

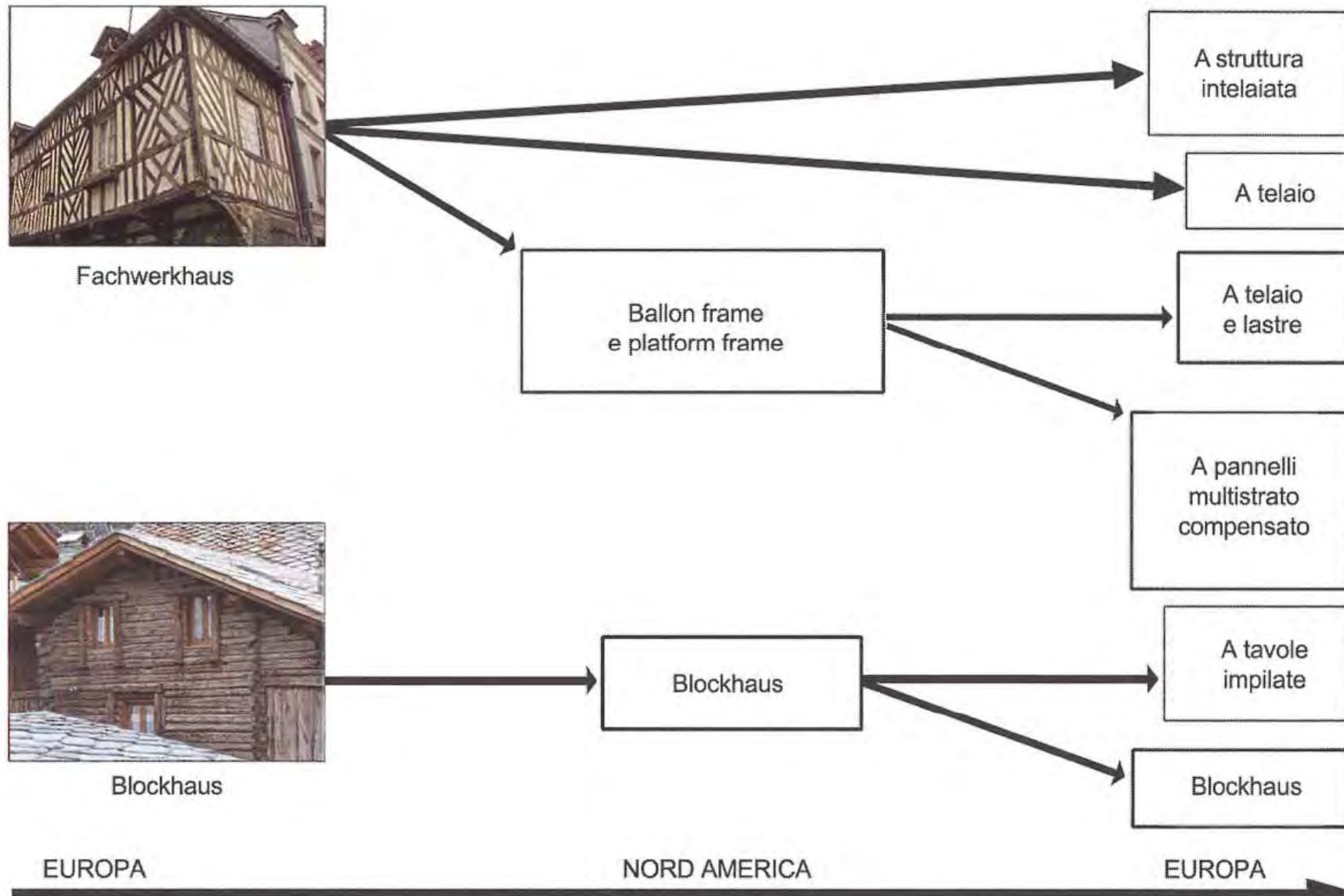
**UNIVERSITÀ DI PISA**  
**DICI - Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale**

# **TECNOLOGIA DELLE COSTRUZIONI**

**Ing. Marco Palazzuoli**



# COSTRUZIONI IN LEGNO



Il contesto italiano, essendo in larga parte del tutto estraneo a una cultura abitativa basata sulla casa in legno, vede un mercato assai diverso da quello dei contesti europei in cui questo genere di costruzione è radicato.

Per motivi di carattere storico-culturale-climatico in Italia si sta infatti diffondendo la tendenza (non sempre giustificata sul piano tecnico) a privilegiare alcune soluzioni costruttive, fra le quali spicca la tecnica massiccia, con particolare riferimento ai pannelli multistrato, mentre altrove si tende prevalentemente a far un largo utilizzo della costruzione leggera, comunemente denominata *a telaio*.

### *Costruzione a telaio tradizionale*

La costruzione a telaio tradizionale è un sistema che nelle sue varianti e con la sua diretta derivazione moderna (telaio e lastre) rappresenta una quota estremamente elevata nel mercato mondiale della costruzione in legno. La versione tradizionale, nata nell'America settentrionale agli inizi del XIX secolo, con rapidità cominciò a soppiantare in tale area geografica la costruzione a traliccio di importazione europea.

soluzione costruttiva tradizionale  
a traliccio nota come  
***Fachwerkhaus***

veloce diffusione per la necessità di  
edificare rapidamente un numero  
sempre crescente di edifici anche in  
aree caratterizzate da scarsità di  
materia prima da costruzione



La forte richiesta nordamericana di edifici da realizzare in maniera rapida ed economica trovò risposta tecnica nella sostituzione della soluzione a traliccio con una struttura leggera a montanti con rivestimento in tavole che svolgono il duplice ruolo di controventamento (svolto dal caratteristico diagonale spesso lasciato a vista nella struttura a traliccio) e chiusura (precedentemente realizzata mediante tamponamento con terra, terra-paglia ecc.).



montanti e tavolame due prodotti facilmente standardizzabili con una produzione di serie, nonché facilmente trasportabili, la tecnica a telaio si diffuse rapidamente non solo accompagnando l'espansione geografica verso nuove aree di colonizzazione del continente nordamericano, la costruzione a telaio con rivestimento in tavole entrò in Europa attraverso i paesi scandinavi sia in virtù dell'estrema adattabilità a un contesto climatico particolarmente rigido sia in relazione ai consistenti scambi culturali fra le due aree geografiche.

Riempendo di materiale isolante lo spazio esistente tra un montante e il successivo fu infatti possibile ottimizzare il rapporto fra prestazione energetica invernale e spessore della parete.

Per gli scandinavi fu del tutto logico passare rapidamente dalla tradizionale costruzione a tronchi sovrapposti a questo tipo di soluzione.

La costruzione a telaio iniziò la sua graduale espansione nell'Europa centrale soppiantando gradualmente la costruzione a graticcio da cui ebbe origine e rubando talvolta mercato anche alla costruzione a tronchi sovrapposti.

# **COSTRUZIONI IN LEGNO**

## **IL SISTEMA BLOCKBAU**

Il sistema di costruzione ligneo Blockbau ha origini antichissime, addirittura nella preistoria, ed è diffuso ancora oggi in vaste aree geografiche che vanno dall'America del Nord all'Europa centrosettentrionale, dalla Scandinavia all'arco Alpino, fino ai Balcani.

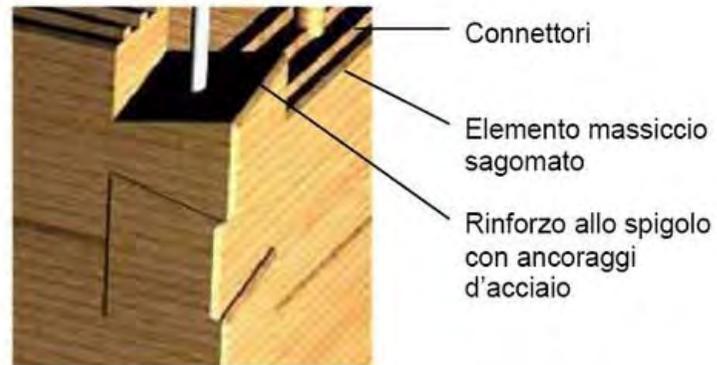
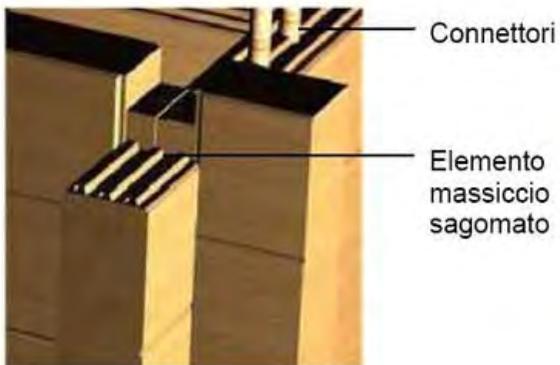
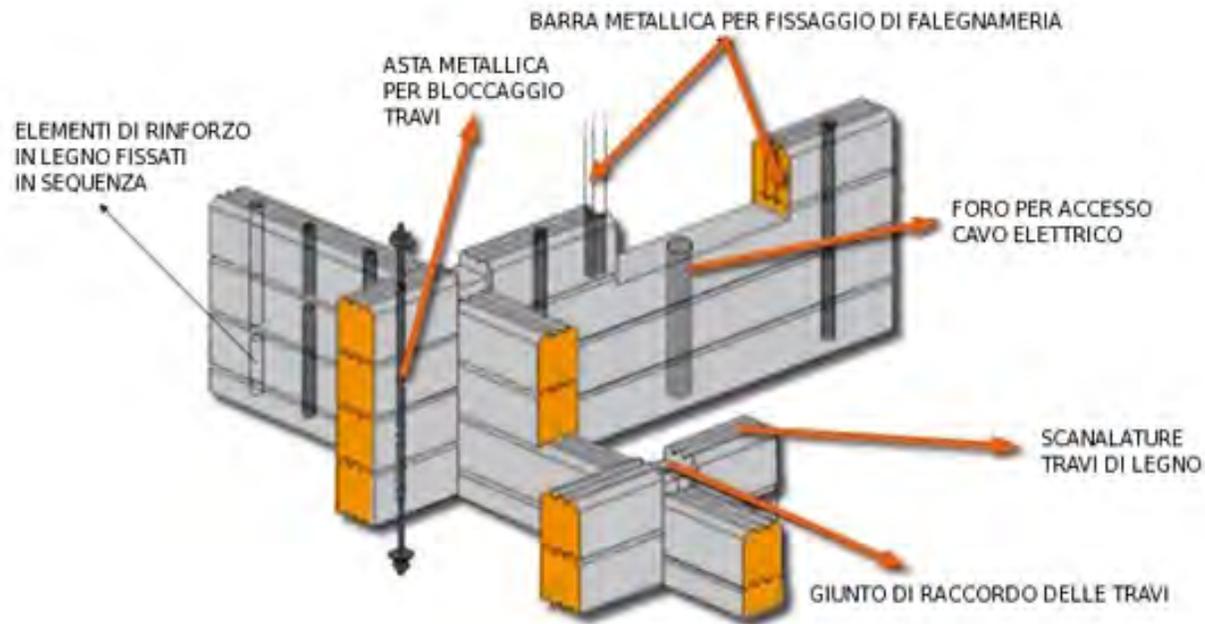
È un tipo di costruzione massiccio nel quale le travi vengono sovrapposte orizzontalmente per formare le pareti. Negli angoli vengono intagliate ed incastrate l'una con l'altra. Esistono varie forme e tecniche esecutive di incastri ad angolo nelle diverse aree geografiche. L'incastro ad angolo più semplice e primitivo, che risale all'età del bronzo, è quello a mezzo legno con asportazione di materiale da un solo lato.

Per tutta la lunghezza di contatto delle travi viene inoltre fresato un incastro a maschio e femmina, per aumentare la tenuta, nel quale viene inserita una guarnizione elastica. **Le travi in una parete assolvono sia funzione portante, di irrigidimento e di chiusura.**

**Non vengono usati viti o chiodi per collegare e fissare le travi bensì cavicchi di legno duro.** Le pareti divisorie possono essere costruite in Blockbau oppure a telaio con rivestimento in legno o lastre di gesso.

Nella progettazione e realizzazione bisogna tenere conto delle caratteristiche del legno, ossia dei suoi movimenti di assestamento in fase di essiccazione, il ritiro, il quale deve essere prevenuto con adeguati accorgimenti costruttivi onde evitare danni futuri alla costruzione.

È possibile la realizzazione di edifici alti anche 4-5 piani. Il costruire ad incastro rende le case in Blockhaus molto resistenti ai terremoti. Questi "muri massicci in legno" hanno, essendo il legno un buon isolante termico, buoni valori di coibentazione ed anche di accumulo di energia il che rende questo sistema di costruzione teoricamente adatto sia per climi molto freddi che climi caldi.



## Descrizione

Nessun altro materiale da costruzione vanta caratteristiche così equilibrate come quelle del legno.

I valori richiesti in fatto di risparmio energetico vengono ampiamente superati. Uno strato supplementare di isolamento non è quindi necessario a meno di scelta progettuale.

Con una realizzazione adeguata è raggiungibile anche lo status di casa ecologica ad alto risparmio energetico.

Le robuste costruzioni in tondame hanno un proprio peso elevato che le rende performanti acusticamente (buon isolamento acustico), fresche d'estate e calde d'inverno (i tronchi immagazzinano il calore del sole).

Dalla semplicità delle pareti monoblocco deriva l'aspettativa di vita estremamente lunga di queste case.

Nella sezione trasversale delle pareti non si può formare condensa, e il rilascio di umidità è costante e libero.



## Descrizione

### STRUTTURA ESTERNA E PARETI PORTANTI INTERNE

Nelle costruzioni **Blockbau** si utilizzano solamente tronchi accuratamente selezionati ed appositamente coltivati, dal diametro medio di 35-40cm, scortecciati e lavorati artigianalmente con grande precisione.

I lati e gli angoli vengono uniti mediante il cosiddetto "**butterfly notch**", il quale evita che la giunzione si apra in seguito ad un calo per essiccazione; nella zona degli avambecchi viene inserita una barra filettata.

In tal modo viene dunque garantita la massima stabilità. I tronchi vengono adattati realizzando piccole scanalature a V o ad U in senso longitudinale sul lato inferiore. Conformemente alla profondità di queste scanalature, il tronco viene inciso per far comparire quanto più possibile le spaccature da essiccazione naturali del legno sui lati nascosti del tronco.

Questi piccoli spazi vengono riempiti con lana di pecora naturale o da altro materiale con caratteristiche simili. In corrispondenza delle giunture viene inoltre applicata esternamente ed internamente una guarnizione precompressa.

Questi accorgimenti, unitamente alle ottime caratteristiche isolanti del legname, garantiscono una coibentazione estremamente efficace, raggiungendo facilmente un valore di  $0,34 \text{ w/m}^2\text{K}$ .

## Descrizione

Il tronco del colmo del tetto viene livellato conformemente alla pendenza del tetto.

Se la struttura del frontone non è realizzata in tronchi (come nella maggior parte dei casi, a meno che non si tratti di un tetto particolarmente piano), nella zona della gronda vengono installati dei montanti massicci.

Appiattendo in modo corrispondente gli elementi in tondate si semplifica il tamponamento successivo. Per inserire le tramezze interne non portanti (che possono essere di qualsiasi tipo, dai mattoni classici al cartongesso, ecc.), vengono intagliate le pareti massicce.

I fori per porte e finestre sono vincolanti.

Si inseriscono dei listelli scorrevoli per adattare gli elementi alla struttura in fase di essiccazione del legno.

Prima del trasporto, possono essere eseguiti trattamenti come l'impregnamento dei tronchi ed eventualmente ulteriori trattamenti, come ad esempio una essiccazione forzata.

## Descrizione

### STRUTTURA DEL TETTO E DEL FRONTONE

I tronchi portanti del tetto vengono ribassati ed appiattiti in modo corrispondente all'inclinazione del tetto ed i montanti sono in tronchi massicci.

La struttura del frontone è realizzata con montanti di tondame visibili, appiattiti lateralmente.

Gli incastri sono eseguiti artigianalmente a mortasa.

### TRAVI DEL SOLAIO

Le travi in tondame del controsoffitto, distanti l'una dall'altra da 80cm a 1,5m, vengono livellate per alloggiare il solaio sovrastante, compreso il passo per le scale. Le travi vengono unite artigianalmente a mortasa nelle pareti portanti.

### REALIZZAZIONE DI UN GIARDINO D'INVERNO

La struttura è lavorata a carpenteria con intagli e tenoni in un telaio di tondame.

I lati esterni dei tronchi corrispondenti alle finestre sono livellati in modo conforme.

### SCALE, RINGHIERE E CORRIMANO

Rettilinee, ad elica o con pianerottolo sono costruite con tronchi levigati bilateralmente o da semitronchi per fianchi e gradini, in modo che il lato dell' albero resti visibile.

I montanti, i corrimano, le travi ed anche le barre sono costituite da giovani alberi scortecciati.

Anche in questo caso le giunzioni vengono eseguite artigianalmente mediante unione a tenone e mortasa.

Anche qui sono possibili realizzazioni personalizzate molto particolari.

## Fasi Costruttive



Raccordo con il Piano Seminterrato



Raccordo con le fondamenta



Raccordo con la muratura



Raccordo Pilastro - Architrave



Incastri Angolari

## Fasi Costruttive



Raccordo con Tetto Pianeggiante



Canteri a vista



Mansarda Parzialmente Soppalcata



Riscaldamento a Pavimento in Mansarda

## Fasi Costruttive



Impiantistica nel Pavimento



Copertura delle Strutture



Isolamento del Tetto



Riempimento delle Tramezze

## Fasi Costruttive



Struttura Portante del Garage



Raccordo in fondazione



Prima del Riempimento con Travi e Muratura

# **COSTRUZIONI IN LEGNO**

## **LIGHT WOOD FRAMING**

# LIGHT WOOD FRAMING

- **Vantaggi:** flessibile – possono essere costruite forme di ogni genere- è un sistema utilizzato da 150 anni – facilmente e velocemente costruibile senza necessità di attrezzature particolari (avvitatore, spachiodi)
- **Svantaggi:** deve essere ben studiato il comportamento al fuoco – veloce decadimento delle caratteristiche prestazionali se esposto alle intemperie – può subire variazioni dimensionali significative con aumenti e restringimenti di volume che causano rotture delle finiture, rotazione delle porte e imbozzamento dei pavimenti...
- **Due tipi: Balloon frame** e **Platform frame** – vantaggi e svantaggi



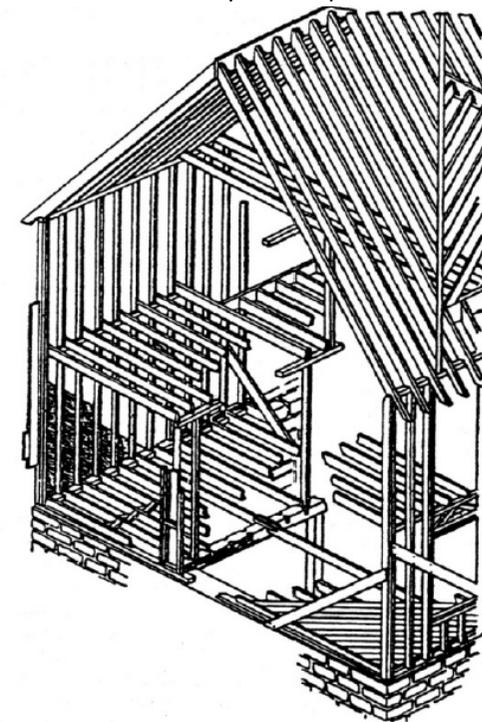
## BALLOON FRAME

Il primo sistema costruttivo a ossatura lignea che nasce ai primordi del grande processo di industrializzazione del 1800 è il “**balloon frame**” (struttura a pallone). Tale sistema, brevettato da G. W. Show nel 1833, consisteva nell’impiego di montanti, dell’altezza di due piani, senza interruzioni dal terreno al tetto di copertura.

Si riscontrò che i montanti, prima impiegati soltanto per sostenere il rivestimento dell’edificio, avrebbero potuto sostenere il carico del tetto qualora si fossero inchiodate delle assi alla loro sommità. Infatti, il sistema BF prevedeva che i montanti fossero collocati a una distanza di 45 cm l’uno dall’altro. Ciò permise di eliminare le pesanti travi intelaiate della struttura portante evitando inoltre incastri, intagli e altri lavori di messa in opera, poiché tutto il legname necessario veniva connesso mediante chiodatura.

Questo metodo fu sperimentato per la prima volta nel 1833 nella costruzione di una piccola chiesa; successivamente il sistema BF si diffuse ampiamente in tutto il Paese e soprattutto nelle terre di frontiera dell’Ovest. Impiegando montanti lunghi e leggeri per tutta l’altezza del fabbricato e inchiodando su di essi una tavola a metà altezza, si riusciva non solo a sostenere il carico del tetto ma anche a realizzare il piano superiore.

Il legname per i montanti veniva tagliato nella lunghezza voluta, contrassegnato e numerato nella segheria e inviato quindi sul posto insieme a una cassetta di chiodi e a porte e finestre pronte per l’uso, consentendo a una persona di costruire da sé, rapidamente, la propria casa. Sulla base delle esperienze acquisite con il sistema BF, venne successivamente perfezionato un secondo metodo costruttivo: il “platform”.



### Platform Frame

La tecnologia lignea fin dall'800 ha avuto un particolare sviluppo in America, e in particolare negli USA, grazie alle grandi risorse forestali che caratterizzavano e caratterizzano ancora oggi il territorio.

Numerosi gruppi di coloni giunti nel nuovo continente continuarono a costruire edifici secondo gli stili Europei.

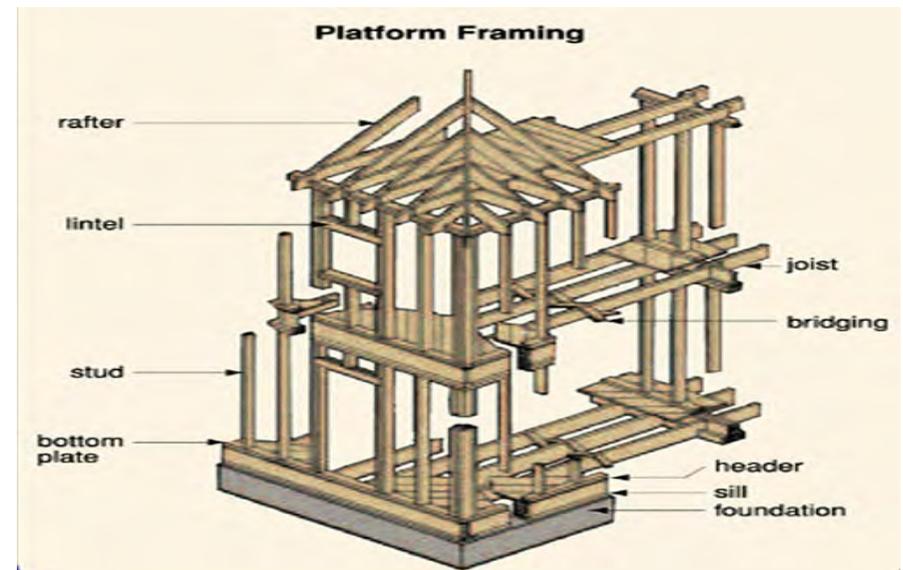
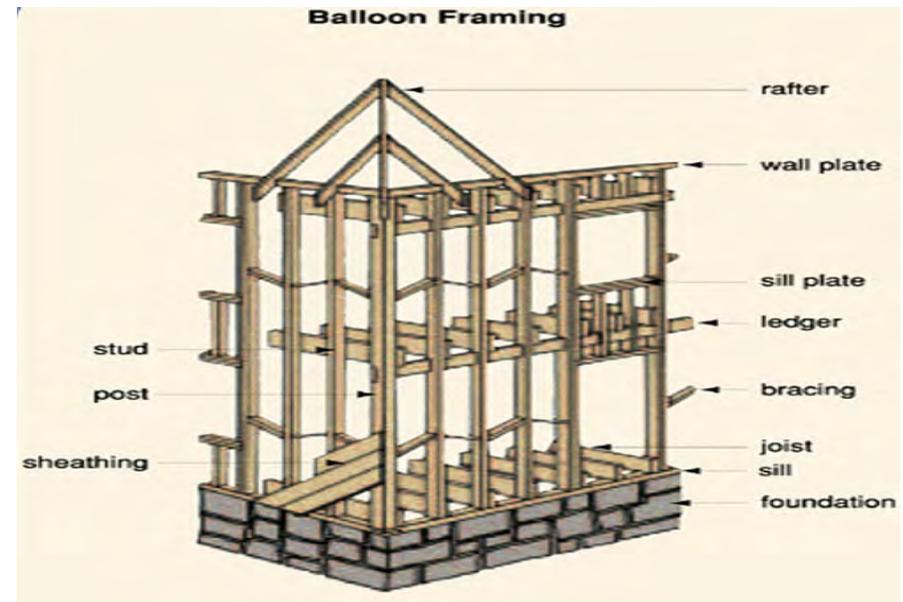
Verso la fine del XVIII sec. gli architetti e i carpentieri americani raggiunsero notevoli livelli di disegno, progettazione ed esecuzione.

Questi edifici con struttura lignea hanno creato un grande "boom" costruttivo con la scoperta e la creazione di chiodi in serie.

Attorno agli anni 20-30 del secolo scorso il sistema **PLATFORM FRAME** ha sostituito il suo predecessore **BALLOON FRAME**.

Oggi esso è uno dei sistemi costruttivi più utilizzati al mondo, quasi nella totalità delle costruzioni negli stati di America e Canada viene composta attraverso la soluzione del PLATFORM FRAME.

Tutt'oggi questo sistema costruttivo viene molto utilizzato, soprattutto per le proprie caratteristiche tecniche e per la sua grandissima eco-sostenibilità.



### Platform Frame

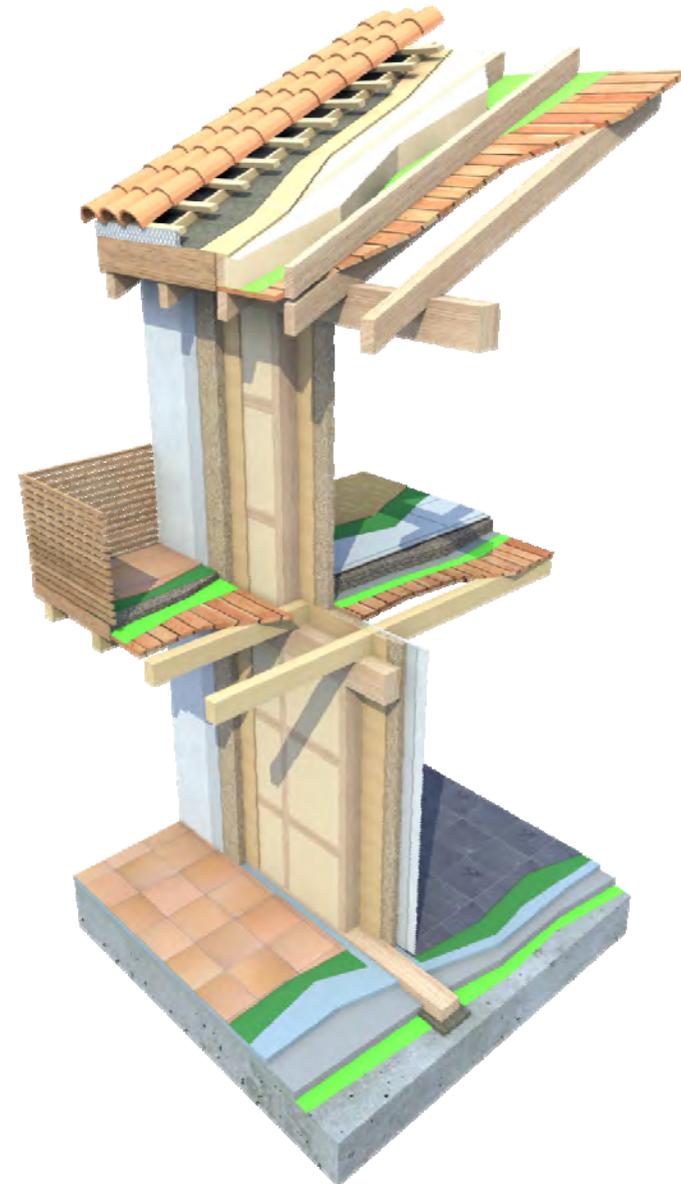
Le case in legno "platform frame" hanno una struttura portante a telaio con **isolante termoacustico interposto** e un ulteriore strato di isolamento che funge da "cappotto" esterno.

Il sistema si contraddistingue per il notevole livello di **prestazioni energetiche** che riesce a raggiungere (anche  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  di trasmittanza termica) consentendo così di **risparmiare** sulle spese di riscaldamento e raffrescamento.

Le finiture esterne ed interne possono essere ad intonaco ma anche in **doghe di legno** o **pannelli in legno** di rivestimento.

I materiali impiegati sono **ecologici** e dotati di **certificazioni ambientali riconosciute**, in modo da assicurare un ambiente salubre e confortevole.

I componenti vengono prefabbricati in sede e assemblati in cantiere rendendo più celere la catena di produzione e **far risparmiare i costi di manodopera** al committente



Perché scegliere il PLATFORM FRAME?

E' ispirato alla natura e quindi adatto per chi ha particolarmente cura del proprio ambiente e del proprio benessere psicofisico, e al contempo desidera contribuire a salvaguardare l'ambiente naturale: **sistema eco-sostenibile**.

E' **antisismico**, avendo il legno una maggiore elasticità ed una massa inferiore rispetto ad una struttura in cemento armato.

Permette un notevole **risparmio energetico**, dato che il materiale che la costituisce è un isolante naturale con un'ottima trasmittanza termica.

E' **durevole nel tempo**, bastano pochi accorgimenti, come prodotti all'acqua antimuffa ed antibatteri, che ne garantiscono la protezione e la qualità.

Consente di ottenere **condizioni abitative salutarie**: il materiale da costruzione è igroscopico ossia assorbe velocemente e cede latentemente l'umidità prodotta dagli ambienti.



**Caratteristiche tecniche “platform frame”**

Di seguito viene riportata la stratigrafia “tipo” degli elementi che costituiscono una casa realizzata con il sistema PLATFORM FRAME. Tale stratigrafia può essere modificata utilizzando elementi o materiali diversi da quelli previsti se il committente lo richiede o se ci sono diverse prestazioni tecnologiche desiderate.

**Struttura portante:** è realizzata in legno lamellare di abete.

**Pareti esterne:**

- rasatura armata
- fibra di legno sp. 4 cm
- pannello OSB sp. 1,2 cm
- barriera impermeabile antivento
- struttura portante 14/16×6 cm
- isolante lana di roccia/fibra di legno sp. 10/16cm
- barriera al vapore 0,2 mm
- cartongesso sp. 12,5 mm

**Solaio intermedio:**

- travi lamellari opportunamente calcolate
- perline per pavimento in larice da 21 mm
- tessuto traspirante
- listelli 4×4 cm posti ad un interasse di 60 cm
- isolante termico ed acustico da mm 40
- tappetino antirumore
- Ply-wood da 16 mm

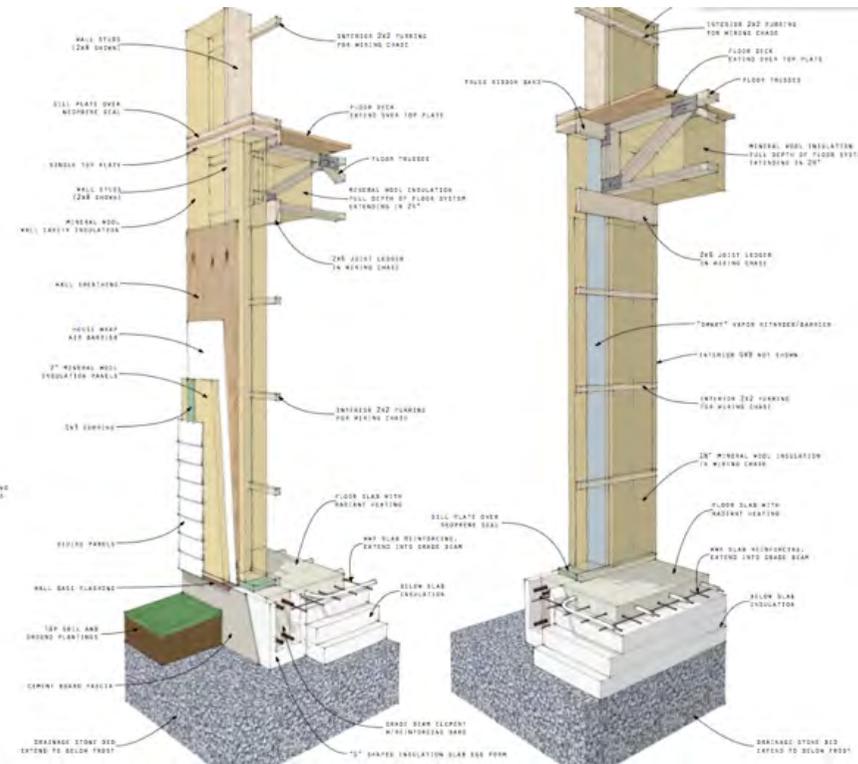
Le case in legno **Platform Frame** possono avere un aspetto del tutto **identico** alle case in muratura o cemento armato, presentando rispetto a queste ultime i seguenti vantaggi:

- **Elevato comfort ambientale** derivante dall'assenza di formazione di condensa e dalla traspirazione delle pareti che essendo formate da materiali naturali assicurano traspirabilità e salubrità.

- **Elevate performance energetiche** dovute all'impiego di diversi strati di isolamento termoacustico che annullano la dispersione del calore, con conseguente abbattimento dei costi per la climatizzazione.

- **Riduzione dei tempi di realizzazione** grazie al processo di prefabbricazione, all'utilizzo della macchina a controllo numerico e al montaggio a secco che non necessita dei tempi di assestamento come per il cemento.

- **Elevata resistenza al fuoco** dato che il processo di autocombustione avviene oltre i 300°C mentre in altri materiali comunemente usati nelle strutture in c.a. (acciaio) iniziano la dilatazione a 200°C.



I **pannelli OSB** (*Oriented Strand Board*, pannello a scaglie orientate), sono costituiti da **scaglie di legno**, incollate insieme con una **resina sintetica** e successivamente **pressate** in diversi strati.

Negli strati esterni le scaglie sono orientate in senso **longitudinale** rispetto alla lunghezza del pannello, negli strati intermedi sono invece ripartite **trasversalmente**. Le scaglie di legno (di **conifere** o di **latifoglie**) vengono **tagliate tangenzialmente**, da tronchi già scortecciati, in posizione longitudinale rispetto alla segatura, ottenendo delle **lunghe strisce**, le quali vengono poi trattate e frammentate. Su di esse viene in seguito **spruzzato un collante** a base di resine sintetiche resistenti all'umidità.



**Applicazioni:** Grazie alla geometria delle scaglie e al loro orientamento all'interno del pannello, gli OSB presentano un'**elevata resistenza meccanica** che li rende particolarmente adatti per funzioni di sostegno sia nelle pavimentazioni che nelle coperture dei tetti e nel rivestimento delle pareti.

**Le dimensioni:** 244 cm x 120 cm - 244 cm x 122 cm - 250 cm x 125 cm,  
con spessori compresi tra 6 e 40 mm.

**La densità:** tra 600 e 680 Kg/m e varia a seconda del tipo di essenza lignea utilizzata e dal processo di fabbricazione.

**Divisione in classi:** Nella norma EN 300 vengono definite 4 classi di pannelli OSB, in termini di prestazioni meccaniche e resistenza relativa all'umidità:

- OSB/1** - Pannelli di uso generale per sistemazione interna in luogo asciutto.
- OSB/2** - Pannelli portanti per uso in luogo asciutto.
- OSB/3** - Pannelli portanti per uso in luogo umido.
- OSB/4** - Pannelli portanti per carichi pesanti per uso in luogo umido.

**Proprietà fisiche:** L'OSB è igroscopico e va perciò condizionato per portarlo al punto di equilibrio con 'ambiente prima di installarlo. Non viene attaccato da insetti xilofagi.

**La conducibilità termica** dell'OSB è di 0,13 W/mK per una densità media di 650 kg/m.

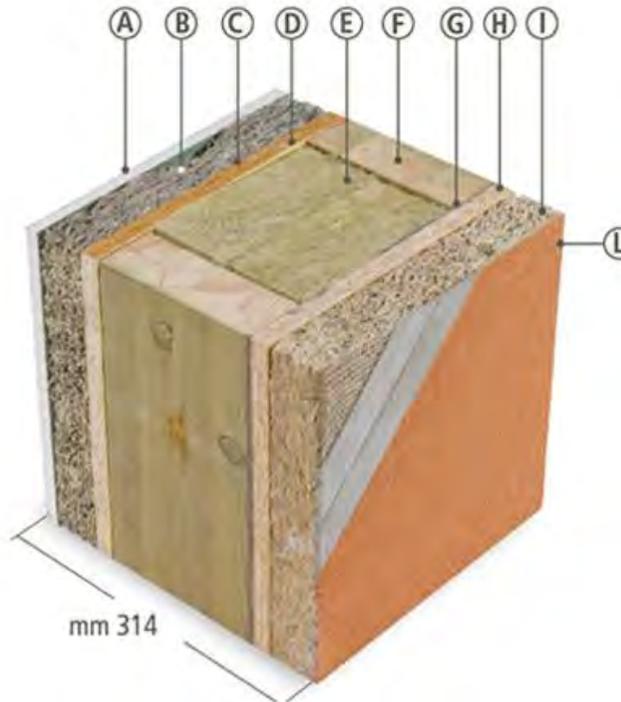
**Resistenza al fuoco:** Considerando il contenuto della norma EN 13501-1, il pannello OSB non specificatamente trattato, con densità  $>600$  Kg/m e uno spessore  $>10$  mm, è stato classificato in Euroclass D.

**Lavorazione:** L'OSB può essere tagliato a mano o con una sega a motore e lavorato (intagliato, affusolato, piallato e fresato) con i comuni utensili per la lavorazione del legno.

**Rischi e metodi di controllo:** La polvere di legno in generale (inclusa quella dell'OSB), può provocare dermatiti e allergie respiratorie. Essa inoltre è infiammabile. Per evitare tali rischi bisogna lavorare in luoghi con una buona ventilazione adoperando estrattori di polvere sugli utensili portatili e utilizzando mascherine e occhiali di protezione, tenendo sempre a portata di mano appositi estintori.

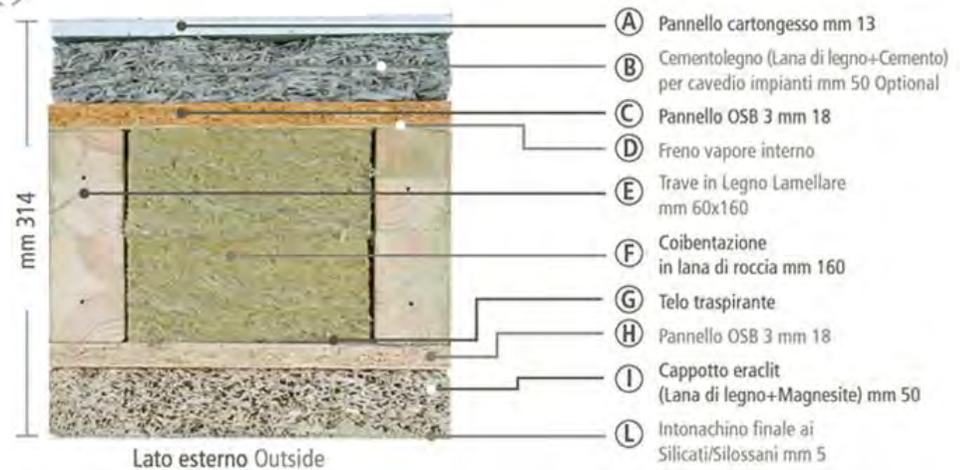


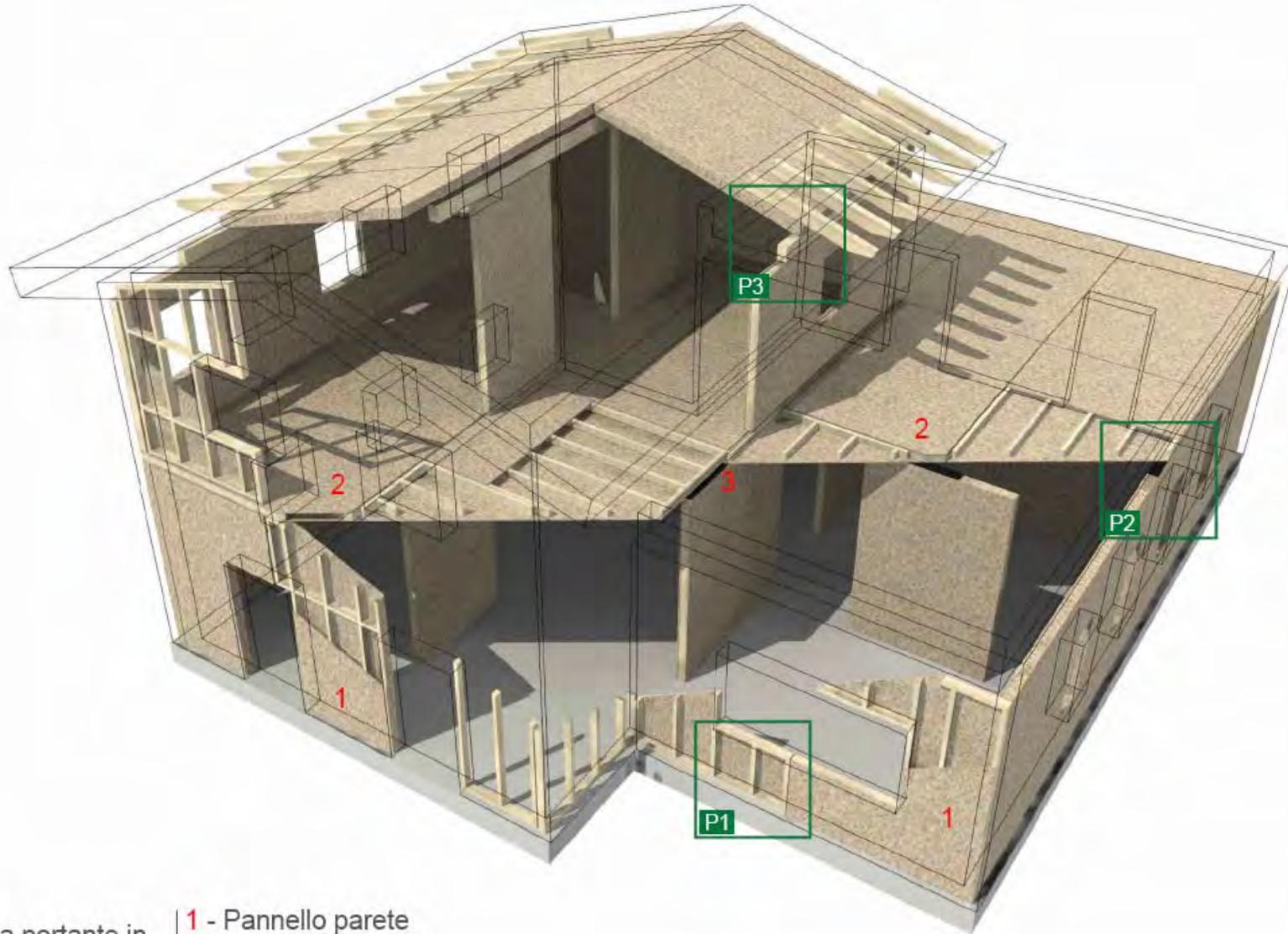
- Transmission (U = W/m<sup>2</sup> K):  
0,160 W/Mqk  
Energy efficiency class: A  
Shift (φ=hours)\*: 11,4
- (A) Plasterboard panel mm 13
  - (B) Cement-Wood (Wood wool + Cement) for services duct Optional
  - (C) Panel OSB 3 mm 18
  - (D) Internal steam brake
  - (E) Plywood beams mm 60x160
  - (F) Rock wool insulation mm 160
  - (G) Permeable sheet
  - (H) Panel OSB 3 mm 18
  - (I) Eraclit cladding (Wood wool + Magnesite) mm 50
  - (L) Final plaster finish with Silicates / Siloxanes mm 5



PARETE PORTANTE PLATFORM FRAME

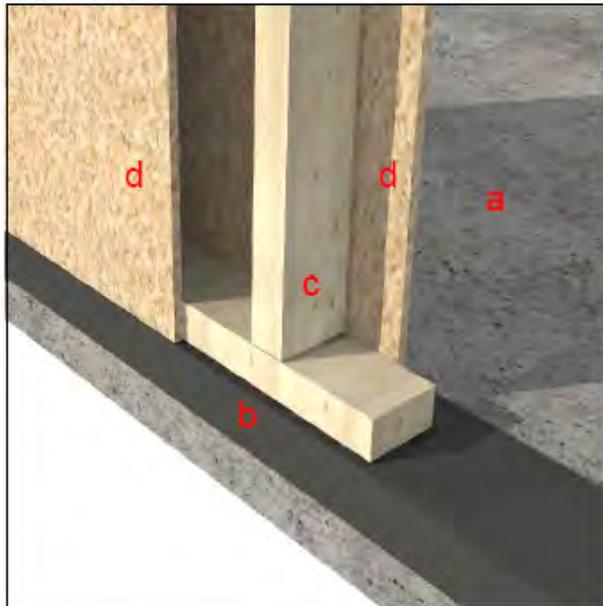
Valore indicativo trasmittanza:  
0,160 W/Mqk  
Classe di efficienza energetica: A  
Sfasamento (φ=ore)\*: 11,4





- struttura portante in  
legno lamellare
- 1 - Pannello parete
  - 2 - Pannello solaio
  - 3 - Disgiuntore acustico

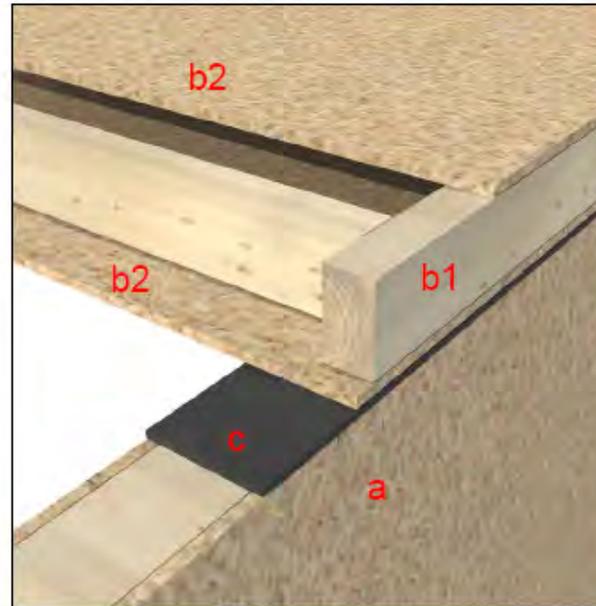
P1



Attacco a terra sistema Platform

- a. platea di fondazione in C.A.
- b. guaina impermeabilizzante
- c. telaio in legno massiccio
- d. pannello in legno OSB

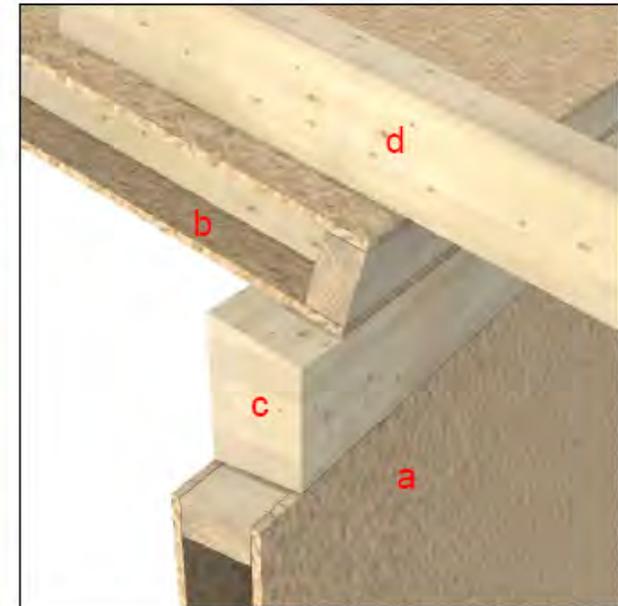
P2



Pannello solaio poggiante sul pannello parete

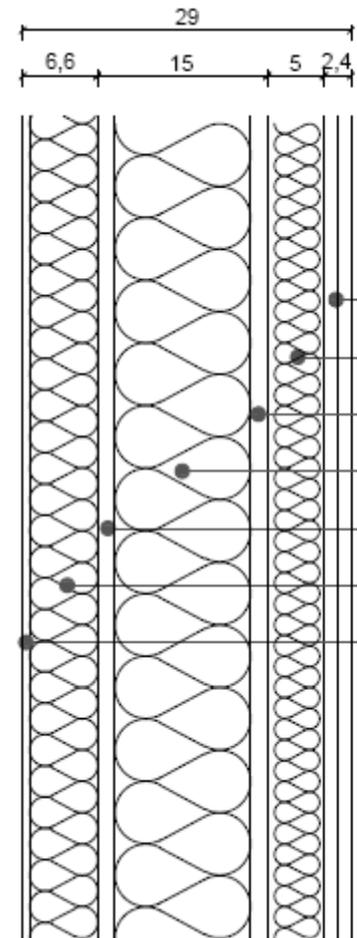
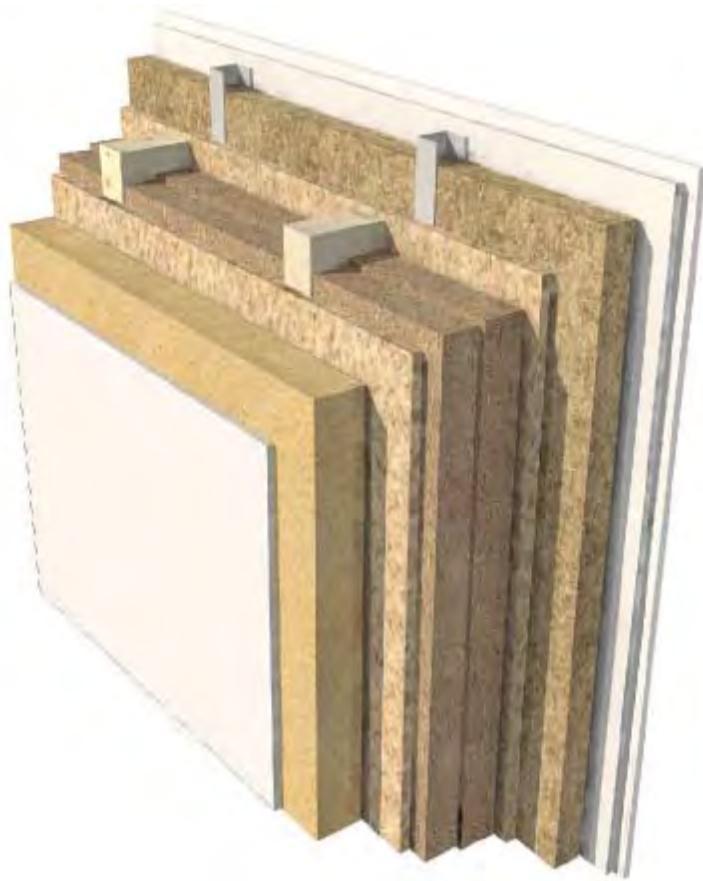
- a. pannello parete
- b1. pannello solaio - struttura
- b2. pannello solaio - pannello OSB
- c. materassino in gomma

P3



Pannello di copertura poggiante su banchina e pannello parete

- a. pannello parete
- b. pannello di copertura
- c. banchina
- d. travetto

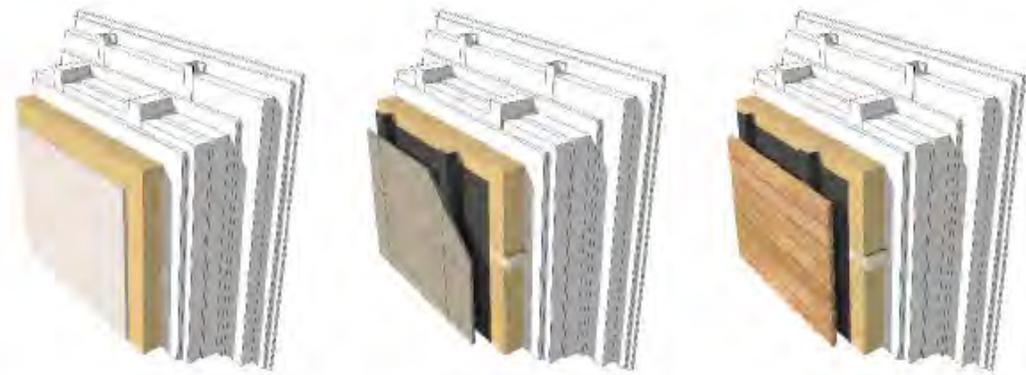
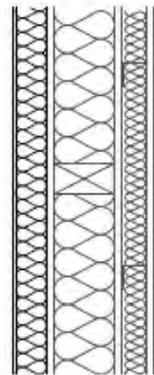


- doppia lastra in gessofibra
- vano tecnico coibentato
- pannello in legno OSB
- isolamento interno (struttura)
- pannello in legno OSB
- cappotto esterno
- rasatura

spessore: 29cm  
 trasmittanza: 0,14 W/mqK  
 sfasamento: 13 ore  
 smorzamento: 0,18

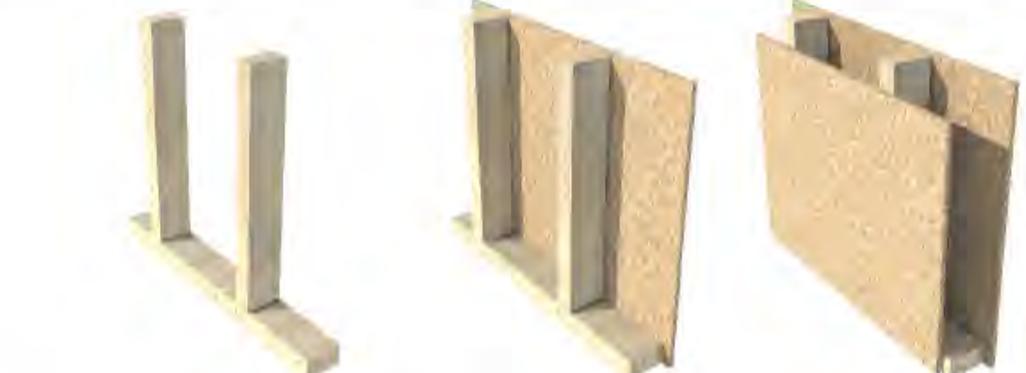
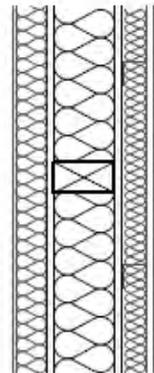
① il rivestimento esterno

Il rivestimento esterno di facciata può essere realizzato con diverse tecnologie e materiali. E' possibile ottenere finiture tradizionali ad intonaco o applicare soluzioni con facciata ventilata rivestita con doghe di legno o pannelli di fibrocemento.



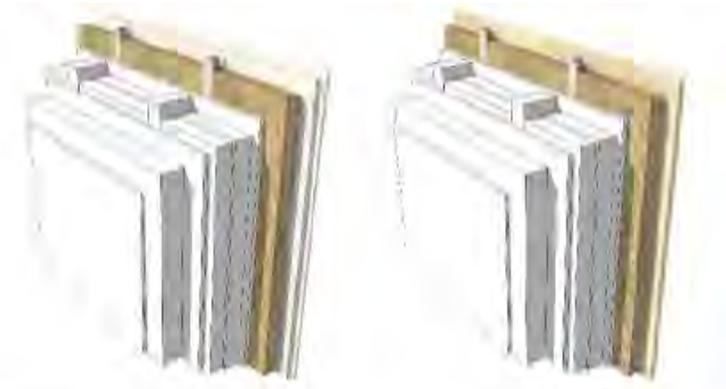
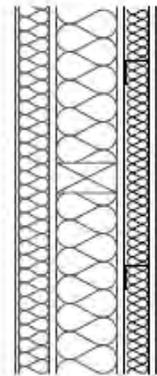
② la struttura portante

il telaio strutturale è realizzato con elementi lineari in legno massiccio. La struttura portante è completata mediante placcaggio del telaio con pannelli in legno tipo OSB. Interposti tra i montanti della struttura vengono inseriti pannelli di materiale isolante.



③ la finitura interna

internamente la parete viene completata con la realizzazione di un vano tecnico coibentato all'interno del quale vengono inserite le canalizzazioni impiantistiche. La finitura interna può essere realizzata con pannelli in fibrogesso o con perline in legno.

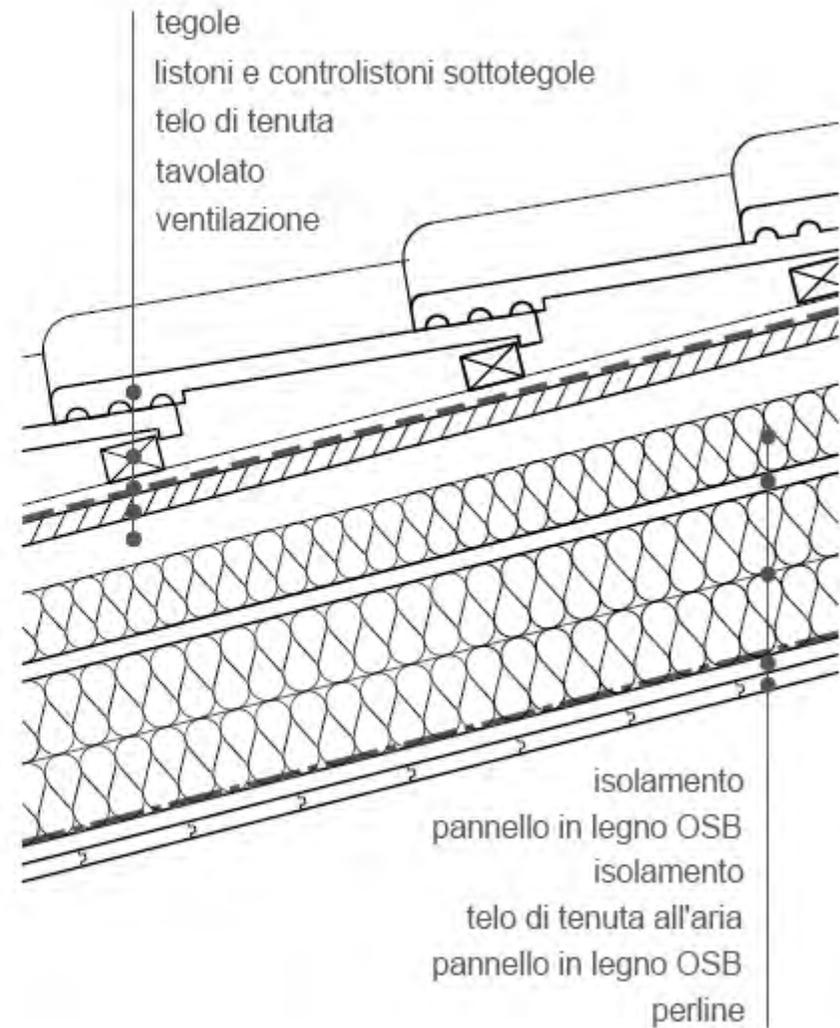


④ materiali isolanti e prestazione energetica

in funzione della fascia climatica e delle prestazioni energetiche richieste è possibile variare la tipologia dei materiali isolanti e lo spessore del cappotto esterno. Tutti i pacchetti parete proposti garantiscono elevati standard di isolamento termico ed acustico

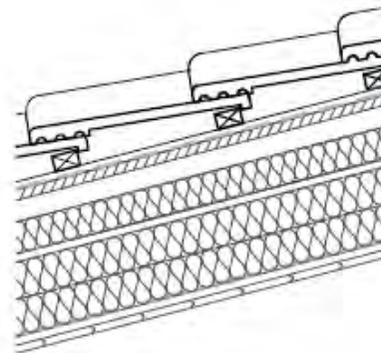
	spessore cappotto esterno			
	4	6	8	
fibra di legno	0,15 13	0,14 15	0,13 16	trasmissione sfasamento
lana minerale	0,15 9	0,14 10	0,13 11	trasmissione sfasamento

copertura - caratteristiche tecniche



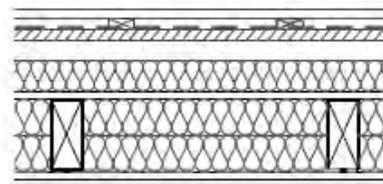
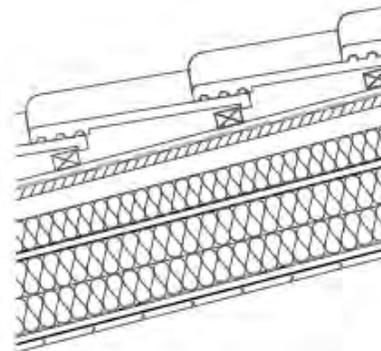
① il manto di copertura

Come rivestimento della copertura possono essere posati coppi o tegole. Oltre ai sistemi tradizionali è possibile realizzare il manto con lamiera grecata o graffiata. Vi è inoltre la possibilità di realizzare un rivestimento tradizionale in scandole di legno.



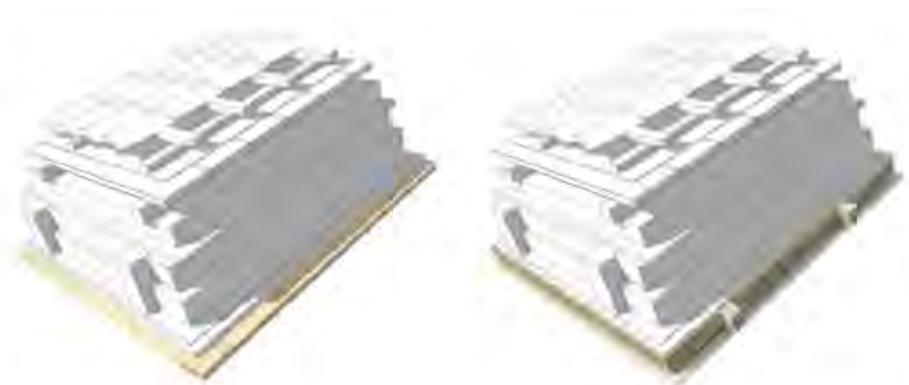
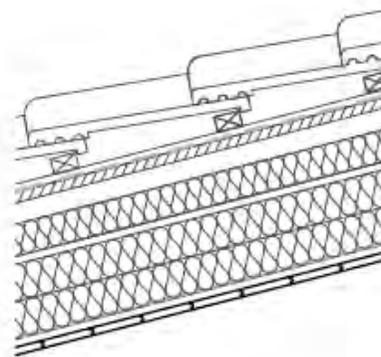
② la struttura portante

la copertura è costituita dal pannello Platform realizzato con struttura in legno massiccio irrigidita da due pannelli in legno multistrato tipo OSB.



③ la finitura interna

La struttura portante della copertura può essere rivestita all'intradosso con un controsoffitto in legno o cartongesso. Tra finitura interna e struttura è possibile inserire un ulteriore vano coibentato per il passaggio delle canalizzazioni impiantistiche.



④ materiali isolanti e prestazione energetica

in funzione della fascia climatica e delle prestazioni energetiche richieste è possibile variare la tipologia dei materiali isolanti e lo spessore dell'isolamento esterno. Tutti i pacchetti di copertura proposti garantiscono elevati standard di isolamento termico ed acustico

	spessore isolante			
	14+6	14+8	14+10	
fibra di legno	0,18 13	0,16 14	0,15 15	trasmissione sfasamento
lana minerale	0,18 11	0,16 12	0,15 13	trasmissione sfasamento



LIGHT WOOD FRAMING: Balloon e Platform frame

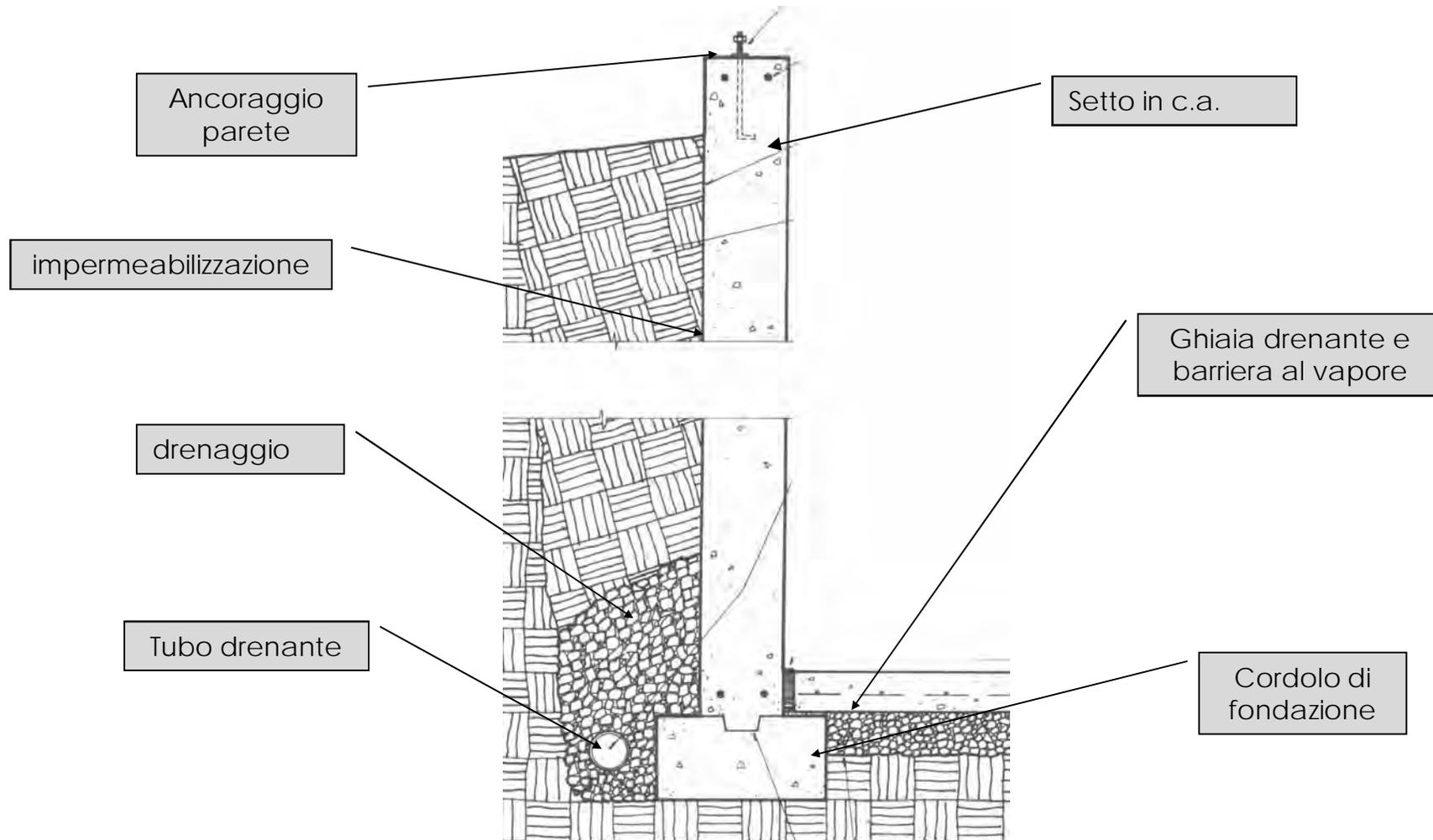


LIGHT WOOD FRAMING: Balloon e Platform frame

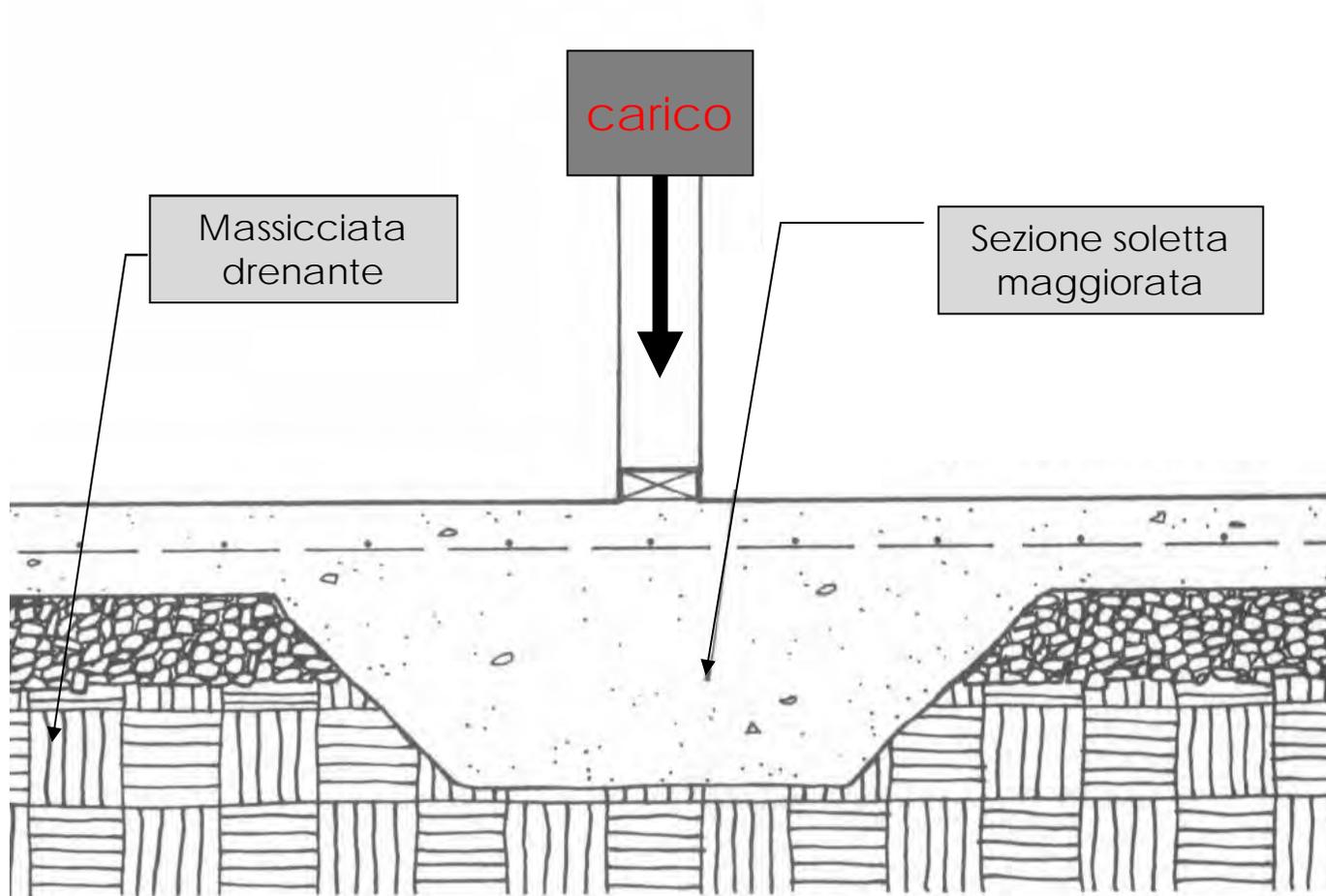


LIGHT WOOD FRAMING: Balloon e Platform frame

### Attacco parete fondazione



Aumento sezione soletta sotto carichi diretti





Fondazione con blocchi



## Materiali fondazione

uso di calcestruzzo armato



uso di blocchi in calcestruzzo armati





Elementi strutturali per impalcati

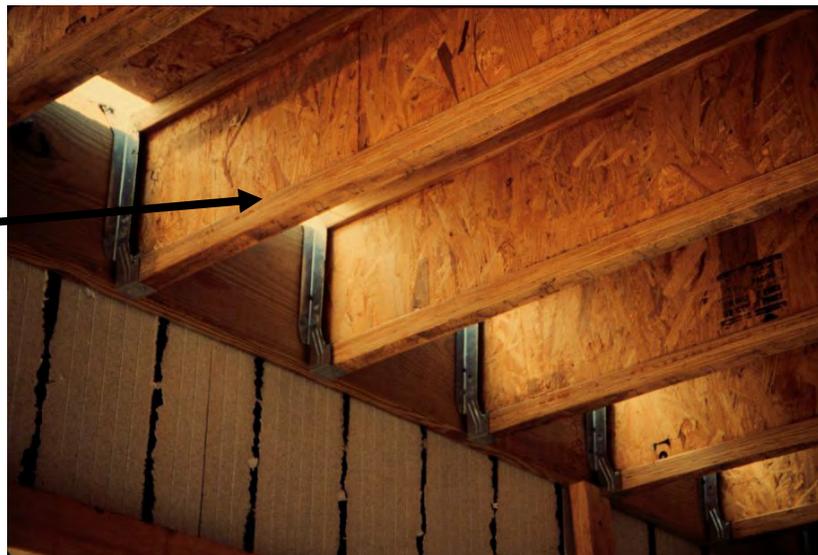


Travi sezione rettangolare



Capriate in legno, metallo o miste

Travi a I



## Collegamenti per elementi strutturali per impalcati

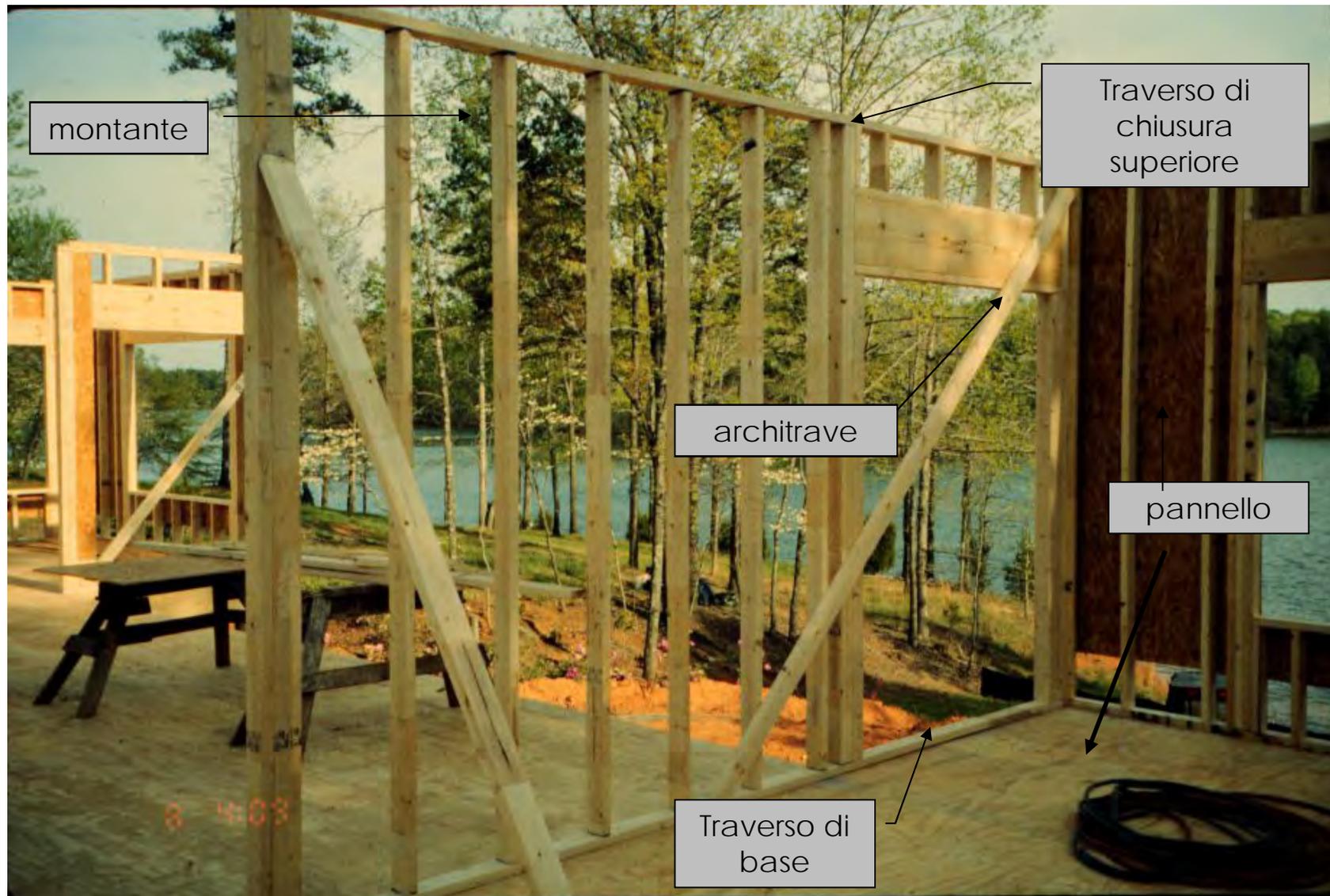
sella

- Acciaio
- Ancoraggio e sostegno

Bridging

- legno o acciaio
- aumentano la rigidità, collegano le travi e limitano le inflessioni





## Costruzione delle pareti

- Assemblato in stabilimento
- Costruibili sul posto





LIGHT WOOD FRAMING: Balloon e Platform frame

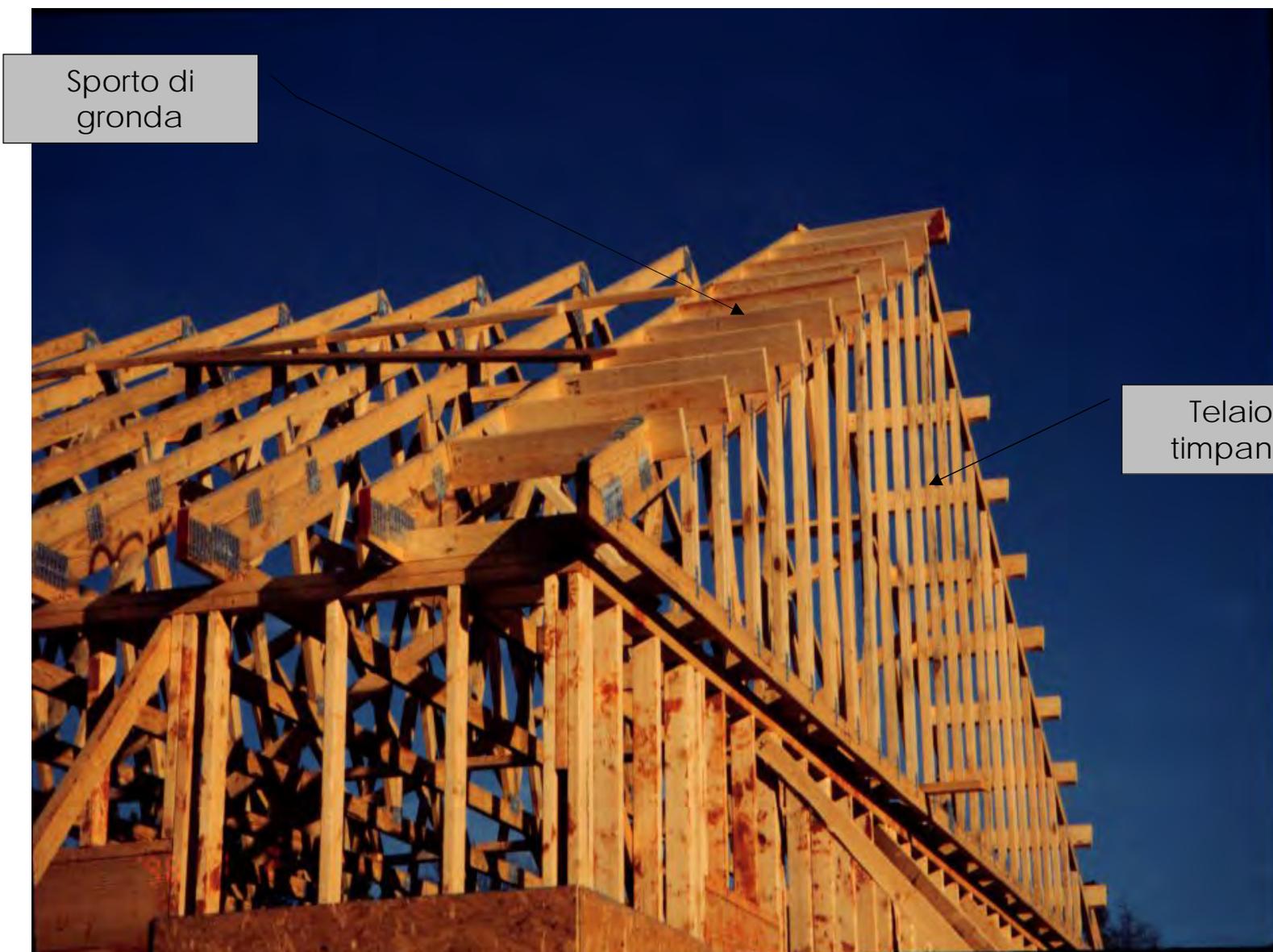
## Funzione del rivestimento:

- Unisce e stabilizza la struttura
- Offre resistenza ai movimenti verticali
- Distribuisce le azioni laterali e frontali
- Funge da supporto per le finiture









Sporto di gronda

Telaio timpano



OSB

Clip di collegamento  
su piastra asolata

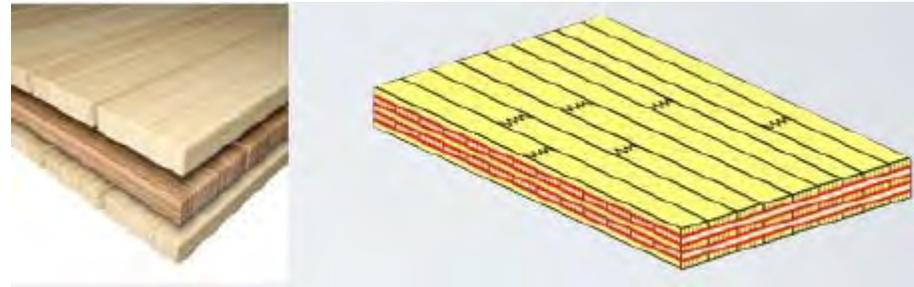


LIGHT WOOD FRAMING: Balloon e Platform frame

**COSTRUZIONI IN LEGNO**  
**TECNOLOGIA XLAM**  
**pannelli di legno massiccio a strati**  
**incrociati**



I pannelli di legno massiccio a strati incrociati XLam sono elementi di forma piana multistrato, composti dalla sovrapposizione di più strati di tavole incollate, ruotate alternativamente con un angolo di 90°.



STRUTTURA SIMMETRICA A STRATI DISPARI  
GRANDI DIMENSIONI  
STABILITÀ DIMENSIONALE  
USO STRUTTURALE  
COMPORTAMENTO FISICO E MECCANICO EFFICACE

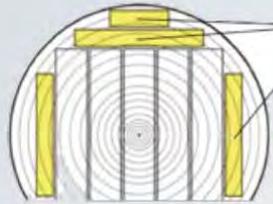
Il materiale assume denominazioni differenti:

**XLAM** Pannelli in lamellare a strati incrociati Italiano

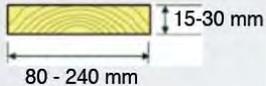
**CLT** Cross Laminated Timber Inglese

**BSP** BrettSPerrholz Tedesco

**TRONCO**

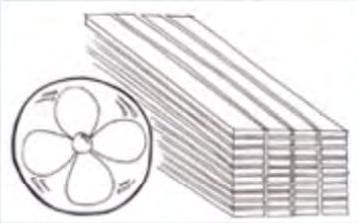


Tavole ricavate dalle porzioni esterne del tronco



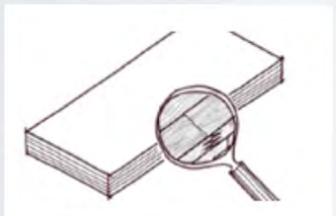
15-30 mm  
80 - 240 mm

**ESSICCAZIONE**

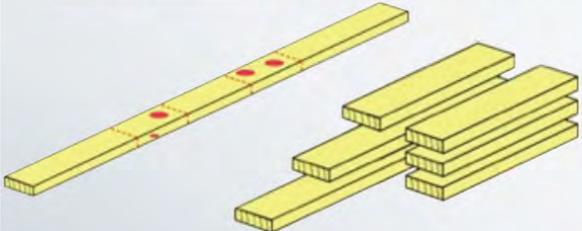


**TASSO DI UMIDITÀ**  
10 - 12%

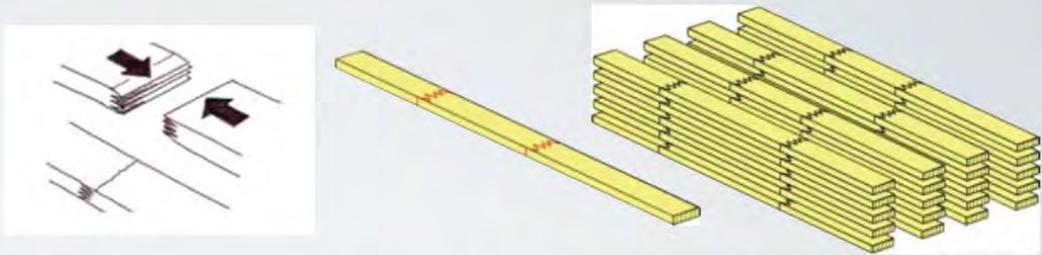
**CLASSIFICAZIONE**



LAMELLE  
90%  
CLASSE C24  
10%  
CLASSE ≥ C16



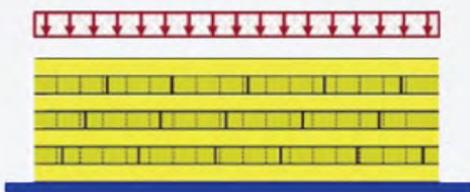
**GIUNTAGGIO DEGLI STRATI LONGITUDINALI**



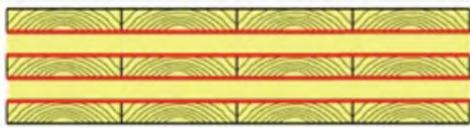
Garantire la continuità strutturale del singolo strato di tavole su tutta la lunghezza  
REALIZZAZIONE DI GIUNTI A PETTINE FINGER-JOINT

**GIUNTAGGIO DEGLI STRATI TRASVERSALI**

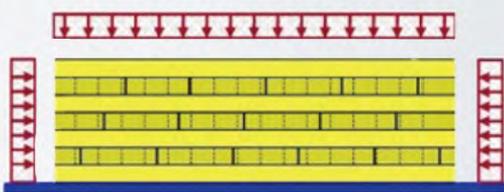
**SENZA GIUNTO TRASVERSALE**



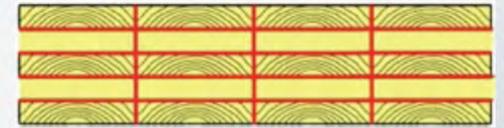
**SENZA INCOLLATURA A CONTATTO**

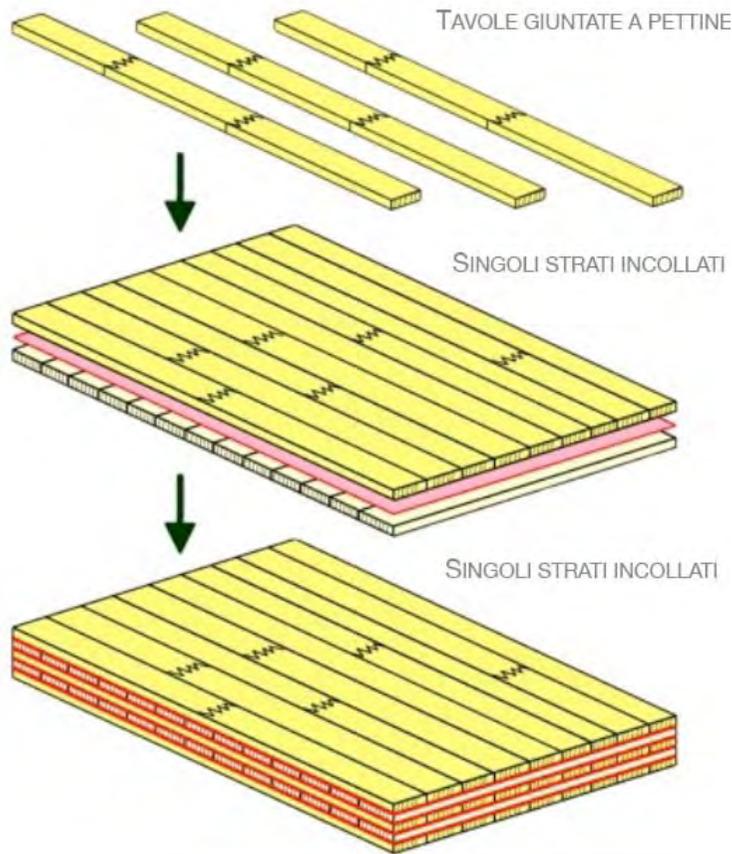


**CON GIUNTO TRASVERSALE**



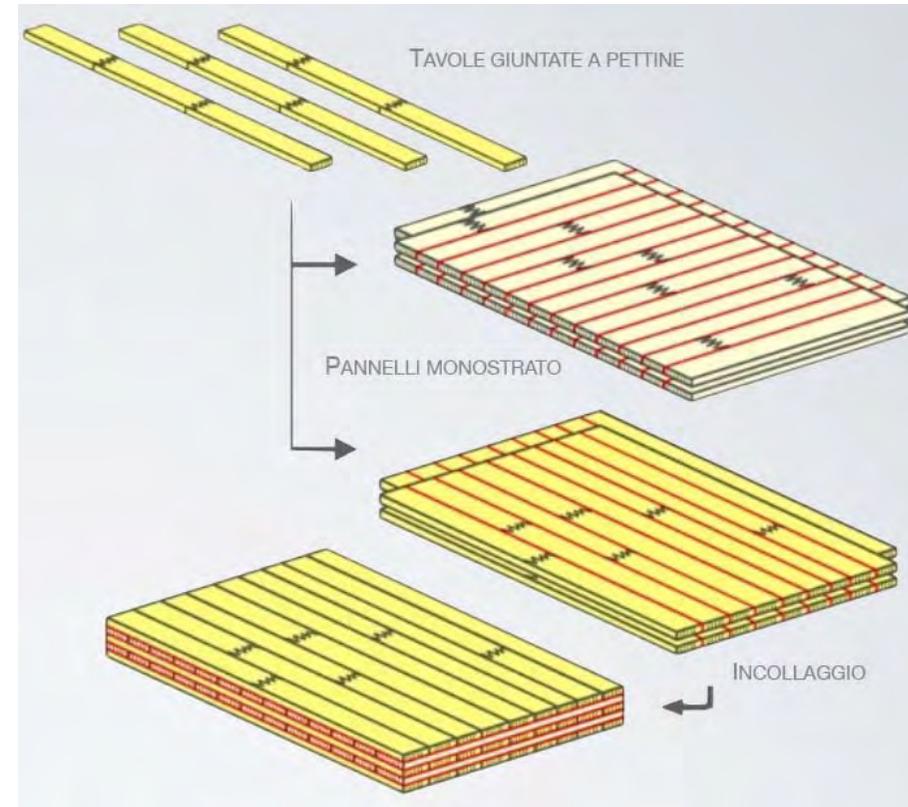
**CON INCOLLATURA**





**Produzione in una fase**

- superfici laterali delle tavole non incollate
- pannello composto in un'unica fase di lavoro
- incollaggio per singoli strati alternati
- senza giuntaggio degli strati trasversali
- minore stabilità dimensionale



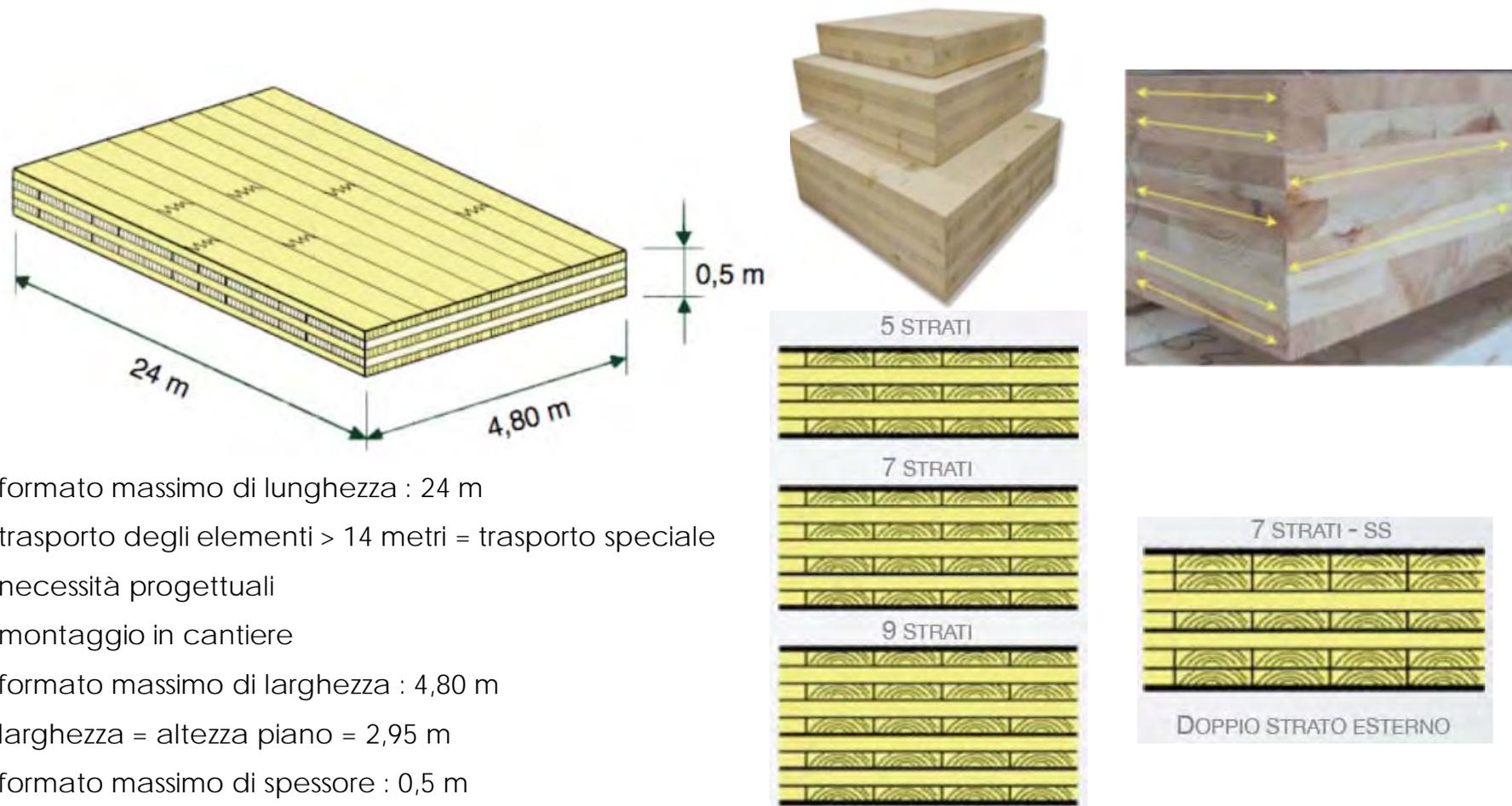
**Produzione in due fasi**

superfici laterali delle tavole incollate

**1ª fase:** incollaggio di un singolo strato = pannello monostrato

**2ª fase:** incollatura alternata dei pannelli monostrato con giuntaggio trasversale > solidità del piano garantita dall'incollatura strutturale

Le procedure di produzione dell'XLam devono permettere la realizzazione di strati di tavole che formino un unico elemento monolitico e multistrato tramite incollatura strutturale.



- formato massimo di lunghezza : 24 m
- trasporto degli elementi > 14 metri = trasporto speciale
- necessità progettuali
- montaggio in cantiere
- formato massimo di larghezza : 4,80 m
- larghezza = altezza piano = 2,95 m
- formato massimo di spessore : 0,5 m

Pannelli di Parete

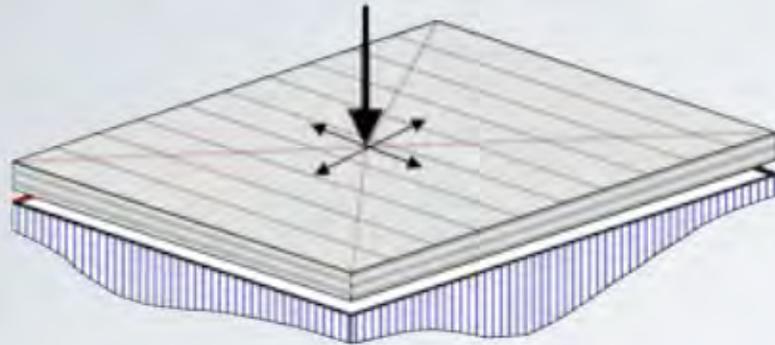
ELEMENTI DI PARETE					
3s	T	L	T		
5s	T	L	T	L	T

Pannelli di Solaio

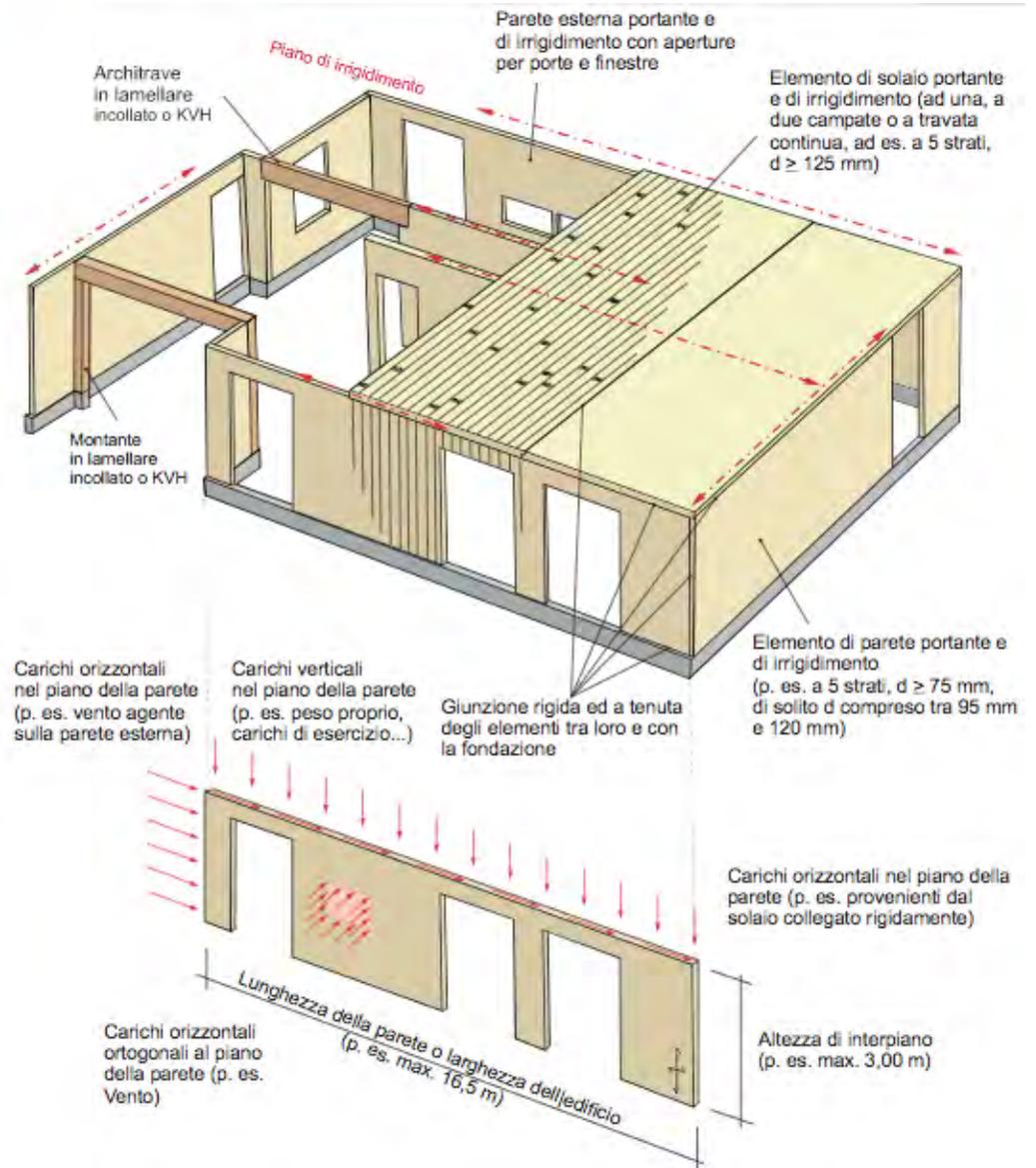
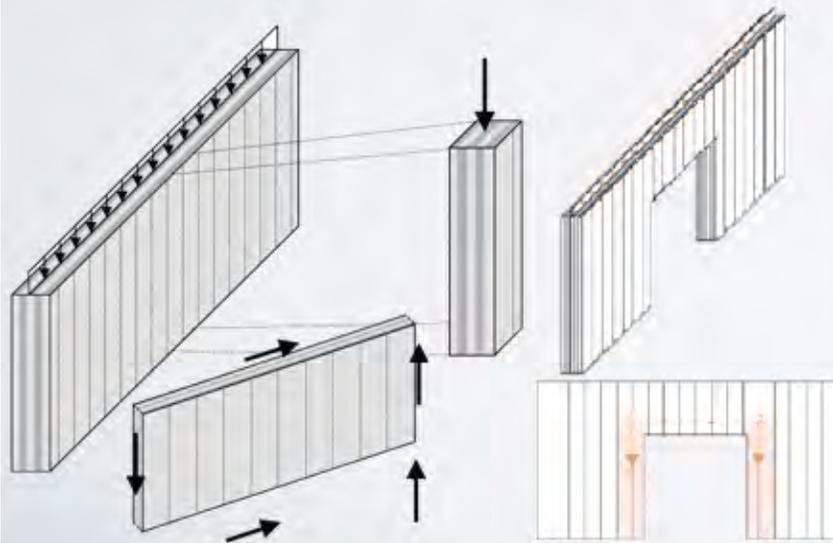
ELEMENTI DI SOLAIO							
3s	L	T	L				
5s	L	T	L	T	L		
7s	L	T	L	T	L	T	L
7ss	L	L	T	L	T	L	L

Strati Trasversali  
Strati Longitudinali

Solaio con funzione strutturale di piastra



Parete con funzione strutturale di lastra e di piastra

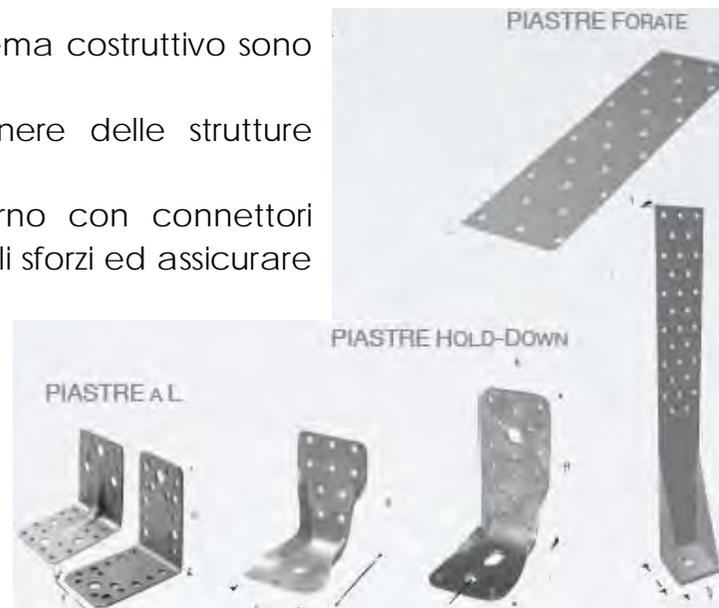


**I collegamenti**

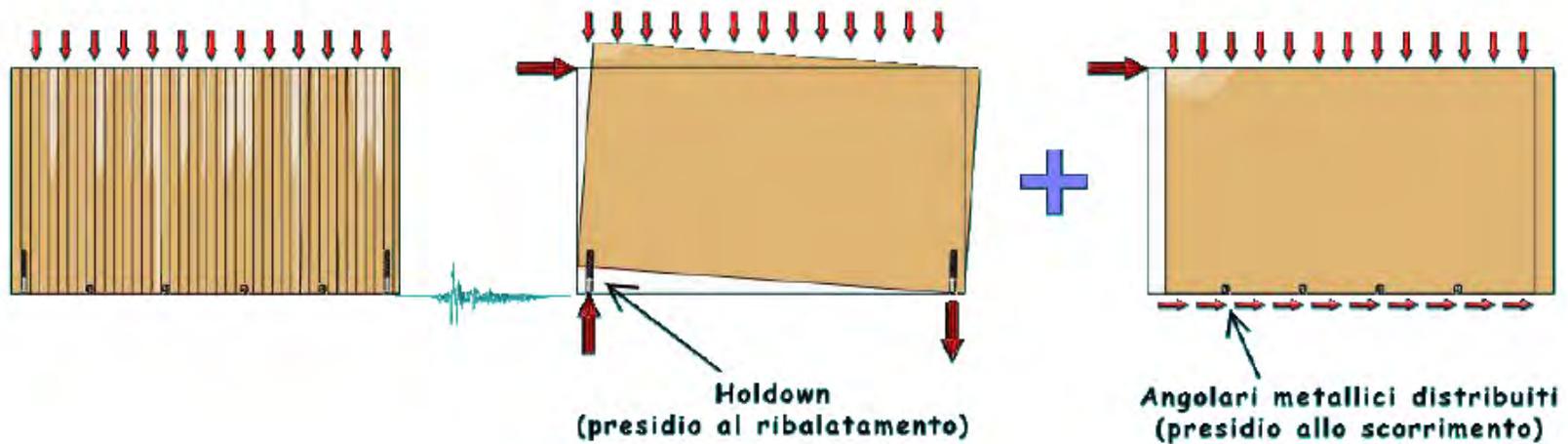
Le connessioni tra gli elementi del sistema costruttivo sono la componente principale e indispensabile per ottenere delle strutture stabili e resistenti.

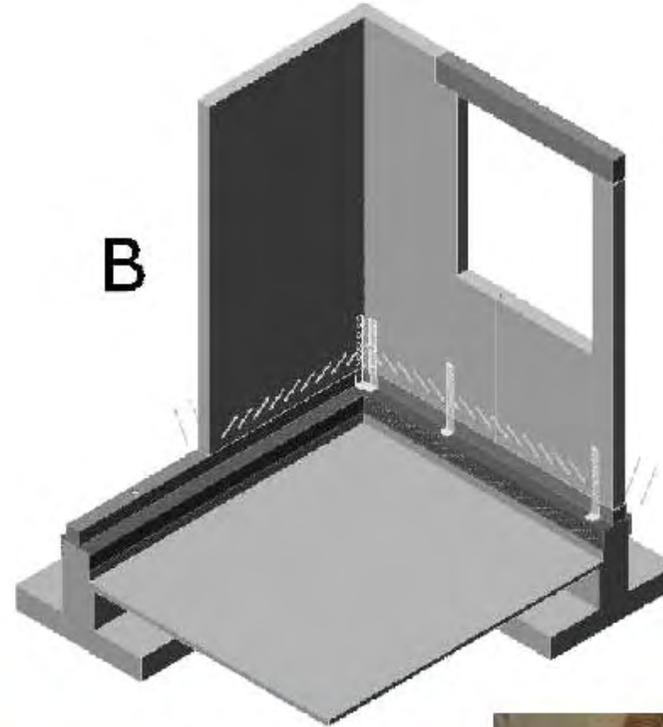
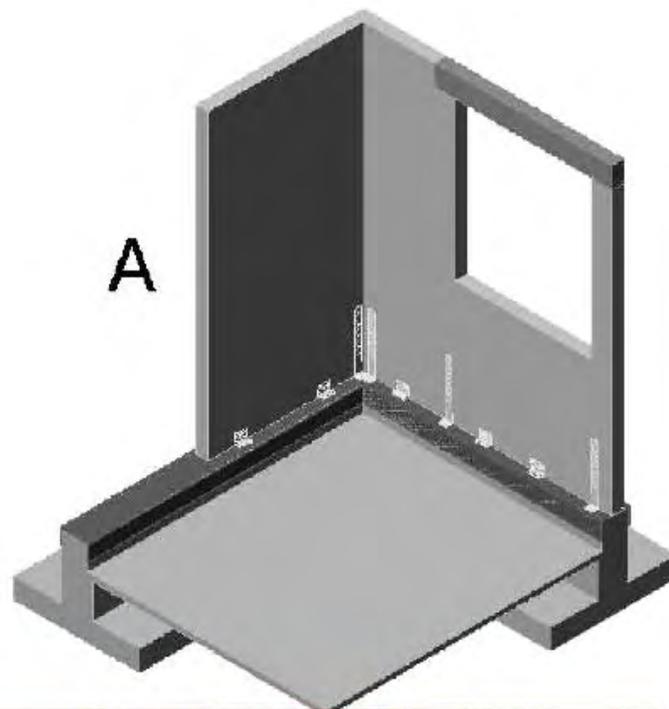
- Unioni meccaniche di tipo moderno con connettori meccanici in grado di trasmettere gli sforzi ed assicurare la tenuta
- Tipi di giunzioni costruttive :

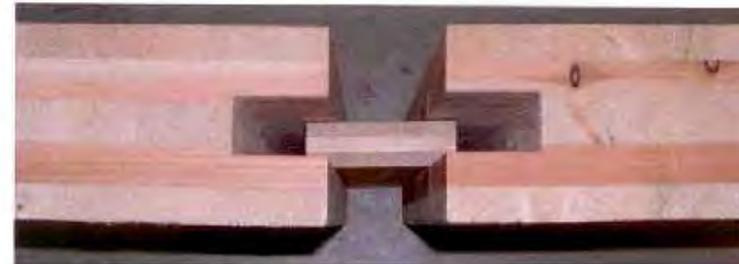
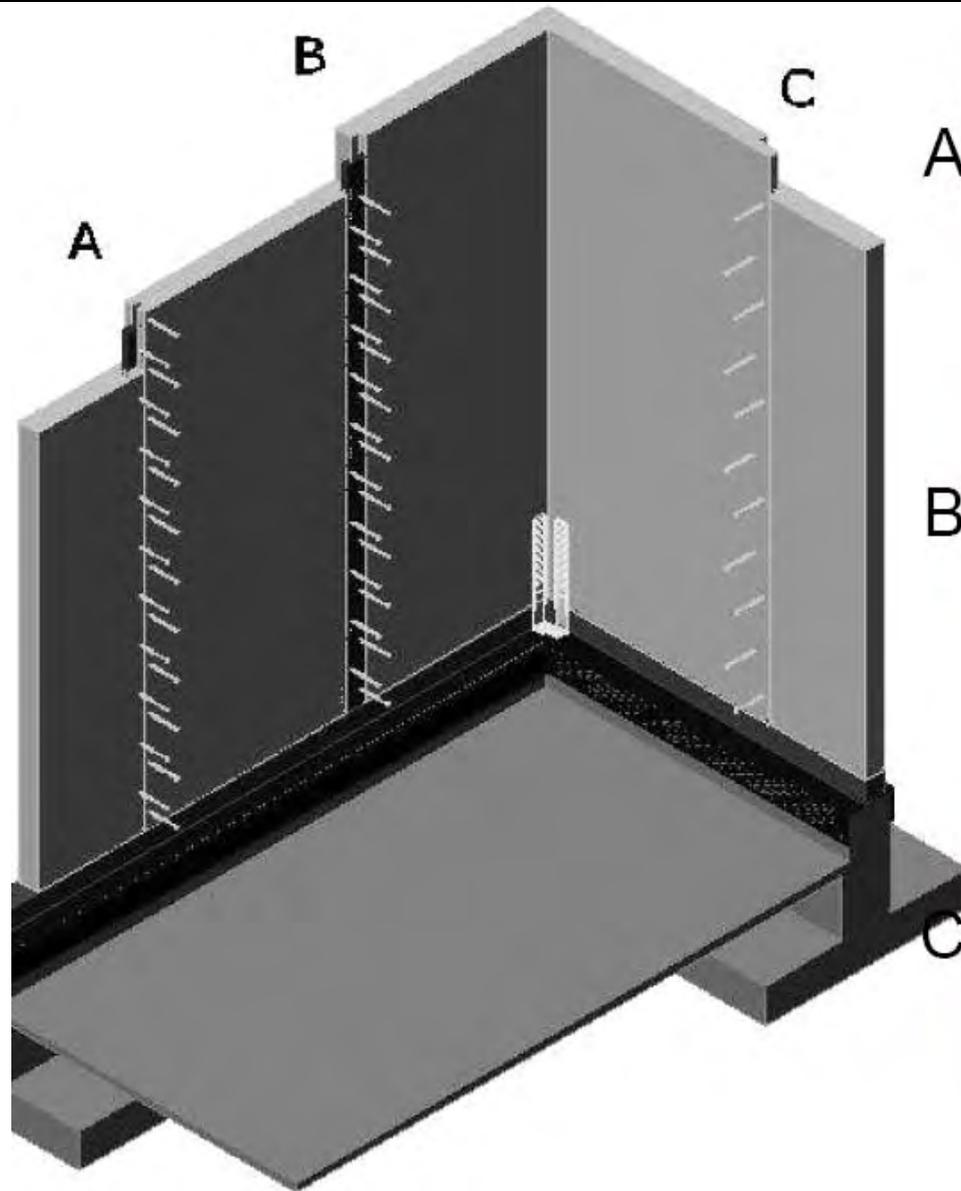
PARETE-FONDAZIONE SOLAIO-SOLAIO  
 PARETE-SOLAIO-PARETE  
 PARETE-PARETE



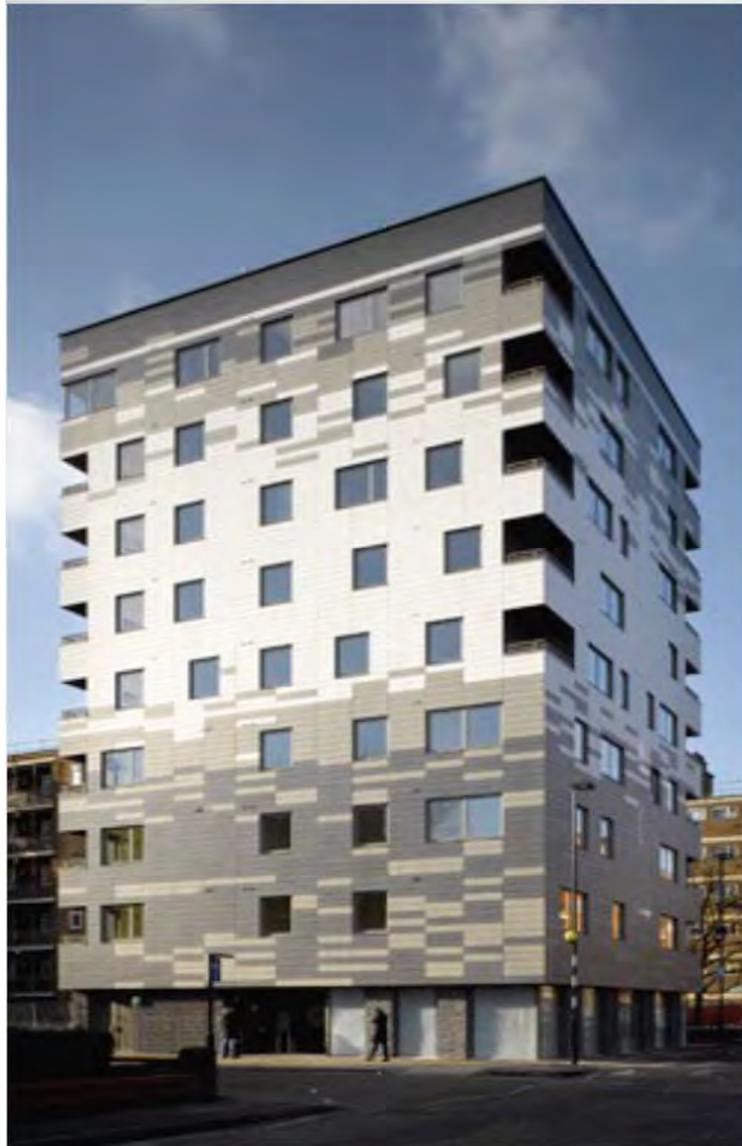
## Processo costruttivo



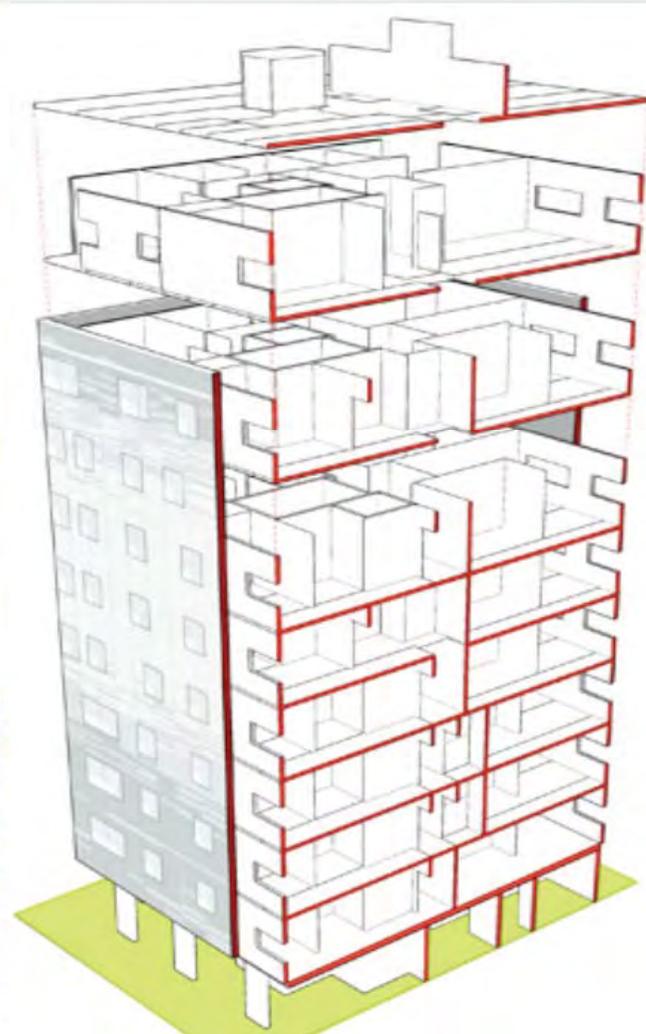




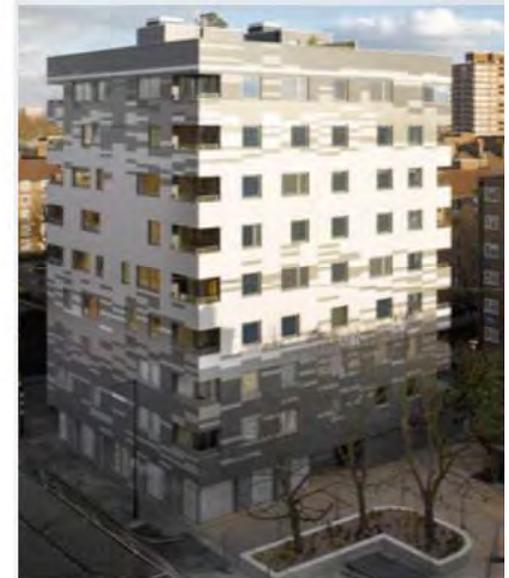
Realizzazioni con l'XLam...



CANTIERE DI 9 SETTIMANE



Murray Groove Tower  
Edificio Residenziale Social Housing  
Architettura : Waught Thistleton  
Luogo dell'intervento : Londra, UK  
Anno di costruzione : 2008  
950 m<sup>3</sup> di Pannelli  
Numero di piani : 9



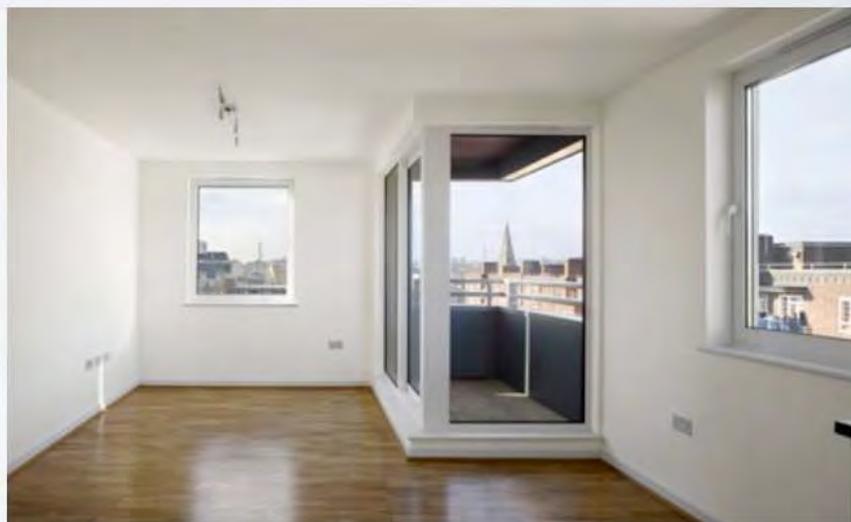
TECNOLOGIA XLAM pannelli di legno massiccio a strati incrociati

Ing. Marco Palazzuoli



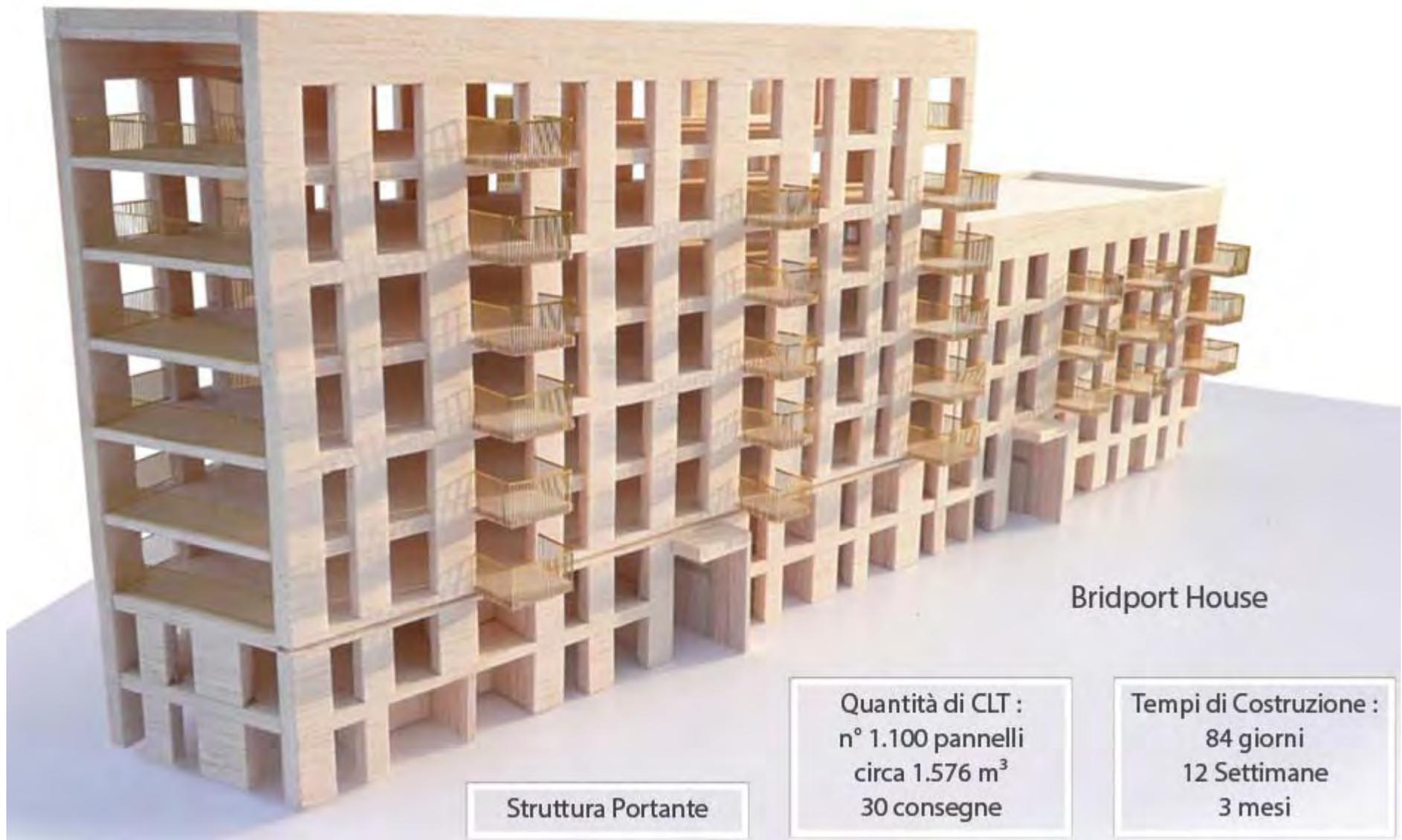
TECNOLOGIA XLAM pannelli di legno massiccio a strati incrociati

Ing. Marco Palazzuoli





Bridport House  
Edificio Multipiano Residenziale  
Architettura : Karakusevic Carson Architects  
Luogo dell'intervento : Londra, UK  
Anno di costruzione : 2010 - 2011  
8 Piani 41 - Appartamenti





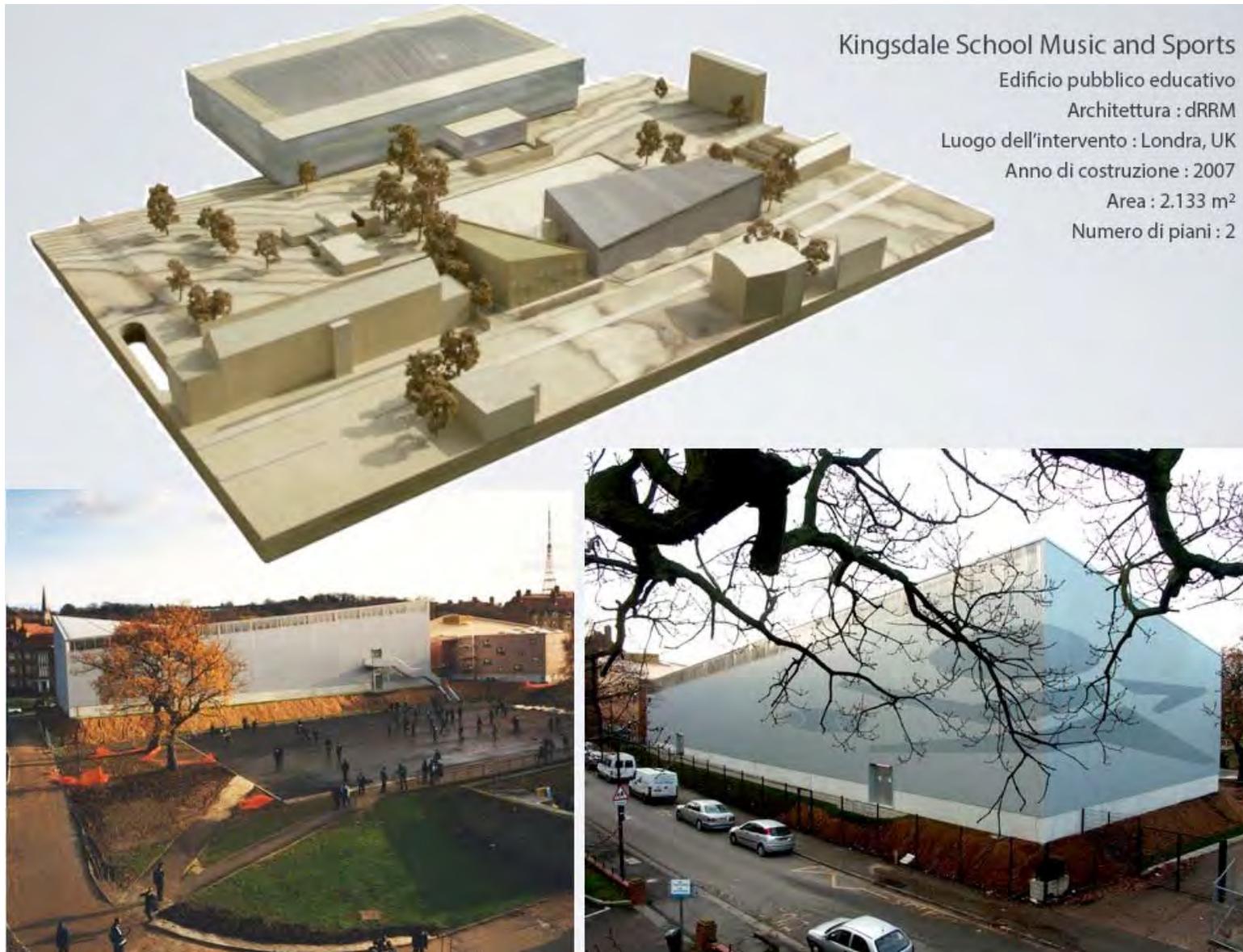
Combinazione con altri materiali per dettagli costruttivi e rivestimenti di facciata :

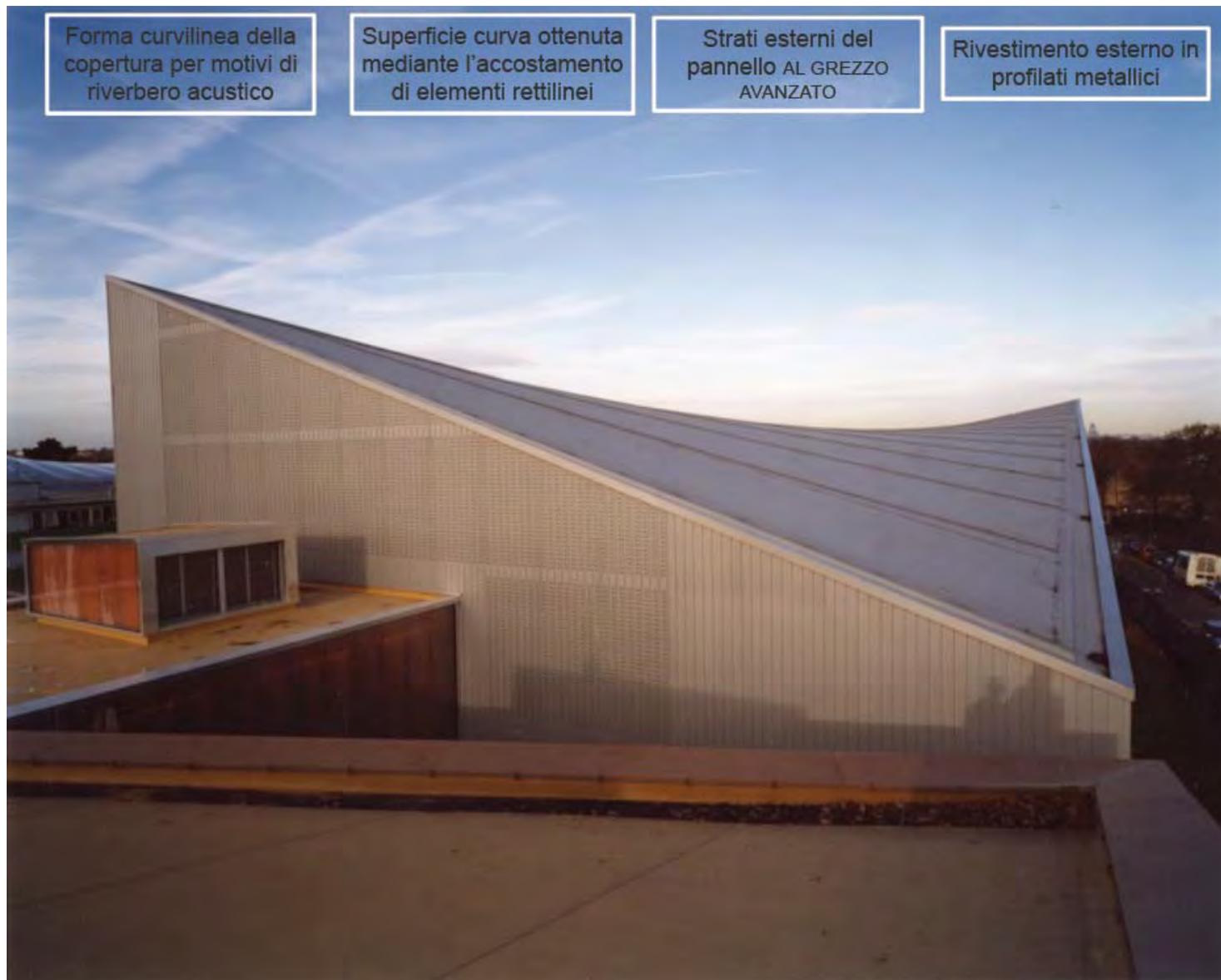
Mattoni

Alluminio

Rame

...







Stessi componenti per geometrie e funzioni differenti

PARETI IN ORIZZONTALE

PARETI IN VERTICALE

PANNELLI A VISTA

Struttura portante e rivestimento interno in un unico processo

Connessioni a scomparsa per elementi a vista



Aperture non regolari  
realizzate in stabilimento

Riciclaggio e recupero  
degli elementi di "scarto"

Tempi di montaggio e  
realizzazione ridotti

Vani scala e ascensori  
inclusi nel pacchetto





Rifugio Alpino Olperer  
Edificio ricettivo-alberghiero  
Architettura : Hermann Kaufmann  
Luogo dell'intervento : Zillertal, G  
Area : 677 m<sup>2</sup>  
Piani : 2  
Montaggio : 2 giorni  
Altitudine : 2.400 m



Struttura "low tech"

Semplice e regolare

Rifugio Alpino Olperer

Problematiche relative al trasporto dei materiali e al cantiere risolte con elementi di dimensione ridotta, leggeri e funzionali

Strato supplementare in compensato

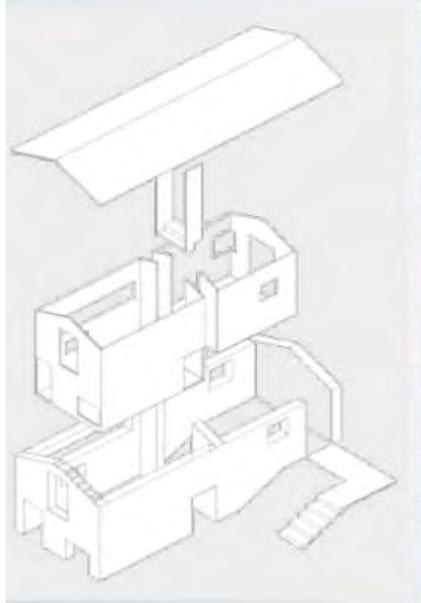


Da forme tradizionali a futuristiche



Possibilità irrealizzabili con altri materiali

Risoluzione di problematiche complesse



TECNOLOGIA XLAM pannelli di legno massiccio a strati incrociati

Ing. Marco Palazzuoli



Asilo Nido di Assago  
Struttura Scolastica  
Luogo dell'intervento : Assago, MI  
Anno di costruzione : 2011-2012







TECNOLOGIA XLAM pannelli di legno massiccio a strati incrociati

Ing. Marco Palazzuoli



TECNOLOGIA XLAM pannelli di legno massiccio a strati incrociati

Ing. Marco Palazzuoli





TECNOLOGIA XLAM pannelli di legno massiccio a strati incrociati

Ing. Marco Palazzuoli



TECNOLOGIA XLAM pannelli di legno massiccio a strati incrociati

Ing. Marco Palazzuoli









TECNOLOGIA XLAM pannelli di legno massiccio a strati incrociati

Ing. Marco Palazzuoli

Strutture Temporanee  
Modulo M

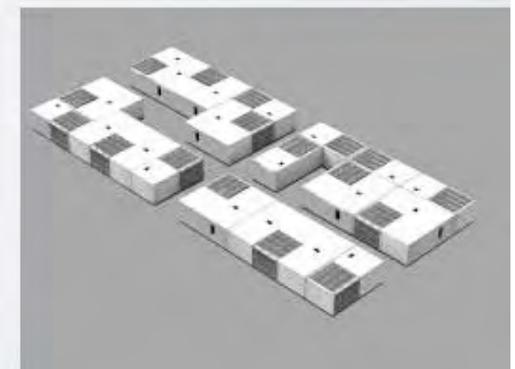
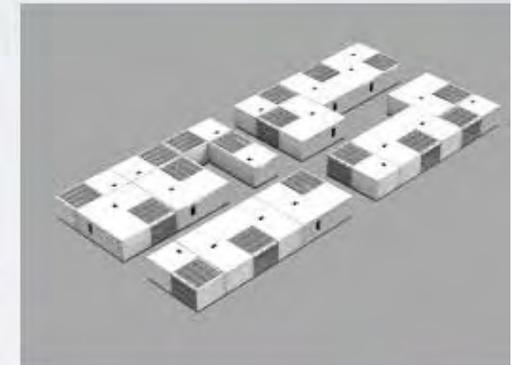
Architettura : Altro\_studio

Luogo d'intervento :

Officine Grandi Riparazioni

TORINO | 2013

Festival Architettura in Città







TECNOLOGIA XLAM pannelli di legno massiccio a strati incrociati









Progetto Sofie

Prove antisismiche realizzate dall'istituto CNR-Ivalsa

Test sismico effettuato prima su edificio di 3 piani e 7 piani  
Kobe 1995: magnitudo 7,2 sulla scala Richter  
Realizzato presso il NIED di Tsukuba.



Il legno lavorato secondo gli standard per ottenere i pannelli X-LAM ha superato svariati test ingegneristici nel campo della resistenza a calamità naturali come i terremoti, infatti le sue caratteristiche lo rendono anche particolarmente adatto per le sopraelevazioni. La resistenza del legno ai terremoti è stata più volte collaudata in paesi ad elevato rischio sismico come America e Giappone. I test, eseguiti in Giappone su un edificio alto 24 metri (7 piani), hanno mostrato che un edificio costruito in pannelli di legno X-LAM può resistere a scosse di terremoto di forte intensità senza riportare danni strutturali. La prova ha simulato il terribile terremoto di Kobe magnitudo 7,2 della scala internazionale Richter (il sisma che ha colpito l'Abruzzo nel 2009 è stato di magnitudo 5,8 Richter). La maggior resistenza del legno rispetto al calcestruzzo dipende anche dal differenziale di peso dei due materiali: un edificio in calcestruzzo o in acciaio è troppo pesante per resistere a lungo tempo alle scosse, non ha la flessibilità adatta ed è più probabile che collassi su se stesso; il legno durante il sisma invece si deforma ma poi riacquista la sua forma. Grazie all' elevata elasticità e leggerezza del materiale utilizzato, in caso di forti terremoti gli edifici «galleggiano» sul terreno senza riportare alcun danno strutturale.

