



						INDAGINE DIAGNOSTICA SOLAI LEGNO		ART 26.C	
1	EMISSIONE				15 06 11				
REV.	DESCRIZIONE				DATA		TITOLO		PROGR.
DEF.	RED	TOM	CHK	RIC	APP	ALE	ART 26.C 150609 DIAGNOSI SOLAI LEGNO.DOCX		ARG 1D
<p>REGIONE PIEMONTE COMUNE DI MONASTEROLO DI SAVIGLIANO 5, PIAZZA CASTELLO</p> <p>ADEGUAMENTI FUNZIONALI DI ALCUNI AMBIENTI DEL CASTELLO DI MONASTEROLO DI SAVIGLIANO - SEDE MUNICIPALE 2° LOTTO - RISANAMENTI CONSERVATIVI, CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI DELLA COPERTURA E PORZIONI SOLAI.</p>									
<div>  <div> <p>ALESSANDRO ANSALDI</p> <p>ANSALDI - STUDIO INGEGNERI ASSOCIATI</p> <p>3, CORSO VITTORIO EMANUELE II - 10125 TORINO</p> <p>T 011658707 - F 0117432157 - M STUDIO@ANSALDI-STUDIO.EU</p> </div> </div>									
<p>STUDIO ARCHITETTI FISSORE GHIONE e ASSOCIATI</p> <div> <div> Paolo Fissore • Maurizio Ghione • Stefano Boffa  </div> <div> <p>Corso Vittorio Veneto n° 57 - 12038 SAVIGLIANO (CN)</p> <p>Tel. e fax 0172 - 21874</p> <p>P. Iva 0178818 004 8</p> </div> <div> <p>Web: www.architettisavigliano.it</p> <p>e-mail: fissoreghione@tiscalinet.it</p> </div> </div>									



4 EMME Service S.p.A.

Prove in Sito - Laboratorio Prove Materiali

Sede legale: Via L. Zuegg, 20 - 39100 Bolzano - ITALY

Tel. 0471/543111 - Fax 543110 4emme@legalmail.it www.4emme.it

Sistema Qualità ISO 9001:2008 certificato RINA nr. 6441/01/S

ANALISI DI SOLAI IN LEGNO
PALAZZO COMUNALE IN PIAZZA CASTELLO N° 6
MONASTEROLO DI SAVIGLIANO (CN)

PROVA n° 6284/TO

27 aprile 2015

Committente: **Comune di Monasterolo di Savigliano**

Progettista Strutture: **ing. Alessandro Ansaldo**

Relatore: **arch. Alberto Capussotto**



Vista del palazzo comunale

RIF.: TO-030-15

Torino, 5 maggio 2015

C.F./P.I. IT 01288130212 Cap. Soc. 500.000,00 Euro R.E.A. - BZ 111601 BNL IT97 H 01005 11600 000000021486

Bolzano	0471-543111	Firenze	055-461000	Padova	049-8020707	Torino	011-7706023	Laboratori Autorizzati	
Bologna	051-6346808	Genova	010-586195	Palermo	091-6703629	Treviso	0438-990200	Bolzano	0471-543111
Cagliari	070-490732	Milano	02-40092545	Piacenza	0523-755849	Verona	045-8004278	Milano	02-40092545
Como	031-305253	Modena	059-395414	Roma	06-71546992				

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. PROTOCOLLO DI ISPEZIONE TECNOLOGICA	3
3. INDAGINE PILODYN – SCLEROMETRO DA LEGNO	8
4. RESISTIVITÀ ELETTRICA.....	9
5. DIAGNOSI ELEMENTI LIGNEI	12

1. PREMESSA

La Società **4 EMME Service S.p.A.**, specializzata nell'esecuzione di prove sperimentali su strutture in sito, è stata incaricata dal **Comune di Monasterolo di Savigliano** con sede in **Piazza Castello n° 6** di eseguire alcune prove sulle strutture dei solai in legno di copertura del primo piano presso il Palazzo Comunale.

La scelta degli elementi strutturali da sottoporre a prova, le modalità di prova ed i punti di misura sono stati preventivamente concordati con l'ing. Alessandro Ansaldi.

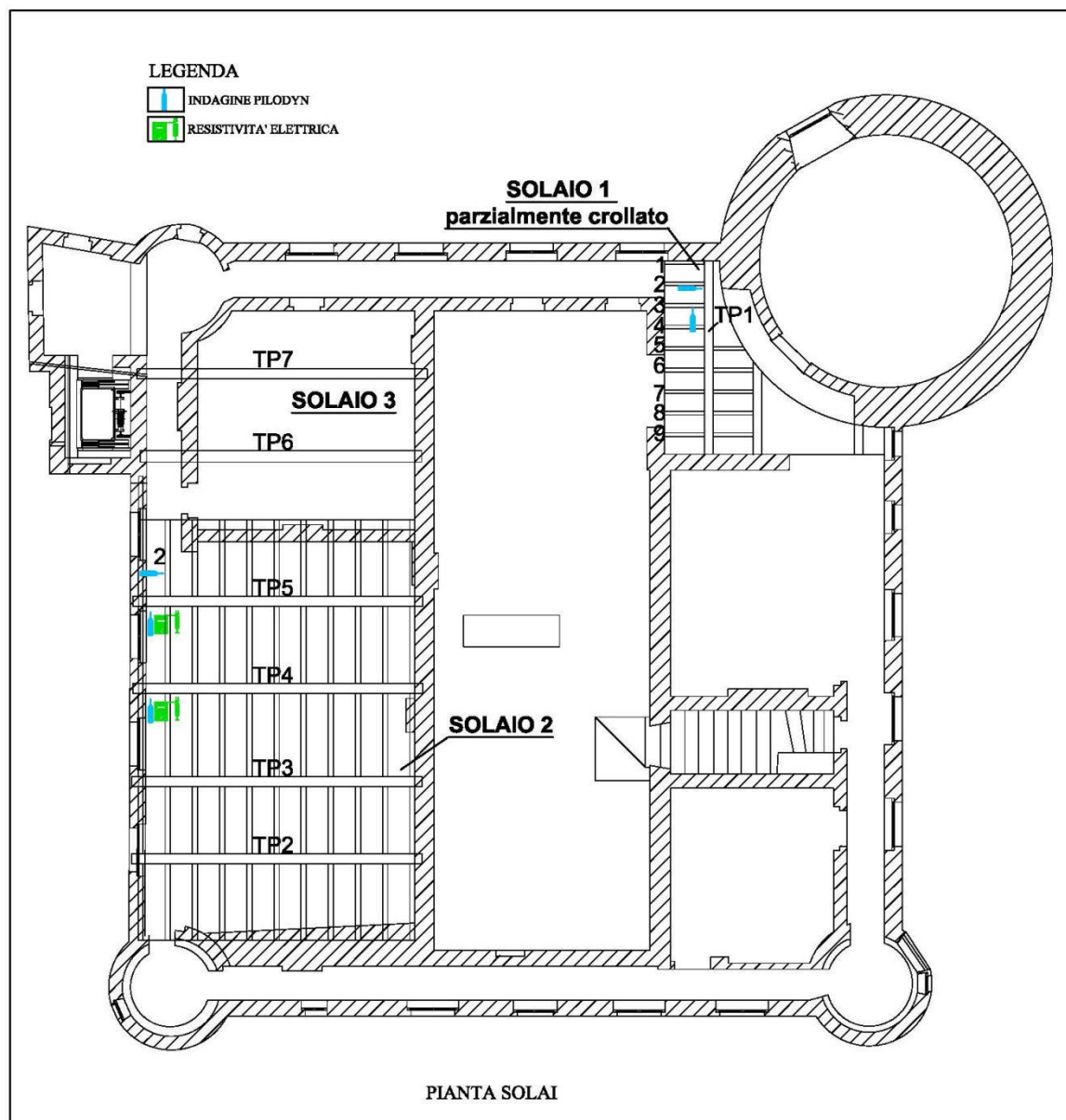
Le prove sono state eseguite il giorno 27 aprile 2015 a cura dell' arch. Gerolamo Stagno della 4 EMME Service S.p.A.

I solai oggetto della presente diagnosi preliminare sono databili intorno al XVIII secolo e rappresentano un interessante caso di esecuzione con tecnica a "regolo di convento" con superfici dipinte a secco con tecnica a tempera.

A seguito della Classificazione a vista condotta con l'applicazione della UNI 11119, integrata da alcune prove strumentali non distruttive, applicate per ora su un campione come riportato nella schede, si evidenzia quanto di seguito esposto.

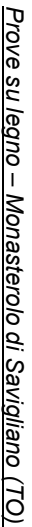
2. PROTOCOLLO DI ISPEZIONE TECNOLOGICA

Di seguito si riporta il disegno con l'ubicazione delle prove e le tabelle con i dati rilevati.



Legenda tabelle

- Ab rosso : abete rosso
- X : presenza della tipologia di degrado indicata nella colonna
- Attacchi da insetti : AN = anobidi, CE = cerambici, VE = vespe, TERM = termiti
- Nodi : M sta per presenza in mezzeria, A sta per presenza in appoggio, X se i nodi sono diffusi su tutta la trave
- Lavorazioni : "man" sta per manuale, "mec" sta per meccanica
- Classificazione : S1 S2 S3 sono le 3 classi indicate nella normativa UNI 11119 a cui va fatto riferimento per l'assunzione dei parametri meccanici in fase di calcolo di verifica; tale classificazione viene attribuita a ciascun elemento al termine delle indagini.

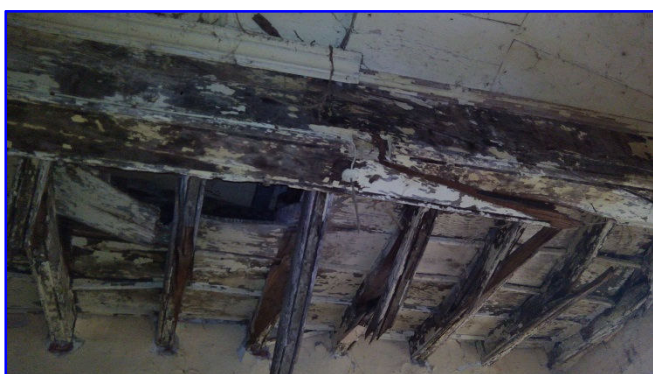
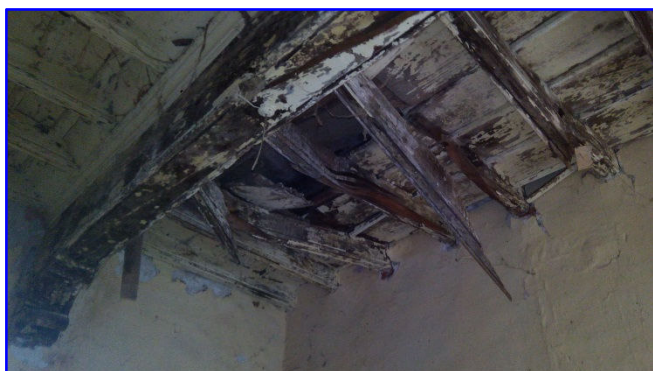


SCHEDATURA ELEMENTI LIGNEI

Edificio : Castello di Monasterolo									
Schedatori : Stagno-Forgione									
Data : 27/04/2015									
Pagina : 2									
SOLAIO 3	TP5	ELEMENTO	TP6	TP7					
		SPECIE LEGNOSA							
		SEZIONE MEDIA (b x h)							
		CARIE BIANCA/BRUNA							
		PRESENZA UMIDITA' APPOGGIO							
		MACCHIE UMIDITA'							
		SEZIONE EFFICACE							
		CIPOLLATURE							
	AN VE	INSETTI AN, LIC CERAM TERM	AN	AN					
		FESSURE MECCANICHE DIR /PRO							
		FESSURE RITIRO		X					
	X	DEVIAZIONE FIBRA			X				
	App	NODI IN MEZZERIA/APPOGGIO							
	3cm	DIAM MAX NODO (cm)		2	2				
		GRUPPO NODI (dist. < 15 cm)							
	3	FREQ NODI A ML		2	2				
CONNESSIONI	man	LAVORAZIONI MAN/MECC	man	man					
	X	CHIODI	X	X					
		INCALMI							
		FALCATURE		X					
		LEGNO DI RIUSO							
	S1	CLASSIFICAZIONE (S1-S2-S3)	S1	S1					
		ACCERTAMENTI DIAGNOSTICI							

SOLAIO 1

Costituito da orditura composta è stato oggetto di grave danneggiamento dovuto al crollo di una consistente parte muraria soprastante; questo ha generato la rottura per schianto da flessione di travetti secondari e grave danneggiamento alla trave principale.



L'Ispezione Tecnologica ha individuato un degrado biotico contenuto con soli fori da anobidi quindi molto superficiale; le difettosità non evidenziano nodi in posizione critica né di elevata dimensione, le fessure da ritiro sono nei limiti.

Unica forma accentuata la fibratura deviata che si è evidenziata proprio nella fase di rottura a flessione.

Analoghe considerazioni per i travetti secondari con una deviazione della fibra per più contenuta.

Le misure di densità superficiale effettuate con sclerometro hanno fornito dei valori accettabili contenuti rispetto agli effetti del degrado xilofago e micotico.

Anche la misura di umidità rientra nei valori di tolleranza e non si individuano avanzati processi di degrado.

Tuttavia diversi elementi lignei sono stati oggetto di rottura e dovranno essere valutate le differenti ipotesi progettuali di recupero o sostituzione.

SOLAI 2 – 3

A orditura composta suddivisa in n. 6 travi principali e n. 10 travetti secondari ad interasse questi ultimi di circa 0,50 m .

La tecnologia è anche qui a “regolo di convento” come confermano alcuni dettagli quali la bisellatura dei travetti e delle travi principali e il dettaglio del raccordo travetti secondari – trave principale con la presenza della cornice e della bussola.



L'Ispezione Tecnologica ha evidenziato in particolare una fibratura deviata ma di entità limitata e un degrado xilofago rappresentato da anobidi.

La misura di umidità è contenuta nei valori che non espongono il materiale a attacchi micotici (oltre il 30%).

Le misure di durezza superficiale forniscono uno stato accettabile di buona conservazione delle travi principali e secondarie.

In particolare la trave TP2 presenta già un intervento di consolidamento con staffa in ferro nascosta all'interno del materiale.

Dall'osservazione delle fessure presenti si rileva che le stuccature eseguite per predisporre il materiale alla posa della decorazione non presentano ritiri.

3. INDAGINE PILODYN – SCLEROMETRO DA LEGNO

Tali strumenti permettono di valutare il livello di degrado e la riduzione della sezione resistente degli elementi lignei.

La prova consiste nell'inserimento all'interno del legno di una punta metallica mediante una forza costante e predeterminata la profondità raggiunta dalla punta è letta su una scala graduata posta nella cassa metallica dello strumento o con un calibro con lettura al decimo di mm.

Le prove sono state eseguite su travi e travetti scelti a campione; di seguito si riporta la tabella con i dati ottenuti.

INDAGINE SCLEROMETRICA SU ELEMENTI LIGNEI						
Manufatto : Castello di Monasterolo (CN)		Committente :		Data : 27/04/2015		
Elemento : SOLAI		Rilevatori : Stagno -Forgione		Pagina : 1		
ELEMENTO	ESSENZA LEGNOSA	DIAMETRO PUNTA	PROFONDITA' DI PENETRAZIONE (mm)			
			PROVA 1	PROVA 2	PROVA 3	PROVA 4
SOLAIO 1 TP1			18 15	15 15	13	11
TRAVETTO N°3			13	11	13	
SOLAIO 2 TP5			18	19	15	
TRAVETTO N° 2			15	15	15	
TP4			18	19	15	

4. RESISTIVITÀ ELETTRICA

Con tale metodo si rilevano temperatura e umidità sia ambientali che del materiale in esame.

Lo strumento utilizzato è il Gann Hydromett RTU 600, alimentato da una batteria da 9V e dotato di sonde con differenti funzioni:

- elettrodo attivo RF-T-28 per la misura di temperatura e umidità ambientali (campo di misura: temperatura da -10° C a +80° C - umidità da 7% a 98%);
- portaelettrodi ad infissione M18: è dotato di chiodi che permettono la misurazione in profondità nel legno, tali chiodi possono essere lunghi 4-6-20-30 cm; lo strumento va calibrato sulla temperatura ambiente, misurata con apposita sonda, e sulla specie legnosa analizzata utilizzando i codici presenti sulle tabelle allegate; il valore ottenuto è direttamente la percentuale di umidità presente nel legno;



- sonda di temperatura ET50 per la misura della temperatura in superficie e in profondità nel materiale (campo di misura da -50° C a +300° C);
- elettrodo attivo B 50 : è dotato di elettronica integrata che permette la localizzazione non distruttiva di umidità in materiali da edilizia, funziona generando un campo di alta frequenza concentrato fino ad una in profondità fino a 12 cm; il valore misurato è un indice, per avere la percentuale di umidità si applicano in conversione apposite tabelle.

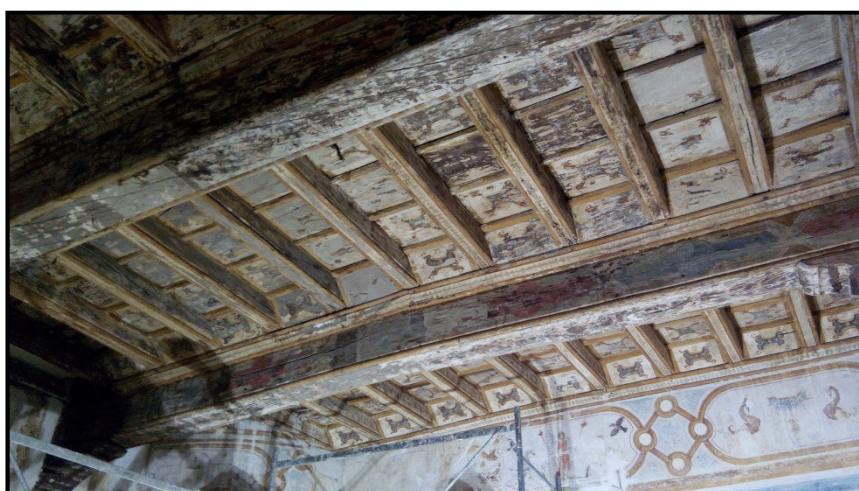
PROVA DI RESISTIVITA' ELETTRICA						
Località : Castello di Monasterolo			Rilevatori : Stagno - Forgione		Data : 27/04/2015	
Localizzazione punti : SOLAIO 2			Materiale : Legno		Pagina : 1	
PUNTO	TEMP. ARIA (°C)	UMID. ARIA (%)	TEMP. SUPERF. (°C)	UMID. INTERNA (%)		UMID. APPOGGIO (indice)
				superf.	prof.	
TP5 appoggio	16,5	70,5	16		17 19,4	
TP4	16,5	70,5	16		17 19,4	



Solaio 3: particolare della fibratura deviata su trave principale TP6



Solaio 3: particolare degli appoggi



Solaio 3: vista delle travi

5. DIAGNOSI ELEMENTI LIGNEI

I parametri da adottarsi in fase di calcolo sulla base della classificazione sopra esposta sono indicati nel prospetto 3 della norma UNI 11119.

prospetto 3

Tensioni massime per l'applicazione del metodo delle tensioni ammissibili e moduli medi di elasticità a flessione, per le categorie in opera delle principali specie legnose, applicabili per umidità del legno = 12%

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
		parallela alla fibratura	perpendicolare alla fibratura				
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.

prospetto 5 Valori caratteristici per i tipi di legname considerati nella presente norma

Proprietà		Abete/Italia			Pino laricio/Italia			Larice/Nord Italia			Douglasia/Italia		Altre conifere/Italia			Castagno/Italia	Querce caducifoglie/Italia	Pioppo e Ontano/Italia	Altre latifoglie/Italia
Corrispondenza con le Classi di resistenza della UNI EN 338		C24	C18		C40	C22	C14		C22	C18	C35	C22				D24			
Categorie resistenti		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2/S3	S1	S2	S3	S	S	S	S
Flessione (5-percentile), N/mm ²	$f_{m,k}$	25	18		40	22	15		23	18	35	22	33	26	22	28	42	26	27
Trazione parallela alla fibratura (5-percentile), N/mm ²	$f_{t,0,k}$	15	11		24	13	9		14	11	21	13	20	16	13	17	25	16	16
Trazione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), N/mm ²	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4		0,4	0,4	0,4		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
Compressione parallela alla fibratura (5-percentile), N/mm ²	$f_{c,0,k}$	21	18		26	20	17		20	18	25	20	24	22	20	22	27	22	22
Compressione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), N/mm ²	$f_{c,90,k}$	2,6	2,6		3,2	3,0	3,0		3,6	3,6	3,2	2,9	3,7	3,7	3,7	7,3	11	6,3	7,7
Taglio (5-percentile), N/mm ²	$f_{v,k}$	4,0	3,4		4,0	3,8	3,0		3,8	3,4	4,0	3,8	4,0	4,0	3,8	4,0	4,0	2,7	4,0
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (medio), kN/mm ²	$E_{0,mean}$	11,8	10,5		15	12	11		12,5	11,5	15,8	13	12,3	11,4	10,5	12,5	12,0	8,0	11,5
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (5-percentile), kN/mm ²	$E_{0,05}$	7,9	7,0		10	8,0	7,4		8,4	7,7	11	8,7	8,2	7,6	7,0	10,5	10,1	6,7	9,7
Modulo di elasticità perpendicolare alla fibratura (medio), kN/mm ²	$E_{90,mean}$	0,39	0,35		0,50	0,40	0,37		0,42	0,38	0,53	0,43	0,41	0,38	0,35	0,83	0,80	0,53	0,77
Modulo di taglio (medio), kN/mm ²	G_{mean}	0,74	0,66		0,94	0,75	0,69		0,78	0,72	0,99	0,81	0,77	0,71	0,66	0,78	0,75	0,50	0,72
Massa volumica (5-percentile), kg/m ³	ρ_k	375	375		455	425	430		510	520	450	415	530	530	530	485	760	420	515
Massa volumica (media), kg/m ³	ρ_{mean}	450	450		550	520	520		610	620	540	500	575	575	575	580	825	460	560

Prospetto 5 UNI 11035.2

Per la durabilità del legno si fa riferimento alla norma UNI EN 350 del 1996, alla EN 335 del 2006 e alla UNI EN 460 del 1996. Dalla prima, conoscendo la specie legnosa di cui ci si sta occupando, si può avere un'indicazione sulla durabilità naturale della specie legnosa per i funghi e per gli insetti del legno (divisi tra isotteri o termiti e coleotteri). La tabella riportata in questa norma fornisce anche l'indicazione dell'impregnabilità del durame e dell'alburno, fattore importante per poter decidere se e dove prevedere la stesura di un impregnante.

UNI EN 350

Nome commerciale	Specie Nome scientifico	Origine	Funghi	Durabilità naturale					Impregnabilità	
				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)	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</i> spp.	EU	5	R	NR	NR	R	NR	3	1
Querce caducifoglie	<i>Quercus</i> spp	EU	2-4	R	NR	NR	NR	NR	4	1

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. – *Hesperoehanes cinereus*
An. – Anobidi spp.
Ly. – *Lyctus* spp.
Term. – Termiti 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 isotteri o termiti
R – resistente
MR – moderatamente resistente
NR – non resistente

Classi di durabilità naturale agli insetti coleotteri
R – resistente
NR – non resistente

EN 335 classi di utilizzo

Classe di utilizzo	Umidità del legno	Agenti biologici	esempio
1 (interno, coperto)	Sempre < 20%	Insetti	Mobili, parquet, perline ...
2 (interno, coperto)	Occasionalmente > 20%	Insetti, funghi della carie, funghi cromogeni, muffe	Travi, rivestimenti interni ..
3.1 (esterno, non a contatto con il suolo)	Frequentemente > 20% non esposto alla pioggia		Infissi, rivestimenti esterni, serramenti, arredo urbano ...
3.2 (esterno, non a contatto con il suolo)	Prevalentemente > 20% esposto alla pioggia		
4 (esterno, a contatto con il suolo)	Permanentemente > 20%	Come 3 e carie soffice	Pali linee aeree, arredo urbano, sponde fluviali ...
5 (immerso in acqua di mare)	Permanentemente > 20%	Carie soffice , organismi marini	Pali da ormeggio, pontili, ...

Dalle informazioni estratte dalle precedenti norme si può, attraverso la UNI EN 460, vedere se le condizioni a cui l'elemento è sottoposto sono compatibili con la Durabilità naturale della specie legnosa o se deve essere previsto un trattamento preservante.

Funghi xilofagi - Guida delle classi di durabilità di specie legnose per l'uso secondo classi di rischio

Classe di rischio	Classe di durabilità				
	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	(0)	(0)
3	0	0	(0)	(0) - (x)	(0) - (x)
4	0	(0)	(x)	x	x
5	0	(x)	(x)	x	x

Legenda:

- 0 durabilità naturale sufficiente,
- (0) la durabilità naturale è generalmente sufficiente, ma per certi utilizzi anali può essere raccomandato un trattamento preservante (vedere appendice A),
- (0) - (x) la durabilità naturale può essere sufficiente, ma in funzione della specie legnosa, della sua permeabilità (vedere 6.1) e del suo utilizzo anali (vedere appendice A), può essere necessario un trattamento preservante,
- (x) il trattamento preservante è normalmente raccomandato, ma per certi utilizzi anali la durabilità naturale può essere sufficiente (vedere appendice A),
- x trattamento preservante necessario.

Tutti i dati riportati nelle tabelle sono stati ricavati dai dati rilevati in sito durante l'esecuzione delle prove.

Torino, 5 maggio 2015

4 EMME Service S.p.A.
il Direttore del Centro di Torino
Arch. Alberto Capussotto



RELAZIONE REVISIONATA DA:
Geom. Diego Doto

