



LA DIAGNOSI DELLE STRUTTURE LIGNEE

Il ruolo dell'ingegnere nei cantieri di recupero di strutture in legno

Ing. Diego Ruggeri
*Presidente commissione tematica
Ingegneria per le costruzioni di legno*

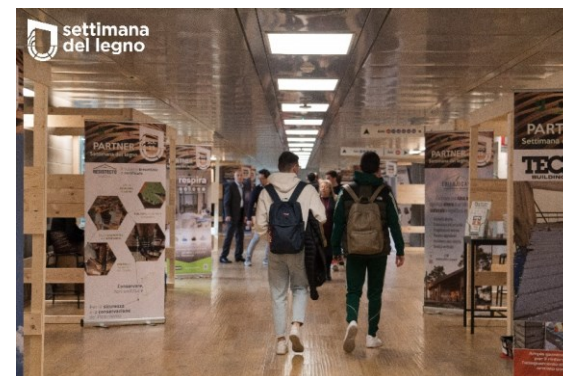
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

Roma, 24/02/2026

Evento realizzato con il contributo incondizionato di:



La Settimana del Legno 2025 presso l'Università degli Studi di Roma Tor Vergata: report dell'evento





La Settimana del Legno 2025 presso l'Università degli Studi di Roma Tor Vergata: report dell'evento



I NUMERI DELLA SDL25

70+ RELATORI
20+ AZIENDE PARTNER
8 SEMINARI
1 MASTERCLASS
1 WORKSHOP



ORDINE DEGLI
ARCHITETTI
PIANIFICATORI
PAESAGGISTI E CONSERVATORI
DI ROMA E PROVINCIA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



ANCE ROMA - ACER
19/01/2024



Green
Building
Council
Italia



FOCUS ON...

- Progressiva presa di coscienza del mondo accademico e professionale sull'importanza del costruire in legno;
- Aumento del numero di insegnamenti e di moduli relativi alle costruzioni in legno nelle università italiane e nelle scuole secondarie;
- Mancano norme di verifica e riclassificazione del legno in opera;
- Favorire la filiera locale (es: castagno) come metodo di ripopolamento dei borghi interni, fenomeno da collegare ad un'ampia e capillare gestione forestale sostenibile e certificata



Bibliografia di riferimento:

- Ceccotti A., Uzielli L., 2003, *Manuale delle Costruzioni di Legno*, Mancosu Editore, Roma
- Ceccotti, A., Follesa, M., Lauriola, P.L., 2007, *Le strutture di legno in zona sismica*, C.L.U.T. Editrice, Torino
- Giachino D. M., 2013, *Legno : manuale per progettare in Italia*, UTET Scienze Tecniche, Torino
- Giordano G., 1999, *Tecnica delle costruzioni in legno*, Hoepli, Milano
- Piazza M., Tomasi R., Modena R., 2005, *Strutture in legno*, Hoepli, Milano
- Tampone G., 1996, *Il restauro delle strutture di legno*, Hoepli, Milano
- Dispense Promolegno (www.promolegno.com – www.dataholz.eu)
- D.M. 17 gennaio 2018 (Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni») e relativa Circolare Esplicativa n.7 del 21/01/2019
- CNR DT 206 R1/2018 (Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture di Legno)
- www.mldiagnosticalegno.it

IL COMPORTAMENTO MECCANICO DEL LEGNO

valori caratteristici di resistenza del legno" ntc 2018

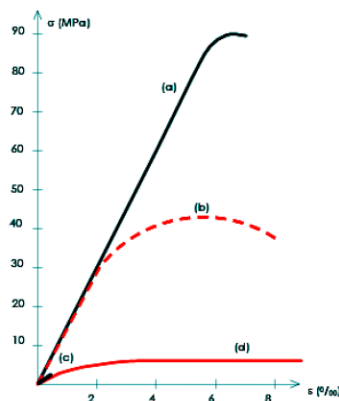
Proprietà di resistenza		
Flessione		$f_{m,k}$
Trazione parallela		$f_{t,0,k}$
Trazione perpendicolare		$f_{t,90,k}$
Compressione parallela		$f_{c,0,k}$
Compressione perpendicolare		$f_{c,90,k}$
Taglio		$f_{v,k}$

Proprietà di modulo elastico		
Modulo elastico parallelo medio **		$E_{0,mean}$
Modulo elastico parallelo caratteristico		$E_{0,05}$
Modulo elastico perpendicolare medio **		$E_{90,mean}$
Modulo elastico tangenziale medio **		G_{mean}

Massa volumica		
Massa volumica caratteristica		ρ_k
Massa volumica media *, **		ρ_{mean}

* La massa volumica media può non essere dichiarata.

** Il pedice mean può essere abbreviato con m



curva sforzi-deformazioni Legno di conifera

curva "a" : per tensioni di trazione parallele alla direzione delle fibre,

curva "b" : per tensioni di compressione parallele alla direzione delle fibre,

curva "c" : per tensioni di trazione ortogonali alla direzione delle fibre,

curva "d" : per tensioni di compressione ortogonali alla direzione delle fibre,

tratt da "Progettare le strutture in legno lamellare in Italia" prof. M. Piazza



Specie			Durabilità naturale						Impregnabilità	
Nome commerciale	Nome scientifico	Origine	Funghi	Insetti					D	A
				Hyl.	Hesp.	An.	Ly.	Term.		
Abete bianco	<i>Abies alba</i> Mill.	EU, USA	4	NR	R	NR	R	NR	2-3	2
Abete rosso	<i>Picea abies</i> L. Karst	EU	4	NR	R	NR	R	NR	3-4	3
Douglasia	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb) Franco	USA	3	NR	R	NR	R	NR	4	3
Larice	<i>Larix decidua</i> Mill.	EU	3-4	NR	R	NR	R	NR	4	2
Pino silvestre	<i>Pinus sylvestris</i> L.	EU	3-4	NR	R	NR	R	NR	3-4	1
Castagno	<i>Castanea sativa</i> Mill.	EU	2	R	NR	NR	NR	NR	4	2
Pioppo	<i>Populus spp.</i>	EU	5	R	NR	NR	R	NR	3	1
Querce caducifoglie	<i>Quercus sp.</i>	EU	2-4	R	NR	NR	NR	NR	4	1

Legenda

Classi di durabilità naturale ai funghi:

- 1 – molto durabile
- 2 – durabile
- 3 – moderatamente durabile
- 4 – poco durabile
- 5 – non durabile

Insetti del legno:

Hyl. – *Hylotrupes bajulus*
Hesp. – *Hesperophanes cinereus*
An. – *Anobidi spp.*
Ly. – *Lyctus spp.*
Term. – *Termite spp.*

Classi di impregnabilità del legno A (alburno), D (durame):

- 1 – impregnabile
- 2 – moderatamente impregnabile
- 3 – poco impregnabile
- 4 – non impregnabile

Classi di durabilità naturale agli insetti isoteri o termiti:

- R – resistente
- MR – moderatamente resistente
- NR – non resistente

Classi di durabilità naturale agli insetti coleotteri:

- R – resistente
- NR – non resistente

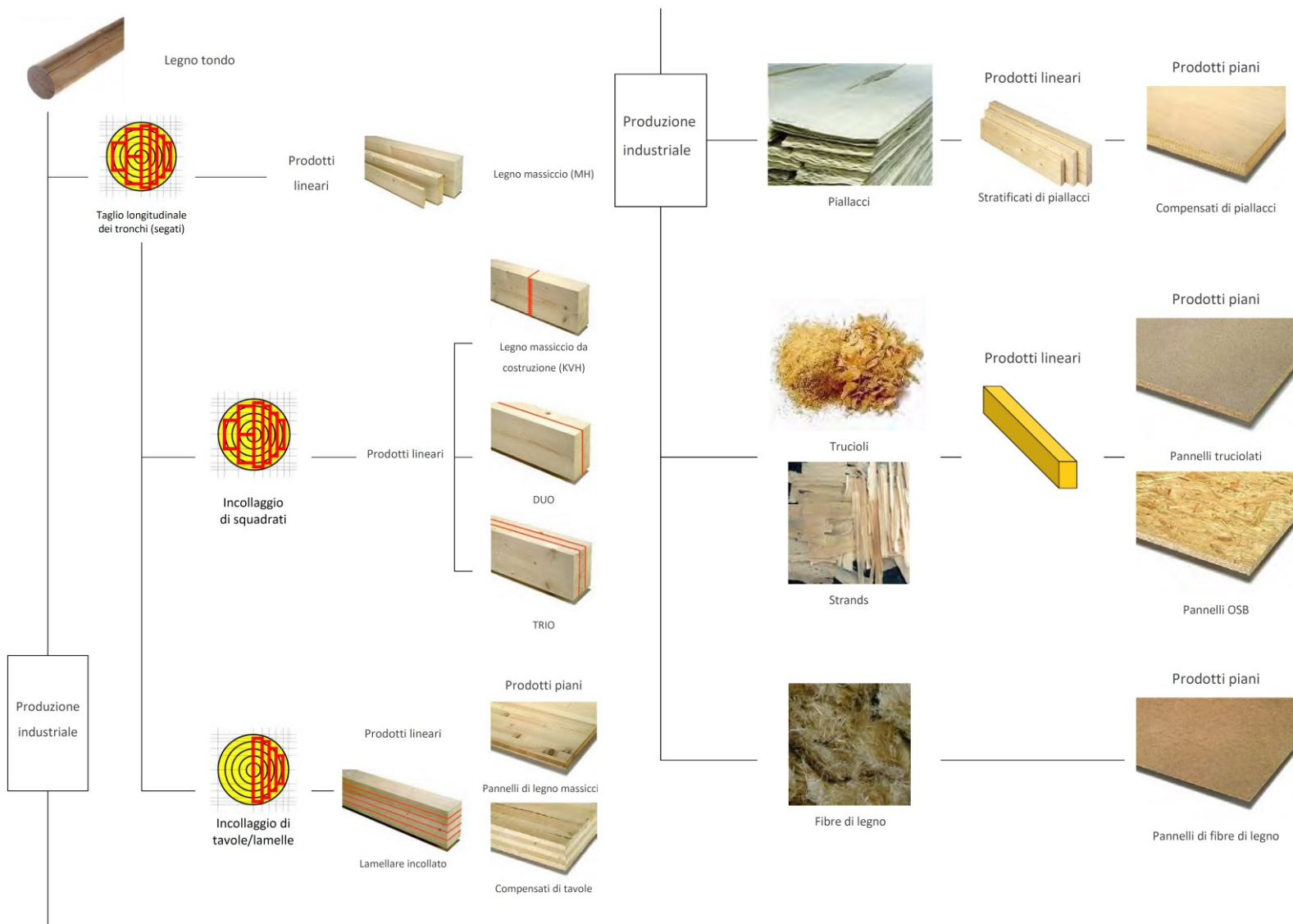


CLASSE DI DURABILITA' UNI EN 350:2016

Frassino	5	650 kg/mc
Faggio	5	700kg/mc
Abete rosso/bianco	4	400 kg/mc
Pino	4	500 kg/mc
Larice	3	600 kg/mc
Rovere	2	800 kg/mc
Castagno	1-2	600 kg/mc

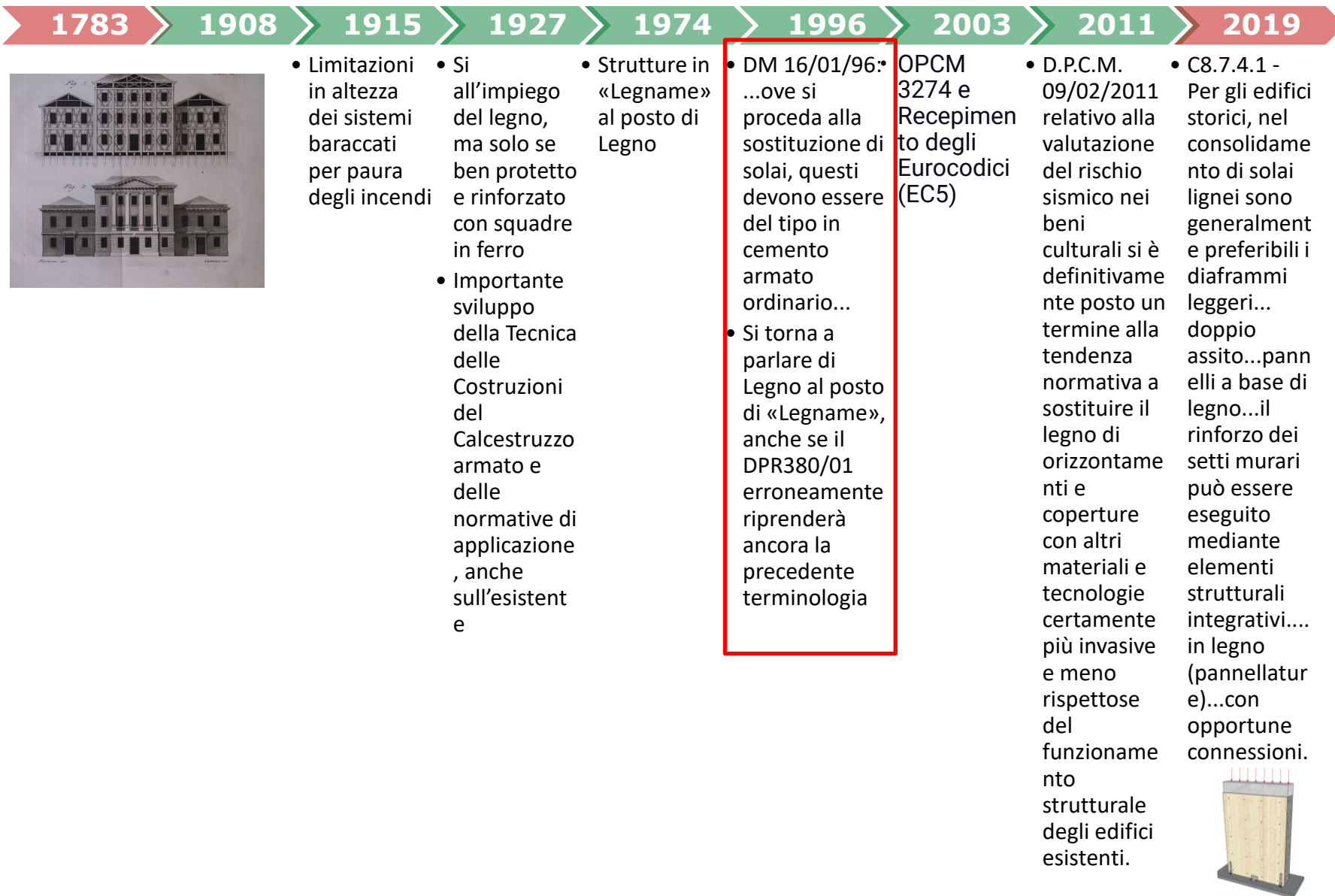


IL PROCESSO INDUSTRIALE E GLI ELEMENTI DI LEGNO INGEGNERIZZATO



2. Il binomio legno-muratura nella Storia delle costruzioni

Dal «Codice Borbonico» del 1783 fino all'attuale Circolare esplicativa 7/2019 C8.7.4.1



Courtesy of Felice Ragazzo - Complesso Trinità dei Monti



RELATORE: Ing. DIEGO RUGGERI



RELATORE: Ing. DIEGO RUGGERI



UN METODO PER LE RESISTENZE CARATTERISTICHE DI UN LEGNO ESISTENTE CLASSIFICATO IN OPERA

Correlazione tra le tensioni ammissibili della UNI 11119 e le resistenze caratteristiche previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni

Interpretazione dei risultati di una diagnosi

Le diagnosi su strutture esistenti sono quasi sempre condotte secondo la UNI 11119.

Dalla diagnosi si ottiene:

- Specie Legnosa
- Geometria
- Presenza o meno di degrado
- Entità del degrado
- Classificazione secondo la resistenza → alle tensioni ammissibili !!!
- Tutti i dati previsti nel C.8.5

Specie	Categoria in opera	Tensioni massime (N/mm ²)					
		compressione		flessione statica	trazione parallela alla fibratura ¹⁾	taglio (parallelo alla fibratura)	modulo di elasticità a flessione
Abete bianco (Abies alba Mill.)	I	11	2,0	11,5	11	0,9	13 000
	II	9	2,0	10	9	0,8	12 000
	III	7	2,0	7,5	6	0,7	11 000
Abete rosso (Picea abies Karst.)	I	10	2,0	11	11	1,0	12 500
	II	8	2,0	9	9	0,9	11 500
	III	6	2,0	7	6	0,8	10 500
Larice (Larix spp.)	I	12	2,5	13	12	1,1	15 500
	II	10	2,2	11	9,5	1,0	14 500
	III	7,5	2,0	8,5	7	0,9	13 500
Pini (Pinus spp.)	I	11	2,0	12	11	1,0	13 000
	II	9	2,0	10	9	0,9	12 000
	III	7	2,0	8	6	0,8	11 000
Castagno (Castanea sativa Mill.)	I	11	2,0	12	11	0,8	10 000
	II	9	2,0	10	9	0,7	9 000
	III	7	2,0	8	6	0,6	8 000
Pioppo (Populus spp.)	I	10	1,5	10,5	9	0,6	9 000
	II	8	1,5	8,5	7	0,5	8 000
	III	6	1,5	6,5	4,5	0,4	7 000
Quercia (Quercus spp.)	I	12	3,0	13	12	1,2	13 500
	II	10	2,5	11	10	1,0	12 500
	III	7,5	2,2	8,5	7	0,9	11 500

¹⁾ La tensione massima a trazione perpendicolare alla fibratura si assume convenzionalmente uguale a zero.

Correlazione tra le tensioni ammissibili e le resistenze caratteristiche

Un modo per ottenere da questi valori di resistenza, un valore caratteristico per le verifiche agli Stati limite potrebbe essere:

$$f_k = \sigma_{amm} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_{G,Q} / k_{mod}$$

$$\gamma_m = 1.5$$

$$\gamma_{G,Q} = \frac{1.3 + 1.5}{2} = 1.45$$

$$k_{mod} = 0.8$$

FONTE: Ing. Leonardo Negro - Legno Più S.r.l. - <https://www.strutturedilegno.it>
Atti del seminario svolto presso l'Ordine Ingegneri di Perugia del 05/11/2010

RIPARAZIONE, CONSOLIDAMENTO, RESTAURO DELL'ESISTENTE

TIPOLOGIE DI STRUTTURE/ELEMENTI STRUTTURALI DI LEGNO ESISTENTI:
GLI ORIZZONTAMENTI LIGNEI



RIPARAZIONE, CONSOLIDAMENTO, RESTAURO DELL'ESISTENTE

TIPOLOGIE DI STRUTTURE/ELEMENTI STRUTTURALI DI LEGNO ESISTENTI:
GLI ORIZZONTAMENTI LIGNEI



RIPARAZIONE, CONSOLIDAMENTO, RESTAURO DELL'ESISTENTE

TIPOLOGIE DI STRUTTURE/ELEMENTI STRUTTURALI DI LEGNO ESISTENTI:
GLI ORIZZONTAMENTI LIGNEI



RIPARAZIONE, CONSOLIDAMENTO, RESTAURO DELL'ESISTENTE

TIPOLOGIE DI STRUTTURE/ELEMENTI STRUTTURALI DI LEGNO ESISTENTI:
GLI ORIZZONTAMENTI LIGNEI



RIPARAZIONE, CONSOLIDAMENTO, RESTAURO DELL'ESISTENTE

TIPOLOGIE DI STRUTTURE/ELEMENTI STRUTTURALI DI LEGNO ESISTENTI:
GLI ORIZZONTAMENTI LIGNEI



RIPARAZIONE, CONSOLIDAMENTO, RESTAURO DELL'ESISTENTE

TIPOLOGIE DI STRUTTURE/ELEMENTI STRUTTURALI DI LEGNO ESISTENTI:
GLI ORIZZONTAMENTI LIGNEI



RIPARAZIONE, CONSOLIDAMENTO, RESTAURO DELL'ESISTENTE

LA PROGETTAZIONE DELLA DURABILITA'

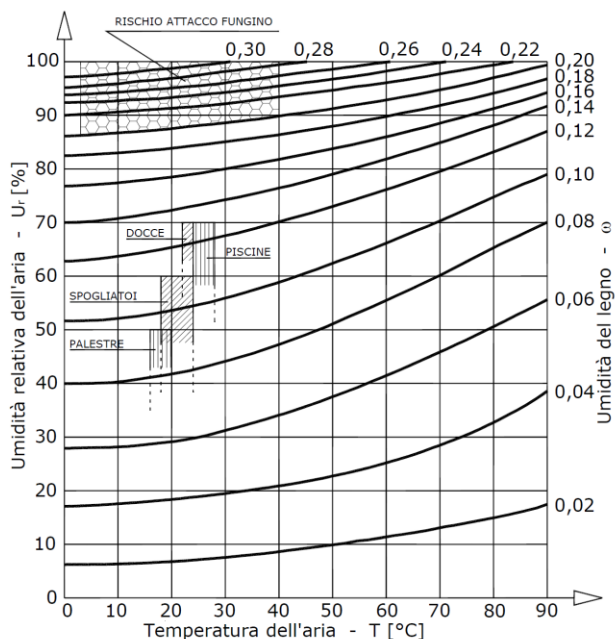


Figura 2.1: Curve di equilibrio igroscopico del legno in relazione alle condizioni termo-igrometriche ambientali. Si noti che il campo a rischio di degrado biologico da funghi è per temperature comprese fra i 3 ed i 40°C ed umidità dell'aria superiore all'85%. A titolo di esempio sono riportate le condizioni termo-igrometriche per gli impianti sportivi (da "Norme CONI per l'impianistica sportiva 2008" e "Conferenza Stato Regioni 1605/2003"); nel caso delle piscine, qualora venga spento l'impianto di climatizzazione, l'umidità dell'aria potrebbe salire fino a livelli prossimi al 100% e di conseguenza il legno si equilibrerebbe a valori di umidità superiori al 20%, cioè a rischio di attacco biologico da funghi. Negli edifici per civili abitazioni generalmente l'umidità dell'aria è al di sotto del 65%, ad eccezione degli ambienti cucina e bagno in cui per brevi periodi si può superare tale valore (durante la cottura dei cibi in assenza di efficace allontanamento del vapore, durante l'uso della doccia).

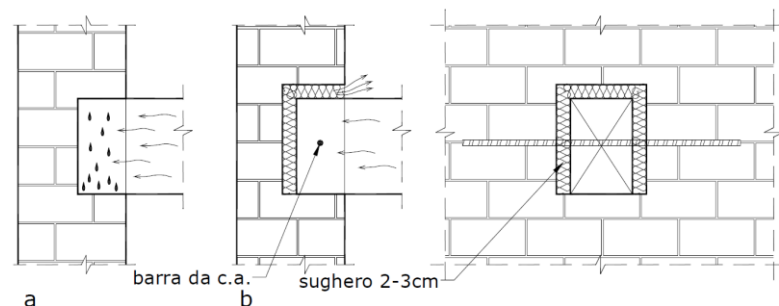


Figura 4.6: a: sbagliato; b: corretto. Gli appoggi a muro delle travi possono bagnarsi sia per umidità del muro che viene dall'esterno ma molto spesso perché l'umidità propria del legno condensa in corrispondenza del muro esterno freddo ed il legno si bagna fungendo da "pompa" che capta l'umidità dell'aria degli ambienti interni e la condensa in testata. Per ovviare a questo fenomeno è sufficiente coibentare la testata con del materiale traspirante, ad esempio il sughero. E' sempre opportuno assicurare la trave al muro contro lo sfilamento mediante una semplice barra di acciaio che unisce legno e muratura, generalmente è sufficiente una barra di diametro di 12 fino a 18mm prolungata nel muro per 30-50cm per lato.

«DURABILITÀ E MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE DI LEGNO», A CURA DI STUDIO DEDA, ASSOLEGNO



Courtesy of Prof. F.Ragazzo (Pristina, 2003)



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Diego Ruggeri

Per info sulla partecipazione dei lavori della Commissione tematica vai su:
<https://ording.roma.it/servizi-agli-iscritti/commissioni/>

Contatti:

ingdiego.ruggeri@gmail.com

Riferimenti:

www.gruppoqualitalegno.org

www.04studio.it

www.evolood.it

