

Caratteristiche biologiche del legno

• Il legno possiede una struttura porosa, non omogenea e anisotropa (in riferimento alla direzione della fibratura) composta da sostanza della membrana cellulare e dalle cavità cellulari. Il legno delle conifere geneticamente più vecchio presenta una struttura più semplice rispetto al legno più giovane delle latifoglie: esso è composto prevalentemente da un solo tipo di cellula (detta tracheide, la quale scorre nel senso della lunghezza del tronco e svolge funzioni di conduzione dell'acqua e delle sostanze, nonché di resistenza meccanica. Nel legno delle latifoglie queste funzioni sono svolte da particolari tipi di cellule. La disposizione di questi tipi di cellule, delle cellule dei raggi midollari che decorrono in senso radiale nel tronco e, in alcuni tipi di legno, anche la disposizione dei canali resinosi, la struttura macroscopica e il colore determinato dalle sostanze contenute caratterizzano l'anatomia e l'aspetto dei legnami e ne consentono la classificazione. In pratica, la direzione della fibratura e la disposizione degli anelli di accrescimento, ovvero la sezione del tronco, sono importanti per le proprietà meccaniche del legno. I principali livelli di sezione sono: sezione trasversale, sezione radiale e sezione tangenziale (vedi illustrazioni), in relazione a ciò, la sequenza concentrica degli anelli di ac-

crescimento sulla sezione trasversale del tronco rappresenta un'importante caratteristica strutturale. Gli anelli di accrescimento vengono formati dal tessuto meno spesso e con pori grandi, prodotto in primavera, e dal legno tardivo, più spesso. Gli anelli sono riconoscibili a occhio nudo nella maggior parte dei tronchi di conifere e di latifoglie e caratterizzano l'aspetto del legno.

- La corteccia è composta da corteccia primaria (0 libro) e corteccia secondaria (0 scorza).
- Il cambio è il tessuto generatore di cellule. Attraverso la divisione delle cellule si formano la corteccia verso l'esterno e le cellule legnose verso l'interno.

Principali caratteristiche fisiche del legno

- Densità ρ . Misura di riconoscimento del legno che indica il rapporto tra la massa legnosa e il suo volume (compresa la sostanza delle pareti cellulari più la cavità interna, cioè il volume dei pori) in g/cm^3 oppure in kg/m^3 . Dalla densità, che varia fra $0,1 \text{ g/cm}^3$ (legno di balsa) e $1,2 \text{ g/cm}^3$ circa (legno di guaiaco) e, considerevolmente, in relazione al tipo di legno, dipendono tutte le altre caratteristiche del legno. Il peso specifico è a sua volta influenzato da:
- umidità del legno, che varia in base alle proprietà igroscopiche a seconda dell'umidità relativa dell'aria: incremento

dell'umidità in caso di aumento dell'umidità dell'aria ed essiccazione in caso di diminuzione dell'umidità dell'aria in seguito ad assorbimento di molecole d'acqua nelle pareti cellulari, e conseguente loro diffusione nell'aria dell'ambiente circostante. Se il legno viene depositato a stagionare in condizioni di alta percentuale di umidità, ovvero il 100% circa dell'umidità relativa dell'aria, esso raggiunge un livello di saturazione delle fibre con circa il 30% di umidità.

Definizione dell'umidità u del legno:

$$u = \frac{m_u - m_c}{m_c} \cdot 100 (\%)$$

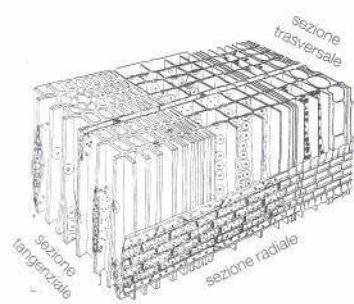
dove m_u indica la massa umida e m_c la massa secca del campione di legno. Il valore u influenza considerevolmente anche tutte le altre caratteristiche del legno. Le sue variazioni causano:

- il rigonfiamento in caso di assorbimento;
 - il ritiro in caso di emissione.
- Queste variazioni vengono espresse numericamente soprattutto come misura differenziale di rigonfiamento, ovvero di ritiro, in percentuali della dimensione perpendicolare alla fibratura, a ogni variazione di umidità del legno pari all'1% e caratterizzano la stabilità dimensionale e di forma;
- l'assorbimento capillare di acqua nelle cavità cellulari al di sopra del livello di saturazione delle fibre dipende dalla per-

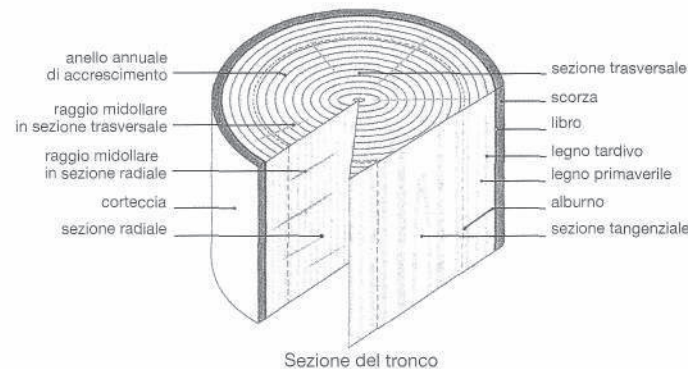
meabilità della struttura cellulare, dalla quale a sua volta dipende il grado di impregnazione. Il legno senza resistenza biologica è soggetto alla formazione di funghi e marcisce se viene costantemente inumidito da acqua corrente.

Altre caratteristiche

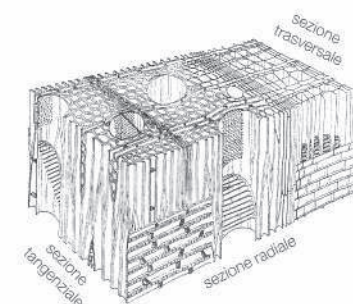
Il legno si comporta in modo anisotropo, cioè lungo la fibratura esso può essere sollecitato diversamente rispetto alla direzione trasversale (ad es. nel caso dell'abete rosso la tensione di trazione ammissibile lungo la fibratura è pari a $10,5 \text{ MN/m}^2$ mentre quella trasversale alla fibratura è $0,05 \text{ MN/m}^2$). Anche le sezioni del legno presentano aspetti molto diversi. L'ampiezza degli anelli annuali di accrescimento, il colore, le inclusioni e altre caratteristiche nella sezione trasversale forniscono dati sull'età e la storia dell'albero. Il "disegno" nella sezione longitudinale è simmetrico ed è caratterizzato principalmente dal colore del legno. I componenti principali del legno sono la cellulosa (40-50%), le emicellulose (20-30%) e la lignina (20-30%). Questo vale per tutti i tipi di legno. Nel legno sono poi contenute altre sostanze, che possono essere solubili o insolubili, dalle quali dipende essenzialmente la determinazione del colore, dell'odore, delle caratteristiche di lavorabilità e la resistenza alle influenze dannose.



Conifera (larice)

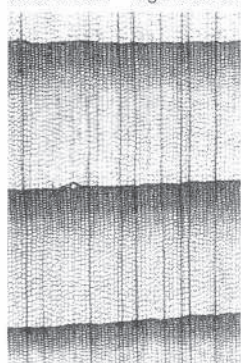


Sezione del tronco



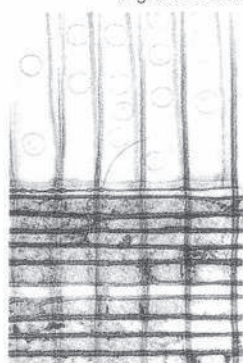
Latifolia (betulla)

Abete rosso ingrand. $\times 31$



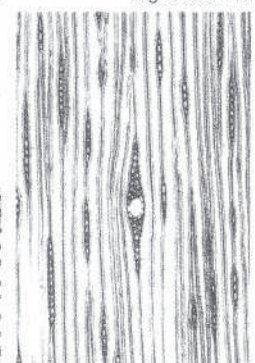
Sezione trasversale

ingrand. $\times 290$



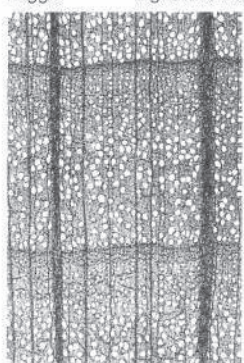
Sezione radiale

ingrand. $\times 110$



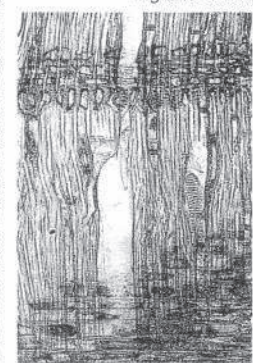
Sezione tangenziale

Faggio ingrand. $\times 25$



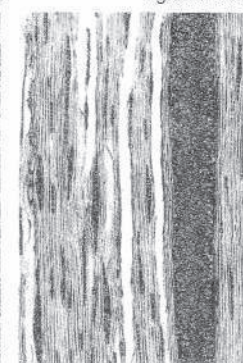
Sezione trasversale

ingrand. $\times 180$



Sezione radiale

ingrand. $\times 70$



Sezione tangenziale

Foto: dottor Grosser, Istituto per la ricerca sul legno, Monaco.

Valori e proprietà fisiche

	Densità [g/cm³]		Umidità del legno di stabilizzazione u _{gl} in % con umidità relativa dell'aria conforme a DIN 68.100 φ = 37% φ = 83%		Ritiro differenziale in % a seconda della variazione di umidità del legno		Stabilità dimensionale e di forma	Conduktività termica λ [W/mK] ²⁾	Velocità di adattamento dell'umidità del legno
	r ₀ (essiccato in forno)	r ₁₅ (stagionato all'aperto)			radiale	tangenziale			
Legno di conifere									
1 Cirmolo o pino cembro	0,35 ... 0,45	0,38 ... 0,48			0,11	0,23	ottima		elevata
2 Douglasia o abete americano	0,47 ... 0,53	0,51 ... 0,58	8,3	16,1	0,15 ... 0,19	0,24 ... 0,31	buona	0,12	elevata
3 Abete rosso	0,40 ... 0,43	0,43 ... 0,47	7,0	16,4	0,15 ... 0,19	0,27 ... 0,36	buona	0,10 ... 0,12	elevata
4 Hemlock o abete del Canada	0,43 ... 0,46	0,46 ... 0,50			0,11 ... 0,13	0,24 ... 0,25	buona	0,09 ... 0,12	elevata
5 Pino silvestre	0,46 ... 0,51	0,51 ... 0,55	7,0	15,3	0,15 ... 0,19	0,25 ... 0,36	da media a buona	0,14	elevata
6 Larice, europeo e giapponese	0,50 ... 0,58 0,49	0,54 ... 0,62 0,53	8,4	17,1	0,14 ... 0,18	0,28 ... 0,36	buona	0,12	da media a elevata da elevata a media
7 Pino radiata	0,40 ... 0,55	0,43 ... 0,59			0,16	0,25 ... 0,27	buona		elevata
8 Sequoia rossa	0,35 ... 0,42	0,37 ... 0,45			0,09 ... 0,10	0,17 ... 0,21	ottima		elevata
9 Pino nero	0,56	0,60							elevata
10 Southern pine	0,47 ... 0,63	0,51 ... 0,69			0,18	0,29 ... 0,33	da media a buona		media
11 Abete bianco	0,40 ... 0,45	0,43 ... 0,48	7,1	16,9	0,12 ... 0,16	0,28 ... 0,35	buona	0,11 ... 0,13	elevata
12 Western Redcedar	0,33 ... 0,36	0,36 ... 0,39			0,07 ... 0,09	0,20 ... 0,24	ottima	0,09	elevata
13 Pino bianco	0,37 ... 0,40	0,40 ... 0,43			0,08 ... 0,11	0,20 ... 0,23	ottima	0,12	elevata
Legno di latifoglie									
14 Afzella (Doussié)	0,69 ... 0,85	0,75 ... 0,93	7,3	13,7	0,11 ... 0,13	0,17 ... 0,22	ottima		molto ridotta
15 Acero	0,57 ... 0,62	0,61 ... 0,66			0,10 ... 0,20	0,22 ... 0,23	da media a buona	0,16 ... 0,18	ridotta
16 Azobé (Bongossi)	0,94 ... 1,05	1,02 ... 1,12	8,3	16,3	0,30 ... 0,32	0,40	da ridotta a media		molto ridotta
17 Betulla	0,61 ... 0,66	0,65 ... 0,73	6,9	16,1	0,18 ... 0,24	0,26 ... 0,31	media		media
18 Faggio	0,64 ... 0,72	0,70 ... 0,79	7,3	15,7	0,19 ... 0,22	0,38 ... 0,44	ridotta	0,16	da media a elevata
19 Ebano	0,98 ... 1,09	1,05 ... 1,18			ca. 0,27	ca. 0,30			molto ridotta
20 Castagno	0,52 ... 0,59	0,56 ... 0,68			0,14	0,21 ... 0,26	buona		ridotta
21 Quercia	0,60 ... 0,70	0,65 ... 0,76	8,9	17,2	0,18 ... 0,22	0,28 ... 0,35	media	0,13 ... 0,20	ridotta
22 Quercia rossa d'America	0,64 ... 0,70	0,69 ... 0,76			0,16	0,31	media		ridotta
23 Frassino	0,64 ... 0,70	0,68 ... 0,76	7,3	16,5	0,17 ... 0,21	0,27 ... 0,38	media	0,15	da ridotta a media
24 Greenheart	0,93 ... 1,02	1,01 ... 1,15			0,28	0,35 ... 0,40	media		molto ridotta
25 Keruing	0,68 ... 0,85	0,74 ... 0,92			0,20 ... 0,28	0,33 ... 0,41	ridotta		molto ridotta
26 Ciliegio	0,52 ... 0,62	0,56 ... 0,66			0,16 ... 0,18	0,26 ... 0,30	buona		media
27 Limba	0,49 ... 0,58	0,53 ... 0,63			0,12 ... 0,17	0,21 ... 0,25	buona		media
28 Tiglio	0,45 ... 0,53	0,48 ... 0,57			0,15 ... 0,23	0,24 ... 0,32	buona		media
29 Mogano Vero	0,48 ... 0,55	0,52 ... 0,59			0,11 ... 0,15	0,17 ... 0,22	ottima		da molto ridotta a ridotta
30 Mogano Sipo	0,52 ... 0,62	0,56 ... 0,67	8,4	17,0	0,18 ... 0,22	0,23 ... 0,26	buona		molto ridotta
31 Makorè	0,56 ... 0,68	0,61 ... 0,73	—	19,0 ¹⁾	0,18 ... 0,23	0,26 ... 0,30	buona		ridotta
32 Meranti, rosso cupo	0,55 ... 0,70	0,59 ... 0,76	8,3	18,0	0,14 ... 0,18	0,29 ... 0,34	buona		molto ridotta
33 Meranti, rosso chiaro	0,45 ... 0,58	0,48 ... 0,62			0,11 ... 0,18	0,25 ... 0,30	buona		ridotta
34 Merbau	0,76 ... 0,83	0,81 ... 0,90			0,13	0,26	ottima		molto ridotta
35 Noce, europeo	0,60 ... 0,64	0,64 ... 0,68	6,7	14,8	0,18 ... 0,23	0,25 ... 0,30	da media a buona	0,13	ridotta
36 Noce, americano	0,56 ... 0,61	0,61 ... 0,66			0,19	0,26	da media a buona		da ridotta a media
37 Palissandro	0,80 ... 0,85	0,86 ... 0,92			0,23 ... 0,25	0,35 ... 0,39	media		molto ridotta
38 Robinia	0,69 ... 0,74	0,74 ... 0,80			0,17 ... 0,24	0,32 ... 0,38	media		da ridotta a molto ridotta
39 Teak	0,55 ... 0,65	0,59 ... 0,70	7,2	13,4	0,13 ... 0,15	0,24 ... 0,29	ottima	0,16 ... 0,18	molto ridotta
40 Olmo	0,56 ... 0,64	0,60 ... 0,68	7,9	16,1	0,17 ... 0,20	0,27 ... 0,29	media	0,14	da ridotta a media
41 Salice	0,35 ... 0,52	0,38 ... 0,56			0,11 ... 0,13	0,22	buona		elevata
42 Wengè	0,75 ... 0,82	0,81 ... 0,89	7,1	12,3	0,20 ... 0,23	0,35 ... 0,43	media		molto ridotta

1) Umidità relativa dell'aria = 90%.

2) Trasversale alla fibratura con umidità del legno dal 12 al 15%.

Tensioni ammissibili/moduli di elasticità ammissibili (per tipi di legno privi di dati non vale quanto stabilito dalle norme indicate)

	Tensioni ammissibili per legno massiccio e legno lamellare [] N/mm ² in condizione di carico H conforme a DIN 1052 (i valori non valgono per i tipi di legno contrassegnati con *) Classi di qualità III, II, I conformemente alle categorie S7, S10, S13 secondo DIN 4074																		Modulo di elasticità ammissibile E e modulo di elasticità tangenziale G in N/mm ² per legno massiccio e legno lamellare [] conforme a DIN 1052 (i valori non valgono per i tipi di legno contrassegnati con *)			
	Flessione			Trazione			Trazione		Pressione			Pressione		Taglio		Sforzo di taglio		Torsione ²⁾		E _{II}	E _I	G
	amm σ _B			amm σ _{2II}			amm σ _{2⊥}		amm σ _{0II}			amm σ _{0⊥}		amm τ _s		amm τ _Q		amm τ _T				
	I	II	III	I	II	III	I+II	III	I	II	III	I+II	III	I+II	III	I+II	III	I+II	III			
Legno di conifere																						
1 Cirmolo o pino cembro*																						
2 Douglasia o abete americano																						
3 Abete rosso																						
4 Hemlock o abete del Canada																						
5 Pino silvestre	13	10	7	10,5	8,5	0	0,05	0	11	8,5	6	2,5 ¹⁾	2,5 ¹⁾	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0	10000 ³⁾⁴⁾	300 ⁵⁾	500
6 Larice, europeo e giapponese	[14]	[11]		[10,5]	[8,5]		[0,2]		[11]	[8,5]		[2,5]/	[2,5 ¹⁾	[0,9]		[1,2]		[1,6]		[11000]	[300]	[500]
7 Pino radiata*												[3,0] ¹⁾										
8 Sequoia rossa (Redwood)*																						
9 Pino nero*																						
10 Southern pine																						
11 Abete bianco																						
12 Western Redcedar*																						
13 Pino bianco																						
Legno di latifoglie	Classe di qualità minima II conforme a DIN 4074 parte 1 e parte 2																					
14 Afzelia (Doussié)	17			10			0,05		13			4		1,4		1,4		1,6		13000	800	1000
15 Acero																						
16 Azobé (Bongossi)	25			15			0,05		20			8		2		2		2		17000 ⁶⁾	1200 ⁶⁾	1000 ⁶⁾
17 Betulla																						
18 Faggio	11			10			0,05		10			3/4 ¹⁾		1		1		1,6		12500	600	1000
19 Ebano																						
20 Castagno																						
21 Quercia	11			10			0,05		10			3/4 ¹⁾		1		1		1,6		12500	600	1000
22 Quercia rossa d'America																						
23 Frassino																						
24 Greenheart	25			15			0,05		20			8		2		2		2		17000 ⁶⁾	1200 ⁶⁾	1000 ⁶⁾
25 Keruing	11			10			0,05		10			3/4 ¹⁾		1		1		1,6		12500	600	1000
26 Ciliegio																						
27 Limba																						
28 Tiglio																						
29 Mogano Vero																						
30 Mogano Sipo																						
31 Makorè																						
32 Meranti, rosso cupo																						
33 Meranti, rosso chiaro																						
34 Merbau	17			10			0,05		13			4		1,4		1,4		1,6		13000	800	1000
35 Noce, europeo																						
36 Noce, americano																						
37 Palissandro																						
38 Robinia																						
39 Teak	11			10			0,05		10			3/4 ¹⁾		1		1		1,6		12500	600	1000
40 Olmo																						
41 Salice																						
42 Wengé																						

1) In caso di impiego di questi valori vanno calcolate impronte più grandi, che all'occorrenza devono essere tenute in considerazione sotto l'aspetto costruttivo.

In caso di unioni con mezzi di collegamento diversi questi valori non devono venire applicati.

2) Per sezioni modulari vanno rispettati i valori secondo la spinta trasversale.

3) Per classe di qualità III: E_n = 8000 N/mm².

4) Per legname tondo da costruzione: E_N = 12.000 N/mm².

5) Per classe di qualità III: E_n = 240 N/mm².

6) Questi valori valgono indipendentemente dall'umidità del legno.

Resistenze alla rottura

Resistenze alla rottura in N/mm ²				Modulo elastico Prova di flessione in N/mm ²	
Flessione σ_B	Trazione σ_{DII}	Pressione σ_{DI}	Taglio τ_a	E_{II}	
					Legno di conifere
68	89	40		7600	1 Cirmolo o pino cembro
70...100	82...105	42...68	7,0...10,2	11000...13200	2 Douglasia o abete americano
65...77	80...90	40...50	5,0...7,5	10000...12000	3 Abete rosso
70...80	68	36...54	7,5...8,0	8500...11500	4 Hemlock o abete del Canada
79...100	99...105	45...55	7,2...11,2	10800...13000	5 Pino silvestre
88...99	92...110	45...62	8,8...10,9	10600...14500	6 Larice, europeo e giapponese
60...75	72...86	36...45	6,8...7,5	8500...11400	7 Pino radiata
50...69	76	29...42	5,6...6,4	6500...9200	8 Sequoia rossa (Redwood)
Resistenze di solito leggermente più elevate rispetto al pino silvestre					9 Pino nero
74...105		41...58	7,0...12,5	11100...14500	10 Southern pine
62...74	80...93	40...52	4,9...7,5	10000...14500	11 Abete bianco
48...55	50...60	29...35	4,5...6,5	7400...8400	12 Western Redcedar
53...60	70...100	30...45	5,4...6,3	8200...10000	13 Pino bianco
					Legno di latifoglie
110...150	120	68...85	7,4...14,6	12200...17700	14 Afzelia (Doussié)
85...135	80...140	46...62	8,5...11	9100...12000	15 Acero
165...240	150...215	87...108	11,7...15,6	15000...21600	16 Azobé (Bongossi)
120...144	130...140	42...60	11,8...14,2	13300...16200	17 Betulla
90...125	100...135	52...64	7,7...10,0	12300...16400	18 Faggio
189		65...92		17700	19 Ebano
63...79	115...142	40...52	7,8...9,3	8200...8800	20 Castagno
86...108	88...110	52...64	9,3...11,5	10500...14500	21 Quercia
98...110	130...160	46...50	11,8...12,4	12400...13000	22 Quercia rossa d'America
100...127	130...160	43...59	12,0...13,4	11900...13900	23 Frassino
180...215	220...275	90...115	14,0	21000...23500	24 Greenheart
110...160	110...140	58...71	9,0...11,7	14000...21000	25 Keruing
83...110	98	44...55		9500...11000	26 Ciliegio
75...105	100...110	38...55	6,5...9,5	9500...13000	27 Limba
88...105	83	43...53	4,4	7000...11000	28 Tiglio
74...90		30...55	8,0...11,5	7400...10600	29 Mogano Vero
90...104	100...110	51...60	7,5...14,0	8800...11800	30 Mogano Sipo
95...115	76...135	52...55	8,3...8,8	9800...11800	31 Makoré
90...126	120...165	51...65	8,2...10,0	11400...15700	32 Meranti, rosso cupo
78...108	100...137	40...54	7,1...8,1	10500...13600	33 Meranti, rosso chiaro
105...142	140	59...82	12,4...17,4	12700...17900	34 Merbau
90...145	95...100	57...70	7,0...8,9	10800...12900	35 Noce, europeo
90...106		45...55	8,8...9,6	10800...13500	36 Noce, americano
130...138		65...69	13,0...14,5	9000...12900	37 Palissandro
118...145	120...148	58...72	12,5...16,0	11000...15700	38 Robinia
85...110	117	52...60	8,2...9,4	10000...13700	39 Teak
72...105	78	45...55	6,8	10800	40 Olmo
30...63	46...63	24...33	3,5...6,9	5800...7000	41 Salice
125...165		74...79	10,1...15,7	16700...17700	42 Wengé