

RESTAURO: CRITERI E TIPOLOGIE DI INTERVENTO



Benedetto Pizzo

Gli interventi strutturali su legno possono essere schematicamente divisi in:

Interventi sugli elementi strutturali

Vengono effettuati sulle singole travi di un solaio o sui singoli elementi di strutture più complesse (ad esempio capriate). A meno che non ci siano esigenze particolari, dovrebbero essere realizzati in modo da **lasciare fundamentalmente inalterato il quadro statico complessivo della struttura preesistente**. Si può definire questo gruppo come interventi di *ripristino o riabilitazione strutturale*.

Interventi sulle strutture

Vengono effettuati su intere strutture, e non necessariamente riguardano anche i singoli elementi. Si tratta cioè di interventi che possono essere effettuati in assenza di patologie specifiche del legno e che hanno invece la finalità di **alterare l'assetto statico preesistente migliorandolo**. Si possono definire di *miglioramento strutturale*.

INTERVENTI:

Alcune regole generali, desunte dalle osservazioni sulle indagini di “pieno campo”, possono essere descritte come segue:

- 1. far precedere sempre un'indagine diagnostica strumentale a qualsiasi intervento, in modo da avere riscontri oggettivi e potere limitare l'intervento stesso allo stretto necessario;**
- 2. dare modo al legno di scambiare con facilità umidità con l'ambiente, cercando di garantire nel contempo un certa regolazione termica;**
- 3. utilizzare i prodotti in maniera razionale e limitata all'indispensabile (es. evitare per quanto possibile le stuccature delle fessurazioni da ritiro);**
- 4. (se si utilizzano adesivi) rispettare le indicazioni dei produttori e comunque utilizzare adesivi specifici per interventi strutturali su legno.**



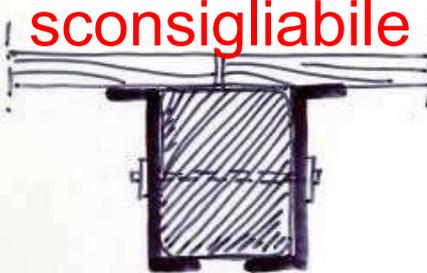
INTERVENTI SU ELEMENTI STRUTTURALI

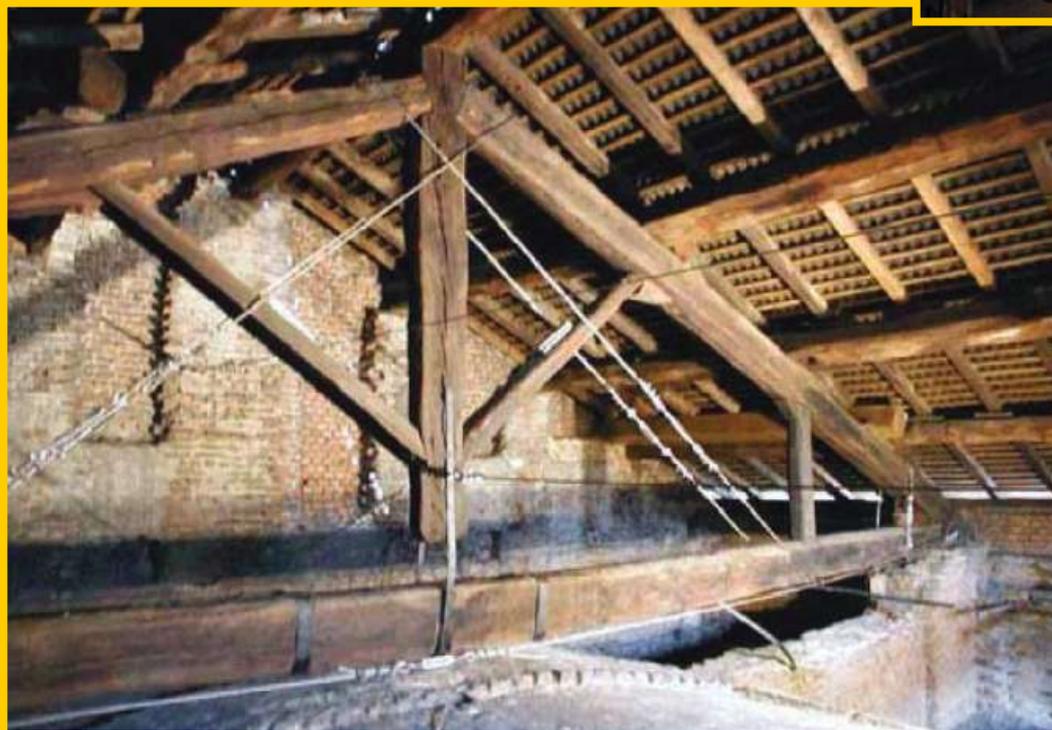
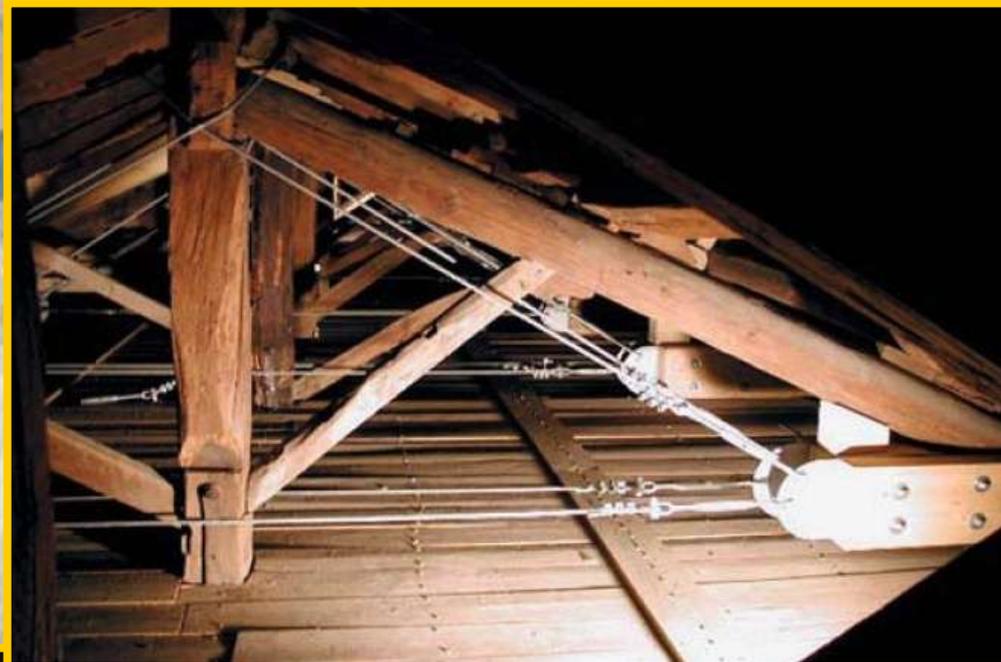
acciaio

ACCIAIO



sconsigliabile





Può essere utile e conveniente esonerare o supportare alcuni elementi lignei dalla loro funzione portante nei seguenti casi:

- l'elemento ha rotture e/o eccessivo degrado in luce
- l'elemento è di qualità meccanica e/o sezione insufficiente

foto tratte da: L. Uzielli (a cura di), *Il manuale del legno strutturale*, ed. Mancosu

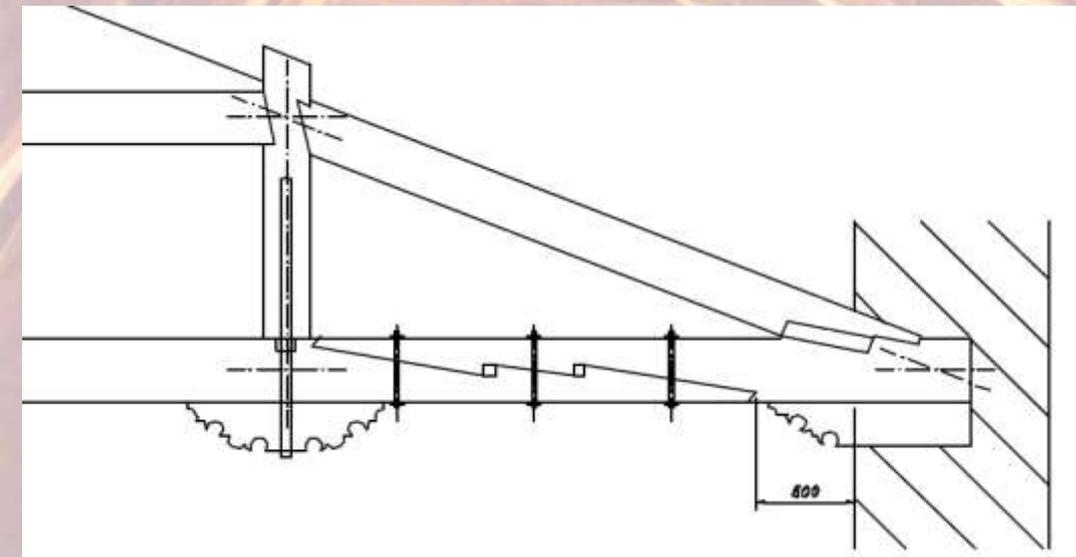


INTERVENTI SU ELEMENTI STRUTTURALI

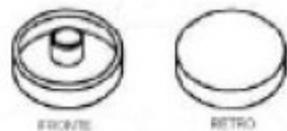
legno

LEGNO

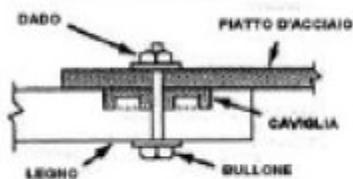
L'utilizzo del legno per la riparazione e il consolidamento delle strutture lignee costituisce la soluzione più largamente applicata nel passato: non è raro incontrare nelle vecchie strutture elementi riparati o parzialmente ricostruiti mediante protesi in legno unite per mezzo di giunzioni, per esempio chiodate oppure a *dardo di Giove*



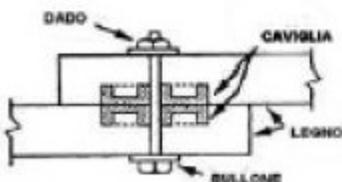
Modalità di posa di anelli e caviglie



CAVIGLIE

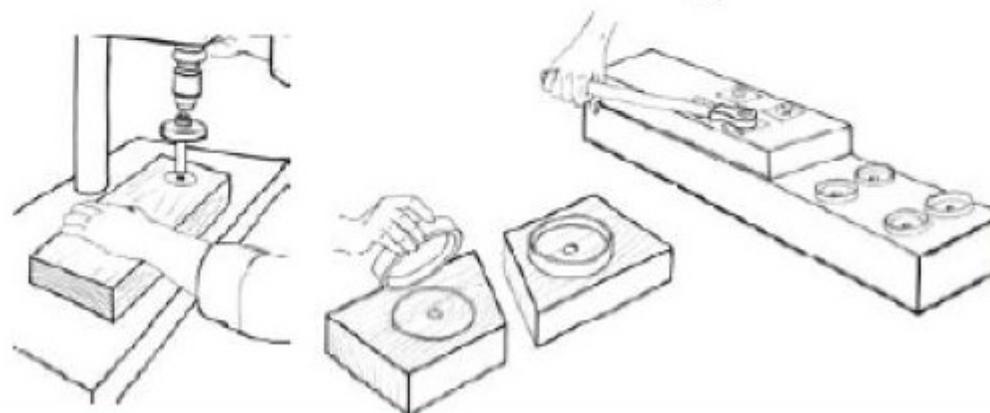


CONNESSIONE LEGNO ACCIAIO
CON CAVIGLIA



CONNESSIONE LEGNO LEGNO
CON CAVIGLIA

- 1) foratura del legno per l'inserimento del bullone e fresatura per l'inserimento del connettore
- 2) sovrapposizione degli elementi lignei da unire, inserimento dei bulloni nei fori e serraggio manuale

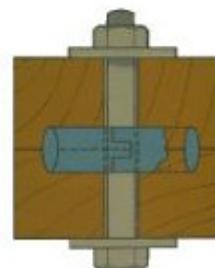


Split-ring connectors

64- 104 mm diameter



Bolts M12 to M20



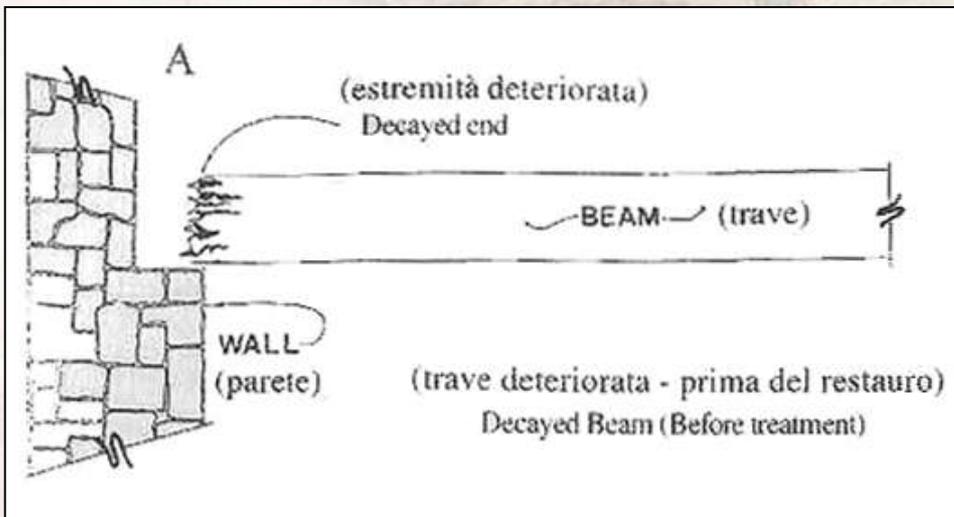


INTERVENTI SU ELEMENTI STRUTTURALI

uso di barre e resine epossidiche

Interventi sugli elementi strutturali

Consolidamento agli appoggi (degrado biotico)



La tecnica descritta è quella della sostituzione della parte ammalorata con una protesi in legno massiccio connessa alla parte rimanente della trave con l'uso di barre.





effettuazione dei fori o degli scassi laterali di cucitura tra protesi e parte sana del legno per il posizionamento delle barre



parziale riempimento degli scassi con adesivo epossidico ed inserimento della barra





inserimento di listelli finali in legno sugli scassi, a coprire le barre. Tali listelli contribuiscono inoltre significativamente ad aumentare la resistenza al fuoco dell'elemento riparato



effettuazione della lavorazione finale per rendere l'intervento esteticamente gradevole ma riconoscibile

Interventi sugli elementi strutturali

Intervento su una copertura a capriate, nella quale il restauro è stato limitato alla sola porzione della sezione della catena (una "guancia") interessata da degrado. Questo caso è assimilabile agli altri in quanto l'intervento riguarda un singolo elemento delle capriate, ed è stato effettuato in modo tale che la distribuzione generale dei carichi sull'intera struttura non è stata alterata.



A close-up photograph of a wooden structural beam. The wood is light-colored with visible grain. A yellow rectangular patch is applied to the surface of the beam, indicating a repair or reinforcement area. The background shows other wooden beams and a white textured wall.

INTERVENTI SU ELEMENTI STRUTTURALI

progettazione degli interventi con barre e resine

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

COMMISSIONE DI STUDIO PER LA PREDISPOSIZIONE E L'ANALISI DI
NORME TECNICHE RELATIVE ALLE COSTRUZIONI.

Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Legno

CNR-DT 206/2007

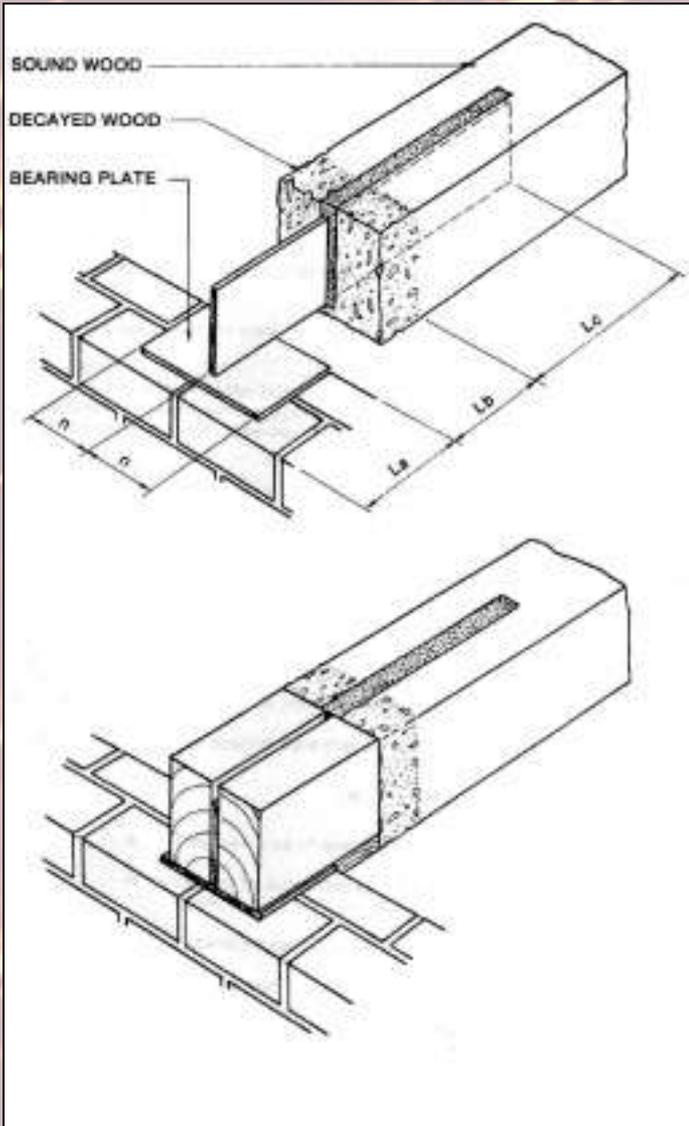
ROMA – CNR 28 novembre 2007

7.10 - RESISTENZA DI COLLEGAMENTI CON ELEMENTI DI ACCIAIO INCOLLATI.....	58
7.10.1 - Generalità.....	58
7.10.2 - Resistenza di collegamenti con barre incollate.....	58
7.10.2.1 - Generalità	58
7.10.2.2 - Collegamenti con barre soggette a sollecitazione parallela al proprio asse.....	59
7.10.2.3 - Unioni con barre soggette a sollecitazione tagliante	62
7.10.2.4 - Verifiche di esercizio per barre incollate sollecitate a taglio.....	63
7.10.2.5 - Unioni con barre soggette a sollecitazioni combinate.....	63
7.10.3 - Resistenza di connessioni con piastre metalliche incollate	63
7.10.3.1 - Generalità	63
7.10.3.2 - Resistenza caratteristica	63
7.10.4 - Disposizioni costruttive	63

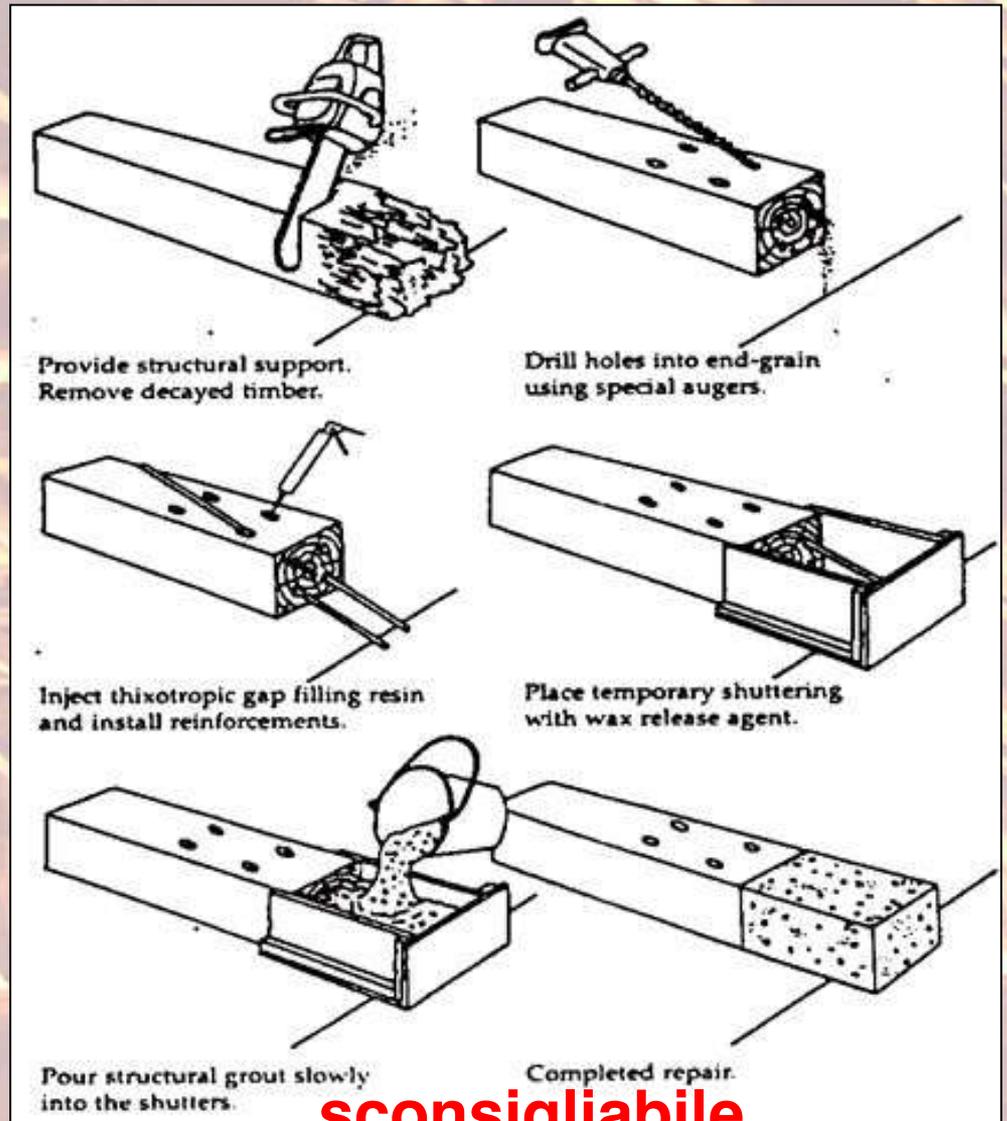
A photograph of a complex wooden truss structure, likely the roof of a large building, with numerous beams and supports. The lighting is warm, suggesting a sunset or sunrise. The structure is composed of dark wood beams forming a series of interconnected triangles and rectangles.

METODI DI INTERVENTO PRECEDENTI SULLE STRUTTURE LIGNEE E LORO ANALISI CRITICA

interventi utilizzati nel passato



W.E.R.-System



sconsigliabile

Beta-System

A photograph of a complex wooden truss structure, likely the roof of a large building, with numerous beams and supports. The image is overlaid with a semi-transparent red banner at the top and a semi-transparent orange banner at the bottom.

METODI DI INTERVENTO PRECEDENTI SULLE STRUTTURE LIGNEE E LORO ANALISI CRITICA

analisi della durabilità degli interventi





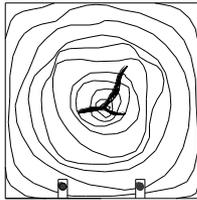
INTERVENTI SU ELEMENTI STRUTTURALI

polimeri fibrorinforzati (FRP)

POLIMERI FIBRO-RINFORZATI

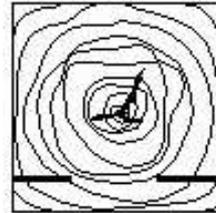


Courtesy of: LegnoPiù snc

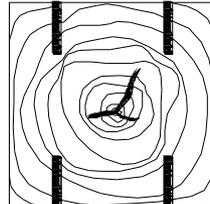
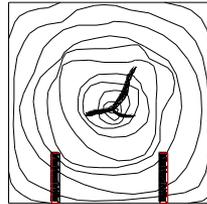


a) Applicazione di barre in zona tesa

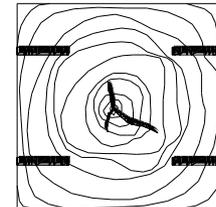
sconsigliabile



c) Applicazione di lamine in zona tesa



d) Applicazione di lamine interne in zona tesa e compressa



possibili applicazioni di rinforzi di FRP



INTERVENTI SULLE STRUTTURE (SOLAI)



Interventi sulle strutture (miglioramento)

Interventi su solai

Questo tipo di interventi si rende necessario nei casi in cui si prevede che alla struttura vengano richieste prestazioni superiori in termini di resistenza e rigidità. In questi casi i singoli elementi che compongono la struttura non necessariamente sono interessati da degrado biologico, mentre l'intervento è teso proprio ad alterare (migliorandolo) il quadro statico preesistente.

Il caso certamente più comune di interventi di questo tipo è quello per il rinforzo dei solai in legno con l'ausilio di una soletta di calcestruzzo armato che viene resa collaborante alle travi.

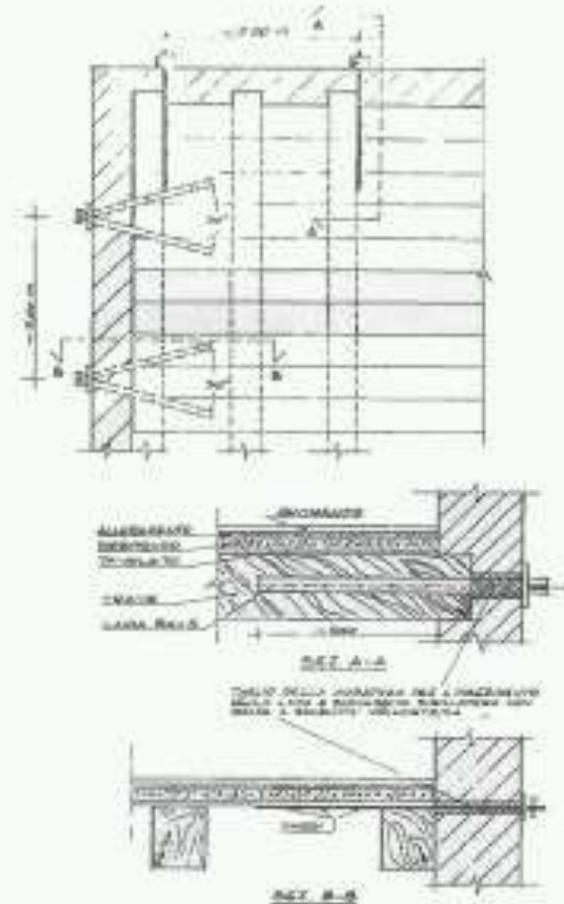
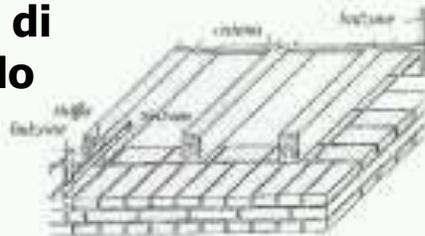
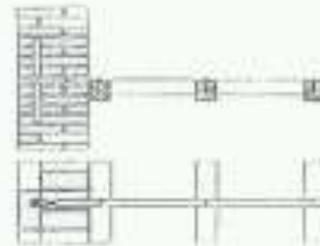
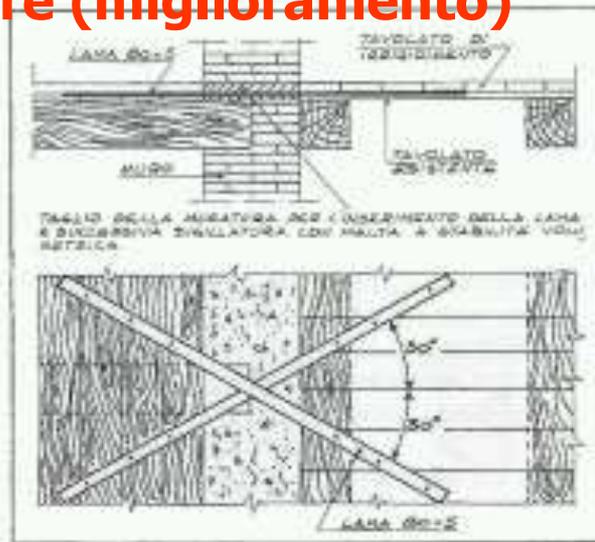


Fig. 4.42 Schemi di elementare interventi di consolidamento, irrigidimento e collegamento alle murature di solai semplici, elaborati con interessanti criteri di validità generale dall'Università di Trieste dopo la terribile serie di eventi sismici che colpì il Friuli nel 1976.

Interventi sulle strutture (miglioramento)

Interventi su solai: metodo Turrini-Piazza

La tecnica consiste nel collegare le travi del solaio ad una soletta in calcestruzzo armato in maniera da renderle meccanicamente solidali e potere così aumentare la portanza e la rigidità del solaio stesso. Nel caso specifico i connettori, cioè gli elementi di collegamento tra travi e soletta, sono costituiti semplicemente da barrette in acciaio ad aderenza migliorata piegate "ad L".



foratura

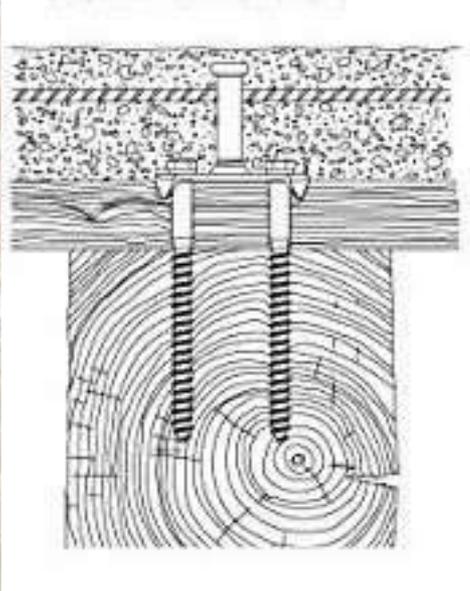
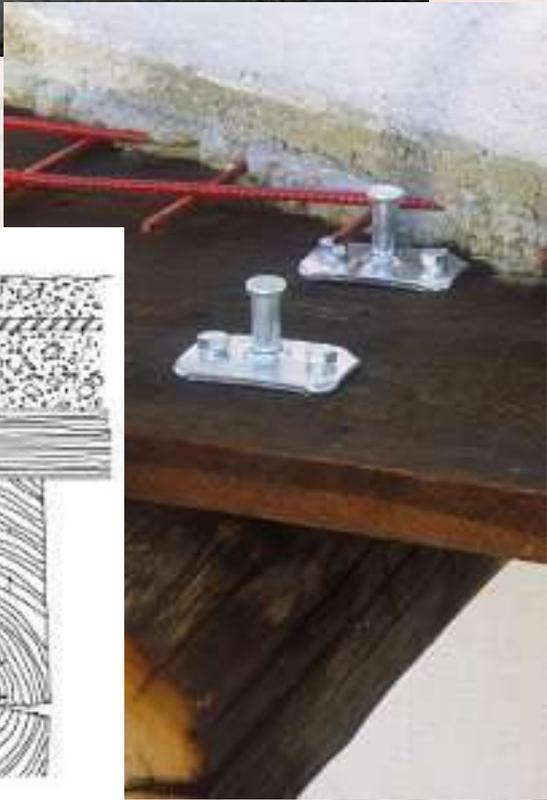
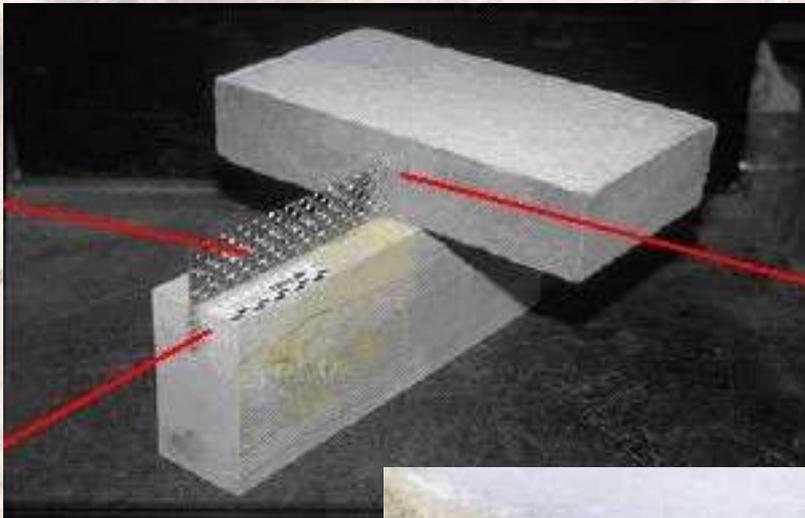


inserimento c



gettata di cemento

INTERVENTI STRUTTURALI



Principali riferimenti bibliografici:

UNI 11138/2004.

Beni culturali. Manufatti lignei. Strutture portanti degli edifici. Criteri per la valutazione preventiva, la progettazione e l'esecuzione di interventi

CNR DT-201/2005

Studi Preliminari finalizzati alla redazione di Istruzioni per Interventi di Consolidamento Statico di Strutture Lignee mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati

CNR DT-206/2007

Istruzioni per il Progetto, l'Esecuzione e il Controllo delle Strutture di Legno

L. Uzielli (a cura di), 2003-2004,
Il manuale del legno strutturale
4 voll. Ed. Mancosu, Roma

AA.VV., 2008

Core Document of the COST Action E34. *Bonding of Timber*,
Lignovisionen Series, Issue 18