

Costruzioni a intelaiatura pesante di legno massello

Si possono visitare, sia in Francia, sia in Germania interi quartieri costruiti in epoca medioevale, recuperati con le medesime tecniche costruttive

La fotografia della casa di rovere "rosso" mostra una costruzione centroeuropea del XVII secolo (Fachwerkbau). Quattro piani ad ossatura di legno costruiti su un basamento di muratura, cioè un edificio multipiano a base rettangolare, con disposizione fissa in pianta per tutti i piani. Bisogna tenere presente che gli elementi portanti hanno sezioni di grande dimensione, di forma rettangolare e molto pesanti, pertanto questo tipo di costruzione è maggiormente diffuso in Regioni con grandi estensioni di boschi di latifoglie, come appunto la Francia e la Germania.



Comunque, esistono ancora molte costruzioni dell'epoca a ossatura di legno in Europa dell'Est e nell'Europa centrale, ma anche in Inghilterra, in Francia, in Germania settentrionale, Danimarca e Olanda. Qualcosa si trova anche in Italia. Del resto, è comprensibile che i trasporti su carro di travature di grande dimensione e peso, dalla segheria verso i centri cittadini, fossero molto difficoltosi e quindi era conveniente utilizzare il materiale in loco.



L'avanzamento della costruzione era programmato piano per piano, il primo solaio serviva da piattaforma per costruire il piano superiore.

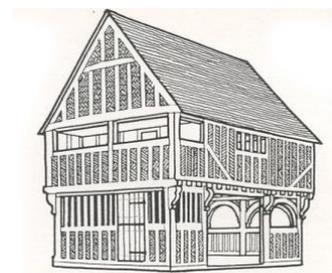
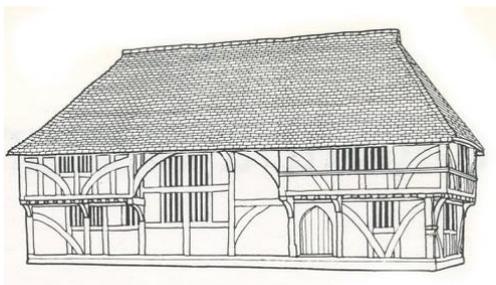
Le connessioni di carpenteria erano lavorate senza elementi meccanici di collegamento, semplicemente con incastri e sovrapposizioni. La trasmissione dei carichi verticali avveniva mediante giunti a contatto.

L'apparato murario della zona basamentale rivela una notevole maturità tecnologica che trova riscontro anche nell'esecuzione della parte superiore intelaiata di legno e nella presenza di alcuni elementi complessi come la soluzione d'angolo e il terminale del tetto a falde.

La pesantezza degli elementi in strade di larghezza molto limitata era diventato un problema serio nelle grandi città e quindi gli architetti iniziarono a progettare edifici con pilastri compresi fra due correnti: uno superiore e uno inferiore.

Vi era inoltre una grande varietà di esecuzione nei controventamenti, generalmente di forma rettilinea, ma non sono rari i casi di elementi corti e curvi a "C" oppure a "S".

Molto usata era la croce di Sant'Andrea costituita da due elementi inclinati in senso opposto.





Staticamente la croce di Sant'Andrea non arrecava grande vantaggio, perché se è vero che gli elementi sono complanari, il loro punto di intersezione presenta un incasso e quindi un indebolimento del sistema, perdendo di conseguenza di rigidità. Di fatto uno dei due controventi era diviso in due pezzi e unito al secondo mediante incastro a maschio e femmina.

L'intelaiatura pesante di quercia

Sebbene esistano alcuni esempi di edifici costruiti con tronchi orizzontali fino a cinque piani nella vicina Svizzera, gli esempi più comuni erano di case adatte a sopperire alle necessità della civiltà contadina e agricola sia come edifici residenziali per le famiglie, sia come stalle per il ricovero degli animali, sia come fienili o come compartimenti per la conservazione degli alimenti.

Gli edifici a scheletro di legno o intelaiati costituiscono un esempio singolare nella storia delle costruzioni sia per il permanere delle primitive tecnologie costruttive, sia per l'adozione di tipologie architettoniche che durarono un tempo estremamente lungo: oltre sei secoli di storia dell'architettura.

Molti di questi edifici sono giunti fino a noi in buono stato di conservazione, vediamo qui sotto la casa di Como

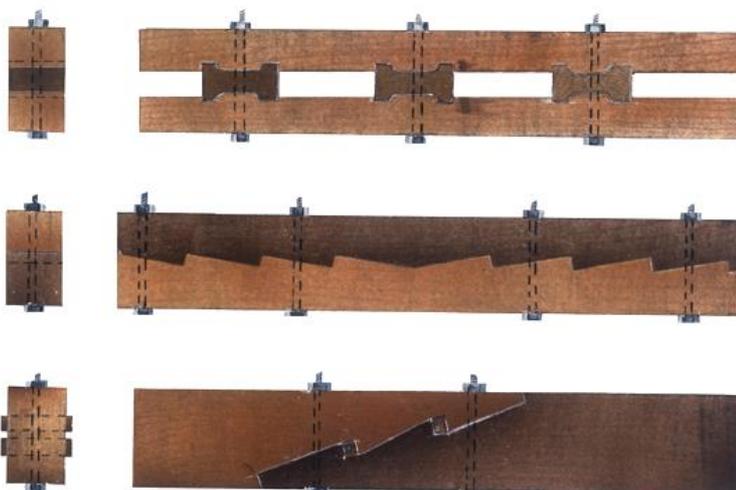
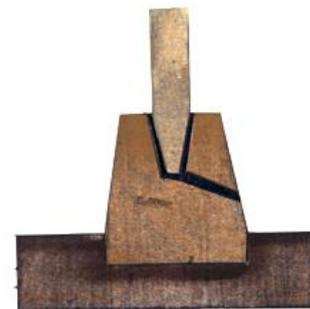


La casa nel centro di Como

Dalle Alpi alla Scandinavia, dalla Francia alla Russia, gli edifici intelaiati costituirono quel salto di qualità che consentì agli architetti e ai carpentieri di costruire su più piani. Infatti le travi di legno massiccio furono utilizzate impiegando al meglio le loro caratteristiche fisico-meccaniche, con funzione portante vera e propria, diversa da quella di ricovero a protezione dagli agenti atmosferici o di sicurezza nei confronti degli attacchi degli animali più aggressivi. Pertanto, con il sistema a telaio pesante i carpentieri seppero costruire edifici di dimensioni ragguardevoli in pianta e di sviluppo in altezza fino ai sei piani e furono capaci di risolvere i problemi dell'irrigidimento della maglia strutturale con i mezzi realmente poveri e limitati.

Le connessioni del 1300

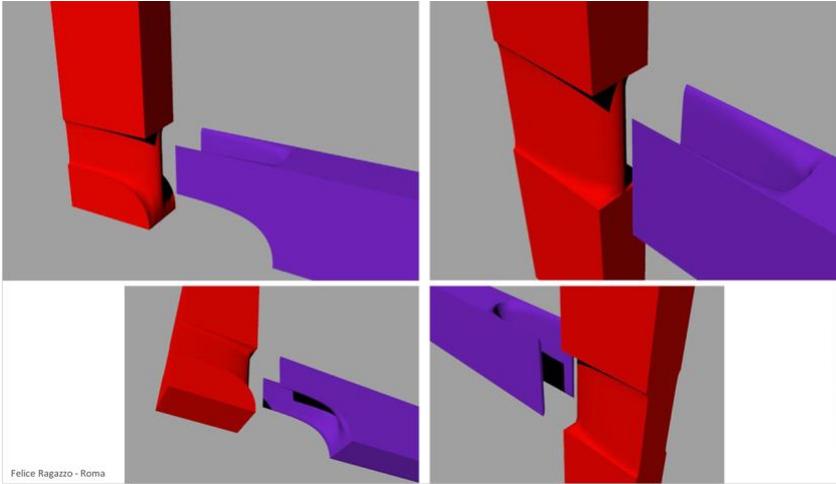
Le connessioni fra i diversi componenti della costruzione erano affidate prevalentemente agli incastri che potevano assumere configurazioni diverse, di cui ne riporto una parte dovuta agli studi del Prof. Ing. Guglielmo Giordano, fondatore del CNR legno di Firenze, alle quali si raccomanda di non fare riferimento, ma di ricorrere alle nuove tecnologie molto più affidabili.



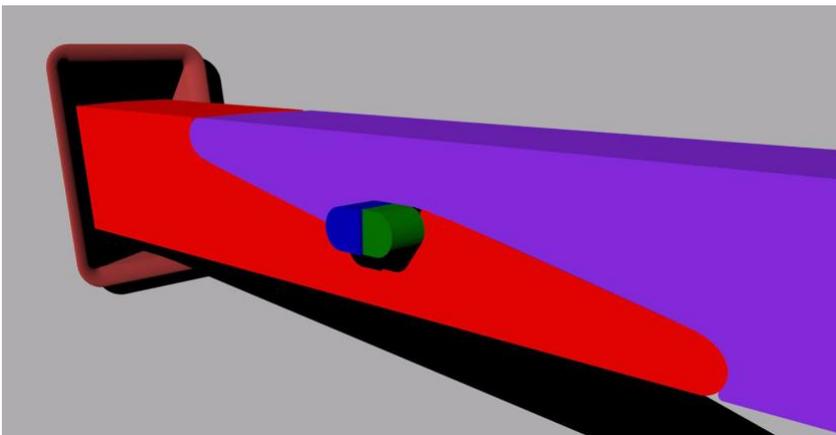
Le nuove tecnologie di connessione a superfici curve

Studi e realizzazioni CAD – CAM del Prof. Felice Ragazzo Università degli Studi La Sapienza Roma

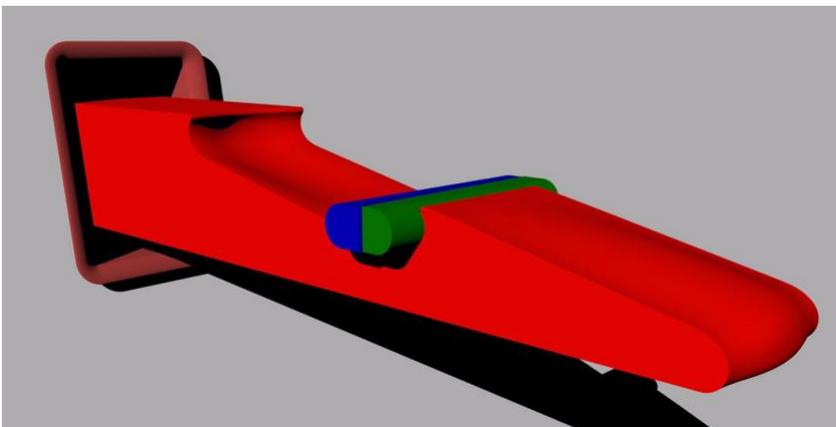
Rendere meno invasive le giunzioni per mezzo di superfici curve



Per la lavorazione del dardo di Giove si potrebbe applicare tale soluzione, praticabile soltanto con il CNC



*Tutte le superfici sono bombate, non ci sono più spigoli
ci vogliono pressioni molto più alte per fendere il legno*



*La superficie principale è unica, basta ribaltarla di 180°.
Virtù della stereotomia del "positivo e del negativo"*

Tornando all'antico, la preparazione dei pilastri, dei traversi e dei controventamenti risultava complessa dato il corredo di attrezzi a disposizione in quell'epoca.

Negli edifici intelaiati l'unione di componenti diversi sia per la lunghezza limitata dei tronchi, sia per la necessità di costruire nodi rigidi, stabili e non apribili, era composta da un cospicuo repertorio di soluzioni tecniche molto ingegnose. Purtroppo, però, l'incastro realizzato con l'uso dell'ascia, riduceva la sezione della trave da lavorare, pertanto era necessario sovradimensionare ogni pezzo con grande spreco di materiale.

La copertura era sempre a due falde, con pendenze spesso accentuate a causa delle condizioni climatiche, tanto che nella parte a timpano, determinata proprio dalle falde, erano ricavati alcuni piani utili.

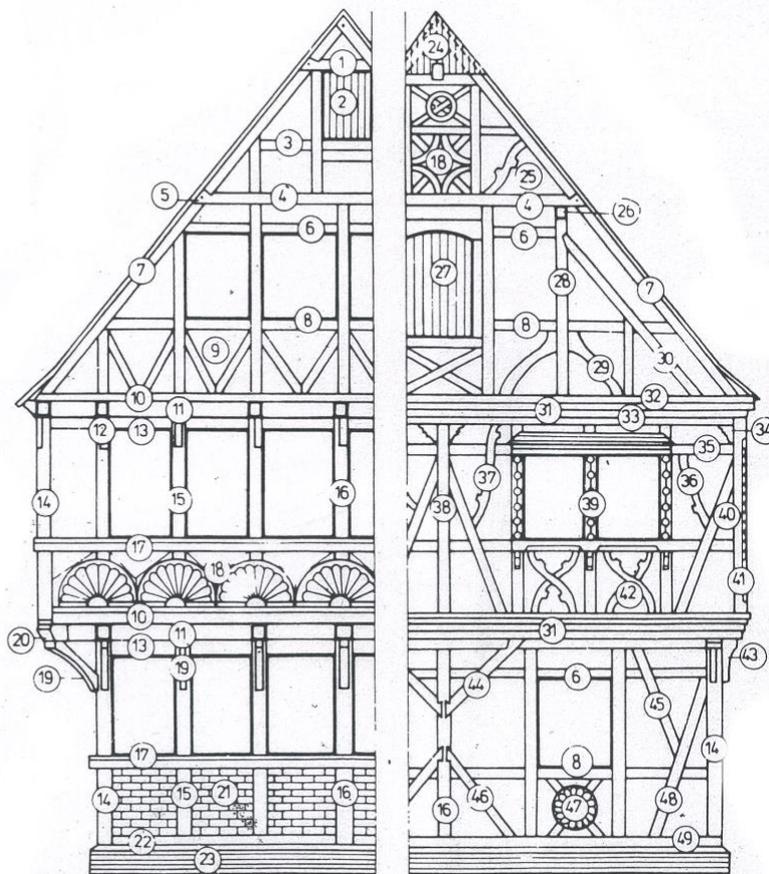


La struttura portante

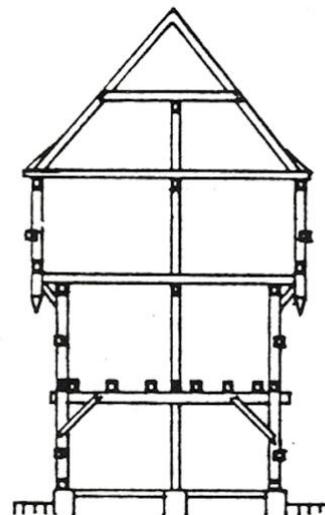
La struttura portante degli edifici intelaiati non è realizzata con le capriate caratteristiche delle tecnologie del sud Europa, bensì mediante falsi puntoni o travi inclinate che riducevano notevolmente la componente orizzontale delle forze a causa dell'inclinazione molto ripida della copertura. Inoltre, la forza orizzontale scaricata sui puntoni era controbilanciata dai solai, ai quali erano collegati i puntoni, e che assolvevano la funzione di catena.

Le falde si aggettavano discretamente sulle facciate a timpano, negli edifici urbani, mentre sporgevano in modo rilevante negli edifici rurali con l'intendimento di proteggere le pareti verticali.

Casa ad intelaiatura reticolare. 1) Trave di colmo 2) Griglia di ventilazione 3) Trave orizzontale di collegamento 4) Controcattena 5) Nodo 6) Architrave 7) Travetto inclinato (del tetto) 8) Trave del davanzale (unita a tenone e mortasa) 9) Saeppone del piede 10) Trave orizzontale portante 11) Trave a incastro 12) Pilastro di sostegno 13) Lunga trave orizzontale (dell'ossatura del tetto) 14) Pilastro d'angolo 15) Pilastro (montante) 16) Pilastro di giunzione (dietro al quale si trova una parete reticolare) 17) Trave del davanzale (rivestita con piastrelle) 18) Ornamento del davanzale / motivo ornamentale 19) Saeppone di testa 20) Trave principale ad un incastro 21) Tamponamento di mattoni 22) Trave orizzontale di fondazione 23) Zoccolo 24) Nasello del timpano 25) Saeppone bordato con naselli 26) Lunga trave orizzontale portante (dell'ossatura del tetto). 27) Abbaino per la raccolta di materiali 28) Pilastro di capriata 29) Saeppone curvo del piede 30) Saeppone 31) Cornicione di profilo 32) Trave orizzontale portante 33) Lunga trave orizzontale (dell'ossatura del tetto). 34) Pilastro di sostegno 35) Trave di collo 36) Controvento fino alla trave di collo 37) Controvento bordato fino alla lunga trave orizzontale del tetto 38) Pilastro di giunzione 39) Bovindo di finestra renano 40) Saeppone a tre quarti 41) Colonna d'angolo intagliata 42) Saeppone incrociato del davanzale, occupato da nasello 43) Pilastro di sostegno sotto l'aggetto 44) Bandella di testa sfogliata 45) Controvento 46) Saeppone di bandella 47) Rosetta a sole 48) Saeppone a tre quarti 49) Corona della trave orizzontale di fondazione.



Quando l'aggetto progettato era modesto, veniva realizzato mediante prolungamento diretto della struttura portante – qualche volta anche con la giunzione alla struttura di elementi secondari – spesso sorretta da mensole, talvolta intagliate e scolpite, consentivano di variare la pendenza della falda sulla linea di gronda.



Il riempimento delle pareti

Molto del fascino dell'architettura europea a intelaiatura di legno del tardo medio evo e del rinascimento è costituito dal riempimento degli elementi portanti delle pareti.

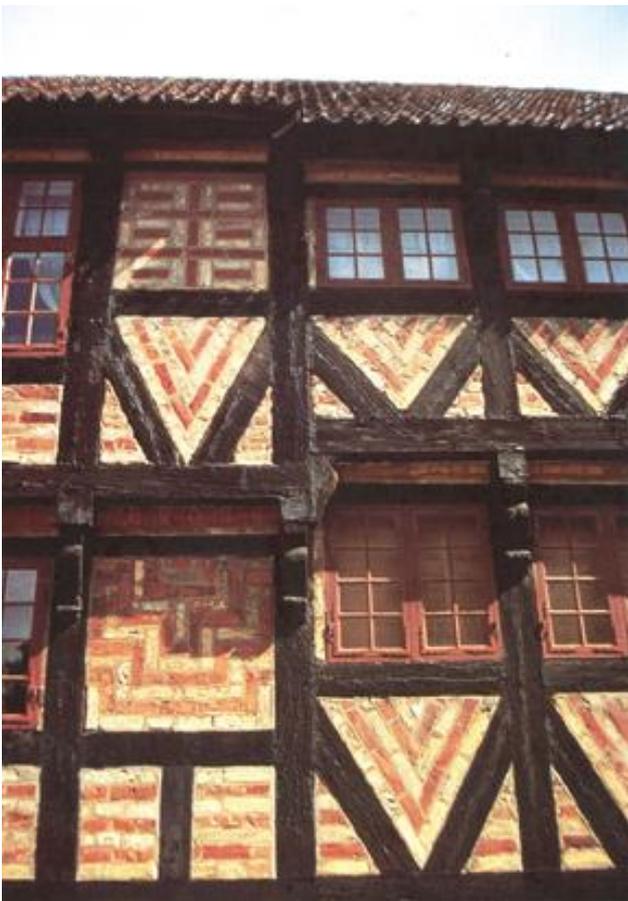
I più antichi materiali utilizzati per tale scopo erano sabbia e argilla applicate ad un fitto graticcio di rami o ramoscelli intrecciati. Il graticcio era poi ancorato agli elementi principali dell'intelaiatura e il materiale da riempimento intonacato su entrambe le superfici, interne ed esterne. Il sistema funzionava però soltanto se il graticcio era posato su intelaiatura a reticolo stretto che reggeva facilmente il peso del riempimento.

Su intelaiature a maglie larghe, in aggiunta ai movimenti di ritiro e di imbarcatura delle travi di rovere, i graticci tendevano a rompere l'intonaco ed a fessurarsi ai bordi.

Gli inconvenienti di tali metodi di riempimento indussero gli architetti a sostituire il graticcio con mattoni o pietre, retti in larghezza dagli elementi incrociati dell'intelaiatura. Maturava una nuova tecnica di costruzione che, non soltanto offriva una superficie durevole e a prova di intemperie, ma era utilizzata come elemento decorativo ottenuto con mattoni bruni e fughe bianche.

Con l'aumentata disponibilità di lastre di vetro nel XVII secolo si poterono sfruttare ulteriormente i vantaggi dell'intelaiatura di legno: le finestre assunsero a componente importante delle case cittadine, mentre i contorni dei pannelli di porte e finestre diventavano elementi decorativi. In questo periodo la progettazione a intelaiatura di legno raggiunse l'apice dello sviluppo e conquistò livelli tali di perfezione da essere copiata dall'architettura moderna.

Rivestimento con mattoni e mensole lavorate a sostegno del piano superiore in aggetto



Caratteristiche del legno massello

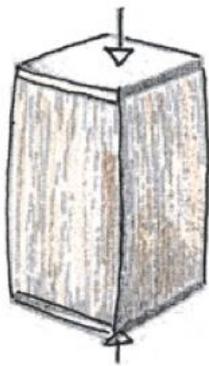
Le caratteristiche meccaniche esprimono la capacità di una trave di legno – sia massiccia, sia lamellare – di reagire alle sollecitazioni da carico.

Si riconoscono due reazioni distinte alle sollecitazioni da carico:

1. la **deformabilità** espressa in termini di moduli di elasticità e di coefficienti di scorrimento, in dipendenza della direzione delle forze stesse rispetto alle fibre della trave.
2. la **capacità portante** esprime l'efficienza alle diverse condizioni di carico (ad es. compressione, trazione, presso flessione, taglio ecc.).

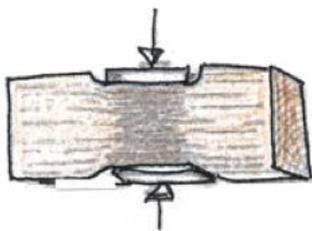
Sia la deformabilità, sia la capacità portante dipendono dalla durata delle sollecitazioni che può essere classificata in: *breve, media o lunga*.

Intanto, ecco i principi fondamentali riguardanti le caratteristiche meccaniche di una trave sottoposta a sollecitazioni da carico:



compressione parallela alla fibra

- *il legno risulta più resistente e più rigido per sollecitazioni orientate lungo la direzione dell'asse delle fibre.*



compressione perpendicolare alla fibra

- *il legno è molto meno efficiente per sollecitazioni ortogonali alla direzione delle fibre (soprattutto per tensioni di trazione)*

Fattori che influenzano le resistenze meccaniche del legno

Il legno ha comportamento **visco-elastico**. Vale a dire che si possono riscontrare valori significativamente diversi delle caratteristiche meccaniche di una trave in funzione delle condizioni in cui il materiale è sollecitato. Riassumiamo i parametri

essenziali che sono:

- **la temperatura:** ad un aumento di temperatura corrisponde una diminuzione di resistenza meccanica; anche la durata dell'esposizione ad una temperatura elevata (ad es. un *trattamento termico*) può sortire effetti negativi sulla resistenza del materiale.
- **l'anisotropia:** il legno è un materiale anisotropo, in quanto le sue proprietà variano in dipendenza della direzione delle sollecitazioni esterne rispetto alla direzione delle fibre.
- **la durata del carico.** Facciamo un esempio pratico su un provino a norme UNI. Se per portare a rottura un provino in cinque minuti occorre un carico uguale a 100, per portare quello stesso provino a rottura in un solo minuto sarà necessario un carico pari a 107, mentre per portarlo a rottura in un giorno basterà un carico pari a 82;
- **l'umidità:** è questo il parametro in funzione del quale si registrano le più sensibili variazioni di resistenza. In generale, le variazioni sono in diminuzione all'aumentare dell'umidità e viceversa, cosicché le massime caratteristiche meccaniche del legno (ad eccezione della resilienza) si riscontrano allo stato anidro (dal greco: senza acqua), mentre quelle minime si rilevano allo stato fresco. In primissima approssimazione, fatta uguale a 100 la resistenza di un provino ad umidità normale, per lo stesso provino possiamo trovare una resistenza pari a $130\div 190$ allo stato anidro, e pari a $40\div 60$ allo stato fresco.



In chiusura vediamo qui una struttura a due spioventi, composta da due volumi a timpano intesi a riecheggiare l'architettura del Monastero di Mount Grace eretto nel 1339, progettata dallo Studio MawsonKerr e concepita per essere realizzata con il legno

Almerico Ribera

www.riberaformazione.it

almericoribera@gmail.com