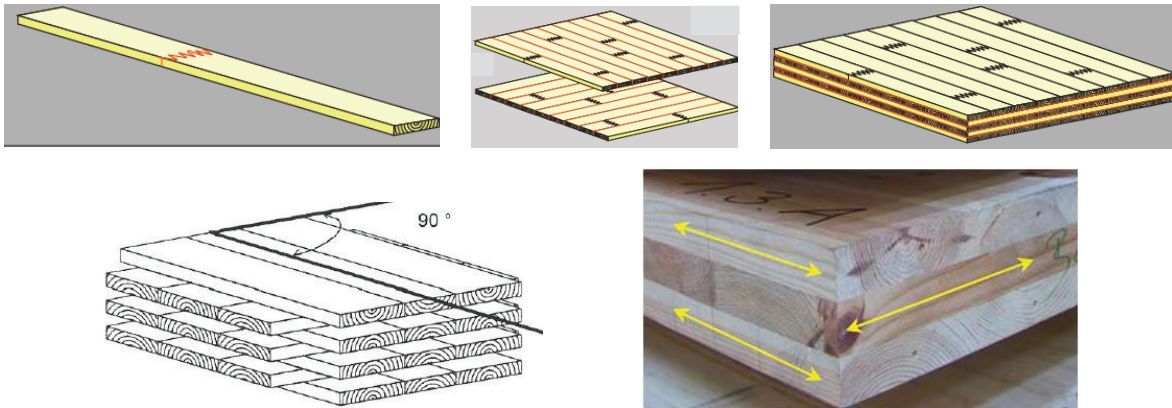


5.11. I pannelli in legno lamellare incrociato - XLAM

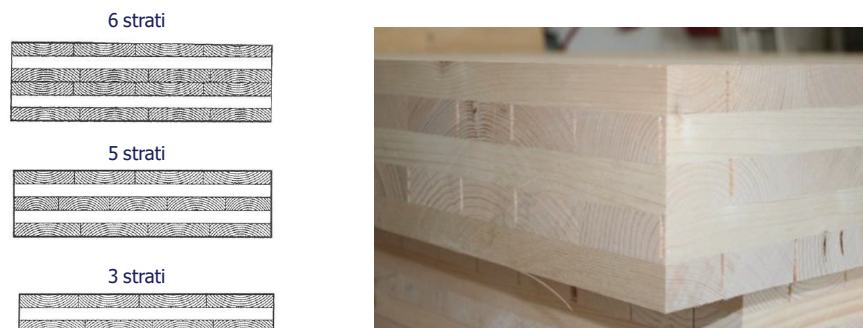
5.11.1. Generalità

I pannelli in legno lamellare incrociato sono realizzati mediante **assemblaggio di tavole di legno massiccio** giuntate a pettine, che vanno a formare elementi piani monostrato. Tali elementi vengono incollati o chiodati tra loro dopo essere stati sovrapposti e incrociati, cioè ruotati di 90° nel proprio piano uno rispetto l'altro.



Le dimensioni dei pannelli variano in funzione del loro impiego per realizzare gli elementi strutturali, in generale i pannelli possono essere lunghi fino a 24 m e larghi fino a 4.8 m. La produzione standard prevede comunque che la dimensione minore del pannello XLam non superi l'altezza di un piano d'edificio, sia per ragioni progettuali e costruttive sia in considerazione del trasporto del prodotto in cantiere.

Oltre alle dimensioni, anche lo spessore dei singoli strati e la loro composizione (n° strati) è variabile.



Non esistendo una norma di prodotto specifica per i pannelli XLam, ogni produttore ha sviluppato e definito il proprio prodotto. Attualmente infatti il mercato offre pannelli che presentano tra loro notevoli differenze.

| Prodotto | Numero strati | Dimensioni max. standard | | | Dimensioni max. | | |
|----------|---------------|--------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | | Larghezza in m | Lunghezza in m | Spessore in mm | Larghezza in m | Lunghezza in m | Spessore in mm |
| KLH | ... 7 + | 2.95 | 16.5 | 500 | | | |
| Leno | ... 11 | 4.80 | 14.8 | 297 | 4.80 | 20.0 | 500 |
| MM-BSP | ...7 | 3.00 | 16.5 | 278 | | | |
| CLT | ...7 | 2.95 | 16.0 | 301 | 3.0 | 16.0 | 400 |
| BBS | ...7 | 1.25 | 24.0 | 341 | | | |
| HMS | ...7 | 4.00 | 18.0 | 217 | | | |

X-Lam principali prodotti a livello europeo



Con i pannelli XLam si realizzano strutture massicce ad elevate prestazioni meccaniche; tutti i pannelli parete, ad esempio, svolgono funzione portante e i solai sono elementi rigidi nel proprio piano, garantendo un buon comportamento scatolare.



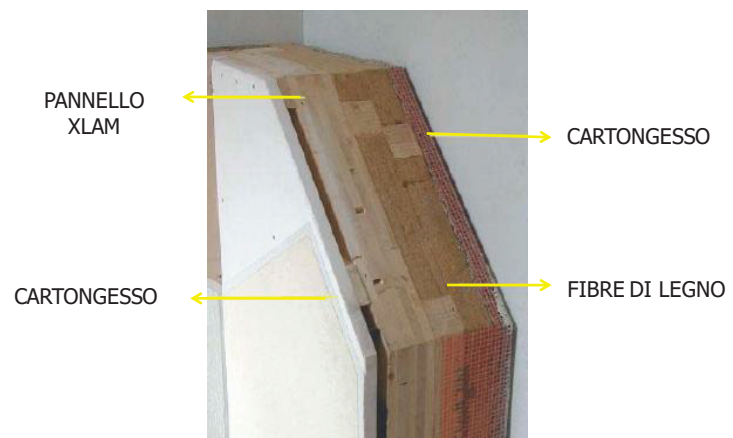
Struttura leggera intelaiata



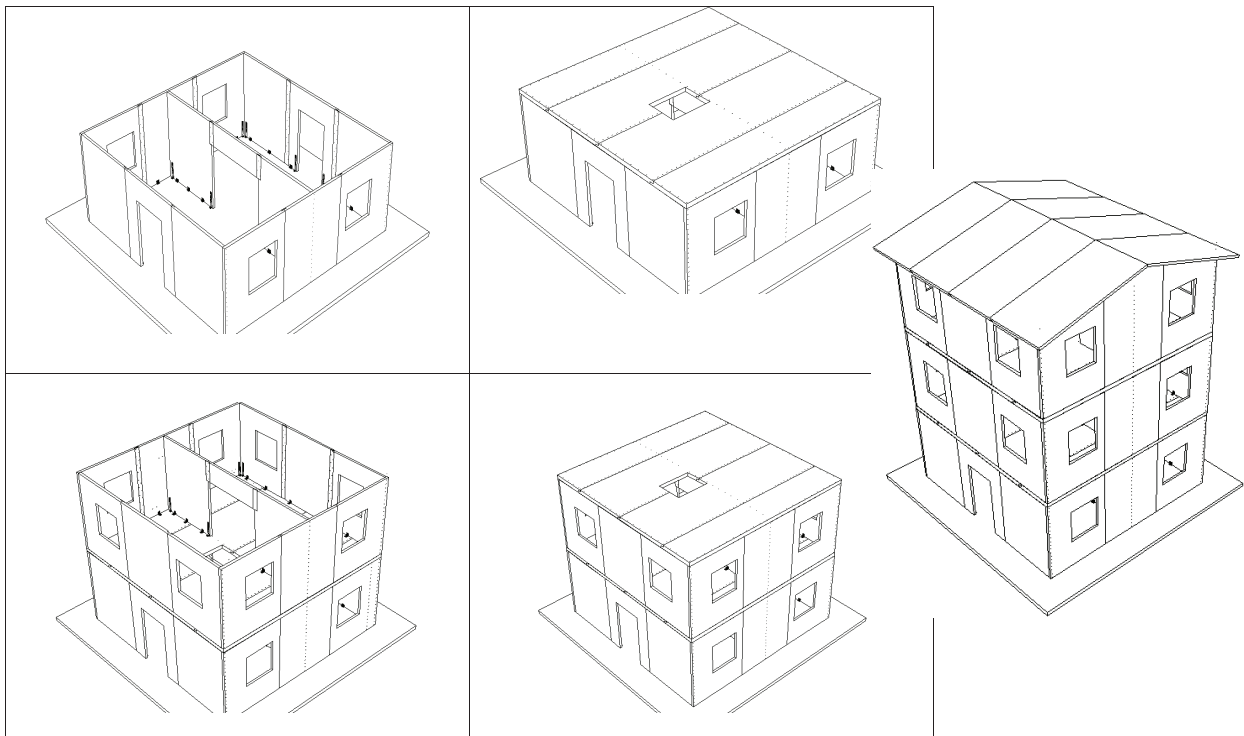
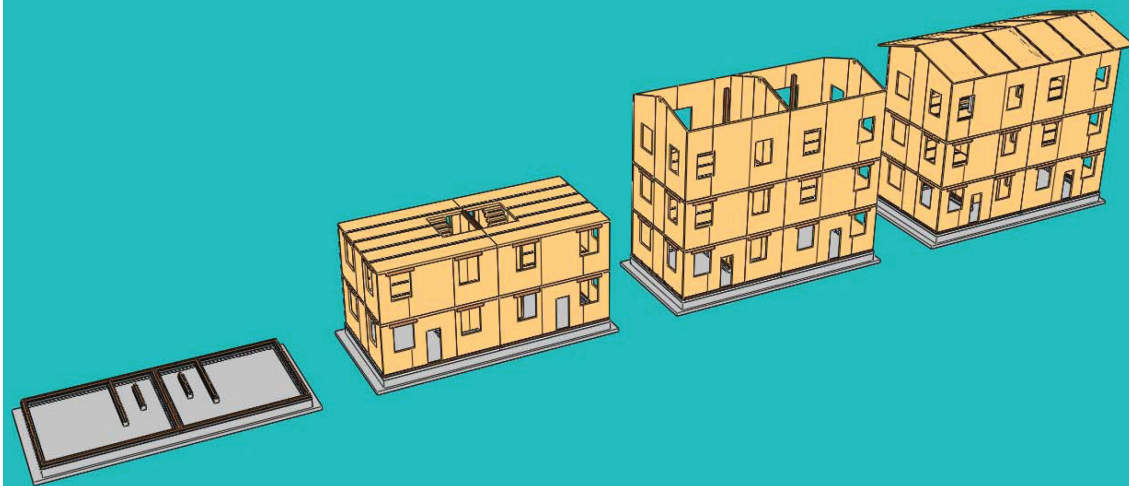
Struttura a pannelli XLam



Le strutture massicce, a differenza delle strutture leggere, garantiscono maggiore isolamento termico e acustico ed hanno una più elevata resistenza al fuoco.



I pannelli XLam sono prodotti in stabilimento, dove vengono intagliate anche le aperture (finestre e porte), e trasportati in cantiere. **La prefabbricazione degli elementi e la rapidità di montaggio, riducono notevolmente i tempi di costruzione dell'edificio con struttura portante in pannelli XLam.**





I pannelli sono connessi tra loro mediante connessioni a presidio del sollevamento e dello scorrimento. In particolare si hanno connessioni:

- parete – fondazioni;
- parete – solaio;
- solaio – solaio;
- parete – parete.

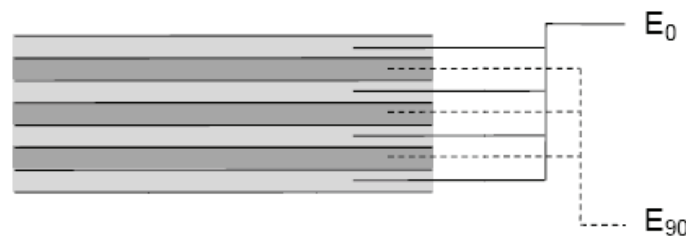


Le caratteristiche meccaniche dei pannelli si definiscono considerando la composizione degli stessi. Come detto gli strati sono tra loro ortogonali, per cui si distinguono:

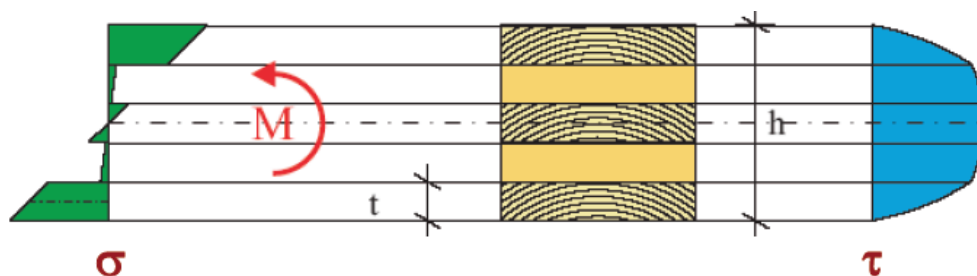
- gli *strati paralleli*, sollecitati parallelamente alla direzione delle fibre;
- gli *strati ortogonali (trasversali)*, sollecitati nella direzione ortogonale alle fibre.

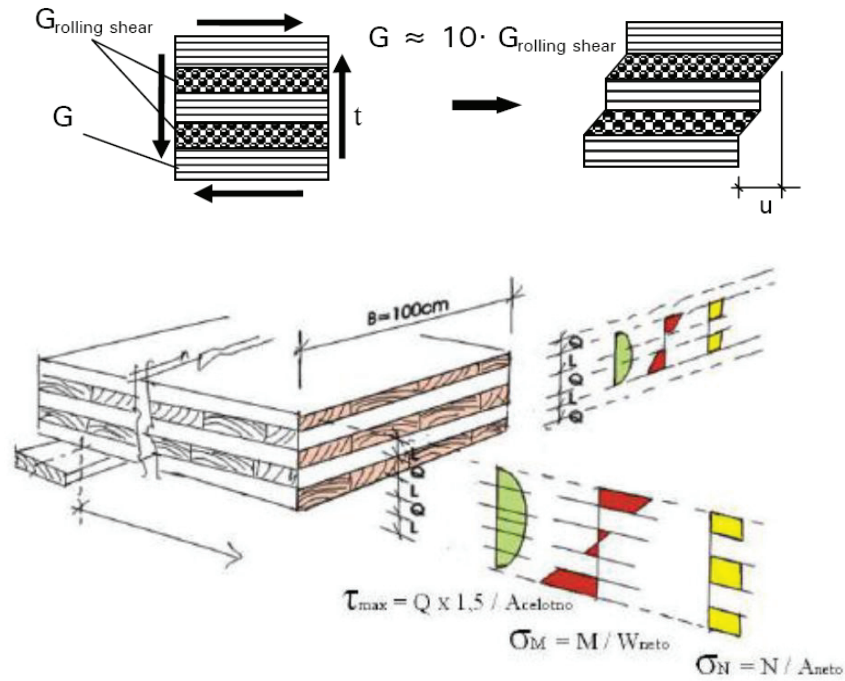
Gli strati hanno proprietà meccaniche differenti in quanto il legno presenta resistenze ridotte nella direzione ortogonale alle fibre.

Il modulo elastico trasversale (direzione ortogonale alle fibre) del legno E_{90} ha un valore molto basso rispetto al rispettivo modulo elastico longitudinale E_0 , per cui gli strati ortogonali dei pannelli possono essere trascurati.



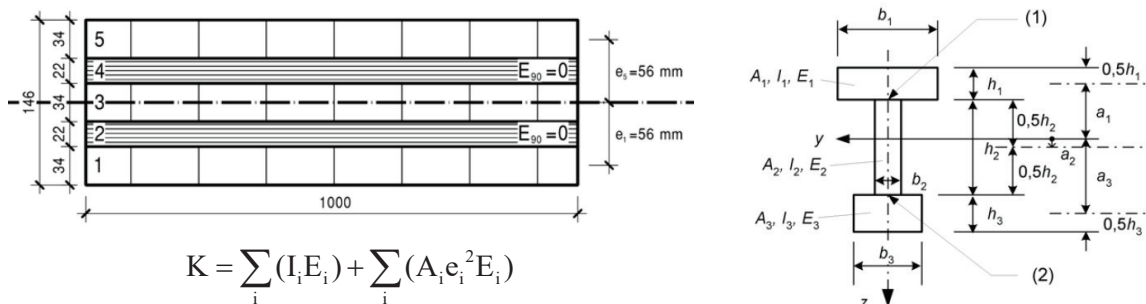
La distribuzione delle tensioni flessionali nella generica sezione di un pannello XLam, ad esempio a 5 strati, evidenzia l'esiguo contributo degli strati trasversali. L'azione tagliante in questi strati provoca il fenomeno del *rolling shear*, ossia il rotolamento delle fibre (taglio trasversale). La verifica a taglio per i pannelli XLam deve infatti essere eseguita sia per il taglio massimo, agente in corrispondenza dell'asse baricentrico della sezione, sia per il taglio trasversale sollecitante gli strati deboli.





I pannelli XLam hanno un comportamento simile a quello di una **lastra per i pannelli solaio** e a quello di una **piastra per i pannelli parete**. Le caratteristiche di sollecitazione per elementi bidimensionali non sono però di facile valutazione, per cui i pannelli si possono considerare come elementi monodimensionali. Tale schematizzazione è più penalizzante rispetto all'analisi dell'effettivo comportamento bidimensionale, tuttavia consente una valutazione sufficientemente attendibile e conservativa delle prestazioni strutturali richieste.

Per le verifiche degli elementi strutturali in XLam, la generica sezione dei pannelli può essere omogeneizzata oppure viene considerata come una sezione composta.

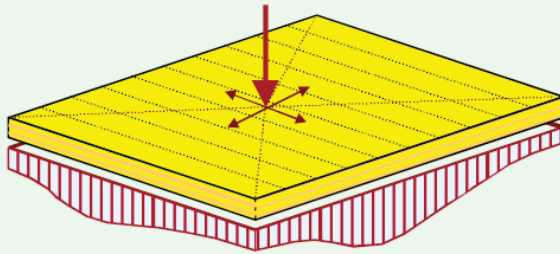


La costruzione di legno con i pannelli X-Lam

• Trasmissione dei carichi verticali

• Comportamento meccanico

- elemento massiccio piano
- rigidità e resistenza nelle due direzioni del piano

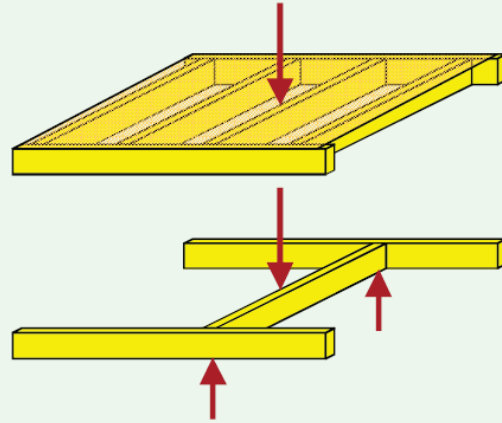


Trasmissione dei carichi:

- contributo di tutto l'elemento
- ripartizione su tutta la sottostruttura
- sollecitazione ridotta dei singoli elementi
- **elemento strutturale: soletta massiccia**

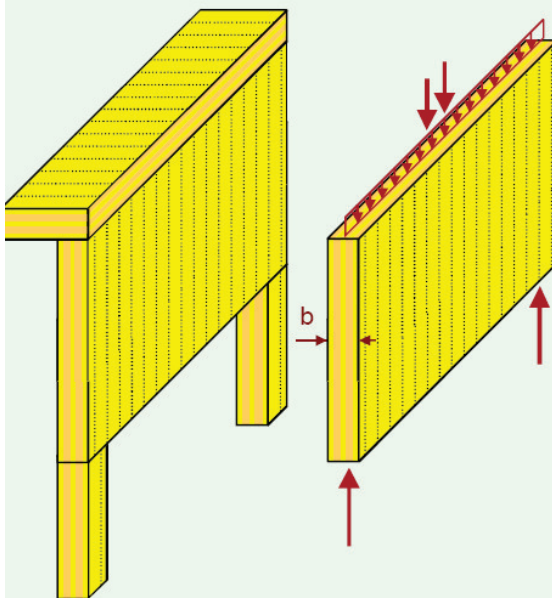
• Sistema di solaio classico

- travatura parallela
- elementi lineari indipendenti

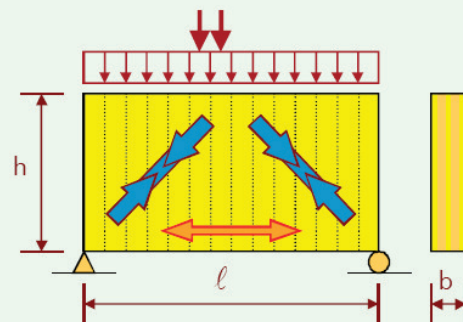


- un solo elemento "attivo"
- una sola direzione portante

• Trasmissione dei carichi verticali



• Elementi di trave parete possibili



- parete con funzione di trave
 - trasmissione delle forze agli appoggi
 - effetto di "trave"
- calcolo statico approfondito necessario
- verifica delle sollecitazioni

La costruzione di legno con i pannelli X-Lam

• Trasmissione dei carichi orizzontali

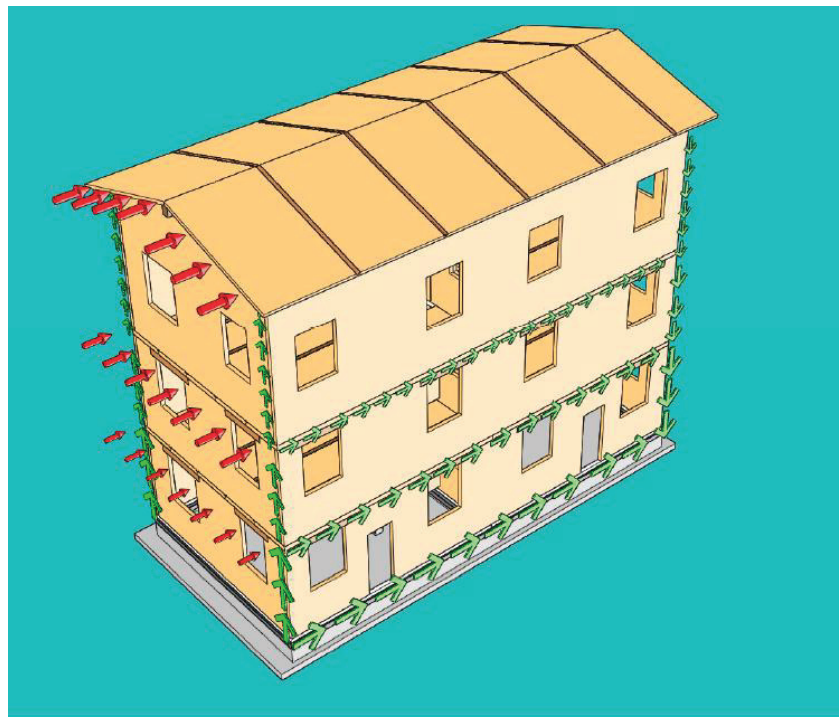
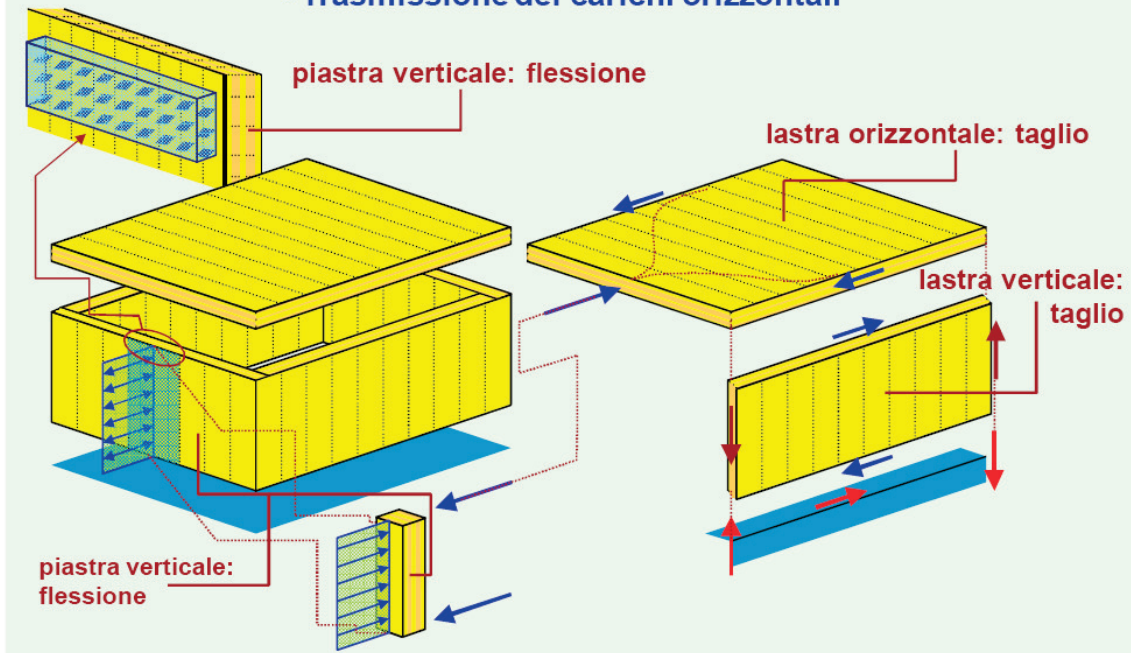
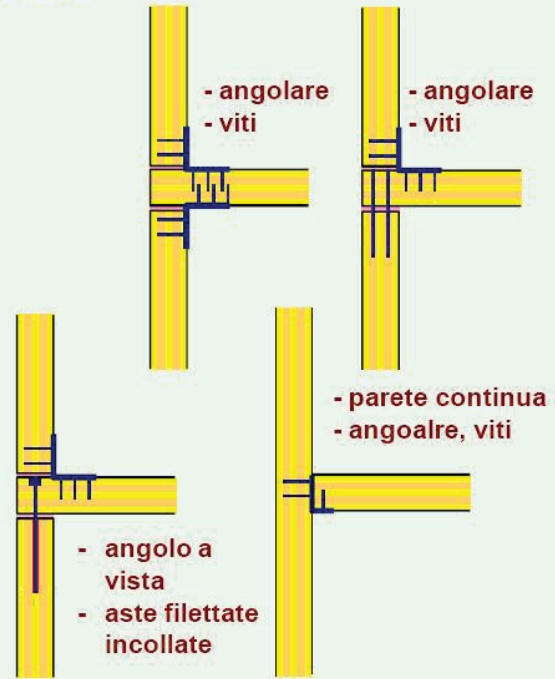
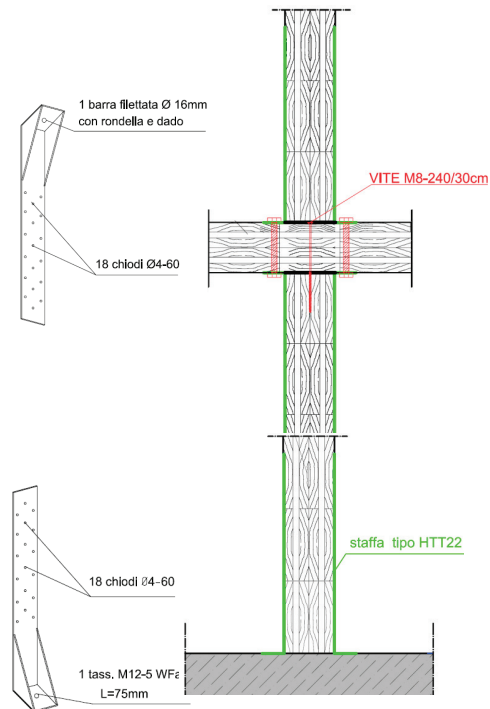
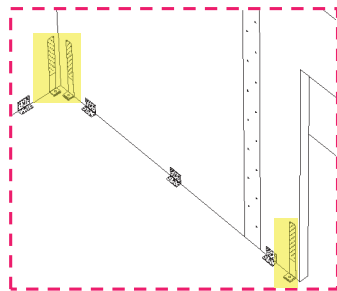
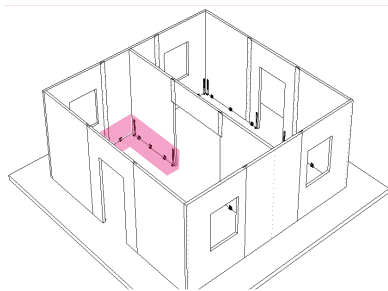


Figura 1: Forze sismiche agenti su un edificio a pannelli portanti a strati incrociati (X-Lam).

• **Dettagli costruttivi: giunto solaio - parete**



Le connessioni pareti-solaio:



Calcolo resistenza a taglio degli angolari

$$V_{Rd,ang} = \min V_{Rd,connettori}$$

Modalità di rottura previste dalla teoria di Johansen per unioni acciaio-legno e legno-legno

- Connettori inseriti con asse ortogonale alla direzione delle fibre
- Resistenza a rifollamento costante

Adozione di resistenze a rifollamento modificate

Collegamenti verticali pareti

GIUNTO A "I"

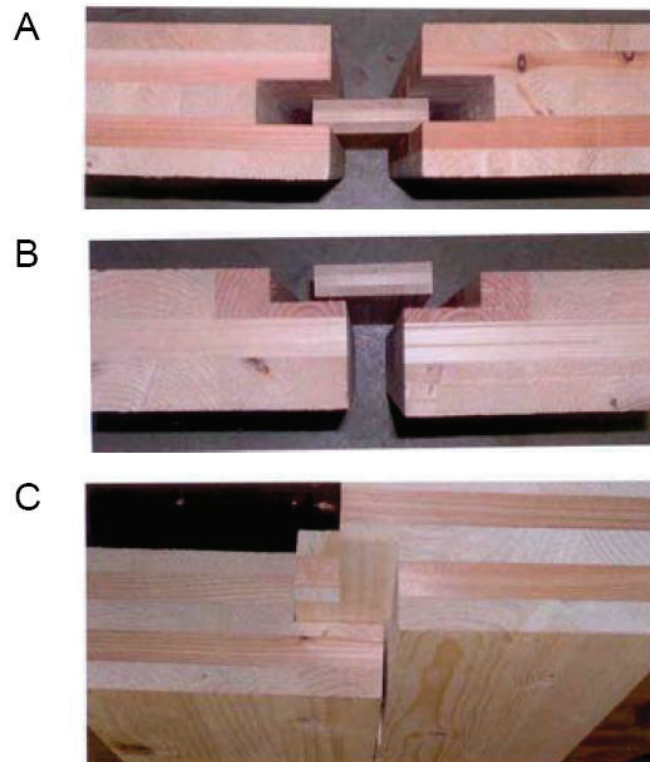
GIUNTO A "L"

GIUNTO A "T"



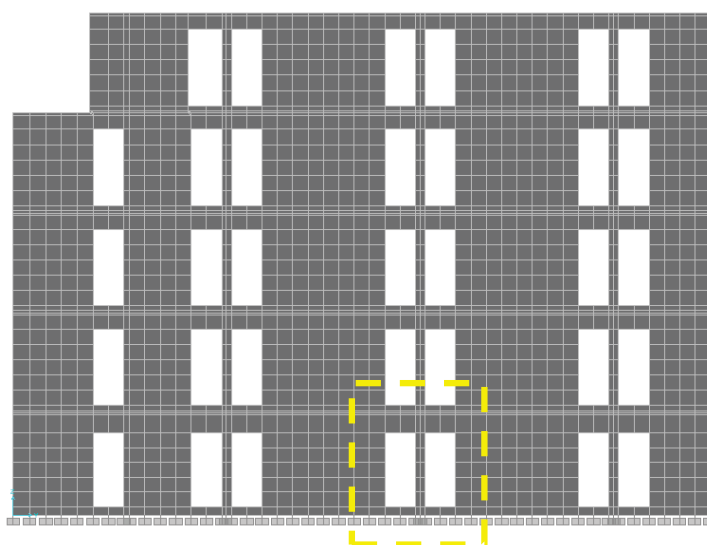
Le connessioni solaio-solaio / parete-parete:



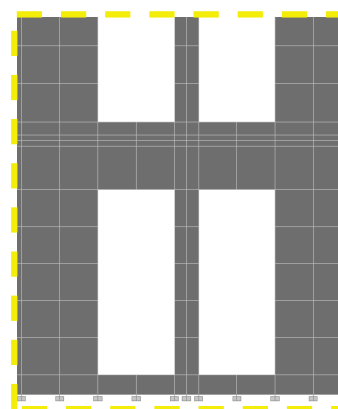


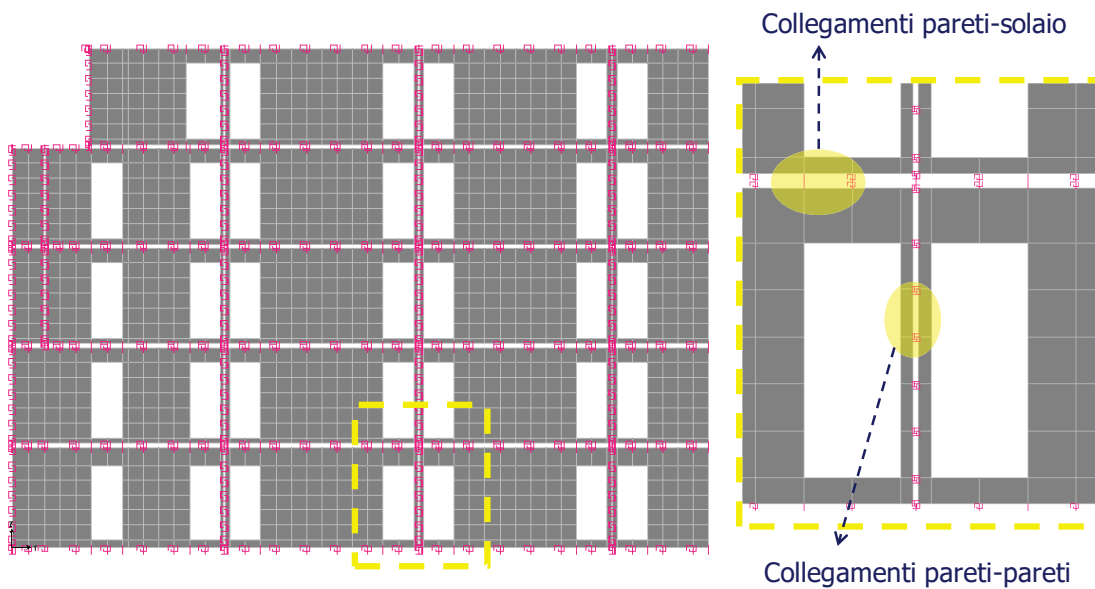
Modellazione numerica

I. Modello "rigido"



Pannelli rigidamente
connessi tra loro





5.12. Riferimenti bibliografici essenziali

- “Strutture in legno” – M. Piazza, R. Tomasi e R. Modena – Hoepli
- “Edifici multipiano in legno a pannelli portanti in Xlam” – A. Presutti, P. Evangelista – Flaccovio editore
- “Durabilità del legno” – S. Palanti – Flaccovio editore
- “Tecnica delle costruzioni in legno” (1999) - Giordano G.
- “Il manuale del legno strutturale” – G. Bonamini, M. Noferi, M. Togni, L. Uzielli – Mancosu Editore
- “Timber Engineering – STEP 1-2” – AA.VV. – Centrum Hout, The Netherlands, 1995
- D.M. 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni – NTC2008”
- CNR-DT 206/2007 – “Istruzioni per il Progetto, l’Esecuzione e il Controllo delle Strutture in Legno”
- Eurocodice 5
- DIN 1052– edizione 2004-08 “Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken - Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau.

5.13. Siti internet

- <http://www.illegnolamellare.it/>
- <http://www.federlegno.it/>
- <http://www.legnolamellare.it/>
- <http://www.ivalsa.cnr.it/>

- <http://www.holzbau.com/>
- http://www.gruppoarches.it/div_euroholz/
- <http://www.stratex.it/>
- <http://www.habitatlegno.it/>
- <http://www.sisli.it/>