso la corteccia sino alla fascia più esterna, dove gli accrescimenti sono molto più limitati. Questo fenomeno è frequente ed è in relazione con la densità del soprassuolo e la concorrenza tra le piante del popolamento. In tale situazione gli stessi operatori giudicano regolari (utilizzando l'erronea espressione di "fibra uniforme") quelle piante che presentano regolarità per la maggior parte della sezione ed anelli esterni di dimensione inferiore. Per poter descrivere statisticamente quest'ultima condizione gli stessi calcoli effettuati sulla totalità del raggio (media e coefficiente di variazione %), sono stati effettuati suddividendo il raggio in tre settori:

- › legno giovanile, nella prima decade cambiale;
- › legno maturo, nella terza decade cambiale;
- › alburno, nell'ultima decade cambiale.

Lo spessore degli anelli e loro regolarità sono stati verificati scorporando il legno giovanile dal legno adulto. Si rammenta che il legno giovanile è quello prodotto dal cambio immaturo nei primi anni di vita della pianta. In base ad altre ricerche precedenti si stima che la porzione di legno giovanile, ancorché non verificata nella ricerca presente, sia stimabile in circa 10 anni. Le proprietà di tale particolare tipologia di legno sono differenti rispetto al legno adulto sia in termini di massa volumica sia in termini di ritiri e rigonfiamenti.

4.2.3 Caratterizzazione fisica del legno ricavato dalle rotelle

Per la misurazione delle proprietà fisiche dei provini piccoli ed esenti da difetti sono state impiegate le seguenti metodologie:

- › massa volumica media misurata su provini cilindrici non normalizzati di diametro 2 cm e altezza 4 cm condizionati ad umidità normale in cella climatica a 20°C e 65% di umidità relativa, secondo UNI 3131:1985 *Legno. Determinazione della massa volumica per le prove fisiche e meccaniche*.

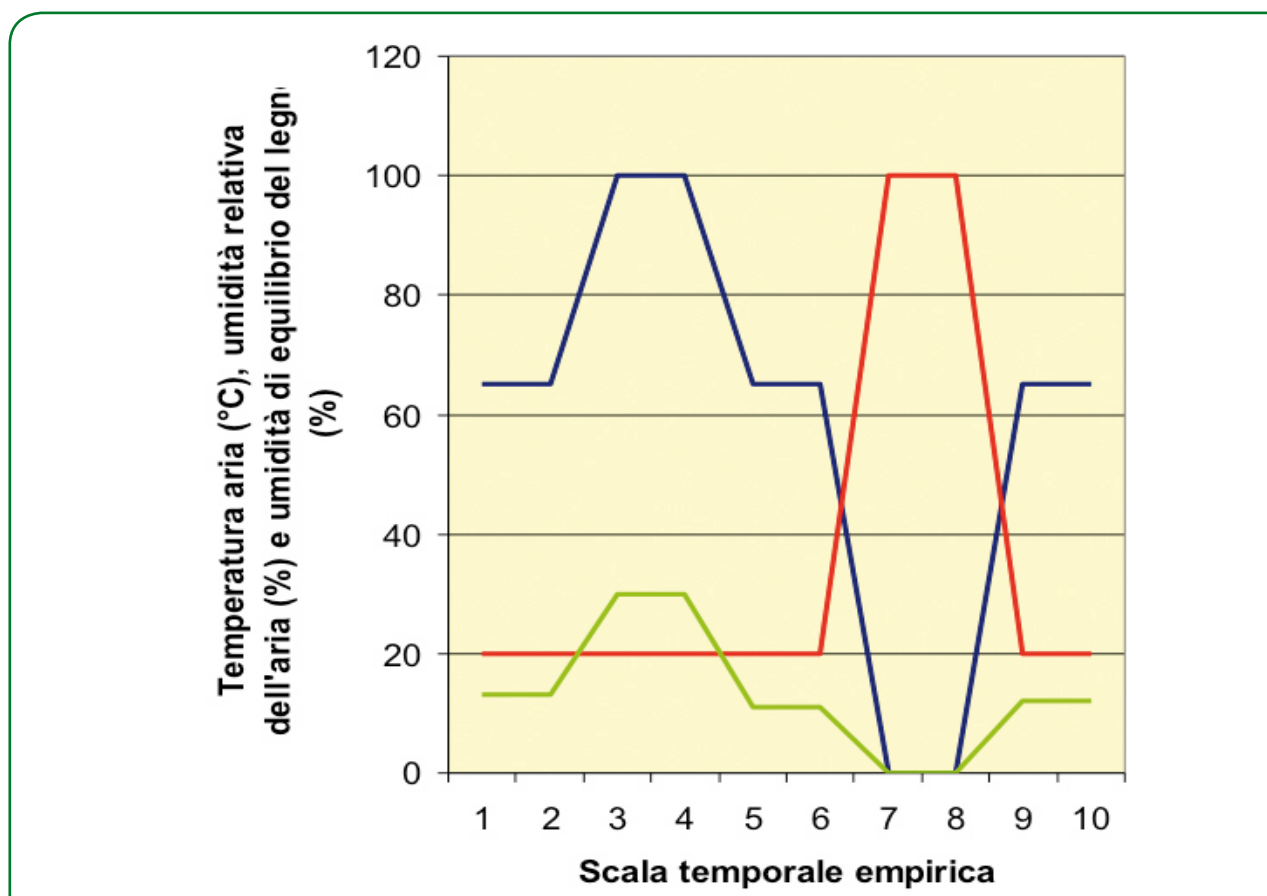
» Ritiro e rigonfiamenti, su provini cilindrici non normalizzati cilindrici di diametro 2 cm e altezza 4 cm di altezza, metodo sperimentale IVALSA. I provini sono stati condiziati alle seguenti condizioni climatiche:

- in cella climatica a 20°C e 65% di umidità relativa (misurazione delle dimensioni);
- in acqua, dove sono stati impregnati (nuova serie di misurazioni);
- in cella climatica a 20°C e 65% di umidità relativa (nuova serie di misurazioni);
- in stufa a 100°C (nuova serie di misurazioni);
- in cella climatica a 20°C e 65% di umidità relativa (nuova serie di misurazioni).

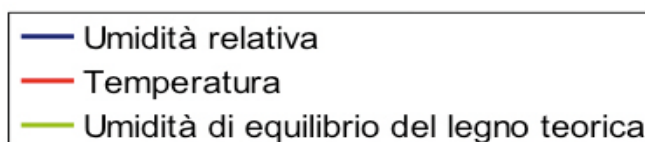
» Isteresi calcolata al termine delle prove di ritiro e rigonfiamento, su provini cilindrici non normalizzati di diametro 2 cm e altezza 4 cm.

La misurazione delle dimensioni dei provini sono state effettuate con calibro digitale con risoluzione 0,01 mm.

In generale, specie legnose, e quindi provenienze, che presentano un coefficiente di variabilità della massa volumica contenuto sono quelle di maggior pregio. Mentre valori di ritiro e rigonfiamento contenuti sono i più apprezzabili.



> **Figura 16** - Cicli di variazioni climatiche per il calcolo di ritiri, rigonfiamenti e isteresi





> **Foto 9** - Misurazione dimensionale dei provini cilindrici non normalizzati per la caratterizzazione fisica



> **Foto 10** - Pesatura dei provini cilindrici non normalizzati per la caratterizzazione fisica

4.2.4 Caratteristiche meccaniche del legno su provini piccoli esenti da difetti

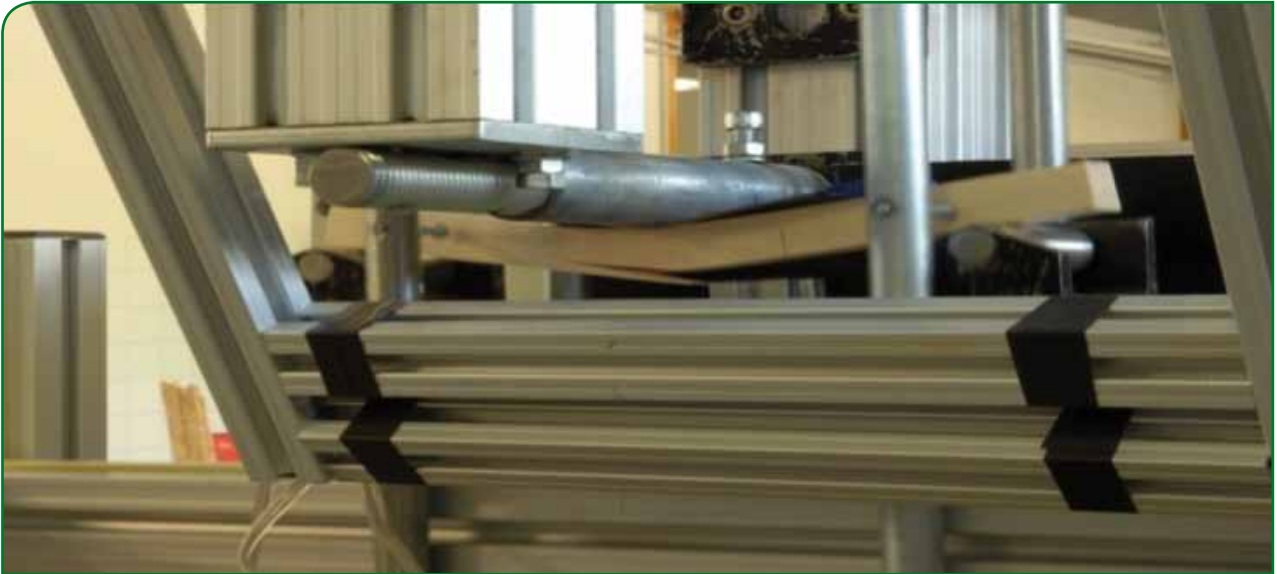
Per la misurazione delle proprietà fisiche dei provini piccoli ed esenti da difetti sono state impiegate le seguenti metodologie:

- › resistenza a flessione statica, su provini di dimensioni 2 x 2 x 28 cm, secondo UNI ISO 3133:1985 *Legno. Determinazione della resistenza a flessione statica*.
- › Modulo elastico a flessione statica, su provini di dimensioni 2 x 2 x 28 cm, secondo UNI ISO 3349:1984 *Legno: Determinazione del modulo di elasticità a flessione statica*.
- › Resistenza a flessione dinamica (o resilienza), su provini di dimensioni 2 x 2 x 28 cm secondo UNI ISO 3348:1985 *Legno. Determinazione della resilienza in flessione*.
- › Resistenza a compressione misurata su provini di dimensione 2 x 2 x 4 cm, secondo UNI ISO 3787:1985 *Legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza a compressione parallela alla fibratura*.

4.2.5 Caratteristiche tecnologiche su giunti incollati e meccanici

Per la misurazione delle proprietà tecnologiche dei giunti incollati e meccanici sono state impiegate le seguenti metodologie:

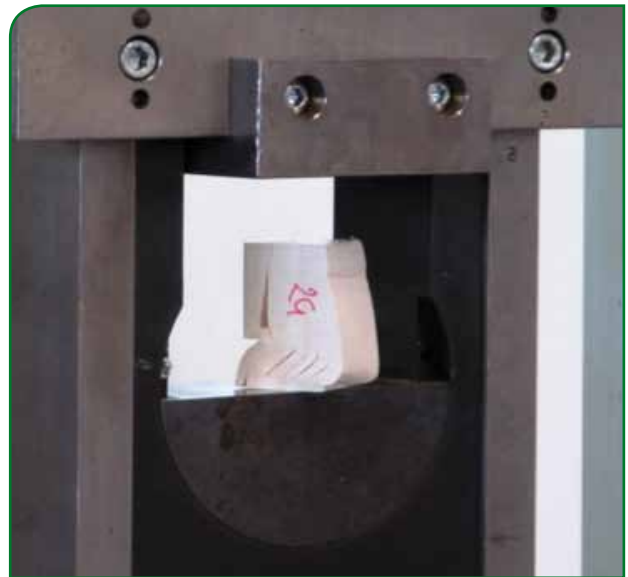
- › Taglio a compressione per adesivo di tipo polivinilacetato, di tipo alifatico e di tipo poliuretanico, su provini di dimensione 5 x 5 x 2 cm secondo la norma ASTM 905 - 08:2009 *Standard Test Method for Strength Properties of Adhesive Bonds in Shear by Compression Loading*.
I requisiti prestazionali minimi sono riportati viceversa in UNI EN 205:2003 *Adhesives - Wood adhesives for non-structural applications - Determination of tensile shear strength of lap joints*.
- › Estrazione della vite, su provini di dimensione 5 x 5 x 2 cm, secondo metodo IVALSA basato con deroghe su UNI EN 320:1994 *Pannelli di fibra di legno. determinazione della resistenza alle estrazione assiale delle viti*.



> **Foto 11** - Apparato di prova per le prove a flessione statica



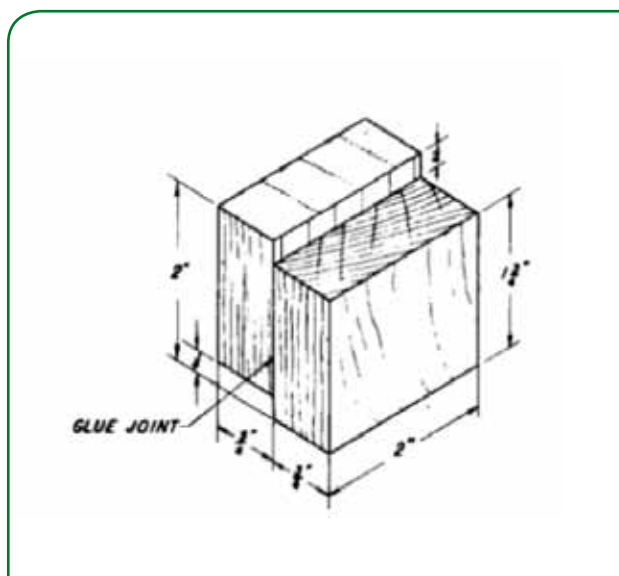
> **Foto 12** - Martello di Charpy, per le prove a flessione dinamica (resilienza)



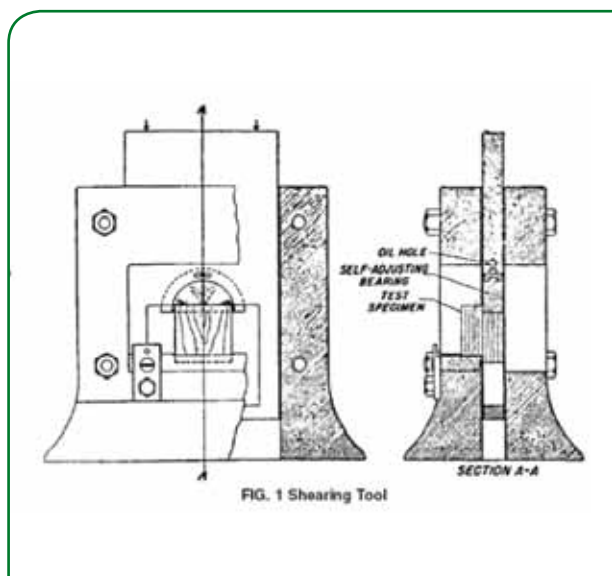
> **Foto 13** - Apparato di prova per le prove a compressione longitudinale

Si suggerisce di utilizzare diverse tipologie di adesivi in modo da verificarne l'affinità. Si ricorda di sottoporre a prova adesivi idonei all'impiego finale del manufatto (adesivi per esterni, per uso strutturale, a basso impatto ambientale...) come ad esempio le seguenti:

- › adesivo di tipo polivinilacetato (PVAc);
- › adesivo di tipo alifatico;
- › adesivo di tipo poliuretanico.



> **Figura 17** - Provino per le prove a taglio per compressione longitudinale sui piani di incollaggio



> **Figura 18** - Apparato di prova per le prove a taglio per compressione longitudinale sui piani di incollaggio



> **Foto 14** - Vite impiegata per la prova di resistenza all'estrazione della vite



> **Foto 15** - Afferraggi per la prova di resistenza all'estrazione della vite

4.2.6 Caratteristiche tecnologiche sulle superfici di legno

Il legno, come le vernici a protezione dello stesso, cambia di colore quando è esposto alla luce. L'intensità di questa variazione si può misurare su provini di dimensione 5 x 5 x 2 cm, secondo metodo IVALSA con apparecchiatura di invecchiamento artificiale Suntest con lampada allo Xenon per una durata di 7 giorni.

Lo strumento utilizzato per la misurazione del colore è uno spettrofotometro con condizioni di misura d/8, cioè illuminazione emisferica e osservazione a 8°.

Di seguito si elencano i parametri di misura utilizzati:

- › componente speculare inclusa;
- › testa di 3 cm (l'area che viene analizzata ad ogni misurazione è di circa 3 cm di diametro);
- › illuminante D65, cioè la luce del giorno, inclusa la regione degli UV, con una temperatura prossima a $T_{68} = 6504$;
- › osservatore standard 10°.

Lo strumento fornisce le coordinate colorimetriche di diversi spazi colorimetrici. La metodologia adottata considera lo spazio colorimetrico CIELab con le sue coordinate:

- › L (chiarezza o luminosità): è sempre positiva, da 0 a 100 e rappresenta la posizione sull'asse dal nero al bianco;
- › a: rappresenta la componente di colore che dal verde al rosso;
- › b: rappresenta la componente di colore che dal blu al giallo;

A fini puramente esemplificativi si riporta "il solido del colore" CIELab rappresentato come una sfera.

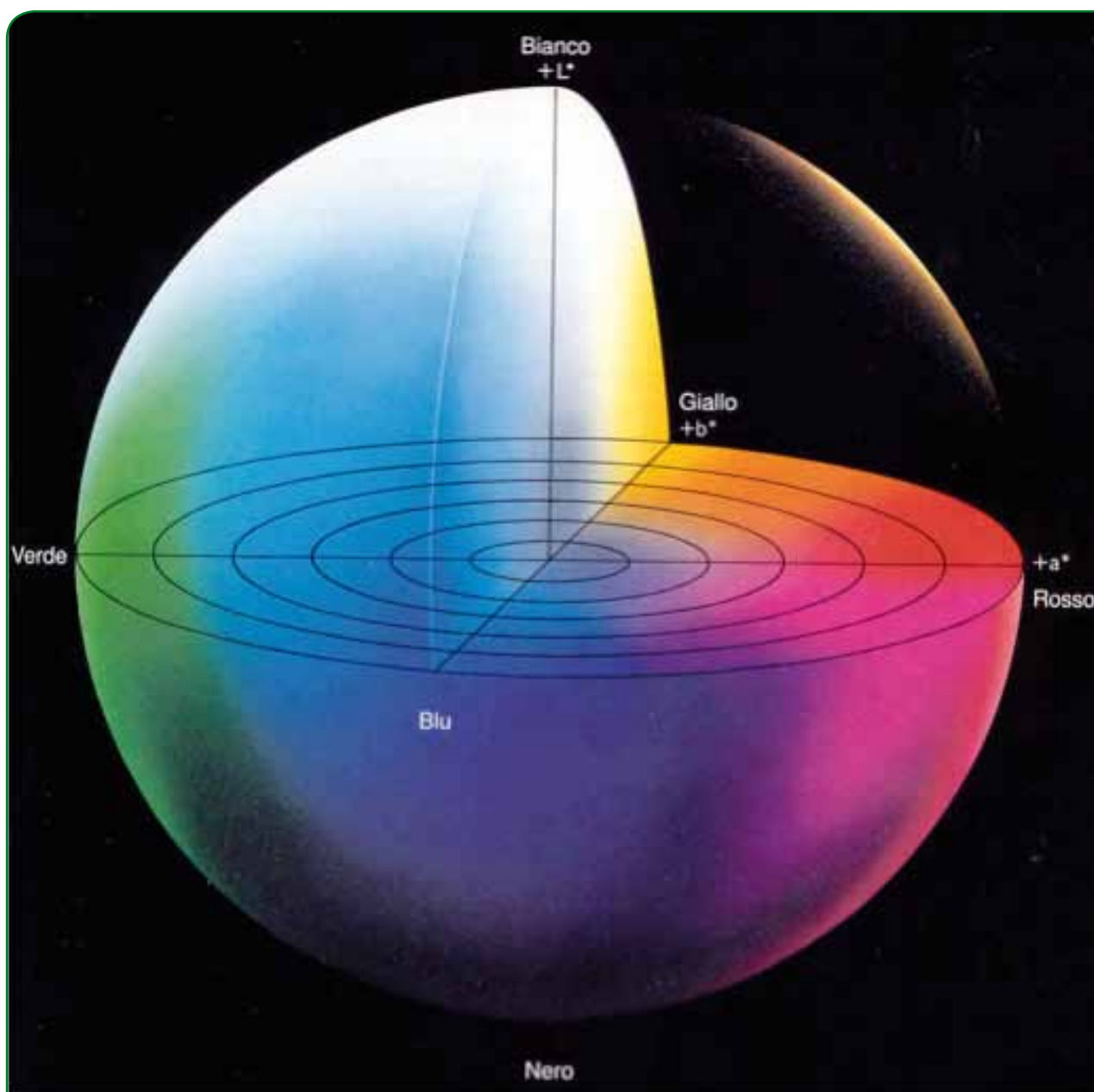
Quanto più è contenuta la variazione di colore tanto maggiore è la garanzia di avere lo stesso colore nel tempo e di avere minori differenze fra zone esposte alla luce in maniera diversa.



> **Foto 16** - Apparato di prova per le prove di invecchiamento artificiale



> **Foto 17** - Spettrofotometro nel campo della luce visibile

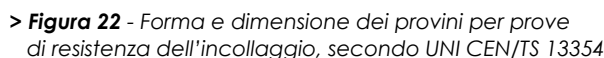
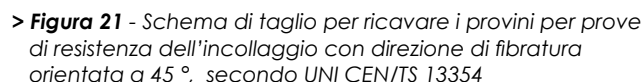
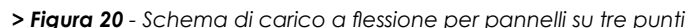


> **Figura 19** - Rappresentazione del solido del colore per lo spazio colorimetrico L^* , a^* , b^*

4.2.7 Caratteristiche tecnologiche dei pannelli

Qualora si identifichi un semilavorato di eccellenza da produrre, bisogna individuare delle prove che ne caratterizzino al meglio le proprietà. Per il progetto BOMO si sono individuati i pannelli a tre strati, che sono stati sottoposti alle seguenti prove:

- › Resistenza a flessione statica, su provini di dimensioni 1,6 x 5 x 32 cm, secondo UNI EN 310:1994 *Pannelli a base legno. Determinazione del modulo di elasticità a flessione e della resistenza a flessione.*
- › Modulo elastico a flessione statica, su provini di dimensioni 1,6 x 5 x 32 cm, secondo la stessa norma di cui sopra.
- › Resistenza del giunto incollato secondo UNI EN UNI CEN/TS 13354 *Pannelli di legno massiccio. Qualità dell'incollaggio. Metodi di prova.*



La qualità del legno espressa come dati numerici derivanti da prove tecnologiche può presentare problemi interpretativi.

Infatti una elevata resistenza meccanica è poco rilevante per applicazioni di falegnameria, ove la pur necessaria resistenza di un manufatto si raggiunge facilmente con opportune geometrie di montaggio, ed addirittura controproducente laddove una elevata resistenza meccanica sia associata ad una lavorabilità meno agevole.

associata ad un coefficiente di attrito basso, che è associato ad una maggiore incidenza di eventi di cadute degli utenti per scivolamento.

Pertanto noi riteniamo che il modo più utile per presentare i dati di caratterizzazione del legno studiati sia quello di fornire le seguenti informazioni:

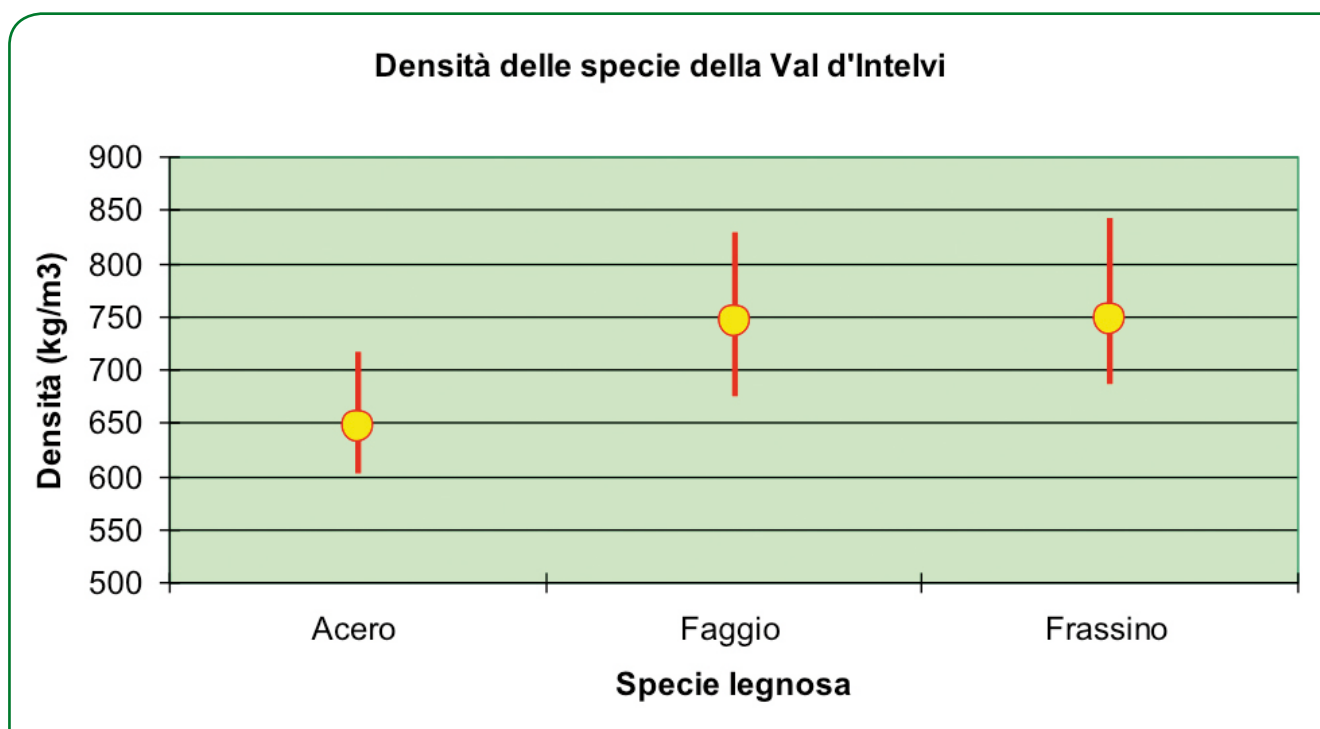
- › a. statistica di base: valore medio, deviazione standard, coefficiente di variazione percentuale, numerosità del campione, risultato minimo e massimo (Tabella A);
- › b. intervallo di variabilità, espressa come 5° e 95° percentile della distribuzione (Figura 23);
- › c. confronto con dati reperiti in letteratura (Figura 24);
- › d. caratteristiche peculiari di dettaglio della proprietà in oggetto (per esempio nel caso della massa volumica la distinzione tra legno giovanile, durame e albarno, Figura 25);
- › e. commento e inquadramento dei dati numerici.

a) Statistica di base

	ACERO	MC
MEDIA	647	14,6%
DEV_ST	36	4,6%
COV	5%	31%
NUM	75	61
MIN	574	9,2%
MAX	731	40,0%
5° percentile	602	11,8%
95° percentile	717	17,7%

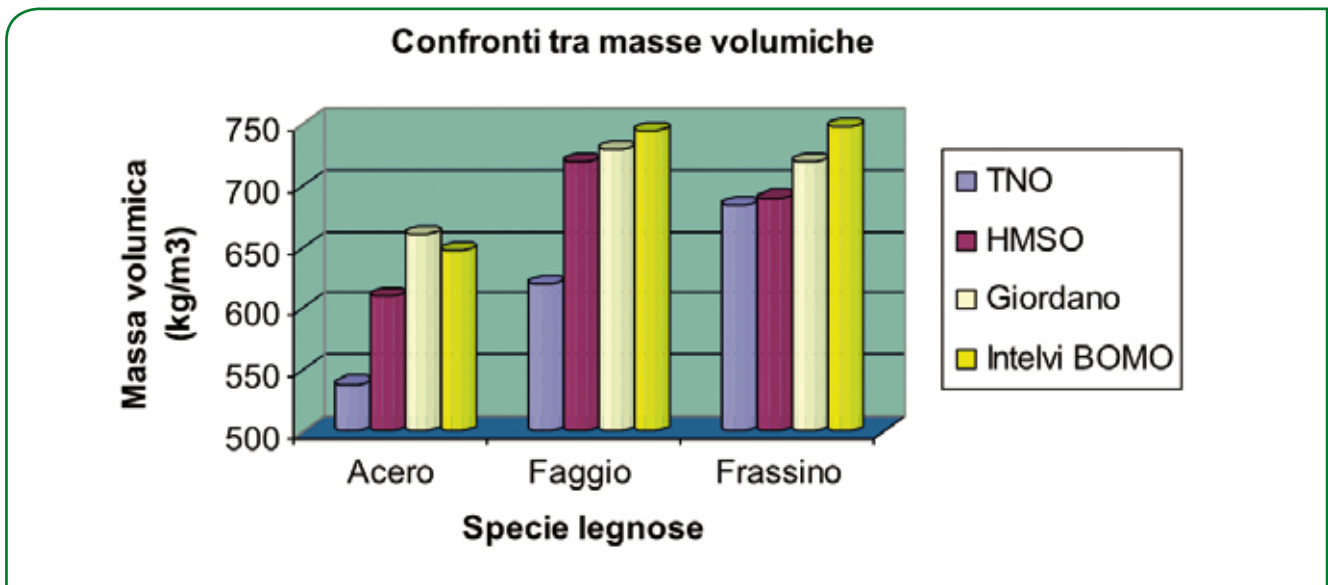
> **Tabella A** – Massa volumica del legno di Acero

b) Intervallo di variabilità



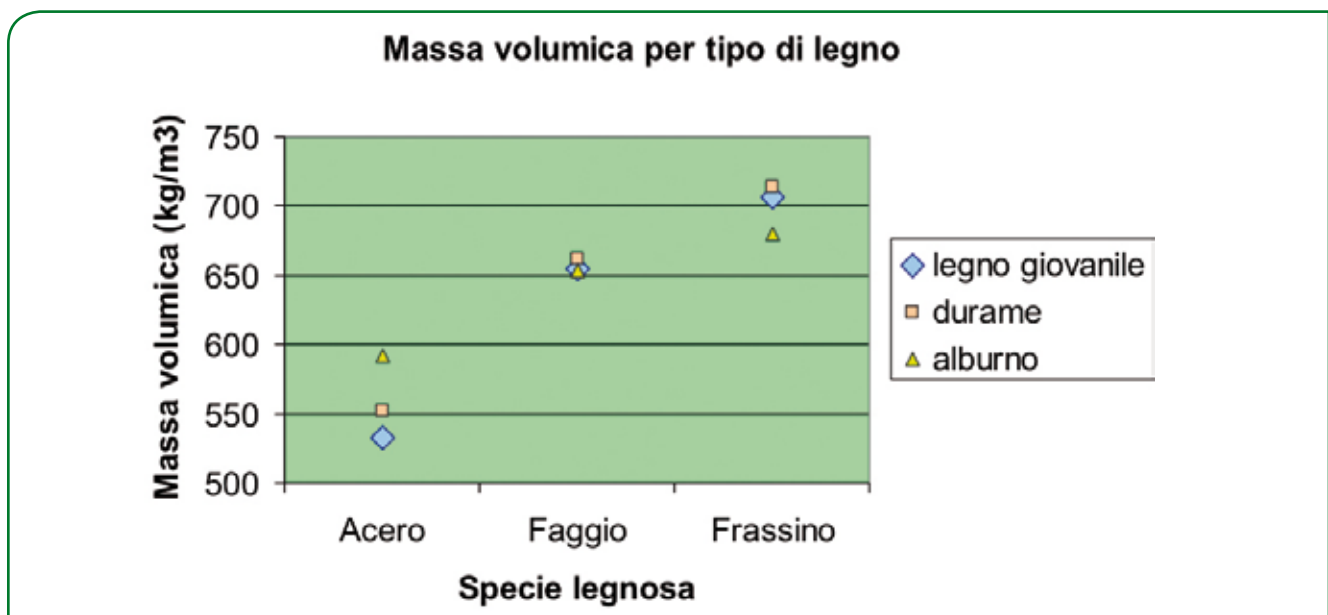
> **Figura 23** - Massa volumica del legno di Acero, Faggio e Frassino della Val d'Intelvi

c) Confronto



> **Figura 24** - Massa volumica del legno di Acero, Faggio e Frassino della Val d'Intelvi con i valori delle stesse specie legnose di differenti provenienze europee (fonti: TNO, HMSO e Giordano)

d) Caratteristiche di dettaglio



> **Figura 25** - Massa volumica del legno di Acero, Faggio e Frassino in funzione della posizione nel raggio della sezione della rotella; tale posizione determina il tipo di legno (legno giovanile, legno adulto del durame o legno adulto dell'alburno)

e) Commento e inquadramento dei dati numerici (esempio tratto dal Case of study BOMO)

Dal confronto con le altre provenienze si evince che il legno di Acero intelvese ha massa volumica superiore alle provenienze europee reperite in bibliografia lievemente inferiore ai dati del Giordano sulle provenienze italiane.

Sia il Faggio sia il Frassino intelvesi hanno massa volumica più elevata delle provenienze europee e italiane qui riportate a confronto.

Una massa volumica più elevata, normalmente associata a condizioni di accrescimento legate alle stazioni montane, sottintende caratteristiche tecnologiche di maggior rigidità, maggiori resistenze meccaniche, maggior durezza ma anche maggior difficoltà di lavorazione e in certi casi maggiore attitudine alle deformazioni.

5 La filiera corta bosco mobile (GRISS)

5.1 Elementi per analisi della sostenibilità della filiera legno-arredo

La creazione di una filiera corta legno-arredo, che utilizzi legno certificato per la realizzazione di arredi progettati secondo criteri di eco-design si propone di soddisfare due obiettivi di compatibilità ambientale:

- » la riduzione degli impatti derivanti dalla scelta di opportune modalità operative e dal trasporto delle materie prime, dei semilavorati e del prodotto finito (caratteristica peculiare di tutte le filiere corte);
- » la creazione di elementi di arredo che garantiscano una buona compatibilità ambientale durante tutto il loro ciclo di vita, grazie ad una loro progettazione secondo i principi dell'eco-design.

Per verificare il raggiungimento di questi obiettivi, la valutazione della filiera deve, quindi, essere realizzata attraverso strumenti che considerino tutte le fasi della filiera stessa (e quindi del ciclo di vita del prodotto finale) e che permettano anche un confronto con filiere più tradizionali. Per questo motivo, il metodo proposto ed utilizzato nell'ambito del progetto BOMO include l'analisi del ciclo di vita (Life Cycle Assessment – LCA) di tutta la filiera, suddividendola nelle due principali macrofasi del percorso compiuto dalla risorsa legno per diventare materia prima nella realizzazione degli arredi:

- » le operazioni forestali (taglio, allestimento, esbosco, ecc...);
- » le lavorazioni per la realizzazione degli arredi (realizzazione dei pannelli multistrato, lavorazioni di falegnameria, ecc...).

Come in tutti gli studi di LCA, la possibilità di utilizzare dati primari (cioè dati raccolti direttamente dagli attori della filiera o attraverso indagini di campo) garantisce un risultato più attendibile e soprattutto più aderente alla realtà considerata.

I paragrafi successivi illustrano le fasi della valutazione e le modalità operative seguite per la raccolta dati e l'analisi dei risultati. È importante notare che la collaborazione con i soggetti della filiera (aziende boschive, consorzio forestale, progettisti e artigiani del settore arredo) ha garantito la possibilità di effettuare uno studio approfondito e di avere uno scambio proficuo di informazioni in entrambe le direzioni.

5.1.1 Life Cycle Assessment

Il termine LCA fu coniato durante il Congresso SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) nel 1991 (Vermont, USA), per caratterizzare con più precisione l'obiettivo e il principio delle analisi fino ad allora svolte sotto la denominazione di REPA. Un nuovo e intenso impulso per gli studi LCA si verificò verso la metà degli anni ottanta – primi anni novanta, sorprendendo di fatto il panorama industriale, dai progettisti ai distributori. Il continuo interesse per la valutazione “dalla culla alla tomba” di prodotti e materiali realizzò la convinzione (anche e soprattutto in occasione dell'Earth Summit di Rio de Janeiro del 1992) che la metodologia LCA avesse ampie prospettive per le problematiche legate alla gestione ambientale.

La metodologia LCA, seppur lentamente, si è consolidata e ha favorito il diffondersi del concreto recepimento del “Life Cycle Thinking”.

Attualmente, la maturità e l'unificazione della metodologia sono testimoniate dall'emissione

da parte dell'ISO (International Standard Organization), e segnatamente del suo Technical Committee 207, della normativa tecnica serie ISO 14040 - "Valutazione del Ciclo di Vita", la quale copre numerosi aspetti della gestione ambientale d'impresa incontrando le esigenze espresse dalle aziende, dai governi, dalle organizzazioni non governative e dai consumatori. L'International Standards Organisation (ISO) ha pubblicato la famiglia di norme 14040 dedicata specificamente alla LCA:

5.1.2 La valutazione del ciclo di vita di prodotti e servizi a supporto dell'eco-design

Le strategie di Ecodesign possono essere supportate e ottimizzate attraverso la valutazione del ciclo di vita del prodotto. Il Life Cycle Assessment (LCA) è la valutazione del ciclo di vita di tutte le fasi di produzione di un prodotto e/o di un servizio. Tutti i prodotti e servizi hanno un impatto ambientale originatosi in una o più fasi del loro ciclo di vita: durante l'estrazione della materia prima, la produzione, l'assemblaggio, la distribuzione, la vendita, l'uso o lo smaltimento a fine vita. Lo studio del ciclo di vita (LCA) analizza i flussi in ingresso e in uscita di materiale, energia ed emissioni in tutte le fasi del prodotto, "dalla culla alla tomba". La quantificazione di questi impatti permette al progettista di individuare in quali ambiti intervenire per proporre soluzioni alternative meno impattanti e quindi progettare secondo logiche di Ecodesign.

La progettazione è l'elemento fondamentale dal quale partire per minimizzare gli impatti di ogni fase del ciclo di vita del prodotto: la scelta delle materie prime, dei processi di realizzazione e finitura necessari durante la fase di produzione, della tipologia e della quantità degli imballaggi, le soluzioni per ottimizzare la logistica e ridurre gli impatti dovuti al trasporto, la possibilità di riutilizzare il prodotto tal quale, di disassemblarlo con facilità separando i diversi tipi di materiale e infine di riciclare i materiali recuperati.

La valutazione degli impatti e la ricerca di soluzioni che rendano più sostenibili tutte le fasi del ciclo di vita di un prodotto o servizio possono coinvolgere tutto il sistema delle aziende che contribuiscono alle singole fasi della realizzazione, moltiplicando i benefici lungo tutta la filiera.

5.1.3 Attività forestali nella Valle Intelvi

› a) Definizione degli obiettivi e dei confini del sistema

Il sistema oggetto di studio è costituito dalle attività forestali di taglio, allestimento ed esbosco effettuate con diversi livelli di meccanizzazione dalle imprese boschive operanti nel territorio gestito dal Consorzio Forestale Lario Intelvese nella provincia di Como.

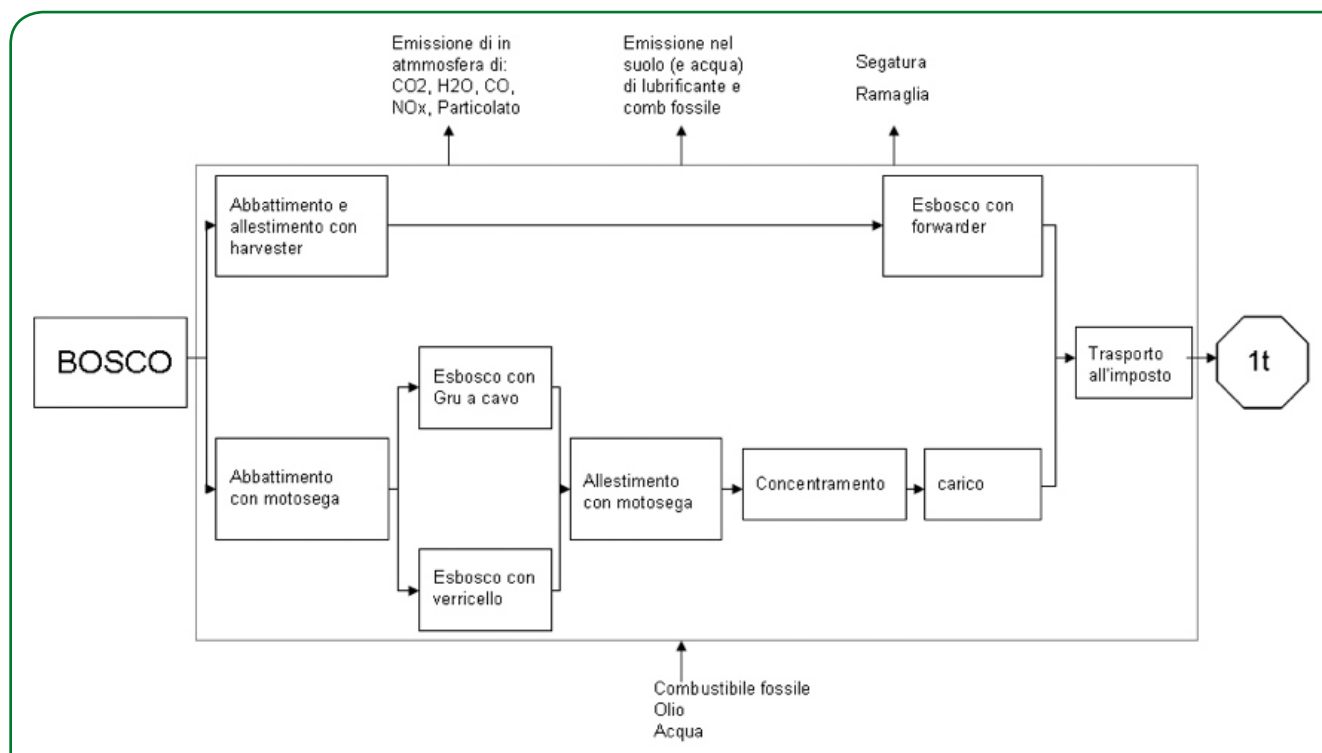
L'obiettivo dello studio è la valutazione e l'analisi dei carichi ambientali ed energetici associati all'estrazione del legno nella Valle Intelvi, il confronto tra due diversi metodi di esbosco e la valutazione degli eventuali benefici ottenibili dall'introduzione in loco di mezzi pesanti quali harvester e forwarder.

La Figura 26 rappresenta schematicamente l'organizzazione dei cantieri forestali e le fasi analizzate nello studio.

› b) Raccolta dati

Come spiegato in precedenza, per ottenere una valutazione il più possibile dettagliata e aderente alle reali caratteristiche della filiera realizzata nel progetto, si è cercato di utilizzare il più possibile dati primari. I dati necessari per modellizzare le diverse tipologie di cantieri forestali presenti sul territorio intelvese (abbattimento con motosega e esbosco con gru a cavo e verricello) sono stati raccolti attraverso schede di rilievo create ad hoc, e presentate negli allegati 1, 2 e 3.

In questa prima fase sperimentale, la raccolta dati è stata effettuata direttamente dai ricercatori Bicocca, tuttavia la scheda è stata pensata perché possa essere compilata anche da tecnici locali (ad esempio i tecnici delle Comunità Montane che effettuano sopralluoghi nei cantieri).



> **Figura 26** - Schema dei processi analizzati nello studio della filiera forestale.

La scheda prevede una prima parte di descrizione delle caratteristiche generali del cantiere, e poi delle schede di dettaglio sulle attrezzature utilizzate (finalizzata prevalentemente ad ottenere dati sul consumo di carburante, le tempistiche di lavoro e la produttività oraria).

Per quanto riguarda, invece, i cantieri ad alta meccanizzazione, non avendo la possibilità di rilevare dati diretti (in quanto questa tipologia di cantiere non viene utilizzata in Valle Intelvi), si è fatto ricorso a dati di letteratura e soprattutto al rapporto "Meccanizzazione spinta negli interventi di recupero e rinaturalizzazione degli impianti di resinose fuori stazione in Val Intelvi", realizzato da CNR-IVALSA per la valutazione di un cantiere di questo tipo realizzato a titolo sperimentale nel 2008. I processi sono stati creati sulla base dei dati contenuti. Gli interventi a cui fa riferimento questa relazione sono stati affidati a una impresa trentina munita di mezzi tecnologici più moderni (anno d'acquisto 2005), tra cui harvester e forwarder.

Per tutti i dati che non è stato possibile reperire direttamente, si è fatto riferimento a banche dati che raccolgono i risultati di studi realizzati in Europa e nel resto del mondo (e che quindi rappresentano un'approssimazione rispetto alla situazione reale che si sta valutando): i database Ecoinvent, BUWAL 250 e il Non Road Emissions database, dell'agenzia svizzera UFAM (Ufficio Federale per l'Ambiente).

» c) Elementi della valutazione

La valutazione di sostenibilità della prima fase della filiera (attività forestali e fornitura di materia prima da filiera corta) permette di valutare:

- l'effettiva riduzione degli impatti ambientali ottenuta grazie all'impiego di materia prima proveniente da filiera corta anziché dai mercati internazionali;
- l'eventuale differenza, in termini di impatti ambientali, tra cantieri tradizionali e cantieri ad alta meccanizzazione;
- l'importanza delle diverse fasi di lavorazione (e della loro organizzazione) nel determinare gli impatti.

Per questo motivo, sono stati effettuati confronti tra soluzioni differenti:

- filiera corta vs filiera tradizionale (con importazione del legname dall'Europa Centrale)³;
- meccanizzazione tradizionale vs meccanizzazione spinta;
- esbosco con gru a cavo vs esbosco con verricello;
- esbosco effettuato prima dell'allestimento vs esbosco effettuato dopo l'allestimento.

La valutazione è stata effettuata tramite il software SimaPro 7.2. Il metodo di valutazione degli impatti (Life Cycle Impact Assessment – LCIA) utilizzato è ReCiPe 2008, che considera le categorie di impatto esplicitate in Tabella 11.

I risultati sono stati elaborati sia per la fase di caratterizzazione che di normalizzazione.

La caratterizzazione permette di quantificare gli impatti, per ciascuna categoria, imputabili ai diversi processi che costituiscono il sistema. Dal momento che ciascuna categoria di impatto utilizza indicatori specifici, non è possibile un confronto diretto tra le categorie. Il confronto si realizza a seguito di una normalizzazione, attraverso la quale si analizza il peso relativo di ogni categoria e si individuano quelle che hanno effettivamente potenziali impatti maggiori.

Tabella 11 - Categorie di impatto considerate, descrizione e unità di misura

Categoria d'impatto	Unità	Descrizione
Climate change	kg CO ₂ eq	Cambiamenti climatici - misura l'effetto marginale dovuto all'emissione aggiuntiva di una piccola quantità di CO ₂ in atmosfera
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	Esaurimento ozono - misura relativa della capacità di una sostanza nociva di impoverire lo strato di ozono
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	Tossicità umana - effetti carcinogeni e non carcinogeni delle sostanze sull'uomo
Photochemical oxidant formation	kg NMVOC	Formazione smog fotochimico - misura degli effetti sulla salute umana dovuti alla formazione di ozono a partire da NO _x e Non Methan Volatile Organic Compounds
Particulate matter formation	kg PM ₁₀ eq	Formazione particolato - misura degli effetti sulla salute umana dovuti alla formazione di PM ₁₀
Ionising radiation	kg U ₂₃₅ eq	Radiazioni ionizzanti - misura dei danni sulla salute umana dovuti al rilascio di materiale radioattivo nell'ambiente
Terrestrial acidification	kg SO ₂ eq	Acidificazione dei suoli - variazione dal valore ottimale di acidità del terreno
Freshwater eutrophication	kg P eq	Eutrofizzazione delle acque dolci - eccessivo arricchimento di nutrienti
Marine eutrophication	kg N eq	Eutrofizzazione delle acque marine - eccessivo arricchimento di nutrienti
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	Ecotossicità dei suoli - misura degli effetti tossici dovute all'apporto di sostanze chimiche (tossiche) nei suoli
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	Ecotossicità delle acque dolci - misura degli effetti tossici dovute all'apporto di sostanze chimiche (tossiche) nei suoli
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	Ecotossicità delle acque marine - misura degli impatti legati all'apporto di metalli negli oceani
Agricultural land occupation	m ² a	Occupazione dei suoli agricoli - misura dei danni agli ecosistemi dovuti agli effetti dell'occupazione di suolo
Urban land occupation	m ² a	Occupazione dei suoli urbani - misura dei danni agli ecosistemi dovuti agli effetti dell'occupazione del suolo
Natural land transformation	m ²	Trasformazione delle aree naturali - misura dei danni agli ecosistemi dovuti agli effetti di trasformazione del suolo
Water depletion	m ³	Esaurimento di acqua - Quantità di acqua utilizzata
Metal depletion	kg Fe eq	Esaurimento delle risorse minerali - quantità di risorse minerali estratte
Fossil depletion	kg oil eq	Esaurimento delle risorse fossili - quantità di risorse fossili estratte

³ Da ricerca bibliografica e dalle informazioni ricevute dai produttori di arredi, l'area di maggiore approvvigionamento del legname risulta quella dell'Ucraina centrale. In questo studio si è fatto quindi riferimento a tale area

5.1.4 Realizzazione degli arredi

» a) Definizione degli obiettivi e dei confini del sistema

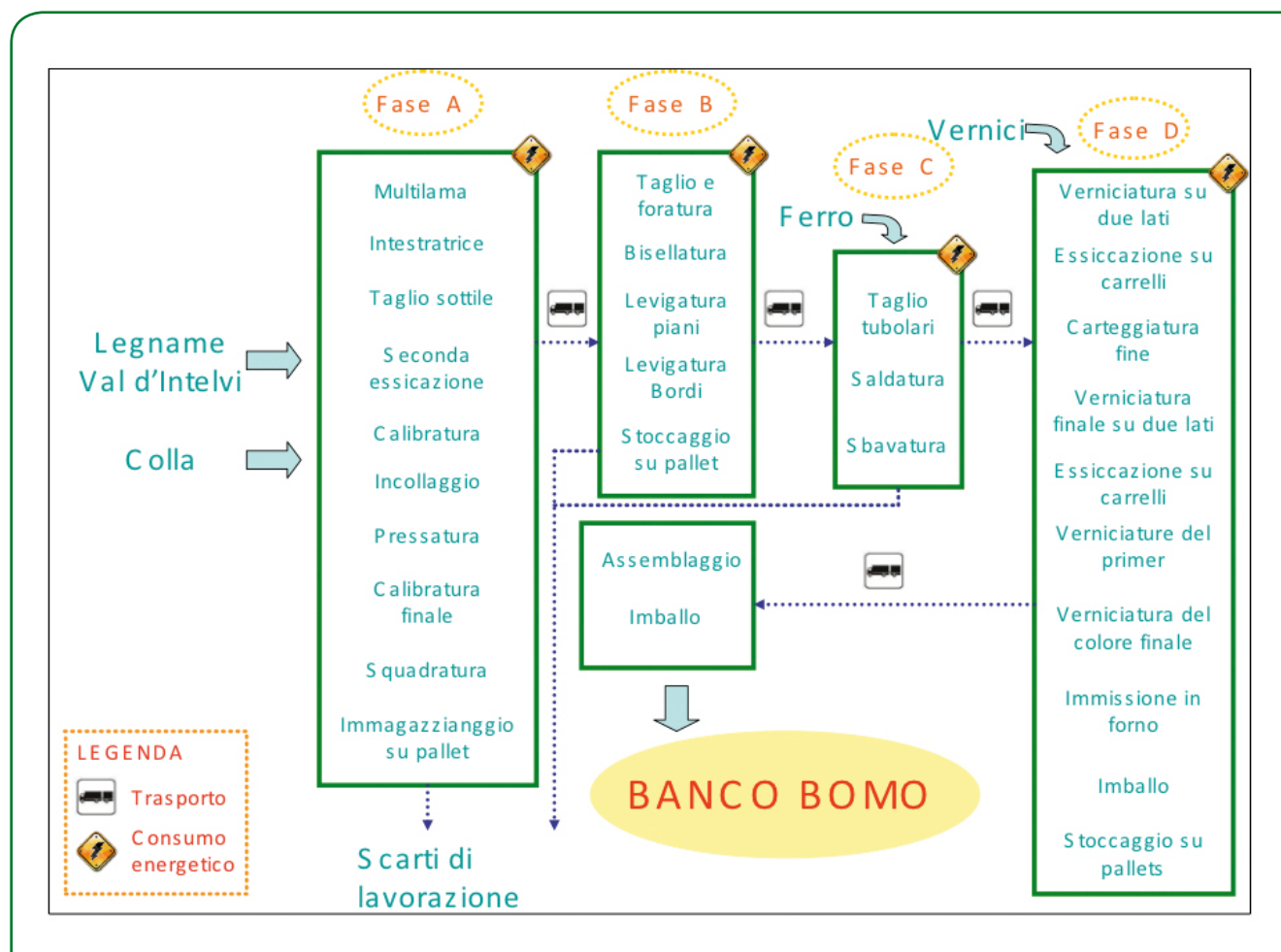
Il passo successivo di valutazione della filiera è rappresentato dall'analisi degli impatti associati alla produzione degli arredi (per la descrizione della valutazione è stato preso ad esempio il banco), le cui materie prime provengono da aree geograficamente limitrofe, così come gli stabilimenti in cui vengono realizzate tutte le operazioni necessarie alla sua realizzazione.

Conformemente ai principi della filiera considerata, il banco viene prodotto a partire da legname certificato PEFC proveniente dalla Valle Intelvi, area distante circa 60 km da Lissone, luogo finale di produzione. Successivamente questo viene tagliato, lavorato e assemblato, secondo il prototipo realizzato da Progetto Lissone e ispirato ai criteri del GPP e dell'eco-design. I laboratori che si occupano delle operazioni necessarie operano nel territorio del Comune di Lissone. Le essenze che costituiscono il banco BOMO sono 3 e provengono da alberi di faggio, acero e frassino.

Lo studio ha lo scopo di verificare la riduzione degli impatti relativi all'applicazione di un sistema di filiera corta per la realizzazione del banco. L'analisi è di tipo *cradle to gate*, sono quindi escluse la fase d'uso e di smaltimento del banco. Ai fini della valutazione, vengono considerati:

- la produzione e l'acquisizione delle materie prime;
- il trasporto delle stesse;
- le fasi di lavorazione del banco;
- i consumi energetici associati;
- le emissioni prodotte durante tutte le fasi di produzione.

Il dettaglio dei confini del sistema considerato è rappresentato schematicamente in Figura 26.



> **Figura 27** - Confini del sistema per il banco BOMO

› b) Raccolta dati

In questo studio la raccolta dati si è realizzata attraverso:

- dati primari (dati forniti da Progetto Lissone, partner del progetto);
- dati secondari (da database Ecoinvent).

I dati relativi alle fasi di produzione del banco sono tutti di tipo primario e sono stati raccolti con l'ausilio di Progetto Lissone, tramite contatto diretto con le aziende a cui è stata affidata la realizzazione dei prototipi dei banchi. I dati sulle vernici utilizzate sono stati forniti dall'azienda Solas, produttrice delle vernici scelte per le fasi di verniciatura del banco, per le sue spiccate caratteristiche di eco-compatibilità.

Le fasi principali di lavorazione, illustrate in precedenza, sono 4 e riguardano:

Fase A, produzione di dimensioni 60x140 cm;

Fase B, lavorazioni di falegnameria;

Fase C, lavorazioni parti accessorie (in ferro);

Fase D, verniciatura.

Anche per quanto riguarda questa fase della filiera, è stata predisposta una scheda di raccolta dati per poter ricavare il maggior numero di dati primari possibile da utilizzare nell'analisi. La scheda è stata preparata in collaborazione con Progetto Lissone, che ha fornito le indicazioni in merito alla scansione delle attività e alla suddivisione in sottofasi. La scheda è presentata nell'allegato 4. Poiché i dati utili per l'LCA riguardano prevalentemente le quantità di materiali utilizzati, il consumo di energia e gli scarti generati per ogni elemento di arredo prodotto, può facilmente essere adattata anche ad altre tipologie di lavorazione (e, dunque, alla produzione di elementi di arredo diversi).

› c) Elementi della valutazione

La valutazione della seconda parte della filiera si propone di definire quello che viene generalmente indicato come l'eco-profilo del prodotto, cioè una panoramica degli impatti ambientali generati durante tutte le fasi di produzione. Scopo finale è individuare le fasi più impattanti e le tipologie di impatto più significative. In questo modo, sarà possibile capire quali sono i benefici apportati dalle strategie di eco-design adottate in fase di progettazione e quali gli aspetti che possono essere ancora migliorati.

Analogamente a quanto fatto per la prima fase della filiera, la valutazione è stata effettuata tramite il software SimaPro 7.2, utilizzando il metodo di valutazione degli impatti (Life Cycle Impact Assessment – LCIA) ReCiPe 2008. I risultati sono stati elaborati sia per la fase di caratterizzazione che di normalizzazione.

5.2 Linee guida per la realizzazione di filiere corte in Lombardia

5.2.1 Indicazioni per la realizzazione di filiere corte sostenibili per l'approvvigionamento del legno

I risultati dell'analisi del ciclo di vita del taglio di una tonnellata di legna forniscono un quadro abbastanza esaustivo degli impatti prodotti sull'ambiente. Dai risultati ottenuti risulta evidente come **la causa principale di danno ambientale sia l'utilizzo di carburante**, di conseguenza l'impatto è proporzionale al tempo di utilizzo del mezzo e al suo consumo.

Per quanto riguarda il confronto tra le modalità operative analizzate, l'analisi mostra che l'utilizzo del verricello prima dell'allestimento non consente di utilizzare a pieno le potenzialità del mezzo, dato che non viene sfruttata a pieno la forza di tiro, e allunga notevolmente i tempi, in quanto il verricello è il mezzo più lento. Ne consegue un numero maggiore di ore per svolgere le operazioni e, quindi, un maggiore consumo di carburante, che rende assolutamente preferibile l'ipotesi di precedere la fase di allestimento. **La modalità operativa migliore appare**

quella in cui viene utilizzata la gru a cavo dopo l'allestimento. La valutazione fa riferimento alle condizioni medie analizzate, cioè una filiera per legno da opera nella quale le ramaglie non vengono utilizzate perché considerate di scarso valore. Nel caso in cui si ipotizzi l'utilizzo di questi scarti di lavorazione per ottenere combustibile da biomassa, è necessario includere nel confronto anche le lavorazioni successive per ottenere cippato o pellet. In questi casi, dunque, la modalità più efficiente potrebbe essere diversa da quella considerata per la filiera legno-arredo.

La meccanizzazione spinta appare una modalità attraente per alcune categorie di impatto, in ragione dei limitati consumi di carburante e dell'alta produttività, ma particolarmente critica per altre, a causa dell'importante contributo emissivo. Nelle condizioni attuali, la meccanizzazione tradizionale appare meno impattante, ma con un opportuno controllo delle emissioni del motore e con l'entrata in vigore di normative sempre più stringenti, l'utilizzo della meccanizzazione spinta potrebbe diventare l'alternativa preferibile. È necessario rimarcare inoltre, come le emissioni attualmente disponibili da database varino notevolmente a seconda della potenza del mezzo. Si pone l'esigenza di formulare due considerazioni a riguardo: la prima è che gli harvester con una potenza minore risultano avere emissioni contenute, tali da renderli un'alternativa accettabile in opportune condizioni⁴, la seconda è che i dati di emissione attuali esigono un'attenta fase di valutazione, dal momento che possono influenzare in modo considerevole il risultato finale della valutazione delle diverse alternative.

I risultati di confronto tra una tonnellata di legna proveniente da filiera standard straniera e una tonnellata di legna da filiera corta dimostrano che il legname proveniente dalla Valle Intelvi garantisce, in queste condizioni operative, forti miglioramenti in tutte le categorie di impatto. Infatti si assiste a una riduzione maggiore del 90% per la maggior parte delle tipologie di impatto valutate.

Come intuibile, **la differenza più significativa tra gli impatti delle due filiere è rappresentata dal trasporto**, a causa della lunga distanza necessaria per l'approvvigionamento del legname nell'ipotesi di filiera tradizionale.

Confrontando esclusivamente i due tipi di legname e quindi le attività forestali correlate, non c'è particolare predominanza di una rispetto all'altra.

5.3 Strategie di eco-progettazione: indicazioni per l'ideazione di un nuovo prodotto

I risultati dell'analisi del ciclo di vita riguardante la produzione degli arredi hanno evidenziato alcuni elementi significativi che supportano i criteri adottati nella loro realizzazione (oltre illustrati di seguito).

L'analisi ha in primo luogo evidenziato che la maggior parte degli impatti deriva dal consumo energetico dei macchinari atti alla lavorazione e dall'utilizzo del ferro. Questi risultati supportano le strategie adottate nella progettazione dei mobili: infatti l'uso della materia prima legno è stata privilegiata e sostituita solo dove indispensabile, mentre i consumi energetici sono stati ottimizzati. Allo stesso modo è stato evidenziato come la scelta di colle e vernici più eco-compatibili rispetto a quelle tradizionali possa contribuire in modo significativo alla riduzione degli impatti generati. In ultimo si sottolinea come il contributo imputabile al trasporto dei semilavorati da una fase di lavorazione all'altra sia del tutto trascurabile, evidenziando i benefici della filiera corta non solo nell'approvvigionamento dei materiali, ma anche nelle fasi successive.

Al fine di raggiungere questi risultati in termini di eco-compatibilità del prodotto finito, è necessario implementare strategie di progettazione che seguano determinati criteri. Esempi di strategie di ideazione di prodotto maggiormente compatibili con l'ambiente sono:

) Dematerializzazione: per quanto possibile occorrerebbe ridurre il quantitativo di risorse materiali usate nel prodotto o servizio per essere funzionale, ad esempio progettando arredi che riescono a garantire la funzione per cui sono concepiti pur avendo minimizzato la quantità di materia prima necessaria alla loro realizzazione. Fine ultimo di questa strategia dovrebbe

⁴ Ad esempio un'adeguata morfologia del terreno

essere, ove possibile, il passaggio dalla fornitura di un prodotto alla fornitura di un servizio che soddisfa le medesime necessità senza implicare l'acquisto di beni materiali (ad esempio, i servizi di riparazione 'on line' del software permettono di evitare fisicamente i viaggi di chi fornisce il supporto tecnico e quindi i loro corrispondenti impatti ambientali).

» **Durabilità e uso condiviso del prodotto:** si può aumentare il numero di volte in cui un prodotto è usato nel corso della sua vita favorendone anche l'utilizzo da parte di più persone. Questa strategia permette una riduzione delle conseguenze ambientali di ciascuno dei singoli utilizzatori (per esempio il risultato di dividere gli impatti ambientali causati da un prodotto durante tutto il suo ciclo di vita dal numero di volte che è usato). Nel caso del settore arredo questa necessità viene ovviata progettando elementi con una lunga durabilità, che possano essere utilizzati per anni senza che le loro funzioni siano compromesse e realizzati da parti che possono facilmente essere sostituite in caso di malfunzionamento.

» **Integrazione di funzioni:** si può usare la stessa risorsa moltiplicandone le sue funzioni e conseguentemente evitando la necessità di produrre altri prodotti. Ad esempio, tra gli arredi progettati da Progetto Lissone, sono stati realizzati elementi che permettevano di assolvere più funzioni, come la poltroncina, che può essere facilmente convertita in sdraio per il riposo.

Per la progettazione degli arredi scolastici che rappresentano il risultato tangibile del progetto BOMO, il gruppo di progettisti di Progetto Lissone ha seguito i principi dell'eco-design e si è avvalso della collaborazione dei due enti di ricerca coinvolti (GRISS – Università Bicocca e CNR IVALLSA) per il reperimento di informazioni riguardo ad alcuni aspetti specifici, quali le tecniche di lavorazione e le tecnologie utilizzate e la scelta delle materie prime e dei prodotti per le finiture. In particolare, gli aspetti considerati in fase di progettazione sono:

» la scelta delle tecnologie utilizzate per la lavorazione dei pannelli di legno e per la realizzazione degli arredi e l'utilizzo di sostanze chimiche nella filiera (in particolare per quanto riguarda i trattamenti con solventi, che costituiscono uno degli aspetti più critici);

» le norme UNI più rilevanti in materia di arredi e di forniture alle scuole;

» i criteri stabiliti dall'Unione Europea per l'attribuzione dell'etichettatura ecologica Ecolabel per gli arredi in legno.

www.isprambiente.gov.it/it/certificazioni/ecolabel-ue/documentazione/prodotti

» i criteri che possono essere inseriti nei bandi per gli appalti verdi relativi ad arredi per uffici.

www.minambiente.it/export/sites/default/archivio/allegati/GPP/all.to_33_CAM_arredi_22.02.2011.pdf

In particolare gli ultimi due aspetti sono stati presi in considerazione al fine di garantire che i prodotti progettati possano trovare una collocazione anche nel mercato degli acquisti verdi pubblici e privati.

5.3.1 Riduzione del consumo e della diversità del materiale

I materiali sono un fattore chiave, poiché determinano le caratteristiche ambientali di molti prodotti e servizi. Meno materiale si usa, minore è il materiale che necessita di essere estratto, lavorato, trasformato e infine gestito come rifiuto. Per ridurre il quantitativo di materiale utilizzato nei prodotti, si possono attuare le seguenti procedure:

» minimizzare componenti o parti che non hanno una funzione importante o non fanno aumentare la qualità o il valore estetico;

» ottimizzare lo spessore e la densità dei materiali (es. la maggior parte degli imballaggi ha ridotto lo spessore nell'ultimo decennio per ridurre il consumo di materiale e diminuire i costi);

» riusare, ove possibile, le parti o i componenti di un prodotto;

» evitare, se possibile, l'uso di vernici, lacche o altri strati protettivi.

È anche importante ridurre il numero di materiali presenti nel prodotto finale, poiché un prodotto mono-materiale solitamente è più facile da riciclare alla fine del suo ciclo di vita.

5.3.2 Selezione dei materiali con criteri ambientali

Oltre alla quantità è importante considerare anche il tipo di materiale usato. Possono essere utilizzati strumenti di valutazione per confrontare differenti alternative di materiali, ma ci sono anche semplici regole pratiche per aiutare ad identificare materiali ecologicamente più compatibili:

- › ricavati da risorse rinnovabili;
- › ad alto contenuto di materiale riciclato (ad esempio più del 50% del peso);
- › privi di sostanze pericolose;
- › uso di processi “verdi” (ad esempio usando energia rinnovabile o applicando misure di risparmio di energia ed acqua);
- › con bassa intensità di energia (ad esempio i processi coinvolti nella loro estrazione, trasporto e trasformazione usano poca energia);
- › facilmente riciclabili.

5.3.3 Riduzione di impatti ambientali nei processi di produzione

Durante la progettazione del prodotto è anche possibile attuare azioni di miglioramento che influenzeranno i processi di fabbricazione. Le scelte di progettazione possibili per migliorarlo includono:

- › riduzione del numero delle fasi di produzione per diminuire il consumo di energia e materiali. Per esempio, riducendo il numero di materiali o componenti differenti inclusi nella produzione o evitando l'uso di materiali che richiedono trattamenti superficiali;
- › scelta di materiali e processi in modo tale che i rifiuti di produzione possano essere reintegrati nella catena di produzione;
- › selezione dei processi di produzione puliti. Per esempio uso efficiente di acqua ed energia, basso consumo di energia e ridotta produzione di rifiuti, uso di energia rinnovabile, riciclaggio diretto dei rifiuti prodotti, evitando di cambiare le proprietà qualitative dei materiali in modo tale che diventino difficilmente riciclabile.

5.3.4 Scelta delle migliori tecnologie disponibili per la produzione di mobili

Nel caso della produzione di mobili in legno sono particolarmente critiche e da monitorare le fasi che possono comportare emissione di solventi, VOC o sostanze pericolose, tra cui, la fase di verniciatura e la fase di trattamento del legno con agenti conservanti. L'impatto ambientale di queste fasi è strettamente legato al tipo di prodotto finale che si vuole ottenere, ad esempio il legno massiccio determina l'impatto ambientale più basso rispetto a pannelli che richiedono maggiore lavorazione come il lamellare. I fattori da tenere in considerazione per la definizione delle migliori tecnologie per la produzione di mobili sono:

- › il tipo di sostanze utilizzate (e.g. vernici, impregnanti, mordenti...);
- › il contenuto di solventi nelle sostanze utilizzate (privilegiando colle e vernici con un basso contenuto di solventi e base acquosa);
- › efficienza della tecnica di verniciatura (optando per sistemi ad elevata efficienza, come sistemi a rullo o a immersione);
- › tecnica di asciugatura utilizzata.

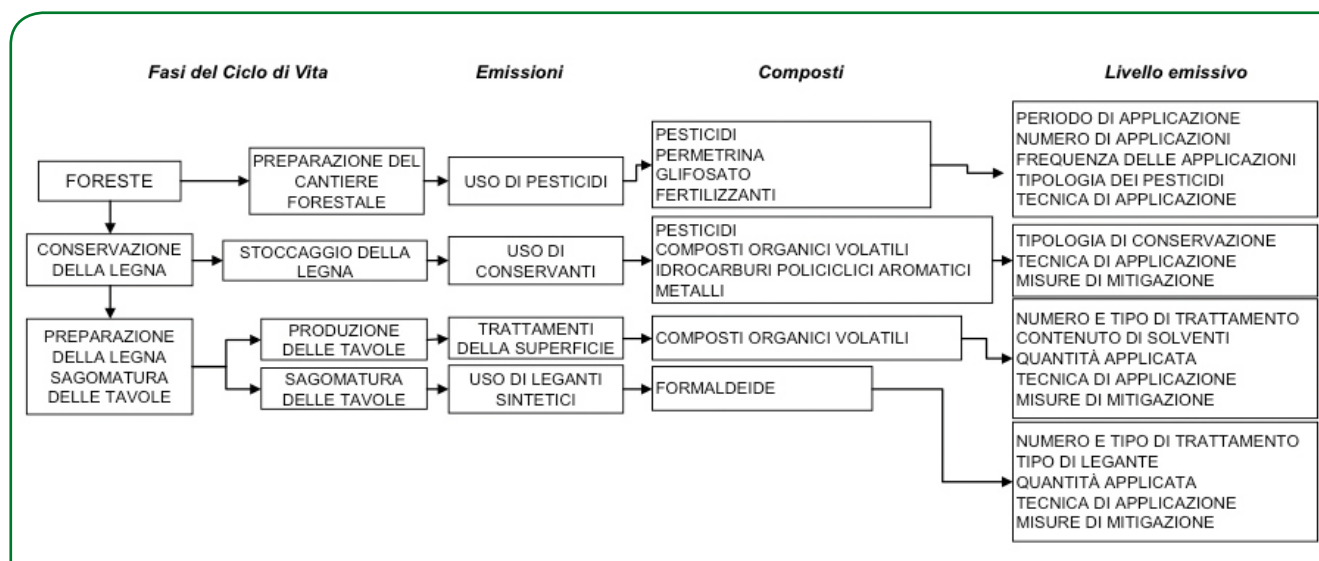


Figura 28 - Hot-Spot Chimici nella filiera Bosco-Mobile

Tabella 12 - Tipologie di prodotti vernicianti e relativo impatto ambientale

Prodotto verniciante	Composizione	Commenti
A base di solvente	30-80% su peso solventi organici, in sostituzione all'acqua contengono polimeri	Emissioni di VOC elevate Risparmio di energia in fase di asciugatura
A base d'acqua	10-65% acqua < 3-18% solventi	Emissioni VOC ridotte Domanda energetica per l'asciugatura maggiore o comunque necessità di condizioni climatiche particolari per l'essiccazione (temperatura e umidità) Efficienza di applicazione minore (maggiore consumo di vernice) Possibilità di corrosione dei sistemi di verniciatura, i sistemi tradizionali vanno sostituiti con strumenti specifici con un contenuto di acciaio più elevato
Vulcanizzazione	A base di monomeri reattivi in fase liquida. Nel caso dei mobili le più usate sono le quelle a base d'acqua trattate con UV	Ridotte emissioni di VOC Produzione di acque di scarto ridotta Costi maggiori rispetto alle vernici convenzionali, 6.50 euro al kilo rispetto a 4.65 euro ma possibilità di raggiungere una maggiore efficienza di applicazione
Coperture a polvere	Polveri con particelle con una dimensione compresa tra 25-60 µm, principali componenti poliestere e resine epossidiche.	Emissione di VOC e produzione di rifiuti non rilevante; Possono richiedere un trattamento con radiazioni o con alte temperature Possibilità di riciclo della vernice Elevata efficienza di applicazione Regolazione dello spessore del film di vernice difficile e casi dispendiosa (dipende dalla dimensione delle particelle) Costi delle vernici più elevati rispetto a quelli delle vernici tradizionali Possibilità di problemi di salute per gli operatori (possibile utilizzo di sostanze mutagene)

Tabella 13 - Principali modalità di applicazione di vernici e relativo impatto ambientale

Modalità di applicazione	Efficienza	Commenti
A rullo	90-100	Può essere applicata solo su pannelli di legno o comunque oggetti piatti o leggermente ricurvi.
A spruzzo convenzionale	30-60	Overspray elevato
A spruzzo per via elettrostatica (Generazione di un campo elettrico tra il pezzo da trattare e l'applicatore)	50-95	Vantaggi: riduzione del materiale usato maggiore automazione del processo riduzione del consumo d'aria (=energia) Svantaggi: concentrazione della vernice ai bordi dell'oggetto metodo selettivo con particolare riferimento a: forma dell'oggetto, vernice, conduttività elettrica e sicurezza dell'impianto (utilizzo di alti voltaggi)
"Curtain Coating"	90-98	Vantaggi: alta efficienza Svantaggi: non applicabile a qualsiasi oggetto ma solo a pannelli piani
Immersione	80-95	Vantaggi: Bassa emissione di solventi (solo evaporazione dal serbatoio d'immersione) Elevata efficienza Svantaggi: elevato consumo di materie prime
Elettrodeposizione	-	Vantaggi: utilizzo di vernici ad acqua e senza piombo, o comunque con contenuto di solventi basso (2-6%) alta efficienza, possibilità di automazione, controllo dei parametri, verniciatura omogenea (spessore) Svantaggi: utilizzo di catalizzatori; costi dell'impianto elevati.

5.3.5 Ottimizzazione della distribuzione

La distribuzione dei prodotti comprende l'uso di imballaggi e di sistemi di trasporto. Possono essere intraprese diverse soluzioni progettuali per ridurre l'impatto ambientale della distribuzione del prodotto:

- › ridurre l'uso di imballaggi, ad esempio evitare l'uso di imballaggi tutte le volte che è possibile, progettare imballaggi riutilizzabili e prodotti facilmente trasportabili, ridurre il quantitativo di materiale usato, o prevedere nuove funzioni per l'imballaggio;
- › usare materiali ecologicamente sicuri per l'imballaggio;
- › facilitare l'identificazione del tipo di materiale da imballaggio;
- › progettare il prodotto in modo tale che il quantitativo di prodotto per unità di volume sia massimizzato durante il trasporto e lo stoccaggio. Per esempio si può trasportare il prodotto prima che venga assemblato o stoccato per ridurre lo spazio occupato;
- › ridurre il peso del prodotto e dell'imballaggio per ridurre il consumo energetico durante il trasporto.

5.3.6 Riduzione degli impatti ambientali durante l'uso

Per quei prodotti o servizi che necessitano di energia, acqua o materiali durante l'uso, questa fase può essere la più importante per l'ambiente rispetto a tutto il ciclo di vita. Nel caso del settore arredo l'aspetto maggiormente rilevante di questa fase è rappresentato dall'emissione di VOC e formaldeide, una delle cause principali di inquinamento indoor. La scelta di colle e vernici eco-compatibili e con basse o nulle emissioni di formaldeide e VOC risulta quindi particolarmente importante.

5.3.7 Incremento del tempo di vita utile

Un periodo di vita utile più lungo evita la produzione di prodotti di sostituzione e conseguentemente la creazione di impatti ambientali aggiuntivi. Alcune azioni da considerare per aumentare la durata del tuo prodotto sono:

- › permettere e promuovere il riuso del prodotto;
- › identificare e cercare di eliminare i punti deboli del prodotto, ad esempio quelle parti che si rompono prima, o necessitano di essere riparate frequentemente;
- › scegliere materiali adeguati e spessori che danno una buona resistenza all'uso continuo;
- › progettare in moduli che possono essere sostituiti per favorire le richieste di cambiamento d'uso;
- › facilitare la riparazione e la manutenzione, ad esempio assicurare che i componenti più vulnerabili possano essere facilmente smontabili;
- › fornire componenti di ricambio per la riparazione e una lista di tutti i componenti prodotti come riferimento.

5.3.8 Ottimizzazione della gestione dei rifiuti

Per minimizzare gli impatti ambientali di un prodotto è consigliabile che possa essere riusato e/o riciclato interamente o almeno in gran parte. Con questo obiettivo i criteri di progettazione da considerare sono quelli di:

- › usare materiali riciclabili o biodegradabili. Valutare, se esiste per quel materiale, un sistema di riciclaggio economicamente vantaggioso nel Paese dove il prodotto verrà usato;
- › usare meno materiale possibile per facilitare il riciclo del prodotto;
- › realizzare il prodotto con materiali che possono essere riciclati assieme senza la necessità di smontare il prodotto, o almeno di smontarlo solo parzialmente;
- › minimizzare l'uso di vernici, lacche, rivestimenti, additivi ecc. che rendono il materiale più difficile da riciclare.

Per ulteriori approfondimenti sul tema dell'eco-design si vedano (Lewis & Gertsakis, 2001), (Tischner et al., 2000), (Fuad-Luke, 2002) e (IHOBE, 2000).

6 Bibliografia

Alberti G., Peressotti A., Pissi P., Zerbi G. 2008.

Forest ecosystem carbon accumulation during a secondary succession in the Eastern Prealps of Italy. *Forestry* 81(1):1-11.

Bargioni E., Zanzi Sulli A. 1998.

The production of fodder trees in Valdagno, Vicenza, Italy.

K. J. Kirby and C. Watkins (editors).

The Ecological History of European Forests. CAB International. pp. 43-52.

Bernetti G. 1995.

Silviculture. UTET Torino. pp. 150-160.

Berti S. 1992.

Caratteristiche tecnologiche e destinazione del legno prodotto, Accademia Nazionale di Agricoltura, Arboricoltura da Legno in collina e montagna. Bologna, Edagricole, pp. 99-114.

Berti S. 1995.

Caratteristiche tecnologiche e qualità del legno.

Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi 3, pp. 39-43.

Berti S., Brunetti M., Rescic L. 2003.

Manuale sulla valutazione della qualità degli assortimenti legnosi ritraibili dalle specie legnose pregiate. Corbetta (MI), Il Guado.

Berti S., Brun F., Corona P., Pettenella D. 2008.

Forest products: General issues connected to sustainability and efficient organization of the market. Proceedings of the III National Congress of Silviculture. October, 16-19, 2008.

Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, Italy. pp. 711-716.

Block D., Van Rees KCJ. 2002.

Canada. Forest harvesting impacts on soil properties and vegetation communities in the Northwest Territories. *Can. J. For. Res.* 32: 713-724.

Brown W. H. 1978.

Timbers of the world - Europe, No. 6. Timber Research and Development Association.

Longman. pp. 460.

Brunetti M., Fioravanti M., Uzielli L., Zanuttini R. 2008.

Modern uses of wooden products from Italian silviculture: Topicality and prospective.

Proceedings of the III National Congress of Silviculture. October, 16-19, 2008. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, Italy. pp. 737-741. Technological Characteristics and Sustainability Assessment of Short Forestry-Wood Chain for Alpine Hardwood Furniture.

Cavalli R., Urso T. 1996.

Xilologia. Padova, Ed. Libreria Progetto.

Cavalli R., Urso T. 1997.

Tecnologia del legno. Padova, Ed. Libreria Progetto.

Del Favero R., Abramo E., Zanella A. 1996.

La stima della qualità negli alberi in piedi, il caso del rovere e del frassino maggiore.

Italia Forestale e Montana. pp. 367-387.

European Committee for Standardization. *EN Standards.* Brussels, Belgium.

European Committee for Standardization. 2003. *EN 205 Adhesives.*

Wood adhesives for non-structural applications - Determination of tensile shear strength of lap joints. Brussels, Belgium. pp. 13.

Fuad-Luke A. 2002.

The ecodesign handbook. Spanish edition edited by Cartago.

Giordano G. 2010.

Manuale tecnico del legno. Consorzio LegnoLegno.

Giordano G. 1990.

Classification of wood species for use destination. Sviluppo Legno s.r.l. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Direzione Generale per l'Economia Montana e per le Foreste.

Firenze, Italy. pp. 282.

Hoadley R.B.

Understanding wood. Newton, Connecticut, The Taunton Press.

IHOBE. 2000.

Handbook for ecodesign implementation. Edito da "the Basque Country Government".

International Organization for Standardization. 1985.

ISO 3131 Wood. Determination of density for physical and mechanical tests. ISO, Geneva, Switzerland. pp. 4.

Lewis H., Gertsakis J. 2001.

Design + environment. A global guide to designing greener goods. Greenleaf Publishing.

Megahan W.F. 1980.

Nonpoint source pollution from forestry activities in the western United States: Results of research and research needs. In **U.S. Forestry and Water Quality: What Course in the 80s?** Proceedings of the Water Pollution Control Federation Seminar, Richmond, Virginia, June 19-20, 1980. pp. 92-151. Water Pollution Control Federation and Virginia Water Pollution Control Association.

MiPAF. 2007.

National forests and carbon sinks inventory. CRA- Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura. Trento, Italy. pp. 39.

Morandini M., Negri M., Pollini C. 2001.

Rese di segagione dell'Abete rosso e qualità degli assortimenti. Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi, vol. 7. pp. 31-36, ISSN: 1590-7805.

Mori P. 1997.

Idoneità all'uso, qualità e pregio del legname tondo. Sherwood , Foreste ed Alberi Oggi 9: 9-12

Nardi Berti R. 1978.

La struttura anatomica del legno ed il riconoscimento dei legnami italiani di più corrente impiego. Firenze, CNR – IVALSÀ.

Negri M., Allegretti O., Pollini C. 1999.

Standing trees grading of *Picea abies* to estimate the quality yields of sawn timber.

In: Proceedings of the 4th International Conference on Development of Wood Science, Wood Technology and Forestry. pp. 349-361, High Wycombe: Buckinghamshire Chilterns University College, ISBN: 0948314370, High Wycombe, England, 14-16 Luglio 1999.

Negri M., Marchal R. 1999.

Parametri per la sfogliatura del legno: il caso del faggio. Annali. Accademia Italiana di Scienze Forestali, vol. XLVIII. pp. 177-203, ISSN: 0515-2178.

Negri M., Pollini C., Tessadri B., Gaeti N., Sandak J. 2005.

Measuring the quality of large timber: an integrated approach.

In: Large Diameter Timber - Problem or Chance?. Lignovisionen, Wien: Verband Holzwirte Österreichs, ISSN: 1681-2808, BIEL, Svizzera, 5-6 Dicembre 2005.

Negri M., Tessadri B., Cuccui I. 2007.

Colour change of finished and non-finished hardwood in outdoor conditions.

In: Proceedings of ISCHP 2007 International Scientific Conference on Hardwood Processing. pp. 89-95, Quebec Canada, 24-26 Settembre 2007.

Negri M., Togni M. 1998.

Classificazione e valori caratteristici di segati di Castagno per impieghi strutturali.

In: Atti del Convegno Nazionale sul Castagno. Cison di Valmarino (TV) Italia, Settembre 1997.

Paolo M. 2002.

Vademecum per la Valorizzazione commerciale del legname tondo.

Firenze, Compagnia delle Foreste.

Patric J.H. 1976.

Soil Erosion in the Eastern Forest. J. For. 74:671-677.

Patterson D., Titmuss F. H. 1988.

Commercial timbers of the world, Fifth edition. Gower Technical Press, U.K. pp. 339.

Piussi P. 2006.

Close to nature forestry criteria and coppice management. Nature-based forestry in central Europe: Alternatives to industrial forestry and strict preservation. Studia Forestalia Slovenica n. 126. Ljubljana, Slovenia. pp. 27-37.

Pividori M. 2002.

A thinning trial in ash and maple stands in the Triangolo Lariano region (Lombardia – Italy).

International Conference on Management of Valuable Broadleaved Forests in Europe. Freiburg, Germany. pp. 8.

Pollini C., Negri M., Macchioni N., Brunetti M. 1998.

Valorizzazione del legno di Abete rosso trentino: parte I: metodologie per la caratterizzazione. Dendronatura, vol. 19. pp. 49-55, ISSN: 1121-7782

Ponge J.F., Chevalier R., Lousot P. 2002.

Humus Index: An Integrated Tool for the Assessment of Forest Floor and Topsoil Properties.
Soil Sci. Soc. Am. J. 66:1996- 2001.

Powers R.F., Tiarks A.E., Boyle J.R. 1998.

Assessing Soil Quality: Practicable Standards for Sustaining Forest Productivity in the United States. Soil Sci. Soc. Am. Special Publication Number 53.

Rothewell R.L. 1983.

Erosion and sediment control at road-stream crossings. The Forestry Chronicle 59(2): 62-66.

Sala S., Castellani V. 2011.

Atlante dell'ecoinnovazione. Milano, Franco Angeli editore.

Swank W.T., Douglass J.E., Cunningham G.B. 1982.

Changes in water yield and storm hydrographs following commercial clearcutting on a southern Appalachian catchment. In Hydrological Research Basins and Their Use in Water Resources Planning Symposium Proceedings, Bern, Switzerland. pp. 583-594.

The Swedish Environmental management Council. 2003.

Product-specific requirements for preparing an environmental product declaration (EPD) for Wood particledboards. PSR 2003:8.

Tischner U. et al. 2000.

How to do ecodesign? Edited by the German Federal Environmental Agency.

Wander M.M., Walter G.L., Nissen T.M., Bollero G.A., Andrews S.S., Cavanaugh-Grant D.A. 2002.

Soil Quality: Science and Process. Agron. J. 94:23-32

7 Glossario

7.1 Glossario dei termini utilizzati in Tecnologia del Legno (UNI EN 844)

Alburno - Zona esterna del legno che, nell'albero in piedi, contiene cellule viventi e conduce la linfa. (Frequentemente più chiaro del durame. Non sempre chiaramente differenziato dal durame).

Alterazione biologica - Degradazione dell'aspetto e/o delle proprietà meccaniche provocata da agenti biologici.

Alterazione di colore - Qualsiasi variazione del colore naturale del legno, non associata ad una perdita di resistenza. (Può essere causata da funghi, da esposizione alle intemperie, dal contatto con metalli, ecc.).

Anello annuale - Anello di accrescimento corrispondente ad un periodo di accrescimento di un anno.

Anello di accrescimento - Strato di legno prodotto durante una stagione vegetativa. (L'ampiezza degli anelli di accrescimento dipende dalla specie legnosa e dalle condizioni di crescita. Nelle zone temperate corrisponde all'anello annuale).

Acqua di imbibizione (o acqua libera) - Umidità contenuta negli spazi cellulari e intercellulari.

Acqua di saturazione - Umidità assorbita nelle pareti cellulari.

Arcuatura - Deformazione (curvatura) nel senso della lunghezza perpendicolarmente alla faccia.

Attacco di insetti - Deterioramento biologico causato da insetti.

Azzurramento - Colorazione variante dall'azzurro al nero, causata da funghi. (Normalmente interessa l'alburno di determinate specie legnose).

Bordo - Ciascuna delle due superfici longitudinali opposte più strette nei segati refilati.

Boule - Insieme dei segati non refilati ottenuti mediante segagione longitudinale a tagli paralleli successivi di un tronco e disposti gli uni sugli altri senza gli sciaveri, in modo da ricostituire la forma originale del tronco.

Caratteristica - Particolarità fisica, morfologica o di accrescimento del legno che può influenzare la sua utilizzazione.

Carie - Decomposizione del legno ad opera di funghi o altri microrganismi, che porta ad un ammorbidimento, ad una perdita progressiva di massa, di resistenza e spesso a cambiamenti di struttura e di colore.

Carie bianca - Carie provocata da funghi, che attaccano la cellulosa, le emicellulose e la lignina e che in generale scolorisce il legno.

Carie bruna; carie cubica - Carie provocata da funghi, che attaccano la cellulosa e le emicellulose, lasciando un residuo bruno friabile non attaccato di lignina. (È caratterizzata da fratture che si sviluppano lungo la fibratura e trasversalmente ad essa).

Carie soffice - Carie provocata da micro funghi, che attaccano la cellulosa e le emicellulose; riduce sensibilmente le caratteristiche di resistenza meccanica del legno. (Si sviluppa più frequentemente nel legno posto nel suolo o nell'acqua).

Cicatrice - Ferita superficiale che è stata completamente o in parte inclusa dall'accrescimento di un albero.

Cimale - Toppo ricavato dall'estremità più piccola di un tronco.

Cipollatura - Fessura che si sviluppa seguendo la direzione di un anello di accrescimento.

Coefficiente di rastremazione - Grado di riduzione del diametro del legno tondo in lunghezza o del tronco in altezza.

Coefficiente di rigonfiamento - Rigonfiamento secondo una data direzione anatomica per un punto percentuale di aumento di umidità. (Si ricava dividendo il rigonfiamento totale per il valore dell'umidità al punto di saturazione delle fibre).

Coefficiente di ritiro - Ritiro secondo una data direzione anatomica per un punto percentuale di riduzione di umidità del legno. (Si ricava dividendo il ritiro totale per il valore dell'umidità al punto di saturazione delle fibre).

Controfilo - Particolare condizione della superficie di un segato caratterizzata dalla presenza di fibre parzialmente distaccate e rialzate.

Cretto - Fessura stretta, corta e poco profonda. (Causata dal processo di essiccazione).

Cretto a zampa di gallina (stellatura) - Insieme di due o più fessure radiali sulla testata.

Cuore nero (del Frassino) - Colorazione anomala nera o marrone scuro del durame di talune specie (principalmente Frassino). Non necessariamente associata a carie.

Curvatura - Deviazione dell'asse longitudinale del legno tondo da una linea retta.

Degradazione da funghi - Deterioramento biologico causato da funghi.

Diametro mediano - Diametro a metà lunghezza.

Difetto di segagione - Irregolarità della superficie di un pezzo di legno dovuta alla segagione.

Deformazione - Modificazione della forma geometrica di un segato dovuta al processo di trasformazione e/o all'essiccazione e/o all'immagazzinamento.

Durabilità naturale - Resistenza propria del legno agli attacchi degli organismi lignivori.

Durame - Zona interna del legno che, nell'albero in piedi, non contiene più cellule viventi né conduce più la linfa. (Frequentemente più scuro dell'alburno. Non sempre chiaramente differenziato dall'alburno).

Ellitticità - Sezione di legno tondo, che presenta una significativa differenza tra il diametro maggiore ed il diametro minore.

Faccia - Ciascuna delle due superfici longitudinali opposte del segato più larghe oppure, se il segato presenta sezione quadrata, una qualsiasi delle superfici longitudinali.

Falcatura - Deformazione (curvatura) del segato nel senso della lunghezza perpendicolarmente al bordo.

Fessura - Separazione in senso longitudinale delle fibre.

Fessura radiale sulla testata - Fessura sulla testata a sviluppo radiale che si origina dal midollo.

Fessura sulla testata - Fessura che appare sulla superficie della testata. (Nel legno tondo può estendersi sotto forma di fessura laterale).

Fibratura - Direzione generale o disposizione delle fibre.

Foro da insetti - Galleria o apertura nel legno causata da insetti.

Fungo - Organismo privo di clorofilla, che ricava il proprio nutrimento da materia organica. (Può provocare un'alterazione biologica del legno).

Getto epicormico - Rametto o traccia di un rametto visibile sulla superficie periferica del fusto.

Impregnabilità - Facilità con cui il legno può venire penetrato da un liquido (per esempio un preservante del legno).

Imbarcamento - Deformazione (curvatura) del segato nel senso della larghezza.

Inclusione di alborno (lunatura) - Presenze nel durame di un anello parziale o completo avente il colore e le proprietà dell'alborno.

Inclusione di corteccia - Corteccia inclusa parzialmente o per intero nel legno.

Irregolarità del fusto - Porzione del fusto nella quale vi è una sensibile riduzione di diametro, per esempio in prossimità di un grosso ramo.

Legno ad umidità di trasporto (o commerciale) - Legno che ha un'umidità sufficientemente bassa per limitare lo sviluppo di alterazioni cromatiche, muffe ed alterazioni fungine durante il trasporto. (Il legno ad umidità di trasporto ha normalmente una umidità minore di 25%).

Legno di compressione - Legno di reazione che si forma tipicamente nella parte inferiore dei rami e dei fusti inclinati o curvati delle conifere.

Legno di reazione - Legno che presenta caratteri anatomici distintivi, formato tipicamente nelle porzioni del fusto inclinate o curvate e nei rami quando l'albero tende a ripristinare la posizione originale, se esso è stato perturbato. (Nelle latifoglie è noto come legno di tensione e nelle conifere come legno di compressione).

Legno di tensione - Legno di reazione che si forma tipicamente nella parte superiore dei rami e dei fusti inclinati o curvati delle conifere.

Legno di triturazione - Legno tondo destinato ad essere frammentato, mediante un procedimento meccanico ed eventualmente chimico per la produzione di pasta da carta o di pannelli a base di legno.

Legno giuntato a dita - Pezzo di legno costituito da due o più elementi di sezione simile incollati in corrispondenza delle loro estremità, mediante giunti a dita.

Legno primaticcio - Porzione dell'anello di accrescimento che si forma durante la parte iniziale di un periodo di accrescimento. (Spesso meno denso e più chiaro del legno tardivo).

Legno tardivo - Porzione dell'anello di accrescimento che si forma durante la parte terminale di un periodo di accrescimento. (Spesso più denso e più scuro del legno primaticcio).

Legno tondo - Albero abbattuto, sramato, privato del cimale, depezzato o meno, con esclusione in generale della legna da ardere.

Lotto - Quantità specificata o numero di articoli di un prodotto specificato.

Lunghezza - La distanza più breve tra le estremità di un elemento.

Midollo - Zona situata all'interno del primo anello di accrescimento, costituita principalmente da tessuto soffice.

Midollo affiorante - Midollo visibile per una parte o per l'intera lunghezza di una faccia o di un bordo.

Midollo eccentrico - Midollo posto ad una distanza significativa dal centro geometrico della sezione trasversale di legno tondo.

Midollo incluso - Midollo presente ma non visibile su alcuna faccia o bordo.

Muffa - Crescita fungina dall'aspetto lanoso o polverulento che può svilupparsi sulla superficie del legno in condizioni umide.

Nodo - Porzione di ramo inclusa nel legno.

Nodo a baffo (cinese) - Segno di forma ovale, sulla superficie periferica di latifoglie a corteccia sottile, che indica la presenza di una caratteristica interna, generalmente un nodo.

Nodo aderente - Nodo che, sulla superficie considerata, è collegato al legno circostante per più di 3/4 del perimetro della propria sezione.

Nodo cadente - Nodo non aderente, che non è più collegato solidalmente al legno circostante.

Nodo coperto - Nodo che non appare sulla superficie periferica del legno tondo.

Nodo marcio - Nodo alterato da carie.

Nodo non aderente - Nodo che, sulla superficie considerata, è collegato al legno circostante per meno di 1/4 del perimetro della propria sezione.

Nodo sano - Nodo che non presenta alcuna traccia di carie.

Nodo scoperto - Nodo visibile sulla superficie periferica del legno tondo.

Punto di saturazione delle fibre - Stato di un pezzo di legno nel quale le pareti cellulari sono sature di umidità, ma non vi è acqua nelle cavità cellulari. (L'umidità al punto di saturazione è circa 30% per i legnami delle zone temperate).

Punto teorico di troncatura - Punto in cui si valuta visivamente di sezionare un tronco o un fusto ai fini della classificazione.

Punto di troncatura - Punto di un tronco o di un toppe, in cui esso verrà sezionato.

Poro - Sezione trasversale di una cellula conduttrice di acqua, visibile sulle estremità di un elemento di legno.

Protuberanza - Rigonfiamento locale della superficie periferica del legno tondo. (Indica una possibile presenza di nodo coperto, corpi estranei, ecc.).

Raggio - Aggregato nastriforme di cellule, orientato in direzione radiale rispetto agli anelli di accrescimento.

Rastremazione - Graduale riduzione del diametro di un fusto secondo la sua altezza o nel legno tondo secondo la sua lunghezza.

Rigonfiamento - Aumento delle dimensioni di un elemento di legno a causa dell'aumento della sua umidità.

Rigonfiamento radiale - 1) Rigonfiamento del legno in una direzione normale agli anelli di accrescimento; 2) Rigonfiamento del legno in una direzione parallela a quella dei raggi parenchimatici

Rigonfiamento tangenziale - 1) Rigonfiamento del legno in una direzione tangenziale agli anelli di accrescimento; 2) Rigonfiamento del legno in una direzione normale a quella dei raggi parenchimatici.

Ritiro - Diminuzione delle dimensioni di un elemento di legno a causa della riduzione della sua umidità.

Ritiro radiale - 1) Ritiro del legno in una direzione normale agli anelli di accrescimento; 2) Ritiro del legno in una direzione parallela a quella dei raggi parenchimatici.

Ritiro tangenziale - 1) Ritiro del legno in una direzione tangenziale agli anelli di accrescimento; 2) Ritiro del legno in una direzione normale a quella dei raggi parenchimatici.

Scarto ammissibile - Combinazione degli scarti ammissibili superiore ed inferiore.

Sciàvero - Porzione esterna di un tronco, separata durante il processo di segagione, avente una faccia segata e l'altra costituita dalla superficie esterna del tronco.

Secondo toppe - Toppe ricavato da un tronco, situato tra il toppe basale ed il cimale.

Segato - Prodotto ottenuto a partire da tronchi o pezzi di legno massiccio di maggiori dimensioni mediante segagione o asportazione di trucioli secondo la direzione longitudinale, seguita da eventuale segagione trasversale e/o ulteriore lavorazione allo scopo di ottenere il livello di precisione richiesto.

Segato grezzo - Segato che non ha subito alcuna ulteriore lavorazione, rispondente agli scostamenti ammissibili prescritti.

Segato radiale - Rispetto ai raggi. Se i raggi non sono visibili si applica la seguente definizione: segato avente una faccia perpendicolare od approssimativamente perpendicolare rispetto agli anelli di accrescimento.

Segato refilato - Segato avente sezione trasversale di forma rettangolare con smussi, quando ammessi, non eccedenti i limiti specificati.

Segato tangenziale - Segato avente una faccia perpendicolare od approssimativamente perpendicolare rispetto ai raggi. Se i raggi non sono visibili si applica la seguente definizione: segati avente una faccia tangenziale o approssimativamente tangenziale rispetto agli anelli di accrescimento.

Smusso - Porzione della superficie arrotondata originale del tronco, con o senza corteccia, presente sulla faccia o sul bordo di un segato.

Sobbollimento - Stadio iniziale della carie, caratterizzato da venature o zone decolorate nel legno, in cui la struttura generale e le caratteristiche di resistenza meccanica rimangono più o meno immutate. (Si sviluppa prima dell'abbattimento o durante lo stoccaggio).

Sopra corteccia - Utilizzato insieme a un termine di misurazione, per esprimere il fatto che la misurazione include la corteccia.

Soprammisura - Lunghezza aggiunta alla lunghezza nominale per compensare la perdita di lunghezza dovuta alla troncatura.

Sotto corteccia - Utilizzato insieme a un termine di misurazione, per esprimere il fatto che la misurazione esclude la corteccia.

Spigolo - Linea di intersezione di due facce o di una faccia e un bordo.

Svergolamento - Deformazione del segato nel senso della lunghezza con andamento elicoidale.

Tasca di resina - Cavità lenticolare del legno, che contiene, o che ha contenuto, resina.

Tasso di accrescimento - Accrescimento espresso come larghezza media degli anelli di accrescimento.

Tessitura - Caratteristica visiva del legno, determinata dalla sua struttura anatomica e dalla larghezza e regolarità degli anelli di accrescimento.

Tessitura fine - Tessitura caratterizzata dalla presenza di cellule aventi dimensioni relativamente piccole, e/o anelli di accrescimento stretti e regolari.

Tessitura grossolana - Tessitura caratterizzata dalla presenza di cellule aventi dimensioni relativamente grandi, e/o anelli di accrescimento spessi o irregolari.

Toppo - Porzione sezionata di legno tondo.

Toppo basale - Toppo ottenuto dalla parte più grande di un tronco.

Toppo da sega - Toppo destinato alla trasformazione in segati.

Toppo da sfogliatura o da tranciatura - Toppo destinato alla trasformazione in sfogliati o tranciati (piallacci).

Tolleranza - Differenza tra lo scarto ammissibile superiore e lo scarto ammissibile inferiore.

Tronco (intero) - Legno tondo che non è stato ulteriormente depezzato.

Umidità - Massa dell'acqua contenuta nel legno, espressa come percentuale della sua massa anidra.

Umidità di equilibrio - Valore di umidità al quale il legno non assume o perde umidità in un dato ambiente.

7.2 Glossario LCA

LCA - compilazione e valutazione dei flussi in ingresso, in uscita e dei potenziali impatti ambientali relativi a un sistema di prodotto lungo tutto il suo ciclo di vita.

Ciclo di vita - fasi consecutive e collegate tra loro di un sistema di prodotto, dall'estrazione delle materie prime allo smaltimento finale.

Confini del sistema - Definizione delle attività incluse nel sistema oggetto di studio. Poiché l'analisi del ciclo di vita può riguardare anche solo alcune fasi del ciclo di vita del prodotto/servizio analizzato (es: dall'estrazione delle materie prime alla produzione del prodotto, escludendo la commercializzazione, l'uso ed il fine vita) è necessario dichiarare quali sono le fasi considerate nello studio, definendo il confine tra le attività incluse e quelle escluse.

Dati primari - Dati di inventario provenienti da rilevamenti diretti (es: misure in campo).

Dati secondari - Dati di inventario provenienti da studi pubblicati in letteratura, da banche dati specifiche per l'analisi del ciclo di vita (es: Ecoinvent, BUWAL, IVAM) o da manuali tecnici.

Dati terziari - Dati di inventario provenienti da stime, da dati relativi a simulazioni di laboratorio o derivati dall'applicazione di modelli.

Inventario - Raccolta dei dati di input e output (flussi in entrata e in uscita per ogni unità di processo considerata) che costituiscono la base per il calcolo degli impatti del sistema da valutare.

Processo - insieme di azioni correlate o interattive che trasformano i flussi che entrano nel sistema in flussi in uscita e prodotti.

Prodotto - ogni bene o servizio.

Sistema di prodotto - insieme delle unità di processo costituite da flussi elementari e di prodotti, le quali compiono una o più funzioni definite e costituiscono il ciclo di vita del prodotto o processo.

Unità (fase) di processo - la più piccola parte di processo presa in considerazione nell'inventario, per cui sono stati quantificati i flussi in ingresso e in uscita.

Unità funzionale - prestazione quantificata di un sistema di prodotto utilizzata come unità di riferimento.

8 Allegati

Allegato 1.

Metodologia LCA - Scheda Cantiere Forestale - (GRISS)

Allegato 2.

Metodologia LCA - Scheda motosega- (GRISS)

Allegato 3.

Metodologia LCA - Scheda per Esbosco, Accastamento e Carico - (GRISS)

Allegato 4.

Metodologia LCA - Scheda raccolta dati per gli arredi - (GRISS)

Allegato 5.

Scheda di rilievo analitica: condizioni stazionali - (CNR-IVALSA)

Allegato 6.

Scheda di rilievo analitica: caratteristiche delle piante in piedi - (CNR-IVALSA)

Allegato 7.

Scheda di rilievo speditiva: valutazione delle piante in piedi - (CNR-IVALSA)

Allegato 8.

Cenni sui processi di essiccazione: note generali e casi applicativi nel BOMO (CFLI)

*Tutte gli allegati, le schede compilabili, istruzioni di compilazione e requisiti di classificazione sono scaricabili dalla sezione materiali del sito internet dedicato al progetto: **www.boscomobile.it**.*

Allegato 1. Metodologia LCA - Scheda Cantiere Forestale (GRISS)

SCHEDA CANTIERE FORESTALE

INFORMAZIONI DI BASE DEL CANTIERE

Proprietà _____ Nome Società Forestale _____

Riferimenti D.I.A.F. (Codice/Ente/Anno, etc) _____

LOCALIZZAZIONE

Comune/Provincia/Stato _____

Riferimenti cartografici _____

Sistema di Riferimento _____

CANTIERE

Parametro	Quantità	Unità di misura	Parametro	Quantità	Unità di misura
Q.tà esboscata TOTALE			Q.tà esboscata GIORNALIERA		
Q.tà tagliata TOTALE			Q.tà tagliata GIORNALIERA		
Durata cantiere		giorni	DATA INIZIO		
Giorni di lavoro		giorni	DATA FINE		
Ore di lavoro		ore/giorno	N. Operai		Operai/ora

CRONOLOGIA FASI
(es.: abbattimento, allestimento, esbosco...)

1
2
3
(...)

NOTE

CARATTERISTICHE DEL BOSCO

Tipologia	?	Fustaia
	?	Ceduo
	?	Ceduo composto

Altre caratteristiche rilevanti (descrizione)

(...)

Scheda Cantiere Forestale (continua)

DITTE		Numero operai impiegati nel cantiere	Macchinari di proprietà della ditta impiegati nel cantiere (tipologia e quantità)	NOTE
Ragione Sociale e Contatti	Numero dipendenti			
Numero totale ditte:		Numero totale operai impiegati nel cantiere		
		Numero totale macchinari impiegati nel cantiere		

DEPOSITO – specificare sempre per ogni casella, l'unità di misura				
Luogo di deposito	Tipologia legna (es. cippato, tronchi, ecc.)	Quantità depositata	Tempo di deposito	NOTE

Scheda Cantiere Forestale (continua)

TRASPORTO - specificare sempre per ogni casella, l'unità di misura

Le informazioni richieste si riferiscono al mezzo di trasporto.
Se il mezzo di trasporto è lo stesso descritto in una scheda, specificare il numero della scheda

da	distanza	tipologia	scheda N.
		marca/modello/anno	note
a	vel. media	combustibile/consumi	
da	distanza	tipologia	scheda N.
		marca/modello/anno	note
a	vel. media	combustibile/consumi	
da	distanza	tipologia	scheda N.
		marca/modello/anno	note
a	vel. media	combustibile/consumi	
da	distanza	tipologia	scheda N.
		marca/modello/anno	note
a	vel. media	combustibile/consumi	

ALLESTIMENTO CANTIERE: misure di tutela ambientale

(descrizione dell'allestimento del cantiere focalizzando su accorgimenti e criticità rispetto la tutela del bosco e dell'ambiente)

TRATTAMENTO SCARTI

(descrizione su destinazione e trattamento scarti, es. ramaglie ecc, se lasciate in sito specificare in che quantità e come)

RIPRISTINO SITO

(descrizione dettagliata delle modalità di ripristino del sito previste o eseguite dopo disallestimento cantiere)

Allegato 2. Metodologia LCA - Scheda motosega (GRISS)

SCHEDA MOTOSEGA O ALTRO MACCHINARIO PER LA FASE DI TAGLIO

Uno stesso strumento può essere utilizzato sia in abbattimento che in allestimento – In questo caso si devono comunque compilare le due schede. Se sono utilizzati più strumenti con le stesse caratteristiche e modalità è necessario specificare il numero di strumenti, senza compilare ulteriori schede.

SCHEDA MACCHINARIO

N°

Questa scheda vale per N°

macchinari in fase di taglio

Operazione	Abbattimento	Macchinario	Lo stesso di schede precedenti?	Sì	No
	Allestimento			Se sì, specificare numero	

Marca/modello/anno

Caratteristiche (specificare)	Unità di misura	Caratteristiche (specificare)	Unità di misura
Produttività		Altro	
Consumo combustibile		Altro	
Altri consumi		Altro	
Tempo di funzionamento		Altro	

Eventuali note e utilizzo macchinario (descrizione)

Allegato 3. Metodologia LCA - Scheda per Esbosco, Accatastamento e Carico (GRISS)

SCHEDA PER LE FASI DI ESBOSCO, ACCATASTAMENTO, CARICO. Numerare le schede!

Schede per strumento in fase _____

Se sono utilizzati più strumenti con le stesse caratteristiche e modalità, è necessario specificare il numero di strumenti, senza compilare ulteriori schede.

SCHEDA MACCHINARIO

N°

Questa scheda vale per N° _____

macchinari

Fase

Modalità

Macchinario

Marca/modello/anno

Produttività

(specificare unità di misura)

Misura

Stima

(descrizione utilizzo macchinario - note)

Trattore d'ausilio

Note

Marca/modello/anno

Potenza (specificare unità di misura)

Carburanti/alimentazione

Consumi

Altro

(descrizione altri elementi rilevanti)

Allegato 4

Metodologia LCA - Scheda raccolta dati per gli arredi (GRISS)

ISTRUZIONI PER LA COMPILAZIONE

Questa scheda è stata realizzata per la raccolta dei dati relativi alle fasi del processo di produzione del prodotto in esame ed è suddivisa in una serie di fogli di lavoro. Di seguito si propone una breve descrizione degli stessi.

Fasi del processo: in questo foglio è prevista la compilazione di due parti: una prima in cui viene sinteticamente descritto l'intero processo produttivo e una seconda in cui vengono elencate in ordine consecutivo le fasi che lo compongono.

Fase di processo 1, 2,...n: lo schema proposto rappresenta il sunto dei dati necessari. Ove presenti e noti, devono essere introdotti i dati di interesse comprensivi (obbligatoriamente) di nome, quantità e unità di misura in riferimento all'unità funzionale scelta per lo studio (si veda glossario). La redazione è necessaria per tutte le fasi, con la possibilità di aggiungere o eliminare voci dove opportuno. La voce "trasporto" comprende sia la descrizione dei percorsi per la ricezione delle materie prime dal luogo di approvvigionamento, sia il trasporto dei prodotti di output in sedi diverse da quella in cui avvengono le trasformazioni, sia il trasporto di eventuali prodotti di scarto verso i siti di smaltimento. È importante introdurre nella descrizione anche i dati relativi alla produttività di eventuali macchinari utilizzati nella fase di processo (oraria, giornaliera, ecc...), nel caso in cui questi non possano essere ricondotti all'unità funzionale.

SCHEDA RIASSUNTIVA DELLE FASI DEL PROCESSO

BREVE DESCRIZIONE DELL'INTERO PROCESSO

FASI DEL PROCESSO IN ORDINE CONSECUTIVO

Fase 1

Fase 2

Fase 3

...

...

...

...

...

...

Fase n

Scheda raccolta dati per gli arredi (continua)

SCHEDA PER LA FASE DI PROCESSO _____

DESCRIZIONE DELLA FASE DI PROCESSO

INPUT (MATERIALI E/O PRODOTTI IN INGRESSO)

Nome	Descrizione	Quantità	UM	Note

OUTPUT (MATERIALE E/O PRODOTTI IN USCITA)

Nome	Descrizione	Quantità	UM	Note

SCARTI DEL PROCESSO (MATERIALI DI SCARTO E/O CALORE DISPERSO E/O ACQUE DI RIFIUTO)

Nome	Descrizione	Quantità	UM	Note

EMISSIONI (IN ARIA, ACQUA, SUOLO)

Nome	Descrizione	Quantità	UM	Note

TRASPORTO

Modalità di trasporto e specifiche mezzo	Distanza	UM	Note

CONSUMI ENERGETICI

Tipo e fonte di energia	Quantità	UM	Note

CONSUMO DI ACQUA

Fonte di approvvigionamento	Quantità	UM	Note

ESEMPIO Scheda raccolta dati per gli arredi (continua)**SCHEDA PER LA FASE DI PROCESSO****DESCRIZIONE DELLA FASE DI PROCESSO**

Vengono considerate la carta necessaria per la stampa, l'inchiostro utilizzato, i consumi energetici correlati

INPUT (MATERIALI E/O PRODOTTI IN INGRESSO)

Nome	Descrizione	Quantità	UM	Note
Carta	Carta per quotidiano riciclata	x	kg	...
Carta	Carta per quotidiano	y	kg	...
Inchiostro		z	kg	...

OUTPUT (MATERIALE E/O PRODOTTI IN USCITA)

Nome	Descrizione	Quantità	UM	Note
Giornale	Prodotto finito	1	pezzo	...

EMISSIONI (IN ARIA, ACQUA, SUOLO)

Nome	Descrizione	Quantità	UM	Note
SO _x	Aria	x	kg	...
CO ₂	Aria	y	kg	...
PM ₁₀	Aria	z	kg	...

TRASPORTO

Modalità di trasporto e specifiche mezzo	Distanza	UM	Note
Camion 16-32 t, euro 3	k	km	Trasporto carta da luogo A a luogo B
Treno	m	km	Trasporto inchiostro da luogo C a luogo B

CONSUMI ENERGETICI

Tipo e fonte di energia	Quantità	UM	Note
Elettricità, rete elettrica basso voltaggio	i	kWh	Consumo energetico del macchinario per la stampa di un quotidiano
Elettricità, fotovoltaico	x	kWh	Consumo energetico del macchinario per la stampa di un quotidiano

Allegato 5. Scheda di rilievo analitica: condizioni stazionali (CNR - IVALSÀ)

SCHEDA DI RILIEVO - Parametri Stazionali							
Comune di				Data Rilievo			
Particella n°				Area di saggio n°			
Riferimenti cartografici				Quota Altimetrica			
Coordinate Geografiche Latitudine				Longitudine			
Esposizione	N	NE	E	SE	S	SW	W NV
Profondità Suolo	☐ Superficiale Suolo compreso fra piano campagna e 1 metro di profondità		☐ Mediamente profondo Suolo compreso fra piano campagna e 1 metro di profondità		☐ Profondo Suolo di profondità maggiore di 1 metro		
Classe di pendenza	☐ Terreno Pianeggiante Pendenza tra 0 e 20%	☐ Terreno inclinato Pendenza tra 20 e 40%	☐ Terreno scosceso Pendenza tra 40 e 60%	☐ Terreno ripido Pendenza tra 60 e 80%	☐ Terreno molto ripido Pendenza > 80%		
Classe di accidentalità	☐ Poco accid. Presenza di ostacoli su una superficie inferiore ad 1/3 della superficie		☐ Mediamente accid. - Presenza di ostacoli su una superficie compresa tra 1/3 e 2/3 della superficie		☐ Fortemente accid. Presenza di ostacoli su una superficie superiore a 2/3 della superficie		
Gestione	Ceduo	☐ Transizione	☐ Fustaia	Trattamento			
Età stimata del bosco: _____anni				Rilevatore:			

Questa tabella è un memento per la compilazione della "Scheda qualità pianta"

CLASSI	①	②	③
Classi di rettilineità	Rettilineo	Modesta curvatura/e	Marcata curvatura/e
Classi di rastremazione	Poco rastremato	Mediam. rastremato	Molto rastremato
Classi verticalità	Verticale	Poco inclinato	Molto inclinato

Allegato 6. Scheda di rilievo analitica: caratteristiche delle piante in piedi (CNR - IVALS)

SCHEDA DI RILIEVO - Qualità della pianta

Altezza pianta (dendrometrica): m	Diametro max a petto d'uomo: cm		Diametro min a petto d'uomo: cm	
☐ Faggio ☐ Acero ☐ Frassino ☐ Tiglio ☐ Castagno ☐ (altro)				
lunghezze (m)	Hi: Altezza i) della biforcazione ii) dell'inserzione del primo ramo della chioma di Ø stimato > 8 cm o Ø del tronco < 15 cm		h1...x: altezza inizio toppo T1: lunghezza massima utile (≥ 2 m, ottimale ≥ 3 m), delimitata con i criteri: • toppo libero da nodi di Ø stimato > 6 cm • toppo libero da difetti rilevanti • toppo rettilineo	
Nodi sani Numero di nodi sani delle classi di diametro presenti nei topi T1...x	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____
Nodi marci Numero di nodi marci delle classi di diametro presenti nei topi T1...x	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____
Nodi coperti (protuberanza) Numero di nodi coperti delle classi di diametro presenti nei topi T1...x	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____	1/3 cm n.: _____ 3/6 cm n.: _____ > 6 cm n.: _____
Rettilineità ① ② ③ Marcare la classe identificata	Rastremazione ① ② ③ Marcare la classe identificata		Verticalità ① ② ③ Marcare la classe identificata	
Sezione tronco (se manca diam. 2) Indicare in mancanza del secondo diametro	☐ Rotonda o modesta ovalità		☐ Ovalità accentuata	
Fibratura regolare da indicare solo se si intuisce l'andamento della fibratura dalla corteccia	☐ Sì		☐ No	☐ Ignoto
Rami epicormici tra base e chioma quando il numero di rametti epicormici è > n.3	☐ Sì		☐ No	
Presenza di scanalature o contrafforti quando la rientranza o protuberanza è > n.5	☐ Sì		☐ No	
Presenza significativa di fori di insetti quando il numero di fori di sfarfallamento è > n. 5 di Ø > 2 mm	☐ Sì		☐ No	
Presenza significativa di carie quando è presente almeno una cicatrice o carpofori	☐ Sì		☐ No	
Sviluppo chioma	☐ Simmetrica		☐ Asimmetrica	

N.B. Le schede sopra riportate sono comprensive di "memorandum per la compilazione", ossia le parti in grassetto all'interno delle celle di individuazione del carattere da considerare. Le schede senza note, che risultano più compatte e di più immediata lettura, da usarsi in campo sono scaricabili nell'area Materiali del sito dedicato al progetto: www.boscomobile.it

Allegato 7. Scheda di rilievo speditiva: valutazione delle piante in piedi (CNR - IVALS)

Requisiti di classificazione dell'Acero

Acero								
Dimensioni		AC/A	AC/A-	AC/B	AC/B-	AC/C	AC/C-	AC/D ²
Lunghezza (m) ¹		3	3	3	3	2	2	nessun limite
	Diametro (cm) ¹	35	nessun limite	30	nessun limite	20	nessun limite	nessun limite
Nodi	Sani visibili	non ammessi	non ammessi	Σ10 cm / 2 m	Σ10 cm / 2 m	Σ 15 cm / 2 m	Σ15 cm / 2 m	ammessi
	Coperti	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	1 / 2 m	1 / 2 m	ammessi
	Cariati visibili	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	Σ 8 cm / 2 m	Σ 8 cm / 2 m	ammessi
Freccia semplice		≤ 6 cm / 2 m	≤ 6 cm / 2 m	≤ 6 cm / 2 m	≤ 8 cm / 2 m	≤ 8 cm / 2 m	ammessa	ammessa
Fori di insetti		non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi
Carie		non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse

Nota 1 - La lunghezza ed il diametro devono essere misurati secondo EN 1309-2:2006.
 Nota 2 - Per tutte le caratteristiche, nella classe AC/D più del 40% del volume del legno deve essere utilizzabile.

Procedura di classificazione delle piante in piedi di Acero:

1. misurazione del diametro inferiore a petto d'uomo
2. misurazione del diametro perpendicolare al precedente
3. suddivisione virtuale del fusto in topi di lunghezza di 3 m, ove possibile, e comunque non inferiore a 2 m
4. la delimitazione dei topi virtuali deve essere determinata dalla presenza di nodi > 8 cm, o da curvatura del fusto o da altri difetti rilevanti, osservando il fusto da due posizioni opposte
5. i topi virtuali saranno denominati T1, T2, T3 ... ecc. a partire dal topo basale
6. stima della sommatoria dei diametri dei nodi sani visibili sulla lunghezza di 2 m
7. verifica della presenza o dell'assenza di nodi coperti (protuberanze)
8. stima della sommatoria dei diametri dei nodi carati visibili sulla lunghezza di 2 m
9. stima della freccia su base 2 m
10. verifica della presenza di fori di insetti
11. verifica della presenza di carie

Allegato 7. Scheda di rilievo speditiva: valutazione delle piante in piedi (CNR - IVALS)

Requisiti di classificazione del Faggio

Faggio								
Dimensioni		F/A	F/A-	F/B	F/B-	F/C	F/C-	F/D ²
Dimensioni	Lunghezza (m) ¹	3	3	3	3	2	2	nessun limite
	Diametro (cm) ¹	35	nessun limite	30	nessun limite	25	nessun limite	nessun limite
Nodi	Sani visibili	non ammessi	non ammessi	2 nodi / 2 m	2 nodi / 2 m	ammessi	ammessi	ammessi
	Coperti	non ammessi	non ammessi	2 nodi / 2 m	2 nodi / 2 m	ammessi	ammessi	ammessi
	Cariati visibili	non ammessi	non ammessi	$\sum \leq 2,5 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\sum \leq 2,5 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\sum 8 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\sum 8 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	ammessi
	Freccia semplice	$\leq 4 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\leq 4 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\leq 8 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\leq 8 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\leq 16 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	$\leq 16 \text{ cm} / 2 \text{ m}$	ammessa
	Ovalità (Ellitticità)	< 15 %	< 15 %	nessun limite	nessun limite	nessun limite	nessun limite	nessun limite
	Fori di insetti	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	ammessi
	Carie	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	ammesse

Nota 1 - La lunghezza ed il diametro devono essere misurati secondo EN 1309-2:2006.
 Nota 2 - Per tutte le caratteristiche, nella classe F/D più del 40% del volume del legno deve essere utilizzabile.

Procedura di classificazione delle piante in piedi di Faggio:

1. misurazione del diametro inferiore a petto d'uomo
2. misurazione del diametro perpendicolare al precedente
3. suddivisione virtuale del fusto in topi di lunghezza di 3 m, ove possibile, e comunque non inferiore a 2 m
4. la delimitazione dei topi virtuali deve essere determinata dalla presenza di nodi > 8 cm, o da curvatura del fusto o da altri difetti rilevanti, osservando il fusto da due posizioni opposte
5. i topi virtuali saranno denominati T1, T2, T3 ... ecc. a partire dal topo basale
6. conteggio del numero dei nodi sani visibili sulla lunghezza di 2 m
7. conteggio del numero dei nodi coperti (protuberanze) visibili sulla lunghezza di 2 m
8. stima della sommatoria dei diametri dei nodi carati visibili sulla lunghezza di 2 m
9. stima della freccia su base 2 m
10. misurazione dei diametri minimo e suo perpendicolare per la verifica dell'ovalizzazione
11. verifica della presenza di fori di insetti
12. verifica della presenza di carie

Allegato 7. Scheda di rilievo speditiva: valutazione delle piante in piedi (CNR - IVALS)

Requisiti di classificazione del Frassino

Frassino								
Dimensioni		FR/A	FR/A-	FR/B	FR/B-	F/C	FR/C-	FR/D ²
Dimensioni	Lunghezza (m) ¹	3	3	3	3	2	2	nessun limite
	Diametro (cm) ¹	40	nessun limite	35	nessun limite	20	nessun limite	nessun limite
Nodi	Sani visibili	non ammessi	non ammessi	Σ 10 cm / 2 m	Σ 10 cm / 2 m	Σ 15 cm / 2 m	Σ 15 cm / 2 m	ammessi
	Coperti	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	1 / 2 m	1 / 2 m	ammessi
	Cariati visibili	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	Σ 8 cm / 2 m	Σ 8 cm / 2 m	ammessi
Freccia semplice		≤ 6 cm / 2 m	≤ 6 cm / 2 m	≤ 8 cm / 2 m	≤ 8 cm / 2 m	ammessa	ammessa	ammessa
Fori di insetti		non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	non ammessi	ammessi
Carie		non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	non ammesse	ammesse

Nota 1 - La lunghezza ed il diametro devono essere misurati secondo EN 1309-2:2006.
 Nota 2 - Per tutte le caratteristiche, nella classe FR/D più del 40% del volume del legno deve essere utilizzabile.

Procedura di classificazione delle piante in piedi di Frassino:

- › 2. misurazione del diametro perpendicolare al precedente
- › 1. misurazione del diametro inferiore a petto d'uomo
- › 2. misurazione del diametro perpendicolare al precedente
- › 3. suddivisione virtuale del fusto in topi di lunghezza di 3 m, ove possibile, e comunque non inferiore a 2 m
- › 4. la delimitazione dei topi virtuali deve essere determinata dalla presenza di nodi > 8 cm, o da curvatura del fusto o da altri difetti rilevanti, osservando il fusto da due posizioni opposte
- › 5. i topi virtuali saranno denominati T1, T2, T3 ... ecc. a partire dal toppe basale
- › 6. stima della sommatoria dei diametri dei nodi sani visibili sulla lunghezza di 2 m
- › 7. verifica della presenza o dell'assenza di nodi coperti (protuberanze)
- › 8. stima della sommatoria dei diametri dei nodi carciati visibili sulla lunghezza di 2 m
- › 9. stima della freccia su base 2 m
- › 10. verifica della presenza di fori di insetti
- › 11. verifica della presenza di carie

N.B. Le schede speditive sopra riportate rappresentano l'estratto delle regole di classificazione da utilizzarsi nella determinazione della classe qualitativa da assegnare al soggetto arboreo oggetto di stima. Per la compilazione in campo utilizzare la scheda inserita a pag. 94 scaricabile dalla sezione materiali del sito internet dedicato al progetto: www.boscomobile.it

Allegato 8. Cenni sui processi di essiccazione: note generali e casi applicativi nel BOMO (CFLI)

Nella *case of study* BOMO il processo di essiccazione si è reso necessario per condizionare i provini destinati alle prove meccaniche e per rendere idonei ai processi di incollaggio le tavolette impiegate per la fabbricazione dei pannelli a 3 strati utilizzati per i prototipi. Per contestualizzare i processi utilizzati nel caso di studio si forniscono brevi note generali desunte dalla letteratura.

8.1 Note Generali

L'essiccazione è un PROCESSO indispensabile in ogni trasformazione del legno ed è un fattore determinante per la qualità dei prodotti in legno, poiché essiccando si conseguono i seguenti obiettivi:

» la protezione dagli attacchi di molti agenti patogeni, che si riflette direttamente in migliore qualità e maggiori possibilità di stoccaggio, infatti:

- tutti i funghi attaccano il legno solo ad umidità superiore al 18-20%;
- le larve di insetti lignivori muoiono grazie alle elevate temperature raggiunte nell'essiccazione artificiale;

» il miglioramento delle caratteristiche fisico-meccaniche;

» la possibilità di eseguire incollaggi e finiture;

» la riduzione del peso, ovvero il contenimento dei costi di trasporto.

Il processo di essiccazione assorbe una grande quantità dell'energia impiegata per la trasformazione del legno poiché la quantità di acqua nel legno fresco è elevata (può superare il 200% del suo peso secco). Infatti l'energia necessaria per eliminare l'acqua è pari a 44.2 kJ/mol a 20°C per l'acqua libera (oltre il 30% di umidità del legno) e superiore a questo valore per l'acqua capillare ed igroscopica, che ha legami con la parete cellulare (sotto il 30% di umidità del legno).

8.1.1 Modalità di essiccazione

Salvo casi particolari, l'essiccazione avviene grazie alla circolazione di aria calda ed asciutta sulla superficie del legno. Pertanto, i fattori determinanti sono: la temperatura dell'aria, la sua umidità relativa e la sua velocità.

I primi due fattori sono strettamente correlati, poiché l'aumento di temperatura di una massa d'aria ne riduce l'umidità relativa, ovvero la capacità di asportare umidità dalla superficie del legno. Il terzo fattore è comunque determinante, poiché l'aria ferma risulta rapidamente saturata.

In generale, la stagionatura naturale ha il vantaggio del minor costo in termini energetici e di impiantistica, ma ha lo svantaggio della maggiore durata (immobilizzo di capitale), del maggior rischio di insorgenza di difetti e dell'impossibilità di ottenere un contenuto di umidità inferiore ai valori di equilibrio con l'atmosfera ambiente.

I processi sono diversi e possono essere combinati variamente in funzione delle specie legnose, delle condizioni aziendali e degli obiettivi specifici. Tuttavia si può fare riferimento alle modalità di seguito elencate:

- » a. stagionatura naturale e essiccazione sotto tettoia;
- » b. essiccazione in cella a convezione;
- » c. essiccazione sotto vuoto;
- » d. essiccazione a radiofrequenza.

La stagionatura naturale è applicata essenzialmente a tavolame (spesso come pre-essiccazione) e legna da ardere. La corretta impostazione del piazzale prevede un buon drenaggio del terreno, il sollevamento da terra dei pacchi e una adeguata circolazione d'aria. Nel caso dei segati, l'essiccazione avviene in cataste (o "pacchi"), accuratamente listellati e coperti. Il corretto accatastamento consente un flusso d'aria uniforme ed è essenziale come mezzo per mantenere piani i segati durante l'essiccazione. I listelli devono essere ben essiccati, rettilinei e di sezione uniforme, con spessore in funzione dello spessore del tavolame e della velocità di essiccazione desiderata. In molte segherie di conifere, i macchinari che accatastano sono completamente automatizzati e il posizionamento dei listelli è meccanizzato. La spaziatura dei listelli e dei travetti è normalmente di 60-80 cm. Per i segati di conifere la stagionatura naturale non è il migliore metodo di essiccazione, sia in termini economici che qualitativi. Per i segati di latifoglie, specialmente delle qualità superiori, la stagionatura è invece ancora accettabile. L'essiccazione sotto tettoia (a ventilazione forzata o naturale) permette di ottenere una qualità più elevata che nella stagionatura convenzionale ed i tempi di essiccazione sono normalmente gli stessi o più brevi. Tipicamente, la tettoia di essiccazione contiene segati listellati con una spaziatura tra le cataste contigue di almeno 60 cm, da bordo a bordo. Le pareti possono essere aperte quando è accettabile una essiccazione più rapida. Mantenere i segati in essiccazione al riparo dal sole e dalla pioggia migliora notevolmente la qualità dell'essiccazione con un limitato prolungamento del tempo necessario.

Gli **essiccatori convenzionali a convezione** o più semplicemente (e impropriamente) "forni" sono le macchine che rappresentano la tecnologia oggi più diffusa a livello industriale, per il legno massiccio.

Per molti riguardi, la progettazione delle celle e le tabelle di essiccazione sono cambiati molto poco negli ultimi 50 anni.

Velocità lievemente maggiori riflettono una tendenza generale a fare iniziare l'essiccazione in cella a valori di umidità del legno più elevati, dove velocità più alte si traducono in essiccazione più rapida. Parallelamente all'aumento delle velocità si è diffuso l'uso di controlli computerizzati che consentono una misurazione ed un monitoraggio più stretto delle temperature e dell'umidità delle celle. Molti sistemi usano sensori che misurano grandezze fisiche poi convertite in umidità del legno in varie parti delle cataste. La computerizzazione ha consentito di frazionare molto di più l'incremento di temperatura e velocità dell'aria, con maggiore gradualità. Allo stesso modo, la concentrazione di acidi ed agenti inquinanti (VOC = volatile organic compounds) nelle emissioni gassose degli impianti a vapore ha imposto all'industria un adeguamento delle apparecchiature di abbattimento e monitoraggio.

Il principio fondamentale che sta alla base dell'**essiccazione sotto vuoto** è che quando il legno è posto sotto vuoto, l'acqua nel legno va in ebollizione ed esce rapidamente da esso a temperature inferiori a 100 °C. L'essiccazione sotto vuoto presenta la maggior parte dei vantaggi, e nessuno degli inconvenienti, dell'essiccazione ad alta temperatura. Le celle sotto vuoto commerciali permettono di raggiungere un vuoto che riduce il punto di ebollizione dell'acqua a 43 °C. L'essiccazione sotto vuoto è una pratica diffusa in Europa. Il suo principale vantaggio è la versatilità e la velocità nell'essiccazione di grandi sezioni, perché i sistemi di essiccazione convenzionale possono richiedere tempi eccessivi o comportare eccessive perdite di qualità. Impianti medio-piccoli sono diffusi anche presso falegnamerie artigiane specializzate (ad es. presso i serramentisti).

Recentemente sono stati messi a punto impianti pilota per l'**essiccazione a radiofrequenza**. Il grande vantaggio di questa tecnica è la riduzione dei difetti dovuti a "tasche" di umidità e la riduzione dei gradienti di umidità nella sezione, poiché il calore sviluppato è maggiore dove l'umidità è maggiore. Anche i tempi di essiccazione possono venire diminuiti, rispetto agli impianti tradizionali (con qualità migliore). L'elevato costo dell'energia elettrica resta il fattore limitante per questa tecnologia.

8.1.2 Impostazione e controllo dell'essiccazione

Il ciclo di essiccazione deve essere impostato in funzione dell'umidità iniziale del legno, della sua variazione nel lotto e dell'impiantistica disponibile. Esistono numerose tabelle, nonché strumentazioni capaci di adattare automaticamente le condizioni termoigrometriche dell'essiccatoio alle rilevazioni eseguite. Ogni ciclo segue comunque tre fasi distinte:

- › il **riscaldamento**: si deve elevare la temperatura del legno mantenendo elevato tenore di umidità dell'aria;
- › l'**essiccazione**: si sfrutta al meglio l'energia fornita per far evaporare ed evacuare l'acqua contenuta nel legno senza causare eccessivi gradienti di umidità;
- › il **condizionamento**: si tende a ridurre al minimo i gradienti di umidità.

I cicli vengono normalmente impostati in base a specie legnosa, umidità iniziale, spessore dei pezzi. Alcune specie risultano più difficili da essiccare a causa di una bassa permeabilità, di una forte eterogeneità nel contenuto di umidità, di elevata tendenza alla fessurazione od ai collassi. In generale, ma con numerose eccezioni, maggiore è la densità del legno e lo spessore dei pezzi, maggiori sono le difficoltà di essiccazione. La mancanza di esperienza, anche relativamente ad una provenienza diversa a parità di specie legnosa, impone sempre prudenza. L'essiccazione viene seguita attraverso la perdita di umidità di pezzi campione opportunamente disposti nel lotto, in maniera rappresentativa delle diverse condizioni di esposizione. Le tecniche di misura dei gradienti di umidità nella sezione e delle tensioni interne sono molto semplici e normalizzate dall'UNI. Il ricorso ad un sufficiente campionamento consente di conoscere con precisione l'evoluzione del contenuto di umidità e condurre l'essiccazione in maniera da ottimizzare la sua durata evitando l'insorgenza di difetti.

8.1.3 Difetti di essiccazione

I difetti di essiccazione sono ritenuti una delle più importanti fonti di degrado del legno, sia in termini qualitativi che quantitativi. Quelli più tipici sono i seguenti:

- › **tensioni interne residue**, che si manifestano al momento del taglio della tavola con deformazioni molto accentuate. Le tensioni interne sono anche all'origine delle fessurazioni e dei collassi.
- › **Fessurazioni superficiali**, che si formano quando l'umidità nello strato esterno si abbassa troppo rapidamente. Esse tendono poi a richiudersi con l'equalizzazione, ma riappaiono in seguito. Se non sono eccessivamente profonde, possono essere eliminate durante la piallatura.
- › **Fessurazioni interne**, dovute al fatto che le tensioni sviluppate dai gradienti di umidità superano la resistenza a trazione trasversale del legno. Sono particolarmente dannose e non eliminabili.
- › **"Collassi"**, dovuti al fatto che le tensioni sviluppate superano in questo caso la resistenza a compressione delle cellule legnose, facendole implodere,
- › **Sovra-essiccazione**, molto frequente ed altrettanto dannosa perché causa eccessive deformazioni, fragilità del semilavorato, eccessivo assorbimento di colla, problemi di forma e di stabilità dimensionale.

La comprensione dell'origine di tali difetti, spesso dovuti ad una eccessiva rapidità di essiccazione, consente l'adozione di opportune correzioni delle condizioni operative.

8.2 CASI APPLICATIVI NEL BOMO

8.2.1 Essiccazione naturale e climatizzazione in cella (per caratterizzazione e prove tecnologiche)

Le prove fisiche e meccaniche eseguite in laboratorio richiedono legno equilibrato alle condizioni ambientali cosiddette normali, che da normativa vengono identificate nelle condizioni di 20°C e 65% di umidità relativa, corrispondente a umidità del legno del 12 %. Il legno campionato in bosco, dopo il processo di segagione, è stato listellato e posto sotto tettoia ove ha subito un processo di essiccazione naturale. Dopo aver raggiunto le condizioni di equilibrio con l'ambiente esterno, le tavole sono state sbazzate e sono stati ricavati i pezzi pre-lavorati per ogni tipologia di provino. Questi sono stati posti in cella climatica con le condizioni sopracitate (20°C e 65% u.r.) sino al raggiungimento della massa costante, controllato con pesate successive. I pezzi sono stati quindi lavorati a produrre i provini finali, che sono stati mantenuti in cella sino al momento dell'esecuzione delle prove. Le umidità effettive dei provini sono state registrate e possono variare rispetto al valore target (12%) in virtù dell'isteresi tra le curve di adsorbimento e di desorbimento.

8.2.2 Pre-essiccazione e essiccazione artificiale (per realizzazione prototipi)

Il legno campionato in bosco, dopo il processo di segagione, è stato listellato e posto sotto tettoia ove ha subito un processo di pre-essiccazione naturale. Per raggiungere i valori di umidità necessari per il processo di incollaggio (umidità del legno 10% +-2%) le tavole sono state sottoposte a ciclo di essiccazione artificiale in essiccatoio convenzionale.



Hanno realizzato le attività sperimentali:

Consorzio Forestale Lario Intelvese

Via Roma, 9 - 22028 San Fedele Intelvi - CO
tel/fax 031/830528

Referente: Corrado Zucchi

e-mail: corrado@cflint.it

Gruppo di Ricerca sullo Sviluppo Sostenibile - Università degli Studi di Milano - Bicocca

P.za della Scienza, 1 - 20126 Milano

Tel. 02-64482824

Referente: Valentina Castellani

e-mail: valentina.castellani1@unimib.it

Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie

Arboree - San Michele all'Adige TN

Via Biasi, 75 - 38010 S. Michele all'Adige - TN

Tel. 0461-660111 - Fax 0461-650045

Referente: Mario Marra - e-mail: marra@ivalsa.cnr.it

Referente: Martino Negri - e-mail: negri@ivalsa.cnr.it

Progetto Lissone

Via Maggiolini, 19 - 20851 Lissone - MB

Tel. 039-2454274 - Fax 039-4658742

Referente: Riccardo Pessina

e-mail: riccardo.pessina@pessinaweb.it

Altri partner del progetto:

Giulia Berruti

V.le Repubblica, 69 - 20851 Lissone - MB

Tel. 039-2458413 - Fax 039-483540

Referente: Giulia Berruti - e-mail: giulia@ecodialogando.com

Brand Evolution

Via Sardegna, 57 - 20146 Milano

Tel. 02-36642800 - Fax 02-36642803

Referente: Nicoletta Cova - e-mail: n.cova@b-evolution.it

Provincia di COMO

Via Borgovico, 171 - 22100 COMO

Tel. 031-2755503

Referente: Luca Corti - e-mail: luca.corti@provincia.como.it

Referente: Luca Gini - e-mail: luca.gini@provincia.como.it

Stampa Regione Lombardia



Regione Lombardia

Agricoltura

Il sito della ricerca in agricoltura
www.agricoltura.regione.lombardia.it