

GUIDA PRATICA ALLA **DURABILITÀ** E AI TRATTAMENTI DEL LEGNO.

A CURA DI MARCO LUCHETTI, MICHELE ZULINI E STEFANO DEZZUTTO.

©Copyrigh 2013

INDICE

2	PREFAZIONE
4	1. LEGNO E DURABILITÀ
4	1.1 PROGETTARE LA DURABILITÀ
6	1.2 MONITORAGGIO DELLE STRUTTURE ESISTENTI
6	1.3 LE 5 CLASSI DI UTILIZZO DEL LEGNO
7	2. GLI INSETTI XILOFAGI
8	2.1 HYLOTRUPES BAJULUS (CAPRICORNO DELLE CASE)
8	2.2 HESPEROPHANES
9	2.3 XESTOBIUM RUFOVILLOSUM (“OROLOGIO DELLA MORTE”)
9	2.4 ANOBIUM PUNCTATUM (“TARLO DEL LEGNO”)
10	2.5 LYCTUS
10	2.5.1 LYCTUS BRUNNEUS (“LICTIDE COMUNE”)
11	2.6 LE TERMITI (ISOTTERI)
11	2.6.1 RETICULITERMES LUCIFUGUS
12	3. I FUNGHI LIGNIVORI
12	3.1 SERPULA LACRYMANS (MERULIUS LACRYMANS)
13	4. I TRATTAMENTI PRESERVANTI
13	4.1 LA PRESERVAZIONE DEL LEGNO
15	4.2 I PRINCIPI ATTIVI AD AZIONE BIOCIDIA
16	4.3 IL TRATTAMENTO CON GAS TOSSICI (FUMIGAZIONE)
16	4.4 IL TRATTAMENTO IN ANOSSIA
17	4.5 LA DIRETTIVA N° 98/8/CE (BIOCIDI)
18	5. I TRATTAMENTI CURATIVI
18	5.1 TRATTAMENTO CONTRO GLI INSETTI CON LARVE XILOFAGHE
18	5.2 TRATTAMENTO CONTRO GLI INSETTI XILOFAGI E TERMITI
18	5.3 TRATTAMENTI CONTRO LE TERMITI SOTTERRANEE
21	5.4 TRATTAMENTI CONTRO I FUNGHI XILOFAGI
22	5.5 PRODOTTI FUNGICIDI
22	6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI
23	7. RIFERIMENTI NORMATIVI

PREFAZIONE

Contributo a cura di Milena De Rossi e Andrea Sartirani
(Gruppo Prime Lavorazioni - Consiglio Direttivo di Assolegno).

Il legno è un materiale che vive, che respira.

Scegliere di progettare e realizzare un manufatto od acquistare un prodotto in legno, è sicuramente un'ottima azione per la salvaguardia del pianeta, utilizzando l'unica vera materia prima da costruzione rinnovabile. Impiegare materiali a base legno in edilizia significa altresì sfruttare l'opportunità di stoccare CO₂ mitigando l'effetto serra e aiutando il nostro Paese a raggiungere gli obiettivi fissati dalla strategia "Europa 2020".

Non tutti però "meritano" di lavorare con il legno.

Solamente chi ha realmente conoscenza dei suoi punti forti e deboli potrà creare, realizzare, preservare per l'eternità un'opera lignea.

Come giustamente ha detto e scritto più volte l'arch. Franco Laner "l'insuccesso del legno, più che al legno, è imputabile alle teste di legno, che presumendo di conoscerlo, lo impiegano male e pretendono che si comporti come tutti gli altri materiali da costruzione di natura inorganica!".

Fidarsi del legno non è un atto di coraggio, ma una scelta responsabile se ci affidiamo ad operatori competenti. Perché come ci insegnava l'illustre Professore Giordano "il legno, materiale antico, ma mai vecchio".

A titolo di completezza si precisa che lo scopo di questo contributo tecnico – pratico è di offrire agli operatori di settori, siano questi professionisti o aziende, un valido aiuto nel conoscere gli aspetti legati alla durabilità delle specie, ai metodi di preservazione e ai trattamenti preventivi e curativi.

Tutto questo con un unico obiettivo: un utilizzo razionale del materiale.

Contributo a cura di Claudio Giust
(Presidente Assolegno).

Ad oggi diviene fondamentale per supportare il ritrovato interesse nei confronti del materiale legno fornire un'adeguata formazione e informazione non solo ai professionisti, ma a tutti gli operatori del settore fino al privato cittadino, mettendo a disposizione strumenti semplici e di carattere pratico come la presente pubblicazione.

È noto infatti che il legno, in quanto materiale di origine biologica, è soggetto al decadimento in presenza di agenti di degrado che possono essere biotici (principalmente funghi e insetti) e/o abiotici (condizioni ambientali in cui è mantenuto): meno comune è la conoscenza del diverso comportamento che le varie specie legnose, per loro propria natura, hanno nei confronti di tale degrado.

Spesso una sapiente progettazione può permettere di utilizzare specie legnose con durabilità naturale modesta per realizzare manufatti da collocare anche in situazioni difficili; per contro, non approfondire gli aspetti legati all'ambiente in cui il materiale dovrà soggiornare può portare a risultati pessimi anche in presenza di specie legnose conosciute come durevole.

Il presente contributo vuol quindi fornire una panoramica, in modo semplice e intuitivo, di tutti quegli aspetti legati alla durabilità del materiale legno. In altre parole significa fornire al lettore delle nozioni di carattere generale da cui prendere spunto per un successivo approfondimento in testi di carattere specialistico.

L'impegno di Assolegno è rivolto a tutta la filiera: "consumatore" compreso.

1. LEGNO E DURABILITÀ

Quando si parla di durabilità del legno, caratteristica legata alla sua natura biologica, si fa riferimento alla sua resistenza al degradamento indotto da organismi lignivori (UNI EN 1001-2).

Per una corretta progettazione e manutenzione di qualsivoglia manufatto ligneo è pertanto necessario conoscere la durabilità dei singoli elementi lignei che la costituiscono e quali possono essere gli organismi che possono rappresentare un pericolo, anche in considerazione del fatto che la durabilità viene espressamente contemplata dalla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE, e dal più recente Regolamento Prodotti da Costruzione Prodotti (CPR 305/2011).

Nel caso del legno massiccio è da tempo nota la classe di durabilità naturale, ovvero la resistenza di una singola specie legnosa, talvolta anche a livello di provenienza, nei confronti dell'azione di degrado da parte dei principali organismi lignivori. In particolare si può fare riferimento alla norma UNI EN 350 parte 1 ("Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida ai principi di prova e classificazione della durabilità naturale del legno") e alla UNI EN 350 parte 2 ("Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida alla durabilità naturale e trattabilità di specie legnose scelte di importazione in Europa").

Nel documento che segue verranno presi in considerazione i principali agenti del biodegradamento, ovvero insetti (Coleotteri e Isotteri o termiti) e funghi agenti di carie del legno.

Nota: Si vuole tuttavia ricordare che tra gli agenti del biodegradamento rientrano anche gli organismi marini che degradano il legno immerso in mare (palificazioni di pontili, lo scafo in legno di imbarcazioni, ormeggi, etc.). Tra questi organismi citiamo i molluschi (Teredini, Foladi, ecc) e i crostacei (Limnoria, Cheluridi ecc.). I danni più ingenti sono dovuti a Teredini e Limnoria a causa delle estese gallerie scavate nel legno attaccato.

1.1 PROGETTARE LA DURABILITÀ

Il legno è un materiale di origine biologica e come tale è soggetto a decadimento in maniera naturale: se non adeguatamente protetto, in presenza di agenti di degrado (sia questi biotici che abiotici), perde le proprie caratteristiche e deperisce fino a diventare inutilizzabile dal punto di vista strutturale.

In realtà tutti i materiali da costruzione sono soggetti a degrado, anche se in forme e tempi diversi. Nell'immaginario collettivo però, il legno è considerato tra i materiali meno durevoli soprattutto in considerazione del rischio di marcescenza o di attacco xilofago. Se è vero che molte specie legnose possono subire danni in presenza di forte umidità o di alcuni insetti, è altrettanto vero che non è corretto collegare direttamente la durabilità naturale del legno con la durabilità delle costruzioni di legno.

La vita di una costruzione di legno può essere lunghissima, maggiore di quella desiderata, a patto che le possibilità di degrado delle sue componenti di legno vengano prese in considerazione già in fase di progettazione, in modo da poterne definire e garantire la durata di vita richiesta.

La durabilità va dunque progettata ed è parte integrante del progetto.

Purtroppo per lungo tempo di questo concetto non si è adeguatamente tenuto in conto. Presi dall'entusiasmo per la bellezza del costruire con il legno, ci si è spesso dimenticati che il legno richiede molta attenzione e che non perdona chi lo adopera impropriamente. Nel tempo una struttura di legno progettata con superficialità denuncia al suo artefice soprattutto le carenze progettuali in tema di durabilità.

I grandi nemici del legno comunemente impiegato in ambito strutturale sono soprattutto l'acqua ed il sole che inevitabilmente producono alterazione del legno se presenti per lungo tempo. Per fortuna nella gran parte dei casi le costruzioni di legno non sono esposte direttamente agli agenti atmosferici. Normalmente le strutture sono protette da un pacchetto di copertura se si tratta di un tetto, da un cappotto o da una facciata ventilata se si tratta di una parete, da dei materiali di separazione se si tratta di un pilastro a terra. In questi casi la durabilità non è mai un problema ed anche la manutenzione richiesta è praticamente nulla. In alcuni casi però le strutture o parte di esse possono essere esposte. In questi casi, che sarebbe meglio evitare a priori, occorrono precauzioni e manutenzione.

A tal proposito il piano di manutenzione può essere definito come documento complementare al progetto strutturale che ne prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi dell'intera opera, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

Esso va depositato, unitamente agli altri elaborati progettuali, presso gli uffici del Genio Civile competenti per territorio.

Affinché una qualunque struttura in legno sia durabile e protetta nel tempo, devono essere rispettate alcune elementari regole:

- mantenete un adeguato livello di pulizia intorno alle case (rimuovete carta, cartone, legno, ecc.);
- non conservate mai la legna da ardere a ridosso delle pareti esterne;
- eliminate qualsiasi fonte di umidità anomala (infiltrazioni, ecc.);
- assicurate un'adeguata ventilazione dei locali;
- ispezionare regolarmente solai e mansarde.

1.2 MONITORAGGIO DELLE STRUTTURE ESISTENTI

Per preservare nel tempo qualunque tipo di manufatto ligneo (struttura, elemento decorativo, serramento interno o esterno) è necessario effettuare periodicamente una corretta manutenzione.

La protezione preventiva o curativa di una struttura in legno deve sempre passare attraverso uno studio preliminare che consenta di individuare gli agenti del degrado e i loro fattori di sviluppo. Solo uno studio accurato permetterà di orientare la scelta verso la migliore tecnica e/o prodotto preservante.

In ogni caso non è possibile individuare una soluzione universale per assicurare la durabilità attesa di un qualunque manufatto ligneo.

1.3 LE 5 CLASSI DI UTILIZZO DEL LEGNO

Poiché il rischio di attacco biologico è funzione delle condizioni ambientali in cui un prodotto a base di legno risulta esposto durante la sua vita utile, in sede normativa sono state definite le cosiddette classi di utilizzo.

Dette classi rappresentano differenti situazioni di impiego che presentano una crescente criticità rispetto al potenziale attacco di agenti del biodegradamento (UNI EN 335):

- Classe 1: legno impiegato all'interno, protetto dalle intemperie (pavimenti, mobili, ecc.).
- Classe 2: legno impiegato all'interno, ma potenzialmente soggetto a rischio di umidità localizzata (carpenteria, elementi di copertura, bagni, cucine, ecc.).
- Classe 3: legno impiegato all'esterno, sottoposto a repentine alternanze di condizioni umide e secche (finestre, porte esterne, rivestimenti esterni). La classe presenta a sua volta due sottoclassi con crescenti situazioni di esposizione all'umidità.
- Classe 4: legno impiegato all'esterno e sottoposto a umidità permanente (recinzioni, pali, ponti e passerelle esterne).
- Classe 5: tutte le opere in legno in contatto con acqua di mare (moli, banchine, opere marittime ecc.).

2. GLI INSETTI XILOFAGI

Sotto questa denominazione sono raggruppati gli insetti le cui larve si sviluppano nel legno. La loro presenza viene rilevata principalmente dai fori di uscita delle larve, quando giungono allo stadio adulto.

Nonostante questi nemici siano quasi tutti di piccola taglia, possono comunque causare danni rilevanti... anche di grande entità.

Nota: in funzione della specie, gli insetti xilofagi hanno la possibilità di attaccare sia legno fresco che stagionato/essiccato.

La biologia degli insetti xilofagi è peraltro abbastanza simile tra le varie specie (eccezione fatta per le termiti): tutti evidenziano una metamorfosi completa (deposizione delle uova > larve > pupa > insetto adulto).

L'insetto adulto normalmente è dotato di ali che, fuoriuscendo dalla struttura attraverso un foro di sfarfallamento, si accoppia per dar luogo a un nuovo ciclo e quindi un nuovo attacco.

Nota: Il danno è generalmente causato dall'azione delle larve che penetrano in profondità nel legno scavando gallerie. Talvolta anche gli insetti adulti partecipano alla distruzione del legno (termiti). L'attacco interessa preferibilmente la porzione di alborno e quella più tenera del legno primaticcio degli anelli di accrescimento.

Tra i principali insetti agenti del degradamento del legno ricordiamo:

- **COLEOTTERI:** Anobidi, Bostrichidi, Cerambicidi, Lyctidi, Platipodidi, Scolitidi e Curculionidi.
- **ISOTTERI (TERMITI):** Rinotermitidi e Calotermitidi.

Nota: generalmente è possibile asserire che gli insetti più dannosi appartengono alle famiglie dei Cerambicidi, Anobidi e Rinotermitidi.

Tarlo è un termine generico utilizzato sia per la specie *Anobium Punctatum* sia a volte per indicare quel vasto insieme di insetti che scava gallerie all'interno del legno.

Nota: A tal proposito occorre fare una precisazione: solo alcune specie di insetti si nutrono dei costituenti delle pareti cellulari del legno (cellulosa, lignina ed emicellulose) che vengono assimilati attraverso l'azione di specifici enzimi presenti nel loro apparato digerente. Altri invece invece utilizzano solo l'amido e le sostanze di riserva contenute nelle cellule del legno o se ne servono solo come un riparo per portare a termine il loro ciclo biologico.

Fattore a denominatore comune è il "rosume", ossia un impasto più o meno compatto di polvere di legno ed escrementi che assume una forma e una consistenza diversa in funzione della specie.

Per i tecnici del settore, l'analisi del rosime (insieme alla forma geometrica ed alla dimensione delle gallerie) sono elementi preziosi per l'identificazione dell'insetto.

2.1 HYLOTRUPES BAJULUS (CAPRICORNO DELLE CASE)

L'adulto, lungo da 17 a 25 mm, è di colore da bruno-nero a bruno-giallastro, con una testa rotondeggiante con antenne poco più corte del corpo. Il torace si presenta rotondeggiante e ricco di una peluria argentea. Elitre tre volte più lunghe che larghe con peluria che forma fasce trasversali argentee. Le uova sono fusiformi. La larva, di colore bianco crema, a maturità è lunga più di 2 cm.

QUALI DANNI PROVOCA

I danni causati da questo cerambicide, proporzionali alle dimensioni della larva, possono essere molto gravi in quanto le strutture attaccate riducono di molto la loro resistenza meccanica (es. travature dei sottotetti). Le gallerie possono avere anche un diametro di 10 mm. Provoca danni ingenti soprattutto su specie a durame indifferenziato (abeti).



Figura 1. Adulto, uova e larve di Capricorno delle case (*Hylotrupes bajulus*).

La femmina depone un centinaio di uova nei manufatti in legno di conifera (pini, abeti, larice ecc.). Le condizioni ottimali per lo sviluppo sono costituite da una alta umidità e una temperatura (17-18°C). Gli adulti sono buoni volatori e diffondono facilmente l'infestazione.

PRESENZA

- fori sulla superficie del legno, da 8 a 10 mm, di forma ovale;
- gallerie che si estendono verso la periferia del manufatto, protette da una pellicola sottile di legno, pareti striate;
- escrementi di colore beige molto chiaro, a forma di piccole botti da 0,8 mm di lunghezza;
- lieve rumore di "rosicchiamento".

2.2 HESPEROPHANES

È un insetto della stessa famiglia del capricorno delle case, le sue larve si nutrono principalmente di legno di latifoglie (querchia, faggio, ecc.).

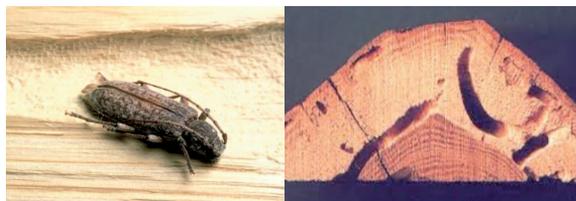


Figura 2. Adulto e danni causati dalle larve.

PRESENZA

- gallerie di sezione ovale, parallele alle fibre del legno, le cui pareti mostrano striature causate dai colpi delle mandibole, come per il Capricorno;
- escrementi di colore giallo chiaro, a forma di piccole botti.

2.3 XESTOBIUM RUFOVILLOSUM (“OROLOGIO DELLA MORTE”)

Si tratta di un insetto xilofago le cui larve apprezzano il legno già degradato dal fungo della carie cubica o fibrosa, ovvero con una umidità superiore al 20%.

L'insetto adulto di colore scuro e con una lunghezza compresa tra 5 e 7 mm, appare tra aprile e maggio e può vivere da 1 a 10 anni.

La larva, di colore bianco latte, ha una lunghezza compresa tra 6 e 11 mm.

PRESENZA

- fori d'uscita circolari, con un diametro di 2-4 mm;
- gallerie circolari;
- tarlature granulari di forma lenticolare, di circa 1 mm di diametro.



Figura 3. Adulto e danni causati da *Xestobium rufovillosum*.

2.4 ANOBIUM PUNCTATUM (“TARLO DEL LEGNO”)

L'*Anobium punctatum* si incontra frequentemente nei mobili e negli oggetti d'arte antichi.

L'insetto adulto di colore scuro e con una lunghezza compresa tra 2,5 e 5 mm, appare maggio e può vivere da 1 a 4 anni. La larva, di colore bianco, ha una lunghezza compresa tra 5 e 7 mm.



Figura 4. Ispezione sulla rosura indicatrice di un attacco in atto, danni su alborno di legno di quercia, larva e adulto di *lyctus brunneus*.

PRESENZA

- fori di uscita circolari da 1 a 3 mm di diametro;
- piccoli mucchi di rosura finemente granulare.

2.5 LYCTUS

Il genere *lyctus* è presente in Europa principalmente con due specie: il *Lyctus brunneus* (probabilmente di origine americana e sempre più diffuso) e il *Lyctus linearis* (una specie probabilmente autoctona) in involuzione.

Nota: Entrambi gli insetti si nutrono di sostanze amidacee: Castagno, Rovere, Frassino, Olmo, Robinia e tutte le latifoglie tropicali costituiscono un substrato privilegiato per i lictidi. Generalmente infestazioni attive non riguardano strutture antiche in quanto in tali elementi si è ormai assistito ad una progressiva scomparsa di sostanze amidacee.

2.5.1 LYCTUS BRUNNEUS ("LICTIDE COMUNE")

Lungo da 3 a 5 mm, è di colore bruno scuro – rossastro con elitre più chiare. Primo segmento toracico largo nella parte anteriore come la base delle elitre. Elitre dall'aspetto uniforme con fori longitudinali disposti in linee irregolari. Antenne ingrossate all'apice (ultimi 2 articoli). Rosume fine. Foro di sfarfallamento ovale o debolmente ovale di circa 1,5 mm di diametro. Il ciclo vitale dura 1 - 2 anni. In ambiente riscaldato può dar luogo a 2-3 generazioni all'anno. Ogni femmina depone 50-70 uova.

Attacca l'alburno di tutte le latifoglie a legno tenero e con i vasi grossi (quercia, acero, noce, frassino) e il durame non è differenziato.



Figura 5. Adulto di *lyctus brunneus* e sezione di pavimento di ciliegio infestato da lictidi.

PRESENZA

- fori di uscita circolari da 1 a 2 mm di diametro;
- piccoli coni di rosura molto fine;
- il legno assume un aspetto farinoso mentre la superficie dei manufatti non presenta tracce visibili di alterazioni.

I danni possono essere molto estesi soprattutto nelle specie legnose a durame indifferenziato o con alburno molto esteso. Numerose generazioni possono svilupparsi sullo stesso manufatto ligneo riducendolo letteralmente in polvere o lasciando intatto solo un leggero strato superficiale che si rompe con una leggera pressione. Danni consistenti si verificano su manufatti d'arredo o dipinti su tavola.

2.6 LE TERMITI (ISOTTERI)

Sulla Terra esistono più di 2500 specie di termiti, la maggior parte delle quali vive nelle regioni calde, equatoriali o tropicali. Le colonie presentano polimorfismo di casta, individui che hanno funzioni differenti: riproduttori (alati), soldati e operai (atterri). Le termiti operaie sono sterili, attere, di colore biancastro, si occupano di tutte le attività relative al funzionamento della colonia. I soldati sono simili alle operaie, ma hanno il capo e le mandibole più sviluppati e fortemente sclerotizzati, devono difendere la colonia dai predatori, in particolare dalle formiche. I riproduttori sono di dimensioni maggiori, di colore da giallo bruno a nero, hanno due paia di ali trasparenti di uguale lunghezza.

Nidificano nel terreno. Scavano gallerie nella porzione primaverile delle travi, principalmente nella porzione interna alla muratura. Il loro sviluppo avviene per sciamatura (gli insetti alati fondano una nuova colonia) o per propaggine (un centinaio di individui della colonia può far nascere una nuova colonia).

Se devono attaccare due travi poste a distanza di qualche metro possono costruire dei corridoi lungo il soffitto o le pareti, sempre lavorando al buio, passano così da un elemento ligneo ad un altro.

Due specie di termiti sono presenti in Italia: **Reticulitermes lucifugus** e **Calotermes flavicollis**.

Nota: Reticulitermes lucifugus provoca in Italia i maggiori danni al legno in opera.

2.6.1 RETICULITERMES LUCIFUGUS

Le termiti sotterranee sono le più comuni: vivono in contatto permanente con il terreno e con una fonte di umidità, si muovono nelle strutture per mezzo di gallerie.

Nota: Le termiti attaccano tutte le specie di legno ad eccezione del durame di alcune specie e tropicali e della robinia, unica specie europea (anche se introdotta) il cui durame resiste al loro attacco.



Figura 6. Adulto di *Reticulitermes lucifugus* (operaio) e cunicoli costruiti per raggiungere zone interessate dall'attività xilofaga ma distanti tra loro.

Principali indizi della presenza di termiti sotterranee

- presenza di cavità al di sotto di una sottile pellicola superficiale o di gallerie strette senza segatura e cementate;
- gallerie o cordoni costruiti su materiali duri;
- ponti a forma di stalattiti e stalagmiti, costruiti per raggiungere il cibo distante;
- presenza di piccoli fori di circa 2 mm, visibili sull'intonaco del soffitto o delle pareti, rivestiti o meno;
- sciamatura: volo simultaneo delle termiti riproduttrici per fondare nuove colonie.

Nota: Attenzione a non confondere le termiti sotterranee con le cosiddette „termiti del legno secco” (*Kalotermes Flavicollis*), che attaccano essenzialmente alberi e piante morti, ma che si possono incontrare anche negli edifici. La differenza principale risiede nel fatto che le „termiti del legno secco” non sono mai in contatto con il suolo, anche il loro nido è nel legno.

Attaccano il legno di conifera che di latifoglia scavando gallerie che si differenziano da quelle del *Reticulitermes lucifugus* per non essere tappezzate da terra ed escrementi e per svilupparsi lungo la cerchia degli anelli di accrescimento. La termite del legno secco mantiene sgombre le gallerie espellendo gli escrementi attraverso piccole aperture praticate che sulla superficie del legno.

3. I FUNGHI LIGNIVORI

Ci sono molte specie di funghi lignivori, che possono degradare i manufatti in legno, causando quella che viene definita “carie del legno”. La cosiddetta “carie del legno” o “della marcescenza” è classificata in diversi generi, in relazione alla natura delle specie fungine responsabili: carie cubica, fibrosa e tenera. In tutti i casi i funghi del legno si sviluppano sul legno solo in presenza di umidità elevata (> 20-22 %) e in spazi chiusi poco areati. Va peraltro sottolineato come non si debbano confondere i funghi che si nutrono dei componenti cellulari e determinano una semplice variazione del colore originale del legno (i cosiddetti funghi cromogeni), da quelli che lo alterano profondamente provocandone il cosiddetto “marciume”.

I funghi cromogeni, sia profondi che superficiali, questi ultimi genericamente indicati come muffe, si nutrono delle sostanze di riserva contenute all’interno di alcune cellule dell’alburno, lasciando intatta la struttura del legno. I secondi digeriscono invece, per azione enzimatica, i costituenti chimici delle pareti delle cellule legnose, causando la demolizione dei tessuti interessati.



Figura 7. Funghi cromogeni su segati di pino e muffe superficiali su abete rosso.

3.1 SERPULA LACRYMANS (MERULIUS LACRYMANS)

La *Serpula lacrymans* è uno dei funghi basidiomiceti più diffusi e iniziare la sua azione distruttiva con un’umidità del legno prossima al 20-22%.

La *Serpula* ha comunque bisogno di un’elevata umidità ambientale ed a questo proposito altri fattori fisici possono lo sviluppo e l’azione distruttiva (confinamento, atmosfera non ventilata). La *Serpula* è un fungo polifago in grado di svilupparsi su tutte le specie di legno e, in particolare, sul legno di conifera. Degrada il legno, ed in particolare la cellulosa che assume un colore bruno, fessurandosi secondo caratteristici piani ortogonali (carie cubica) fino ad assumere una consistenza fragile e secco.



Figura 8. Micelio di *Serpula lacrymans* in diversi stadi di sviluppo.

Anche la temperatura svolge un ruolo: al di sotto di 18-20° C, la carie del legno rallenta il proprio ritmo vitale, e lo stesso accade al di sopra dei 30° C.

Se le condizioni sopra descritte sono soddisfatte, le ife si estendono dalle spore a tutta la massa del legno, formando il cosiddetto micelio. In superficie, la *Serpula* forma delle strutture miceliali filamentose, le cosiddette rizomorfe, che si estendono attraverso la muratura per diversi metri, al fine di individuare una fonte di umidità necessaria per la sopravvivenza del micelio. La ***Serpula lacrymans*** può essere talvolta confuso con il fungo delle cantine (***Coniophora puteana***), tuttavia, quest'ultimo attacca il legno in presenza di valori di umidità più elevati (compresa tra il 30 ed il 40%).

Altre specie fungine lignivore che necessitano sistematicamente di valori di umidità molto alti (superiori al 50%) e che conferiscono al legno un aspetto spugnoso.

4. I TRATTAMENTI PRESERVANTI

4.1 LA PRESERVAZIONE DEL LEGNO

La protezione del legno dagli organismi xilofagi può avere azione preventiva o curativa e viene effettuata con mezzi fisici o con mezzi chimici. Il trattamento preventivo rende il legno un ambiente poco adatto all'insediamento ed allo sviluppo degli organismi xilofagi, impedendo agli insetti di deporre le uova sulla superficie e negli interstizi del legno trattato ed alle spore fungine, che sono sempre presenti nell'aria, di svilupparsi una volta a contatto con il legno. Detti trattamenti vengono talvolta integrati (ad esempio negli ambienti museali) da un monitoraggio delle condizioni microclimatiche e da un monitoraggio entomologico effettuato con trappole luminose (UV), a feromoni ed esche alimentari, per il controllo delle attività entomatiche a danno dei manufatti lignei. Il trattamento curativo deve invece distruggere gli organismi xilofagi già presenti all'interno del legno, come uova, larve insetti e micelio fungino, impedendo il progredire del danno nel legno attaccato ed il diffondersi dell'infestazione a materiale sano. I trattamenti con mezzi fisici (ricordiamo il trattamento HP secondo lo standard ISPM 15) possono essere preventivi o curativi, ed in genere non hanno una lunga durata nel tempo, in quanto il legno può essere di nuovo attaccato da insetti o funghi, quando si ristabiliscono le condizioni idonee per il loro insediamento e sviluppo.

I trattamenti con sostanze chimiche determinano un'azione protettiva la cui durata nel tempo dipende dal tipo di sostanza impiegata e dalle modalità di applicazione. La qualità di un trattamento, quindi la sua capacità di bloccare un attacco da parte di agenti del degrado biotico del legno, viene definita dai seguenti parametri:

- efficacia preservante nei riguardi di singoli organismi xilofagi,
- ritenzione del prodotto preservante nel legno (espresse in g/m² o kg/m³).
- profondità di penetrazione del prodotto preservante nel legno (UNI EN 351/1).

A questo proposito si rammenta come molteplici siano i principi attivi alla base dei moltissimi formulati commerciali ad azione insetticida e fungicida specifici per il legno massiccio e derivati. L'assorbimento e la penetrazione dipendono dalla specie legnosa, dal tipo di preservante e dai metodi di applicazione. Questi possono essere di due differenti tipologie categoriche: metodi a pressione (autoclave) e metodi senza pressione (immersione, spruzzo, pennello, ecc.).



Figura 9. La penetrazione del preservante è funzione del tipo di trattamento e della specie legnosa. Il durame di molte specie è impermeabile anche con trattamenti a pressione (assortimenti di pino impregnati a pressione con sali solubili).

I trattamenti a pressione assicurano una migliore penetrazione del preservante nel legno. Vengono fatti in autoclave, dove il legno è sottoposto a cicli di vuoto e/o pressione in modo da favorire la penetrazione in profondità del preservante. I tempi ed i valori di vuoto e pressione variano a seconda della specie legnosa, delle dimensioni del legno e della natura del preservante.



Figura 10. Trattamento ad immersione di tavole di conifera per uso strutturale con soluzione di sali solubili.

Questi metodi vengono generalmente applicati a manufatti di legno destinati alla messa in opera direttamente a contatto con il terreno o comunque dove il rischio di attacco biologico è molto elevato. Come già accennato, i metodi senza pressione comprendono il trattamento ad immersione, a spruzzo ed a pennello.

Nel trattamento ad immersione il materiale viene posto in vasche e tenuto a contatto con il preservante per un periodo di tempo che è in funzione della specie legnosa, della natura del preservante e della forma e dimensione del manufatto da trattare. Il periodo di immersione può variare da pochi minuti a diverse ore.

Il trattamento superficiale a spruzzo, che viene effettuato con vaporizzatori appositi, è quello più applicato su grandi quantità di legname, come i depositi sotto tettoie e le cataste nei piazzali o su elementi lignei in opera. In funzione della dimensione delle particelle liquide prodotte possiamo distinguere tra:

- trattamenti a polverizzazione meccanica,
- trattamenti a atomizzazione o nebulizzazione pneumatica.

Nei primi la nebulizzazione avviene mediante il passaggio del liquido attraverso un ugello di efflusso dal diametro esiguo.

- il diametro medio delle goccioline è compreso tra 200 e 300 μm ,
- si possono utilizzare soluzioni acquose o prodotti a solvente,
- l'umidità del legno non deve essere superiore al 25%,
- i quantitativi distribuiti sono compresi tra i 200 e i 250 g/m².



Figura 11. Trattamenti preservanti a spruzzo contro agenti del biodegradamento del legno.

Nel trattamento di atomizzazione il liquido viene ridotto in minute particelle mediante un atomizzatore rotativo o di correnti di aria che rompono il filetto degli ugelli (la nebulizzazione consente una miglior penetrazione dell'antisettico).

- Il diametro medio delle goccioline è inferiore a 100 μm .
- La nebulizzazione consente una miglior penetrazione dell'antisettico.
- Nel trattamento di atomizzazione il liquido viene ridotto in minute particelle mediante un atomizzatore rotativo o di correnti di aria che rompono il filetto degli ugelli (la nebulizzazione consente una miglior penetrazione dell'antisettico).

Il trattamento a pennello viene applicato invece su materiale finito e messo in opera, in particolare viene usato nel trattamento curativo la cui efficacia è peraltro relativamente modesta.

I trattamenti preservanti possono essere applicati anche ai pannelli a base di legno in questo caso i procedimenti variano in relazione al processo produttivo utilizzato.

La scelta del preservante e del metodo di applicazione da utilizzarsi nel trattamento preventivo è funzione della destinazione d'uso del manufatto, del tipo di rischio / danno cui sarà soggetto nel corso della sua vita utile e dal prodotto (o meglio dal principio o dai principi attivi utilizzati).

Si rammenta come esista sul mercato un'ampia disponibilità di prodotti di cui è sempre importante accertare che ne sia stata verificata l'efficacia in laboratorio in conformità ad una delle norme di seguito elencate. Molti prodotti commerciali sono stati valutati e testati da noti laboratori di prova e alcuni di essi sono stati certificati in base all'efficacia, allo spettro di azione, considerando una determinata quantità di prodotto applicata su manufatti lignei.

4.2 I PRINCIPI ATTIVI AD AZIONE BIOCIDA

I preservanti si dividono in due grandi categorie. I prodotti a solvente, ovvero soluzioni di uno o più principi attivi aventi funzione biocida (fungicida o insetticida) disciolte in un solvente organico, sovente derivato della distillazione del petrolio (ad esempio l'iodopropinil butilcarbammato o IPBC).

L'altro grande gruppo è costituito da quei principi attivi solubili in soluzioni acquose come ad esempio le miscele sali inorganici come il solfato di rame e bicromato di potassio (o dicromato di potassio), il fluoruro di potassio e ammonio e i borati di sodio. Questi sali inorganici additivati di un agente "fissativo" (1-2%) si disciolgono facilmente in acqua.

4.3 IL TRATTAMENTO CON GAS TOSSICI (FUMIGAZIONE)

Il metodo vede l'impiego di gas tossici in ambienti confinati per un periodo sufficiente a determinare la morte di tutti gli adulti, le larve e le uova degli xilofagi presenti. Uno dei gas più comunemente utilizzati per questo tipo di trattamento è stato fino a poco tempo fa il bromuro di metile, largamente anche per i trattamenti in conformità allo standard fitosanitario FAO IPPC/ISPM 15. Attualmente il suo impiego è soggetto a forti limitazioni ed in un prossimo futuro dovrà essere sostituito da altri prodotti.

Per far sì che il trattamento con bromuro di metile abbia effetto è comunque necessario monitorare la temperatura (non dovrebbe essere inferiore a 10°C) e il periodo di trattamento (almeno 16-20 ore). I trattamenti fumiganti con bromuro di metile, se eseguiti correttamente, hanno la capacità di distruggere i seguenti insetti:

- Anobidi
- Bostrichidi
- Buprestidi
- Cerambicidi
- Curculionidi
- Isotteri
- Lictidi
- Scolitidi
- Nematodi (*Bursaphelenchus xylophilus*)

In ogni modo la fumigazione è essenzialmente un metodo curativo la cui applicazione non esclude nel lungo periodo la comparsa di nuove infestazioni sul manufatto oggetto del trattamento. Oltre al bromuro di metile, i gas tossici comunemente utilizzati per trattamenti di disinfestazione sono la fosfina e il difluoro di solforile. La fosfina (PH_3) è altamente infiammabile in presenza di acqua ed è corrosiva nei confronti di alcuni metalli.

Il difluoro di solforile (SO_2F_2), già ampiamente utilizzato negli Stati Uniti contro le termiti del legno secco ed altri insetti xilofagi, sembra rappresentare il naturale sostituto del bromuro di metile.

Si rammenta come l'impiego dei gas tossici richiede il conseguimento di un patentino previo superamento di un esame di abilitazione all'uso ai sensi del R.D. 9 gennaio 1927 n. 147. Il loro uso, immagazzinamento e conservazione è disciplinato da specifiche norme di legge.

4.4 IL TRATTAMENTO IN ANOSSIA

La tecnica dell'anossia, ovvero il trattamento di manufatti (geralmente di interesse storico e limitata dimensione) in atmosfera controllata si sta diffondendo grazie al bassissimo impatto ambientale del trattamento. Il principio alla base del metodo è molto semplice: la soppressione di ogni forma biologica aerobica, indotta dalla sottrazione forzata di ossigeno in uno spazio confinato.

L'efficacia dei sistemi di trattamento anossici è accertata su tutti gli stadi vitali (uova, larve, pupe, adulti), purchè il processo sia sufficientemente lungo (0,2% di 2 a 20°C per almeno 27 gg). Nello specifico, il sistema più diffuso sfrutta una atmosfera modificata (NO₂) per il trattamento di manufatti lignei di pregio, fragili, o finemente decorati, ma è teoricamente applicabile a qualunque struttura lignea.

4.5 LA DIRETTIVA N° 98/8/CE (BIOCIDI)

Verso la metà degli anni '90 l'Unione Europea ha emanato una norma comunitaria che armonizzasse le differenti disposizioni nazionali riguardanti i prodotti ad azione biocida, in linea con quanto già precedentemente effettuato Direttiva 91/414/CEE per i pesticidi agricoli.

La Direttiva 98/8/CE definisce come biocidi "I principi attivi e i preparati contenenti uno o più principi attivi, presentati nella forma in cui sono consegnati all'utilizzatore, destinati a distruggere, eliminare, rendere innocui, impedire l'azione o esercitare altro effetto di controllo su qualsiasi organismo nocivo con mezzi chimici o biologici".

La Commissione ha pertanto proposto la definizione di un quadro normativo comunitario relativo all'immissione sul mercato dei biocidi ai fini della loro utilizzazione, prefiggendosi un elevato livello di protezione delle persone, degli animali e dell'ambiente (www.iss.it).

Nei paragrafi che seguono verranno fornite alcune indicazioni sui principi attivi che possono essere utilizzati nella lotta ai differenti agenti del degrado biotico del legno.

5. I TRATTAMENTI CURATIVI

5.1 TRATTAMENTO CONTRO GLI INSETTI CON LARVE XILOFAGHE

Ogni situazione richiede uno studio preparatorio ed un trattamento appropriato. I trattamenti sono generalmente complessi e necessitano sempre di personale specializzato. Sintetizzando, un intervento si compone di due fasi.

- Una fase preparatoria di ispezione del manufatto ligneo al fine di identificare e le porzioni che evidenziano presenza di insetti xilofagi. Se si provvede all'asportazione e ripulitura delle sezioni attaccate deve essere eseguita un'analisi delle sezioni resistenti residue al fine di valutare eventuali criticità statiche del manufatto.
- La seconda fase dell'intervento vede l'impiego di un idoneo biocida per arrestare lo sviluppo delle larve e prevenire ogni ulteriore proliferazione di insetti nel manufatto ligneo (ad es. attraverso iniezioni di preservanti).

5.2 TRATTAMENTO CONTRO GLI INSETTI XILOFAGI E TERMITI

La categoria di insetticidi più comunemente usata nella lotta degli insetti xilofagi è basata sui prodotti piretroidi. I piretroidi sono una classe di insetticidi creati sinteticamente in laboratorio. La molecola che li compone è molto simile a quella delle piretrine, un insetticida naturale contenuto nei fiori di piretro. La sintesi di laboratorio permette di superare i limiti delle piretrine di origine naturale ovvero la scarsa persistenza delle molecola a causa della loro fotolabilità.

I piretroidi di seconda generazione hanno come capostipite la permetrina.

Questa è una molecola molto più efficace, ma soprattutto molto più stabile alla luce e all'ossigeno. I concentrati a base di permetrina (20%), hanno una buona efficacia contro tutti gli insetti xilofagi ed una bassa nocività per l'uomo. (misurata in DL50 mg/kg > 4.000, dermale e 1.500 orale).

Più recentemente sul mercato sono giunti derivati della permetrina di terza generazione, principi attivi ad azione residuale: cipermetrina, deltametrina, fenvalerato.

Altri prodotti insetticidi di sintesi sono il Fipronil (spesso utilizzato per il controllo delle termiti) e il Chlorpyrifos-ethyl (insetticida organofosforato).

5.3 TRATTAMENTI CONTRO LE TERMITI SOTTERRANEE

BARRIERA CHIMICA

Si tratta del metodo più classico di lotta alle termiti. Per poter creare una barriera, il terreno intorno all'edificio infestato dalle termiti viene trattato con biocidi liquidi. Se le termiti entrano in contatto con il prodotto biocida sono uccise o respinte (composti repellenti a base di permetrina e/o Fipronil). Questo in realtà è più di un metodo di prevenzione, e secondo alcuni questi metodi di difesa basati su trattamenti superficiali o sulla realizzazione di barriere chimiche non sono sempre praticabili né risolutivi in ambiente urbano.

Trattamento delle pavimentazioni esterne:

Pavimenti in muratura: Deve essere realizzata una linea d'iniezione mediante foratura di pozzetti verticali a filo delle pareti.

Terreni naturali: Bisogna scavare una trincea parallela alle pareti, a filo delle pareti.

Trattamento dei pavimenti interni (cantine):

Pavimenti in muratura: Deve essere realizzata una linea d'iniezione mediante foratura di pozzetti verticali a filo delle pareti.

Pavimentazioni in terra battuta: Distribuire il prodotto su tutta la superficie della pavimentazione.

Trattamento dei muri perimetrali, delle pareti divisorie e dei tramezzi:

Linea d'iniezione: La barriera chimica è realizzata mediante perforazione di pozzetti orizzontali nelle pareti, più vicini possibile al pavimento interno finito e paralleli allo stesso.

Quadrettatura (in particolare per i muri interrati): lo schermo è realizzato mediante perforazione di pozzetti orizzontali su tutta l'altezza dei muri interrati.

Trattamento del legno strutturale:

Il trattamento del legno strutturale si effettua sopra il livello dell'infestazione

Iniezione: tutto il legno delle strutture è trattato con una doppia iniezione negli incastri.

Tutto il legno strutturale infestato è trattato mediante iniezioni su tutta la lunghezza.

Tutto il legno strutturale in contatto con la muratura è trattato mediante iniezioni su tutta la lunghezza.

Applicazione superficiale: tutto il legno delle strutture riceve una doppia applicazione superficiale.

Trattamento del legno degli infissi: legno dei telai di porte e finestre, battiscopa, rivestimenti.

Trappole con esche:

Una delle tecniche di lotta più recenti ed efficace consiste nell'utilizzare per il monitoraggio iniziale esche lignee o cartacee in contenitori sigillati, o stazioni, per individuare le termiti nel terreno o all'interno degli edifici mediante applicazioni nel sottosuolo o sopra-suolo.

Il metodo utilizza biocidi ad azione lenta che le operaie diffondono nella colonia, nutrendo immaturi, guerrieri ed individui sessuati e, quello che prevede l'uso di ormoni inibitori della chitinizzazione.

Il metodo consiste nell'installazione di esche alimentari contenute in stazioni sigillate, formulate con un principio attivo ad azione ormonale quale ad esempio l'esafumuron.

Questo principio attivo, del gruppo delle benzofeniluree, appartiene alla famiglia dei regolatori di crescita ed esplica la sua attività inibendo la sintesi della chitina. Interrompendo il processo di muta, risulta letale per le termiti ma non agisce né sull'uomo, né su animali domestici o su altri vertebrati.

Si procede quindi al posizionamento nei punti infestati di stazioni con esche alimentari a base di cellulosa formulate con il prodotto chitino-inibitore che viene diffuso all'interno della colonia dagli individui che ingeriscono le esche.

L'azione antichitinizzante dell'esafumuron, impedendo alle termiti il superamento delle fasi della muta, provoca nel tempo l'estinzione della colonia. Le stazioni vengono quindi ispezionate a intervalli di tempo prestabiliti per rilevare il consumo di esca, la presenza di termiti e sostituire le esche consumate per impedire l'abbandono della stazione da parte delle termiti.

Nel dettaglio, la valutazione della situazione deve contenere i dati relativi a:

- l'edificio interessato (anno di costruzione, precedenti trattamenti, condizioni del legno strutturale, accessibilità di tutte le zone...);
- la natura dei danni presenti;
- l'estensione e la localizzazione dell'infestazione;
- l'origine delle anomalie;
- lo stato delle parti visibili degli elementi lignei e/o la necessità dell'intervento di un esperto.

L'installazione delle esche deve essere accompagnata da un piano d'intervento che indichi:

- la superficie da proteggere;
- la posizione delle infestazioni;
- l'identificazione dei luoghi di impianto (stazioni a terra e fuori terra);
- la posizione del legno strutturale infestato che necessita il trattamento.

Le trappole possono essere disposte:

- nel suolo: è installato attorno al perimetro dell'edificio.
- fuori suolo: le trappole vengono installate fuori dal suolo, secondo le esigenze di esecuzione del produttore, direttamente nelle aree di attività delle termiti.

L'adozione e il monitoraggio della tecnica delle trappole comprende quattro fasi:

- l'impianto del dispositivo;
- il collegamento con la colonia di termiti;
- l'eliminazione della colonia;
- il monitoraggio e la manutenzione del sistema.

Prima del collegamento: la frequenza delle visite dipende dalla situazione del sito; durante i primi sei mesi, saranno effettuate almeno due osservazioni.

Fase dell'avvelenamento: la frequenza delle visite dipende dalla velocità di consumo della formulazione nelle stazioni; le visite saranno distanziate di un massimo di 3 mesi.

Verifica dell'eliminazione: questa ultima verifica è condotta dopo la cessazione delle attività per 3 mesi (escluso il periodo invernale), rilevata in un minimo di due visite.

Manutenzione e monitoraggio post-trattamento del sito: si tratta di un ulteriore periodo di osservazione quando all'interno delle stazioni non si riscontrano più né consumi di esca né tracce di presenza di termiti. Le esche attivate vengono infine sostituite con esche lignee o cartacee assicurando così un periodo di sorveglianza nella zona trattata. il sito è ispezionato minimo due volte all'anno.

5.4 TRATTAMENTI CONTRO I FUNGHI XILOFAGI

Anche per i funghi, ogni situazione richiede uno studio preparatorio ed un trattamento appropriato. Questi trattamenti sono generalmente complessi e riservati a personale specializzato

Le azioni correttive da intraprendere sono di due tipi:

- il recupero dello stato di salubrità della struttura: eliminazione delle fonti di umidità, ripristino della ventilazione nell'ambiente, rimozione di eventuali rivestimenti impermeabili che ricoprono pavimenti e pareti, ecc.;
- il trattamento curativo per i funghi, che comprende fasi preparatorie e di trattamento vero e proprio.

Nello specifico per i pavimenti e la muratura la fase preparatoria riguarda:

- la rimozione dei rivestimenti di mascheramento non aderenti dalle superfici da trattare;
- la picchettatura dell'intonaco e la scrostatura dei giunti;
- il passaggio della fiamma e la spazzolatura della muratura nella zona interessata dal trattamento, al fine di eliminare qualsiasi traccia di micelio o spore fungine;
- lo smaltimento dei detriti in conformità a leggi e regolamenti applicabili.

Nel caso di parti in legno:

- ispezione e scarnificazione delle porzioni lignee da conservare.

Trattamento dei pavimenti e della muratura in caso di *Serpula lacrymans*:

- iniezione di fungicidi specifici nelle zone interessate, fino ad una profondità di almeno 1 metro in corrispondenza della zona infestata;
- spruzzatura su tutta la superficie interessata.

In caso di qualsiasi altro fungo agente di carie del legno:

- spruzzatura di tutta la superficie interessata.

Trattamento del legno da preservare:

- iniezione nel legno infestato da mantenere fino ad 1 metro oltre la zona infestata;
- doppia iniezione agli incastri, di cui una passante, se la sezione lo consente;
- spruzzatura della superficie di tutte le facce accessibili, fino ad 1 metro oltre la zona infestata.

5.5 PRODOTTI FUNGICIDI

Esistono sul mercato molteplici formulazioni anche in combinazione con principi attivi ad azione insetticida. I più diffusi principi attivi sono i seguenti:

- composti ternari a base di rame, cromo e boro (CCB),
- complessi organici a base di rame (CXS),
- soluzioni acquose di acido borico e borace (contro i funghi dell'azzurramento),
- sali ammoniacali quaternari (ACQ) e ammine terziarie,
- composti azolici (propiconazolo, azaconazolo, tebuconazolo),
- carbammati (IPBC o 3-iodopropargyl-N-butylcarbamate),
- Benzalclonio cloruro (DCIT).

L'IPBC, il propiconazolo e l'azaconazolo sono dei fungicidi ad ampio spettro d'azione e vengono spesso utilizzati in miscela per conferire al preparato un alto potere preventivo e curativo.

6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Assolegno, Durabilità e manutenzione delle strutture di legno.

Chiappini E., Liotta G., Reguzzi M.C., Battisti A. (2001). Insetti e Restauro: legno, carta, tessuti, pellame e altri materiali. Ed. Calderini - Edagricole.

Gambetta A. (2004). Durabilità e protezione del legno. Quaderni dell'Istituto per la Ricerca sul Legno di Firenze - CNR.

Giordano G. (1981). Tecnologia del legno. Ed. UTET.

Liotta G. (1991). Gli insetti e i danni del legno. Nardini Editore.

Tremblay E. (1990). Entomologia applicata. Liguori editore.

Zanuttini R. (2007), Durabilità biologica dei materiali legnosi Lampi di Stampa.

Direttiva Biocidi (98/8/CE).

Direttiva Preparati Pericolosi (99/45/EC).

Direttiva relativa alle restrizioni per l'immissione sul mercato e l'uso di talune sostanze e preparati pericolosi (76/769/EEC).

Direttiva delle sostanze pericolose (DSD) (67/548/EEC).

7. RIFERIMENTI NORMATIVI

- **UNI 9784** Preservazione del legno. Guida alla scelta, all'uso ed ai procedimenti di applicazione dei preservanti del legno.
- **UNI CEN/TS 12037** Preservanti del legno - Metodo di prova in campo per la determinazione dell'efficacia protettiva di un preservante del legno esposto fuori dal contatto con il terreno - Metodo dei giunti orizzontali sovrapposti.
- **UNI EN 113** Preservanti del legno - Metodo di prova per la determinazione dell'efficacia protettiva contro i funghi basidiomiceti xilofagi - Determinazione della soglia di efficacia.
- **UNI EN 117** Preservanti del legno - Determinazione della soglia di efficacia contro la specie *Reticulitermes* (Termiti europee) (metodo di laboratorio).
- **UNI EN 118** Preservanti del legno - Determinazione dell'efficacia preventiva contro la specie *Reticulitermes* (Termiti europee) (metodo di laboratorio)
- **UNI EN 1390** Preservanti del legno - Determinazione dell'azione curativa contro le larve di *Hylotrupes bajulus* (Linnaeus) - Metodo di laboratorio.
- **UNI EN 20** Preservanti del legno. Determinazione dell'efficacia preventiva contro *Lyctus brunneus* (Stephens). Applicazione mediante trattamento superficiale (metodo di laboratorio).
- **UNI EN 275** Preservanti del legno - Determinazione dell'efficacia protettiva contro organismi marini.
- **UNI EN 370** Preservanti del legno - Determinazione dell'efficacia curativa nella prevenzione della fuoriuscita di *Anobium punctatum* (De Geer).
- **UNI EN 46-1** Preservanti del legno - Determinazione dell'efficacia preventiva contro *Hylotrupes bajulus* (Linnaeus) - Parte 1: Effetto larvicida (metodo di laboratorio).
- **UNI EN 46-2** Preservanti del legno - Determinazione dell'efficacia preventiva contro *Hylotrupes bajulus* (Linnaeus) - Parte 2: Effetto ovicida (metodo di laboratorio).
- **UNI EN 47** Preservanti del legno - Determinazione della soglia di efficacia contro le larve di *Hylotrupes bajulus* (Linnaeus) - (metodo di laboratorio).
- **UNI EN 48** Preservanti del legno - Determinazione dell'efficacia curativa contro le larve di *Anobium punctatum* (De Geer) (metodo di laboratorio).
- **UNI EN 49-1** Preservanti del legno - Determinazione dell'efficacia protettiva contro *Anobium punctatum* (De Geer) mediante deposizione di uova e sopravvivenza delle larve.
Parte 1: Applicazione mediante trattamento superficiale (metodo di laboratorio).
- **UNI EN 49-2** Preservanti del legno - Determinazione dell'efficacia protettiva contro *Anobium punctatum* (De Geer) mediante deposizione di uova e sopravvivenza delle larve - Parte 2: Applicazione mediante impregnazione (metodo di laboratorio).
- **UNI EN 335** Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno - Classi di utilizzo: definizioni, applicazione al legno massiccio e prodotti a base di legno.

- **UNI EN 350-1** Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida ai principi di prova e classificazione della durabilità naturale del legno.
- **UNI EN 350-2** Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida alla durabilità naturale e trattabilità di specie legnose scelte di importazione in Europa.
- **UNI EN 460** Durability of wood and wood-based products – Natural durability of solid wood – Guide of the durability requirements for wood to be used in hazard classes.



MADE_{expo}

Milano Architettura Design Edilizia

Assolegno - FederlegnoArredo
Foro Buonaparte, 65 - 20121 Milano
Tel. 02.806041 - Fax 02.80604392
www.assolegno.it