



Il legno allo stato naturale è utilizzato nel settore delle costruzioni per le strutture, i componenti, finiture e come materiale ausiliario per le lavorazioni di cantiere.

Viene inoltre impiegato come materiale di base per la fabbricazione di vari materiali compositi, stratificati o lamellari.

I pregi del legno sono diversi, tra i principali si annoverano:

- **Facile reperimento;**
- **Buona lavorabilità;**
- **Notevole leggerezza;**
- **Resistenza meccanica** a diversi tipi di sollecitazioni.

Per contro possiede:

- **Anisotropia;**
- **Instabilità dimensionale** al variare dell'umidità;
- **Infiammabilità;**
- **Bassa resistenza** agli attacchi **biologici**.

Caratteristiche fisiche

Il peso specifico del legno massiccio varia secondo l'essenza ed il contenuto di umidità. Ad umidità pari al 15% il Peso Specifico può variare da 350–1000 Kg/m³ (pioppo-ulivo).

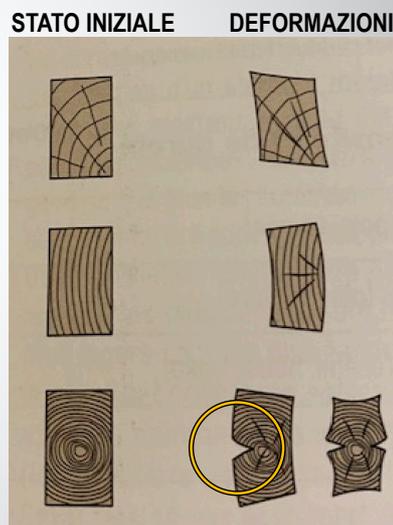
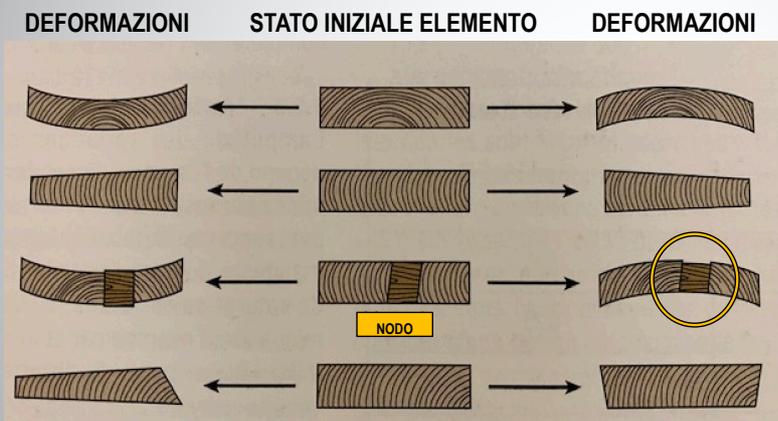
Tab. 3.9 Peso specifico di alcune specie legnose

Materiale	Peso specifico (kg/m ³ , valutato con il 12 - 15% di umidità)
EsSENze resinose	
<i>abete rosso</i>	460
<i>abete bianco</i>	440
<i>larice</i>	580
<i>pino silvestre</i>	500
<i>pino marittimo</i>	500
<i>cipresso</i>	560
<i>cirmolo</i>	480
<i>abete Douglas</i>	540
<i>pitch-pine</i>	660
EsSENze dolci	
<i>pioppo</i>	420
<i>betulla</i>	640
<i>salice</i>	510
<i>tiglio</i>	500
<i>ortano</i>	510
<i>olmo</i>	650
<i>pero</i>	710
EsSENze forti	
<i>acero</i>	620
<i>bosso</i>	940
<i>carpino</i>	810
<i>castagno</i>	620
<i>faggio</i>	720
<i>frassino</i>	700
<i>noce</i>	660
<i>ulivo</i>	860
<i>quercia</i>	680
<i>robinia</i>	750
<i>teak</i>	660
<i>mogano</i>	680
<i>eucalpto</i>	900

Fonte: Aa.Vv., *Manuale di progettazione edilizia*, vol. 5, cit.

Il legno tende, oltre al **ritiro** che occorre nel periodo della stagionatura, a **contrazioni e dilatazioni a causa delle variazioni di umidità** che si verificano al suo interno. Tali variazioni possono essere causa di sviluppo di pericolosi funghi e culture batteriche.

POSSIBILI DEFORMAZIONI NEL LEGNO



Rielaborazione immagini tratte da: Fuchs M., Mussier J., «Construire avec le bois», Ed. Le Moniteur, 2019, France ISBN 978-2-281-14222-6

Possiede reazioni al fuoco elevate, incendiandosi solo in presenza di sorgenti di calore molto elevate e persistenti comprese tra i 260-280° C. per la determinazione del grado di resistenza al fuoco esiste una norma di riferimento per la corretta valutazione ed è la norma UNI 9504/89.

Caratteristiche meccaniche del legno

Partendo dal presupposto di un legno esente da difetti, ossia:

- sviluppo lineare e rettilineo del tronco;
- in assenza di nodi;
- sviluppo uniforme degli anelli annuali;

esso presenta:

una resistenza a compressione massima nella direzione delle fibre compresa:

resistenza a compressione: 40-50 N/mm²

una resistenza a trazione di 2-3- volte superiore a quella di compressione applicata in direzione assiale alle fibre:

resistenza a trazione: 120-150 N/mm²

una resistenza a flessione molto simile a quella di trazione:

resistenza a flessione: 120-150 N/mm²

la resistenza al taglio varia secondo la percentuale di umidità:

resistenza a taglio: 5-12 N/mm²

Tabella IV - Valori medi delle caratteristiche meccaniche del legno delle principali essenze

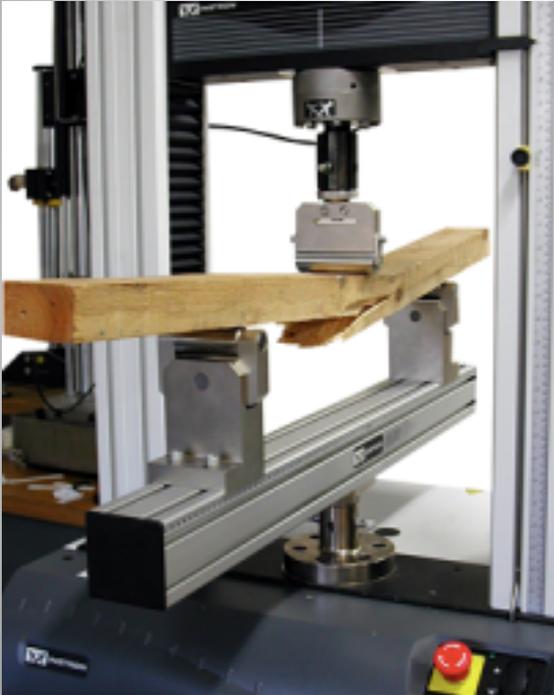
Specie legnosa (denominazione comune)	Peso specifico in kg/m ³	Compressione*										Flessione*	Trazione*		Taglio*		Modulo di elasticità da prove di flessione**
		lungo la fibra		normale alla fibra		Trazione*		Taglio*									
		σ_c	σ_{c90}	σ_{tr}	σ_{tr90}	σ_t	σ_{t90}	τ_{90}	τ_{45}								
ESSENZE RESINOSE																	
Abete rosso	460	390	80	80	20	700	90	840	90	66	9	130000					
Abete bianco	440	460	90	90	20	720	100	850	90	60	8	150000					
Larice	580	530	100	100	22	960	110	850	95	87	10	130000					
Pino silvestre	500	470	90	96	20	970	100	930	90	80	9	130000					
Pino marittimo	47	47	9	9	2	97	10	85	9	8	0,9	12000					
Pino	500	470	90	90	20	970	100	830	85	80	9	120000					
Cipresso	560	540	90	90	2	550	80	550	70	45	5	160000					
Cimolo	480	460	80	80	2	410	70	400	60	50	6	100000					
Abete Douglas	540	40	8	8	2	41	7	40	6	5	0,6	11000					
Pitch-gine	660	490	90	70	20	970	100	950	95	95	9	120000					
		49	9	7	2	97	10	95	9	0,9		132000					
ESSENZE FOLGIE																	
Popolo	420	340	80	60	15	680	85	700	70	40	5	85000					
Betulla	640	230	50	—	—	460	8	70	7	4	0,5	9200					
Salice	510	300	55	—	—	650	60	700	60	35	4	90000					
Taglio	500	30	5	—	—	65	6	70	6	3	0,4	9000					
Ostiano	510	380	80	65	15	650	60	700	60	40	4	80000					
Olmo	630	410	90	60	20	720	100	800	90	65	7	110000					
Pino	710	460	90	—	—	830	85	—	—	4	0,5	100000					
		46	9	—	—	85	8	—	—	4	0,5	100000					
ESSENZE FORTI																	
Acero	620	620	80	—	—	1290	100	1300	110	85	8	150000					
Basso	940	43	8	—	—	120	10	130	11	8	0,8	15000					
Castagno	810	64	12	—	—	120	12	95	10	6	0,6	13000					
Faggio	720	66	120	—	—	1100	120	1000	100	60	6	130000					
Frassino	620	530	90	110	20	1120	100	900	90	80	5	110000					
Noce	700	520	100	90	—	1050	100	820	85	82	8	155000					
Ulivo	860	48	9	11	2	102	10	79	9	12	0,8	15000					
Quercia	680	580	100	125	25	1100	110	900	100	110	10	130000					
Robinia	750	590	100	130	25	1400	115	1400	110	145	10	140000					
Teak	660	630	120	210	40	1190	120	1200	120	60	6	130000					
Mogano	680	65	103	21	4	119	12	120	12	6	0,6	13000					
Eucalipto	900	540	100	—	—	1100	105	1000	100	60	5	110000					
		54	10	—	—	110	10	100	10	6	0,6	11000					
		57	12	—	—	105	10	90	9	—	—	13000					

Caratteristiche meccaniche del legno

Prova in laboratorio di rottura a flessione di una trave in Legno

Ricordiamo che la resistenza a flessione è indicativamente compresa:

resistenza a flessione: 120-150 N/mm²



LCA 1 a.a. 2023/2024 LEZ.#8 _ TECNOLOGIA DEL LEGNO 2: IL LEGNO PER LA COSTRUZIONE DELL'ARCHITETTURA 05.10.2023 Prof. Theo Zaffagnini

Tabella IV – Valori medi delle caratteristiche meccaniche del legno delle principali essenze

Specie legnosa (denominazione comune)	Peso specifico in kg/m ³	Compressione*				Flessione*		Trazione*		Taglio*		Modulo di elasticità da prove di flessione*
		lungo la fibra		normale alla fibra								
		σ_r	σ_o	σ_r	σ_o	σ_r	σ_o	σ_r	σ_o	σ_r	σ_o	
ESSENZE RESINOSE												
Abete rosso	460	390	80	80	20	700	90	840	90	66	9	130 000
		39	8	8	2	70	9	84	9	6	0,9	13 000
Abete bianco	440	400	90	90	20	720	100	850	90	60	8	150 000
		40	9	9	2	72	10	85	9	6	0,8	15 000
Larice	580	530	100	100	22	960	110	850	95	87	10	130 000
		53	10	10	2	96	11	85	9	8	1	13 000
Pino silvestre	500	470	90	96	20	970	100	930	90	80	9	130 000
		47	9	9	2	97	10	93	9	8	0,9	13 000
Pino marittimo	500	470	90	90	20	870	100	830	85	80	9	120 000
		47	9	9	2	87	10	83	8	8	0,9	12 000
Cipresso	560	540	90	—	—	550	80	530	70	45	5	100 000
		54	9	—	—	55	8	53	7	4	0,5	10 000
Cirmolo	480	400	80	—	—	410	70	400	60	50	6	110 000
		40	8	—	—	41	7	40	6	5	0,6	11 000
Abete Douglas	540	450	80	70	20	750	90	800	90	95	9	120 000
		45	8	7	2	75	9	80	9	9	0,9	12 000
Pitch-pine	660	490	90	70	20	970	100	950	95	95	9	132 000
		49	9	7	2	97	10	95	9	9	0,9	13 200

LCA 1 a.a. 2023/2024 LEZ.#8 _ TECNOLOGIA DEL LEGNO 2: IL LEGNO PER LA COSTRUZIONE DELL'ARCHITETTURA 05.10.2023 Prof. Theo Zaffagnini

ESSENZE RESINOSE												
Abete rosso	460	390	80	80	20	700	90	840	90	66	9	130 000
		39	8	8	2	70	9	84	9	6	0,9	13 000
Abete bianco	440	400	90	90	20	720	100	850	90	60	8	150 000
		40	9	9	2	72	10	85	9	6	0,8	15 000
Larice	580	530	100	100	22	960	110	850	95	87	10	130 000
		53	10	10	2	96	11	85	9	8	1	13 000
Pino silvestre	500	470	90	96	20	970	100	930	90	80	9	130 000
		47	9	9	2	97	10	93	9	8	0,9	13 000
Pino marittimo	500	470	90	90	20	870	100	830	85	80	9	120 000
		47	9	9	2	87	10	83	8	8	0,9	12 000
Cipresso	560	540	90	—	—	550	80	530	70	45	5	100 000
		54	9	—	—	55	8	53	7	4	0,5	10 000
Cirmolo	480	400	80	—	—	410	70	400	60	50	6	110 000
		40	8	—	—	41	7	40	6	5	0,6	11 000
Abete Douglas	540	450	80	70	20	750	90	800	90	95	9	120 000
		45	8	7	2	75	9	80	9	9	0,9	12 000
Pitch-pine	660	490	90	70	20	970	100	950	95	95	9	132 000
		49	9	7	2	97	10	95	9	9	0,9	13 200
ESSENZE DOLCI												
Pioppo	420	340	80	60	15	680	85	700	70	40	5	85 000
		34	8	6	1,5	68	8	70	7	4	0,5	8 500
Betulla	640	230	50	—	—	600	60	600	60	50	5	120 000
		23	5	—	—	60	6	60	6	5	0,5	12 000
Salice	510	300	55	—	—	650	60	700	60	35	4	90 000
		30	5	—	—	65	6	70	6	3	0,4	9 000
Tiglio	500	300	55	—	—	650	60	700	60	40	4	80 000
		30	5	—	—	65	6	70	6	4	0,4	8 000
Ontano	510	380	80	65	15	700	90	900	80	40	5	120 000
		38	8	6	1,5	70	9	90	8	4	0,5	12 000
Olmo	650	410	90	100	20	720	100	800	90	65	7	110 000
		41	9	10	2	72	10	80	9	6	0,7	11 000
Pero	710	460	90	—	—	850	85	—	—	45	6	100 000
		46	9	—	—	85	8	—	—	4	0,6	10 000

LCA 1 a.a. 2023/2024 LEZ.#8 _ **TECNOLOGIA DEL LEGNO 2: IL LEGNO PER LA COSTRUZIONE DELL'ARCHITETTURA** 05.10.2023 Prof. Theo Zaffagnini

Restituzioni di viste al microscopio per tipologie lignee



Essenze resinose (famiglia delle conifere sempreverdi)



Essenze dolci o forti (famiglia delle latifoglie)

Crediti immagini: Fuchs M., Mussier J., «Construire avec le bois», Ed. Le Moniteur, 2019, France ISBN 978-2-281-14222-6

LCA 1 a.a. 2023/2024 LEZ.#8 _ **TECNOLOGIA DEL LEGNO 2: IL LEGNO PER LA COSTRUZIONE DELL'ARCHITETTURA** 05.10.2023 Prof. Theo Zaffagnini

ESSENZE FORTI												
Acero	620	430	80	—	—	1200	100	1300	110	85	8	150 000
		43	8			120	10	130	11	8	0,8	15 000
Bosso	940	640	120	—	—	1200	120	950	100	60	6	130 000
		64	12			120	12	95	10	6	0,6	13 000
Carpino	810	660	120	—	—	1100	120	1000	100	60	6	130 000
		66	12			110	12	100	10	6	0,6	13 000
Castagno	620	530	90	110	20	1120	100	900	90	80	7	110 000
		53	9	11	2	112	10	90	9	8	0,7	11 000
Faggio	720	520	100	90	—	1050	100	820	85	82	8	155 000
		52	10	9		105	10	82	8	8	0,8	15 500
Frassino	700	480	90	110	20	1020	100	790	90	122	8	120 000
		48	9	11	2	102	10	79	9	12	0,8	12 000
Noce	660	410	80	120	20	1200	100	1000	100	—	—	125 000
		41	8	12	2	120	10	100	10			12 500
Ulivo	860	540	100	—	—	900	90	1100	100	—	—	130 000
		54	10			90	9	110	10			13 000
Quercia	680	580	100	125	25	1100	110	900	100	110	10	130 000
		58	10	12	2	110	11	90	10	11	1	13 000
Robinia	750	590	100	130	25	1400	115	1400	110	145	10	140 000
		59	10	13	2	140	11	140	11	14	1	14 000
Teak	660	630	120	210	40	1190	120	1200	120	60	6	130 000
		63	12	21	4	119	12	120	12	6	0,6	13 000
Mogano	680	540	100	—	—	1100	105	1000	100	60	6	110 000
		54	10			110	10	100	10	6	0,6	11 000
Eucalipto	900	570	120	—	—	1050	105	900	90	—	—	130 000
		57	12			105	10	90	9			13 000

LCA 1 a.a. 2023/2024 LEZ.#8 _ TECNOLOGIA DEL LEGNO 2: IL LEGNO PER LA COSTRUZIONE DELL'ARCHITETTURA 05.10.2023 Prof. Theo Zaffagnini

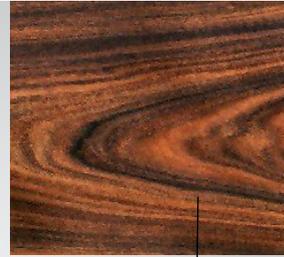
Tab. 3.10 Resistenza meccanica a compressione, trazione, flessione e taglio delle diverse essenze legnose italiane (carichi di sicurezza)

Specie legnosa	Compressione parallela alle fibre (kg/cm ²)	Compressione normale alle fibre (kg/cm ²)	Flessione (kg/cm ²)	Trazione parallela alle fibre (kg/cm ²)	Taglio normale alle fibre (kg/cm ²)
<i>Abete bianco</i>	70-100	20	75-115	60-110	7-9
<i>Larice</i>	75-120	20-25	85-130	70-120	9-11
<i>Pino</i>	70-110	20-25	80-125	60-110	8-10
<i>Castagno</i>	70-110	20	80-120	60-110	6-8
<i>Faggio</i>	75-120	22-30	85-130	70-120	9-12
<i>Frassino</i>	70-110	20	80-120	60-110	6-8
<i>Quercia</i>	75-120	22-30	85-130	70-120	9-12
<i>Pioppo</i>	60-100	15	65-105	45-90	4-6
<i>Robinia</i>	75-120	22-30	90-135	70-130	9-12
<i>Olmo</i>	70-110	20	80-120	60-110	6-8

I valori più alti si riferiscono a legnami di prima categoria. Quelli più bassi a legnami di terza categoria.

Alcuni carichi di sicurezza a trazione risultano minori di quelli a flessione o compressione per il grado di sicurezza più elevato che è stato adottato per i primi.

Fonte: CHIOSTRI F., PILATI D. e SESTINI V., *Elementi di tecnologia dell'architettura*, Alinea, Firenze 1983.



Tab. 3.16 Specie legnose in ordine di prezzo

Lista in ordine di prezzo dei legnami

Pioppo	Pino nazionale	Castagno	Abete	Larice nazionale	Rovere nazionale	Faggio	Pino del nord (Svezia, Finlandia)	Mogano	Rovere di Slavonia	Douglas	Noce nazionale	Palissandro
--------	----------------	----------	-------	------------------	------------------	--------	-----------------------------------	--------	--------------------	---------	----------------	-------------

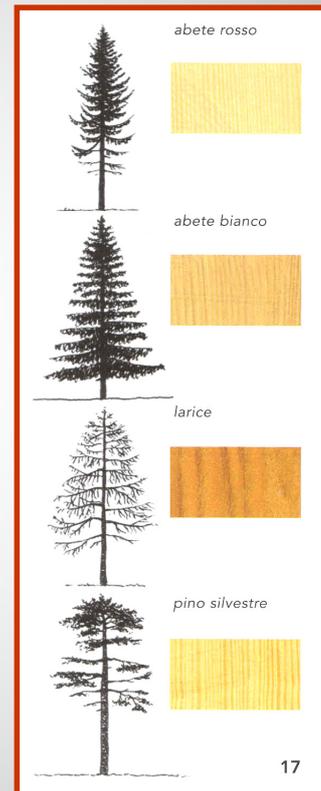
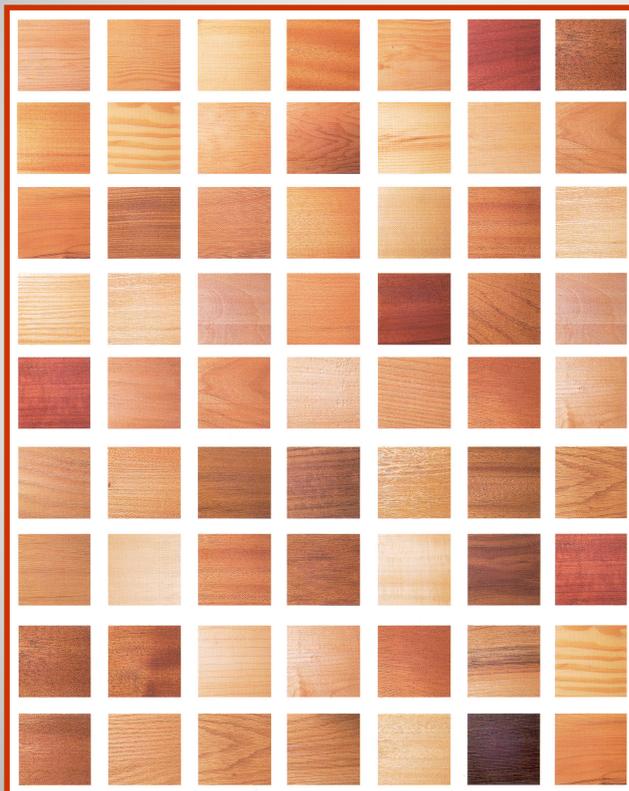
La lista è in realtà riferita al legname per la produzione di infissi e quindi non tiene conto dell'incidenza dei grandi formati in relazione alle possibilità offerte dalle diverse specie.

Fonte: Aa.Vv., *Tecnologia delle costruzioni*, vol. 2, Le Monnier, Firenze 1989.



Caratteristiche estetiche

Le qualità estetiche del legno, i requisiti di aspetto, risultano definiti da parametri quali: il colore, la fibra, la tessitura, il tipo di venatura, il metodo di taglio e dalla sua direzione rispetto le fibre.



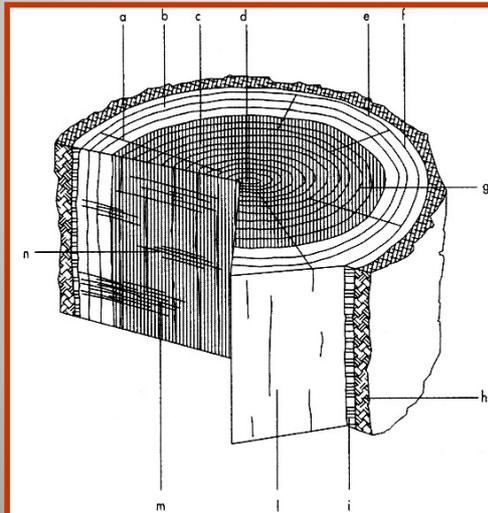
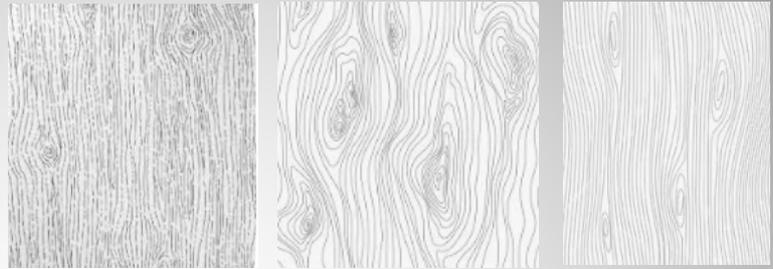
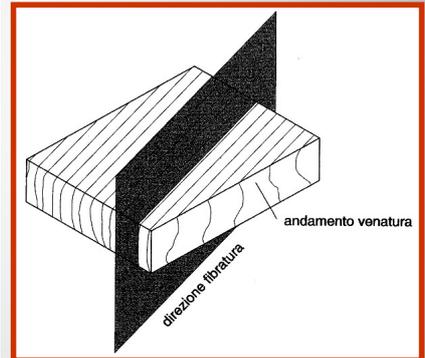


Fig. 1 Struttura del tronco:
 a) raggio o raggio midollare;
 b) albume;
 c) durame;
 d) midollo;
 e) cambio, tessuto vegetale allo stato nascente;
 f) libro, tessuto principale della distribuzione degli alimenti;
 g) sezione trasversale;
 h) corteccia esterna fisiologicamente morta;
 i) corteccia interna fisiologicamente viva;
 j) sezione tangenziale;
 m) specchio (nella sezione radiale i raggi midollari si dicono specchi);
 n) sezione radiale.



PATOLOGIE DEL LEGNO

Attacchi biologici

La curabilità del legno è data dagli attacchi a cui è soggetto. I più importanti attacchi sono di tipo biologico: insetti e funghi. Questi avvengono sia durante le prime lavorazioni che dopo trattamenti complessi come quelli del lamellare. Le alterazioni dovute ad attacchi di insetti riguardano più di frequente legni tagliati di recente, ma possono interessare tutti i legni. Gli insetti xilofagi sono di tipo differente. I coleotteri e le termiti sono gli insetti più pericolosi (Anobidi, Capricorno, Termiti). In località marine bisogna proteggere con trattamenti ed idonee soluzioni tecniche il legno da particolari tipi di insetti xilofagi. La valutazione del rischio connessa ad attacchi di funghi è maggiormente controllabile perché questi hanno possibilità di svilupparsi solo quando la percentuale di umidità supera il 20% con temperature comprese tra i 20-25° C.

Umidità

L'umidità può causare danni al legno facendolo marcire. Per questo motivo è necessario trattare il legno con prodotti non solubili all'acqua, ma permeabili al vapore, che creano una barriera stagna, permettendo comunque al legno di respirare. Il trattamento viene effettuato con soluzioni chimiche impregnanti che possono essere applicate a spruzzo, per immersione o sotto pressione, con funzione idrorepellente, fungicida o anche ritardante di fiamma (ignifuga). Per questo motivo saranno da valutare le attitudini di permeabilità all'impregnazione delle varie essenze.

Attacco chimico

La composizione delle cellule del legno è solitamente acida, quindi il legno viene attaccato da prodotti basici, sopportando abbastanza bene gli acidi.

ATTACCHI BIOLOGICI

Infezioni fungine nel legno



Vista di un fusto (tronco) infetto



Vista superficiale di un elemento infetto.

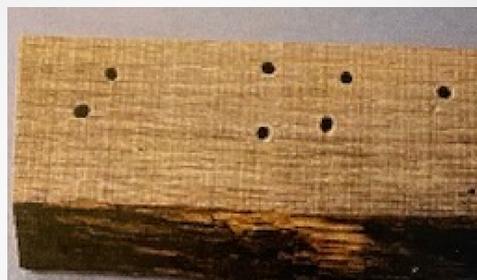
Crediti immagini: Fuchs M., Mussier J., «Construire avec le bois», Ed. Le Moniteur, 2019, France ISBN 978-2-281-14222-6

LCA 1 a.a. 2023/2024 LEZ.#8 _ **TECNOLOGIA DEL LEGNO 2: IL LEGNO PER LA COSTRUZIONE DELL'ARCHITETTURA** 05.10.2023 Prof. Theo Zaffagnini

Evidenze patologiche causate da attacchi da parte di insetti Xilofagi



Varietà insetto: Bostrico Cappuccino



Vista superficiale di un elemento aggredito



Vista in sezione del danno.

Crediti immagini: Fuchs M., Mussier J., «Construire avec le bois», Ed. Le Moniteur, 2019, France ISBN 978-2-281-14222-6

LCA 1 a.a. 2023/2024 LEZ.#8 _ **TECNOLOGIA DEL LEGNO 2: IL LEGNO PER LA COSTRUZIONE DELL'ARCHITETTURA** 05.10.2023 Prof. Theo Zaffagnini