



Edilizia residenziale multipiano: la sfida degli edifici alti in legno

Dr. Ing. Maurizio Follesa

deda**LEGNO**
design & research of timber structures

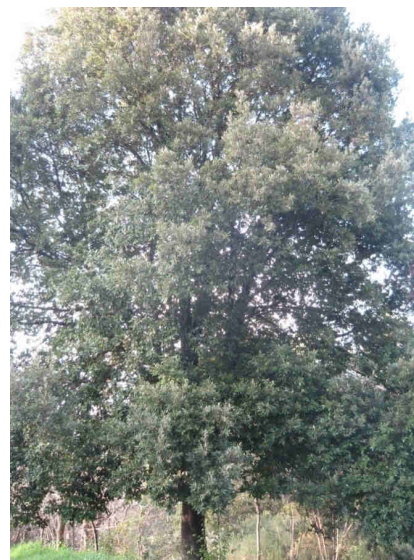
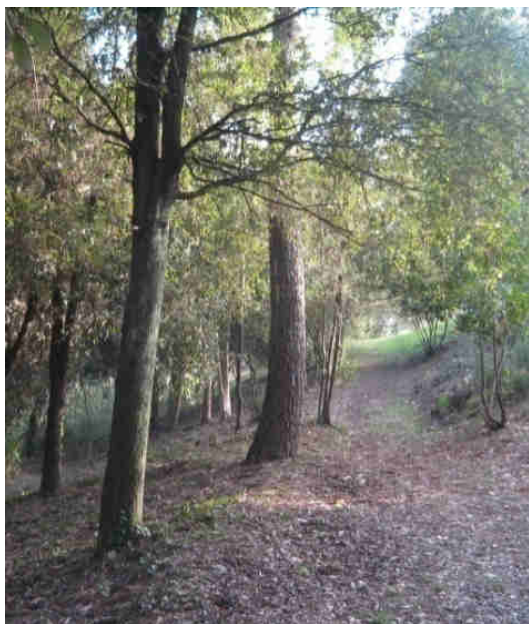


15/04/2021

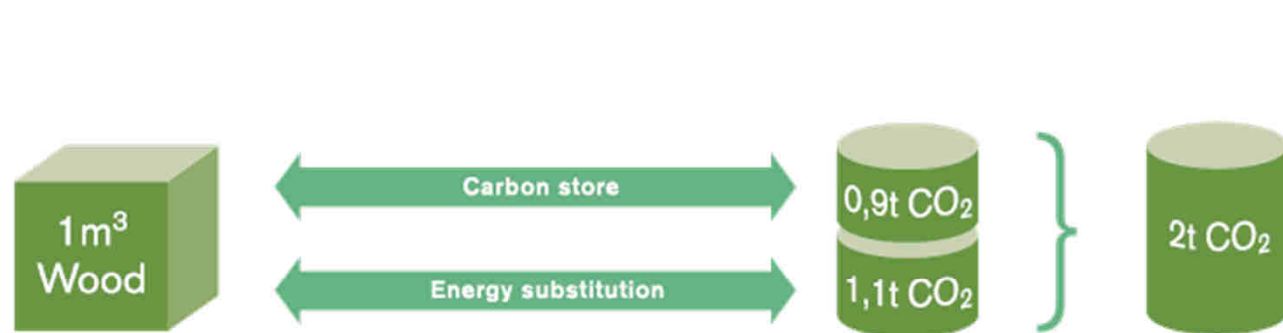


Edifici multipiano in legno: motivazioni tecniche

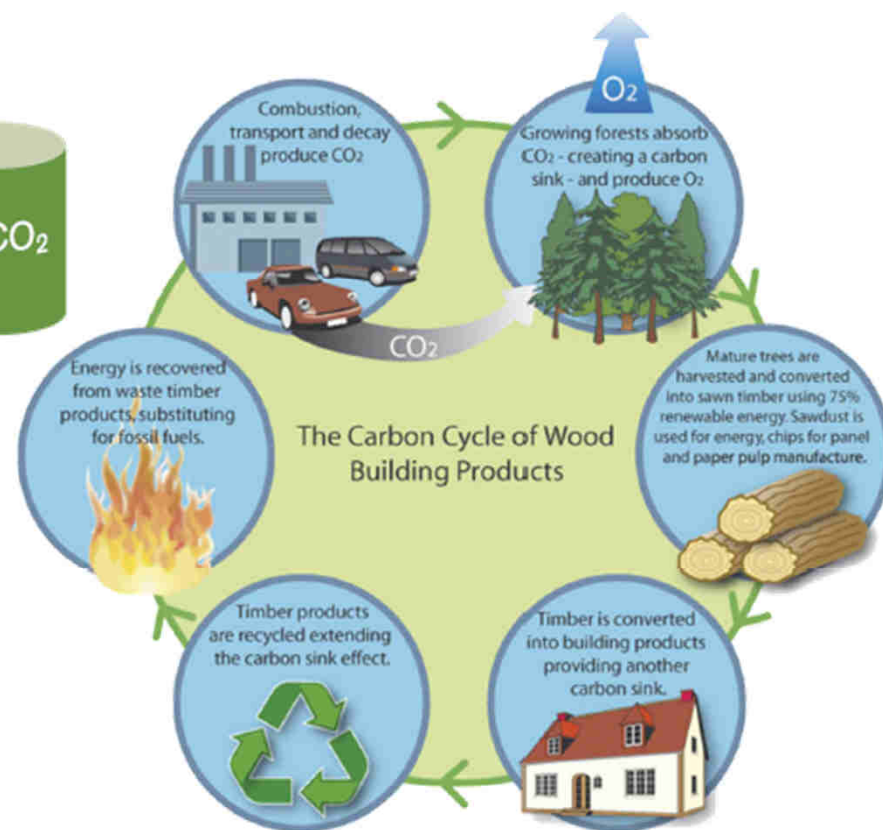
Dal punto di vista della sostenibilità le costruzioni di legno non hanno rivali !



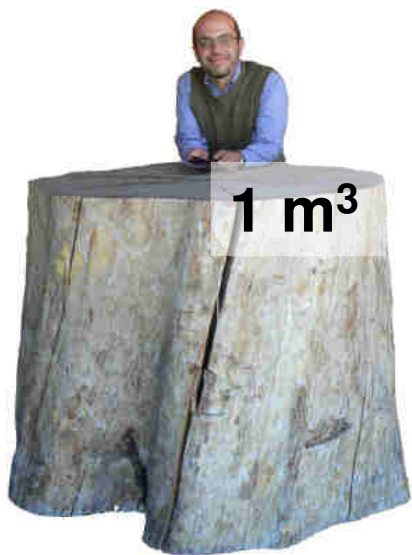
Edifici multipiano in legno: motivazioni tecniche



1 m³ di legno = 2 t di CO₂ “sottratte”



Edifici multipiano in legno: motivazioni tecniche



1 m³

sottrae 2000x1000=2.000.000 g di CO₂



emette 120 g di CO₂/km

Quindi **1 m³** di legname utilizzato «**equilibra**» le emissioni fatte da una automobile in **16.700 km**

Edifici multipiano in legno: motivazioni tecniche

What is BREEAM?

BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) is the leading and most widely used environmental assessment method for buildings. It sets the standard for best practice in sustainable design and has become the de facto measure used to describe a building's environmental performance.

BREEAM provides clients, developers, designers and others with

- market recognition for low environmental impact buildings
- assurance that best environmental practice is incorporated into a building
- inspiration to find innovative solutions that minimise the environmental impact
- a benchmark that is higher than regulation
- a tool to help reduce running costs, improve working and living environments
- a standard that demonstrates progress towards corporate and organisational environmental objectives

BREEAM addresses wide-ranging environmental

How is BREEAM used?

Clients, planners, development agencies, funders and developers use BREEAM to specify the sustainability performance of their buildings in a way that is quick, comprehensive, highly visible in the marketplace and provides a level playing field. Property agents use it to promote the environmental credentials and benefits of a building to potential purchasers and tenants.

Design teams use it as a tool to improve the performance of their buildings and their own experience and knowledge of environmental aspects of sustainability. Managers use it to reduce running costs, measure and improve the performance of buildings, empower staff, develop action plans and monitor and report performance at both single building and portfolio level.

BREEAM around the world

BREEAM is the leading environmental assessment method for buildings, with over 110,000 buildings certified and over half a million registered for certification.



BREEAM Gulf has region-specific credits for water and energy



Istituto per l'innovazione e trasparenza degli appalti
e la compatibilità ambientale

PROTOCOLLO ITACA 2009

Art. 9, Schema Legge Regionale: "Norme per l'edilizia sostenibile"
"LINEE GUIDA E DISCIPLINARE TECNICO"

VALUTAZIONE ENERGETICO - AMBIENTALE

EDIFICI RESIDENZIALI: NUOVA COSTRUZIONE E RECUPERO



LEED 2009 for New Construction and Major Renovations

Sistemi di valutazione delle qualità
ambientale e energetica degli edifici:

EDIFICI A STRUTTURA DI LEGNO



MAGGIORI INCENTIVI

For Public Use and Display

USGBC Member Approved November 2008

Edifici multipiano in legno: motivazioni tecniche

In Europa viene tagliato solo il 65% della crescita annuale
Il legno utilizzato in edilizia proviene da foreste certificate e rinnovabili



Forest
Stewardship
Council



Programme for
Endorsement of
Forest Certification
schemes



Edifici multipiano in legno: motivazioni tecniche



Homepage > L'angolo della stampa > Il nuovo Bauhaus europeo

Lingue disponibili: italiano

Annuncio | 15 ottobre 2020 | Bruxelles

Il nuovo Bauhaus europeo: editoriale della presidente della Commissione europea Ursula von der Leyen

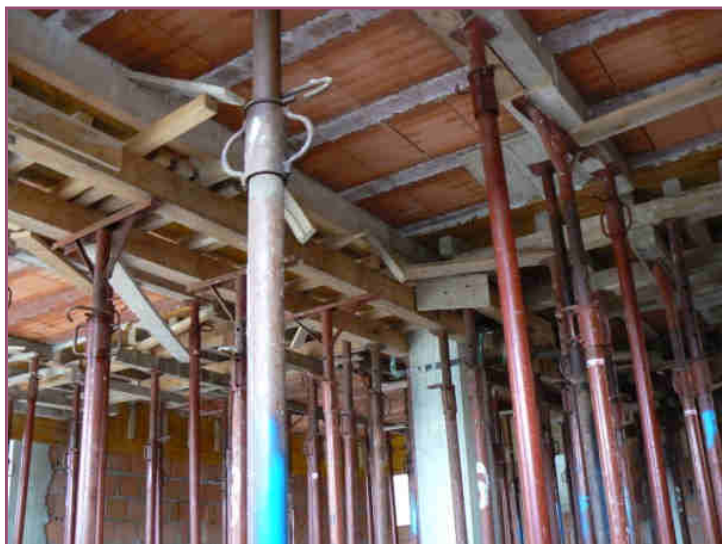
Indice
In alto
PDF stampabile



Gli edifici e le infrastrutture sono responsabili di almeno il 40% di tutte le emissioni di gas a effetto serra. L'edilizia moderna utilizza in larga misura materiali come il cemento e l'acciaio, la cui produzione richiede immense quantità di energia e che rilasciano direttamente CO2 attraverso reazioni chimiche.

Tutti i segnali vanno nella stessa direzione: dobbiamo ripensare e riprogrammare. In questo processo l'Europa può e deve svolgere un ruolo guida. Ecco perché abbiamo messo il Green Deal europeo al centro della nostra azione.
*...Dovremmo essere tutti in grado di percepire, vedere e vivere il Green Deal europeo: **grazie a un'industria edile che utilizzi materiali naturali come il legno o il bambù, a un'architettura che adotti forme e principi di costruzione vicine a quelle della natura, che tenga conto degli ecosistemi fin dalla progettazione, che renda possibile e pianifichi la sostenibilità e la riutilizzabilità.***

Edifici multipiano in legno: motivazioni tecniche



**Tempo di
realizzazione: 1
mese**

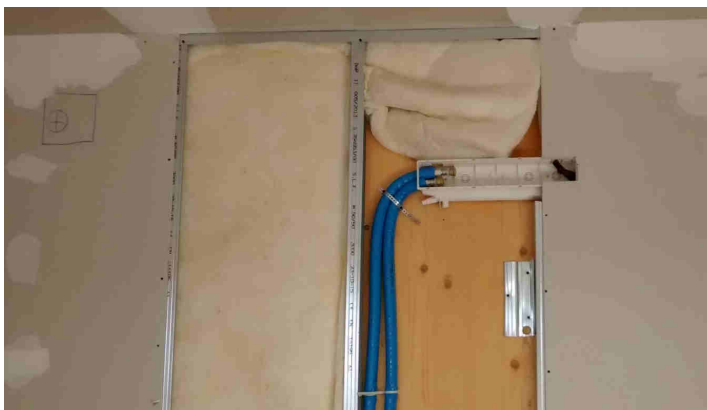
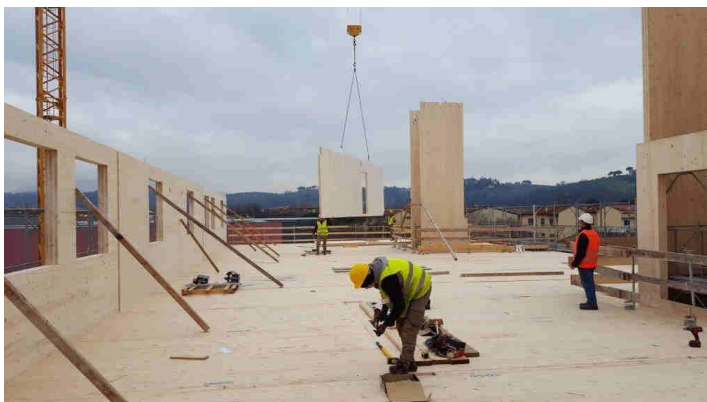
**Tempo di
realizzazione:
poche ore**



Edifici multipiano in legno: motivazioni tecniche

Maggiore sicurezza

- Durata inferiore del cantiere = meno rischi
- Peso ridotto degli elementi costruttivi = più agevole movimentazione e minor pericolo per gli operatori
- Montaggio di impianti e cappotti notevolmente più semplice non essendo necessaria la realizzazione di tracce o scassi
- Attrezzi utilizzati durante le fasi costruttive più leggeri rispetto a quelli utilizzati in un cantiere tradizionale

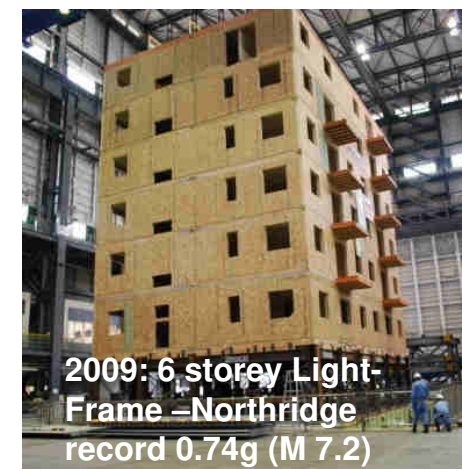


Edifici multipiano in legno: motivazioni tecniche



Edifici multipiano in legno: motivazioni tecniche

PROVE SPERIMENTALI

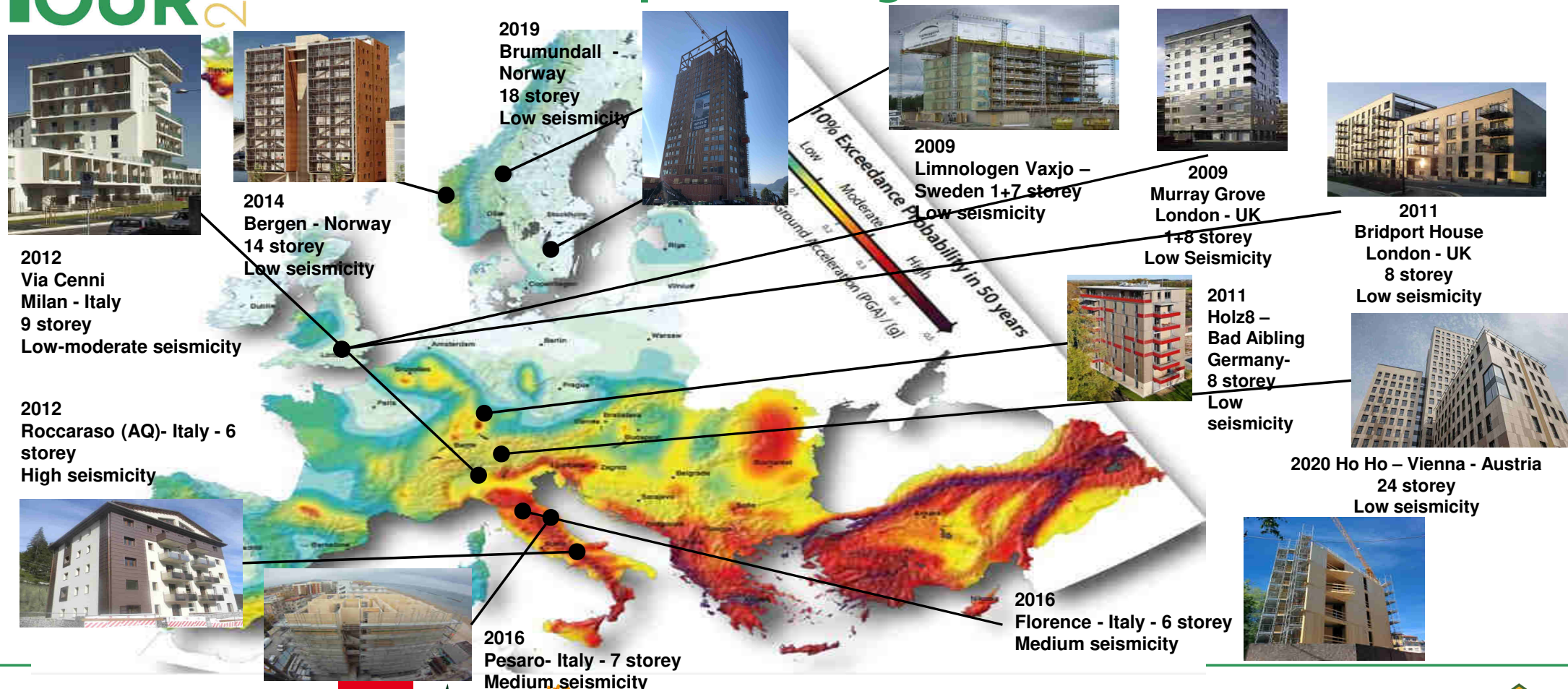


Edifici multipiano in legno: motivazioni tecniche

REVISIONE EUROCODICE 8 (TC 250 – SC8 / WG3)

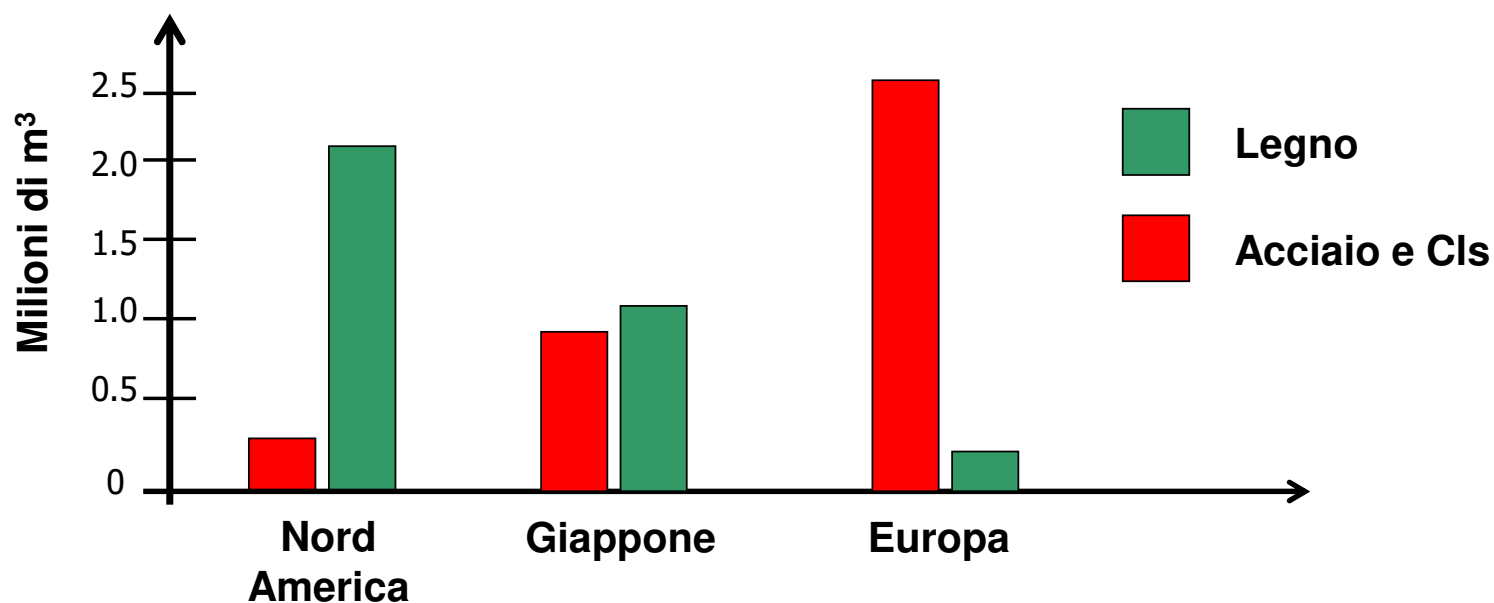


Edifici multipiano in legno: motivazioni tecniche



Edifici multipiano in legno: motivazioni tecniche

Costruzioni residenziali nel mondo

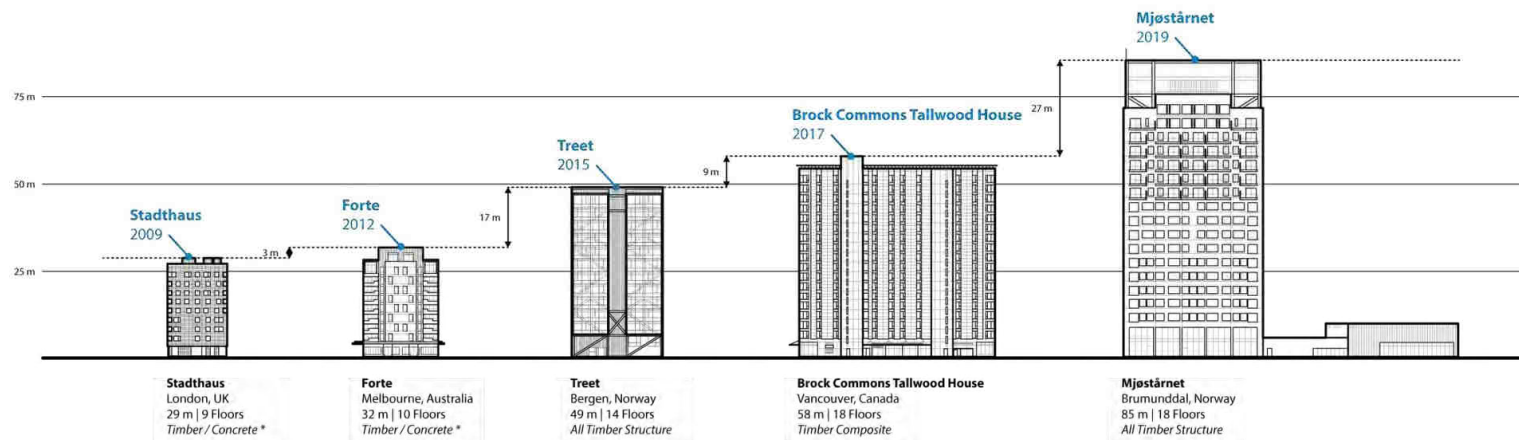


Edifici multipiano in legno: motivazioni tecniche

The History of the Tallest Timber Building

Source: CTBUH
(May 2020)

The progression of the World's Tallest Timber Building has been swift, from 29 meters in 2009 to 85 meters in 2019; an almost 300% increase.



*Apart from the concrete-built ground floor, the noted Timber/Concrete tall buildings are designed and built with an entirely mass-timber structure.

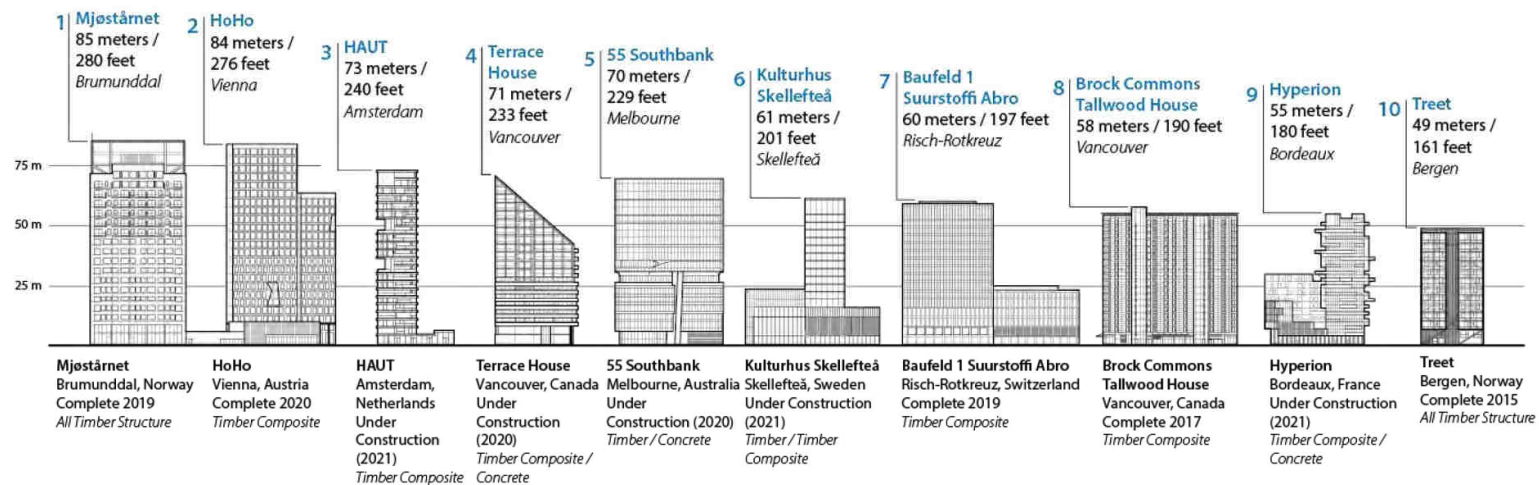
Note: List includes all-timber, timber composite, and mixed timber structures.

Edifici multipiano in legno: motivazioni tecniche

The World's Tallest 20 Timber Buildings

Source: CTBUH
(May 2020)

The list of the World's Tallest Timber Buildings is in constant flux, following a steady stream of new and active tall timber projects. Data as of May 1, 2020.



*Apart from the concrete-built ground floor, the noted Timber/Concrete tall buildings are designed and built with an entirely mass-timber structure.

Note: List includes all-timber, timber composite, and mixed timber structures.

Edifici multipiano in legno: soluzioni tecniche

A – SOLUZIONI IBRIDE LEGNO-CLS O LEGNO-ACCIAIO



VANTAGGI

- Possibilità di realizzare edifici più alti in zona sismica (15-20 piani)
- Maggior flessibilità architettonica

SVANTAGGI

- Tempi di costruzione più lunghi
- Minor livello di sostenibilità
- Complessità collegamenti tra materiali diversi
- Maggior complessità nella progettazione

Edifici multipiano in legno: soluzioni tecniche

B – SOLUZIONI INTERAMENTE IN LEGNO

VANTAGGI

- **Maggior livello di sostenibilità**
- **Velocità di costruzione**
- **Costruzione leggera, facilità di montaggio e benefici sul comportamento sismico**

SVANTAGGI

- **Limiti sul numero massimo di piani in zona sismica (max 8-12)**
- **Problematiche su sistemi di collegamento in zone ad alta sismicità**
- **Minor flessibilità architettonica (maggior numero di pareti necessarie)**



Edifici multipiano in legno: sistemi ibridi

BROCK COMMONS VANCOUVER – 18 PIANI

Inizio
costruzione

in legno:

06/06/2016

Termine

costruzione

in legno:

10/08/2016

2.432 ton di CO2
risparmiate

*Equivalente ad
eliminare dalla
strada 511
automobili per 1
anno!*



2 piani a
settimana

1 solaio in
XLam viene
montato in 6
ore

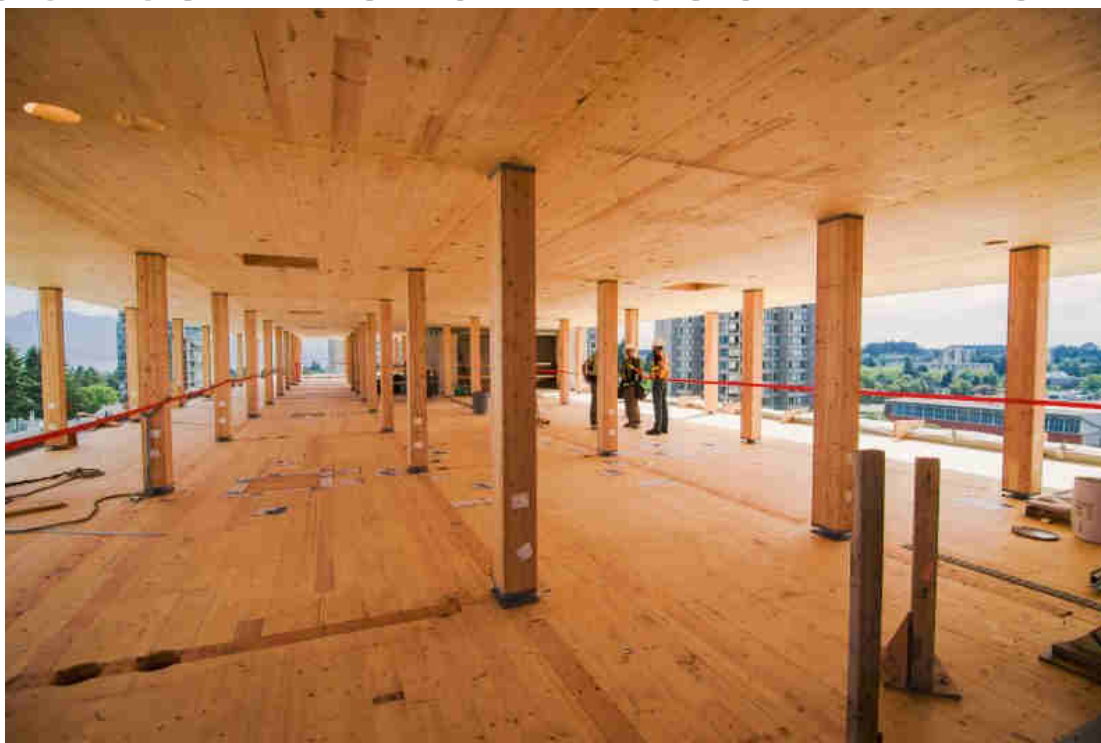
Source: Acton Ostry Architets INC website

Edifici multipiano in legno: sistemi ibridi

BROCK COMMONS VANCOUVER – 18 PIANI

78 pilastri in
legno
lamellare per
piano. 1302
in totale

2233 metri cubi di
legno in totale che le
foreste Americane e
Canadesi producono
in 6 minuti



29 pannelli
XLam per
piano. 464 in
totale.
Tutti i
pannelli sono
da 170 mm a
5 strati

Source: Acton Ostry Architets INC website

Edifici multipiano in legno: sistemi ibridi

BROCK COMMONS VANCOUVER – 18 PIANI

22 pannelli di
facciata
prefabbricati
per piano.
374 in totale



The prefabricated facade consists of steel stud framing with exterior sheathing, insulation and Trespa® Meteon® [distributed by ATS-Sales] for the rainscreen, attached with fibreglass 'Cascadia Clips' which significantly reduce thermal bridging compared to a more traditional metal girt cladding system.

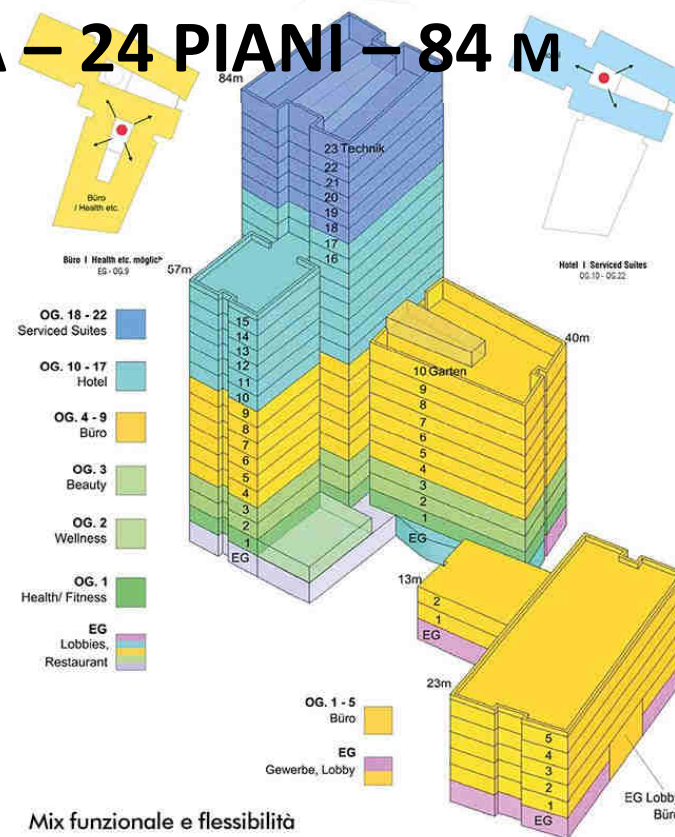
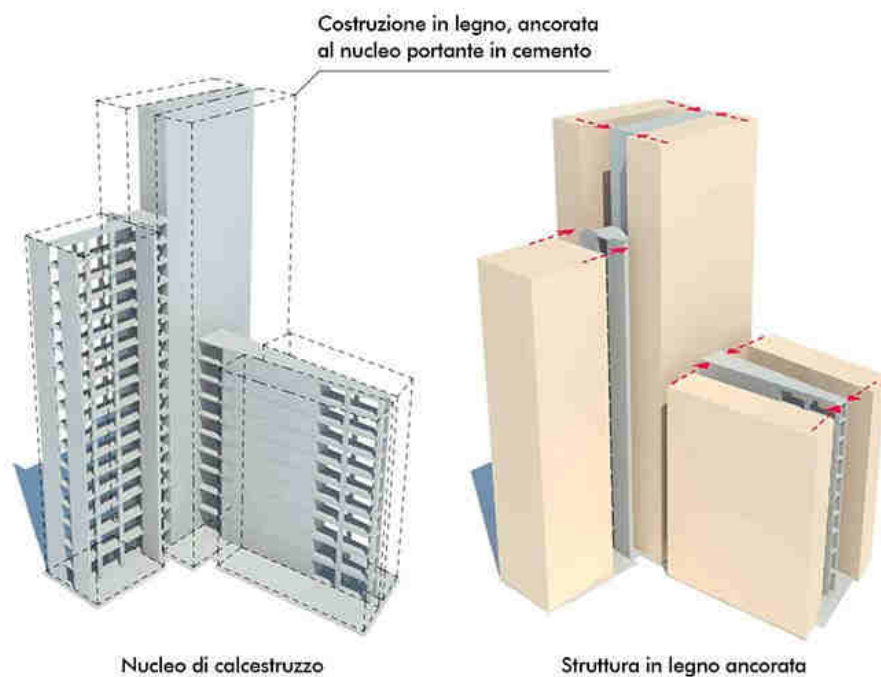
Edifici multipiano in legno: sistemi ibridi

BROCK COMMONS VANCOUVER – 18 PIANI



Edifici multipiano in legno: sistemi ibridi

HO HO VIENNA – 24 PIANI – 84 M

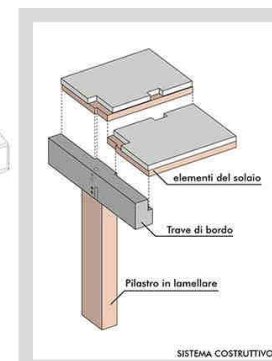
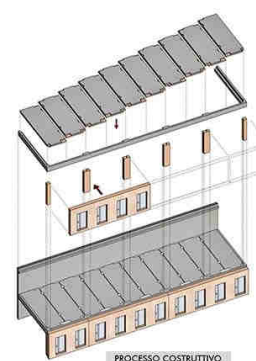


24 piani
84 m di altezza
4.350 m³ di legno
400 m³ di lamellare
14.400 m² di XLam
2.800 ton di CO₂
risparmiate

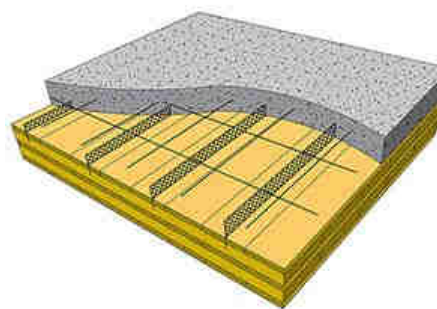
Source: INFOBUILDENERGIA.IT

Edifici multipiano in legno: sistemi ibridi

HO HO VIENNA – 24 PIANI – 84 M



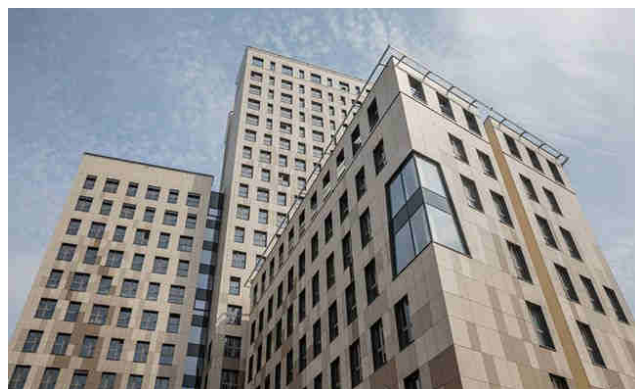
Legno lamellare
XLam
Solai misti XLam-CLS



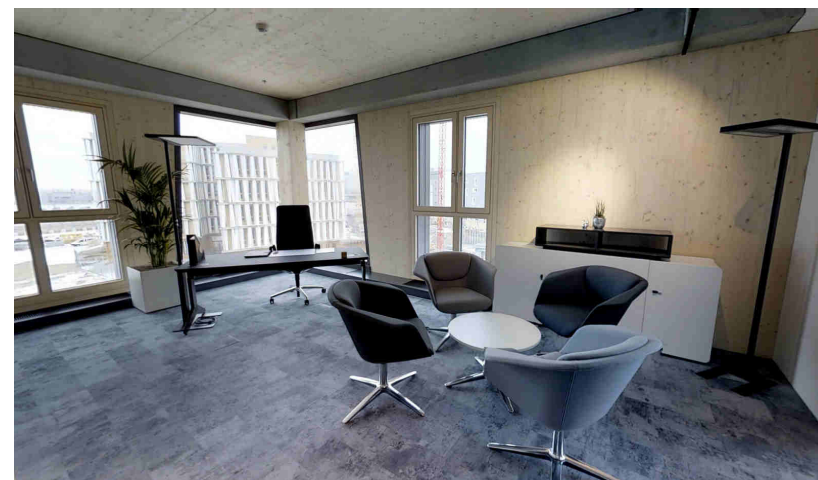
Source: INFOBUILDENERGIA.IT

Edifici multipiano in legno: sistemi ibridi

HO HO VIENNA – 24 PIANI – 84 M



Ospita un centro benessere,
un hotel, uffici, un residence
e appartamenti



Source: INFOBUILDENERGIA.IT

Edifici multipiano in legno: soluzioni in legno VIA CENNI MILANO – 9 PIANI



Source: RossiProdiAssociati

Edifici multipiano in legno: soluzioni in legno

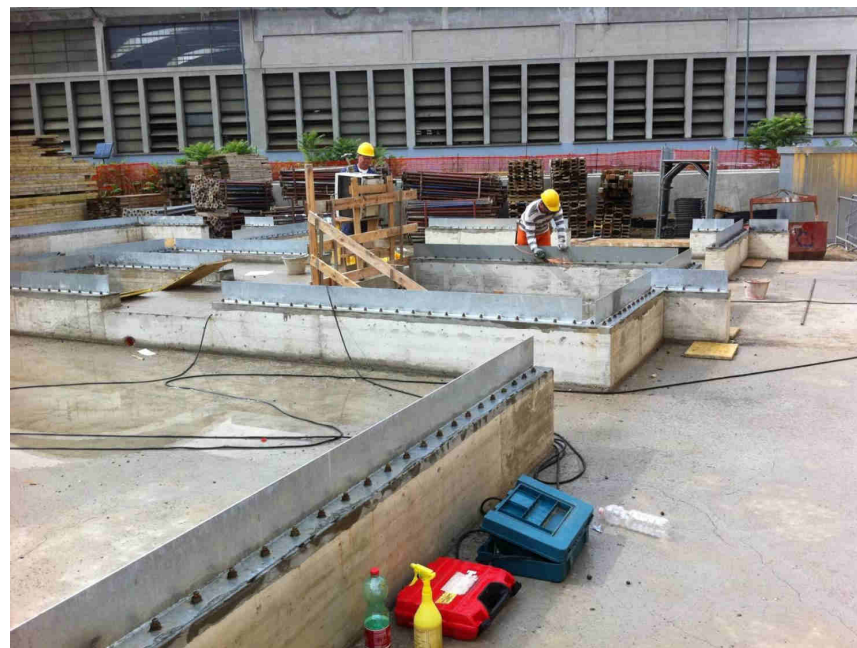
VIA CENNI MILANO – 9 PIANI



Source: RossiProdiAssociati

Edifici multipiano in legno: soluzioni in legno

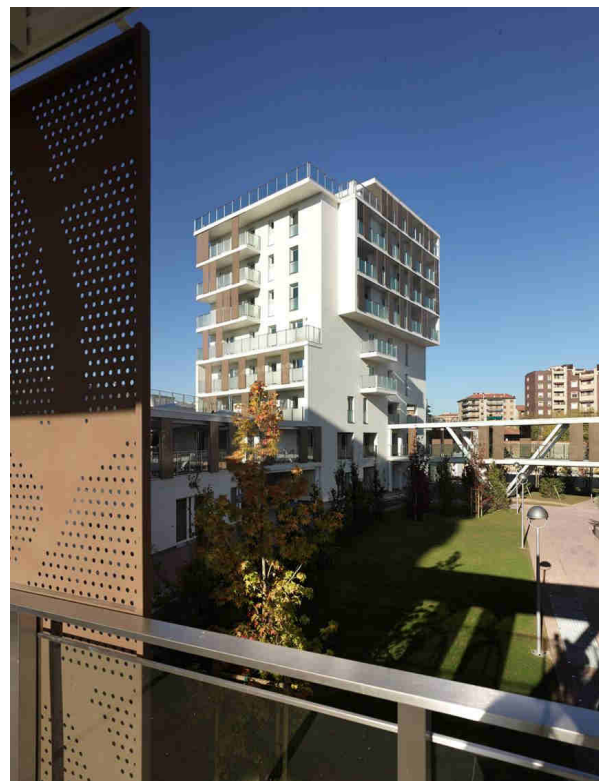
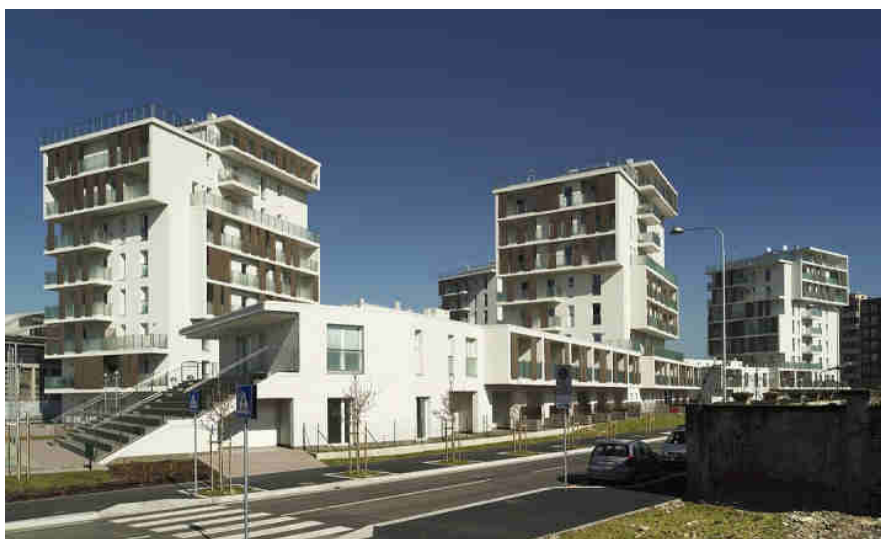
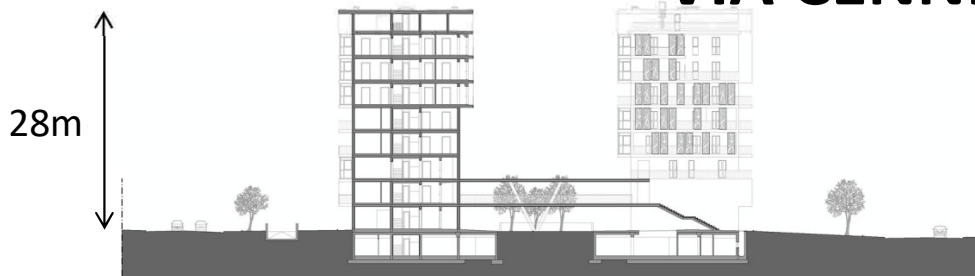
VIA CENNI MILANO – 9 PIANI



Source: RossiProdiAssociati

Edifici multipiano in legno: soluzioni in legno

VIA CENNI MILANO – 9 PIANI



Source: RossiProdiAssociati

Edifici multipiano in legno: soluzioni in legno

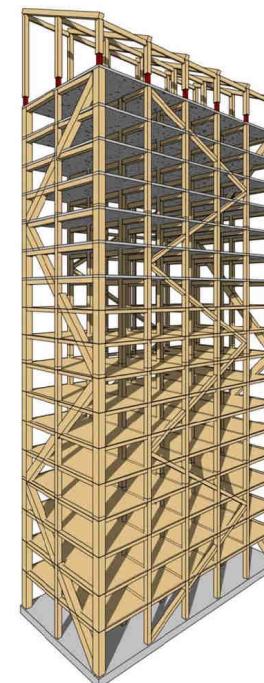
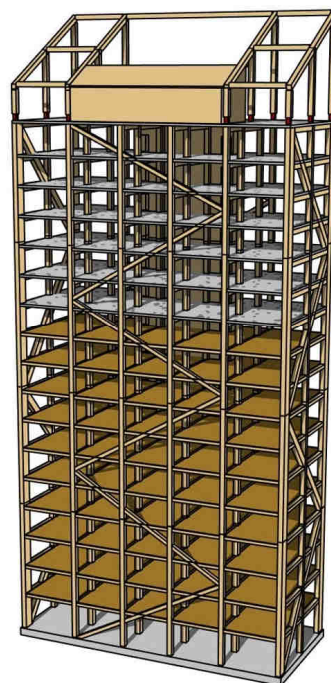
MJØSTÅRNET A BRUMUNDDAL IN NORVEGIA– 18 PIANI – 85M



Source: INFOBUILD ENERGIA

Edifici multipiano in legno: soluzioni in legno

MJØSTÅRNET A BRUMUNDDAL IN NORVEGIA – 18 PIANI – 85M



18 piani
85 m di altezza
2.700 m³ di legno
1.800 ton di CO₂
risparmiate

Source: INFOBUILD ENERGIA

Edifici multipiano in legno: soluzioni in legno

MJØSTÅRNET A BRUMUNDDAL IN NORVEGIA– 18 PIANI – 85M



Source: INFOBUILD ENERGIA

Edifici multipiano in legno: soluzioni in legno

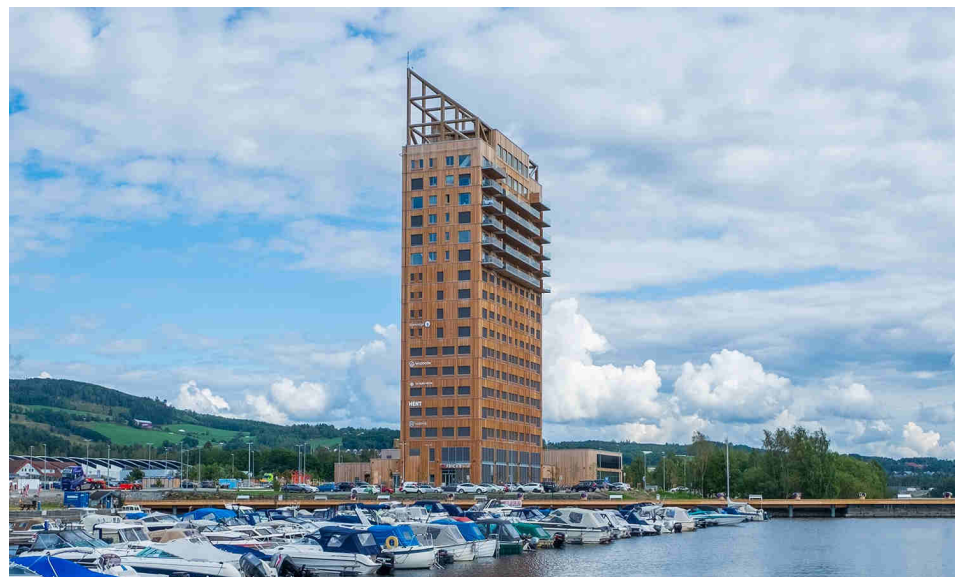
MJØSTÅRNET A BRUMUNDDAL IN NORVEGIA– 18 PIANI – 85M



Source: INFOBUILD ENERGIA

Edifici multipiano in legno: soluzioni in legno

MJØSTÅRNET A BRUMUNDDAL IN NORVEGIA – 18 PIANI – 85M



Source: INFOBUILD ENERGIA

Edifici multipiano in legno: caso studio

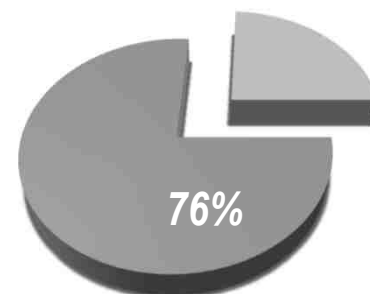
EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI



Edifici multipiano in legno: caso studio

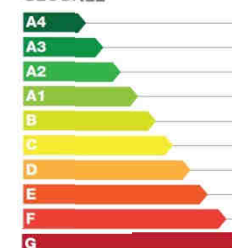
EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

Numero piani fuori terra	6
Superficie piano tipo	870 mq
Superficie totale	5200 mq
Altezza edificio	20 m
Classificazione energetica	nZEB (Nearly Zero Energy Building)



Energia primaria totale prodotta da
FONTE RINNOVABILE

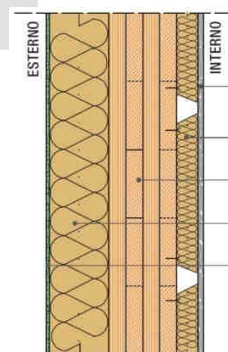
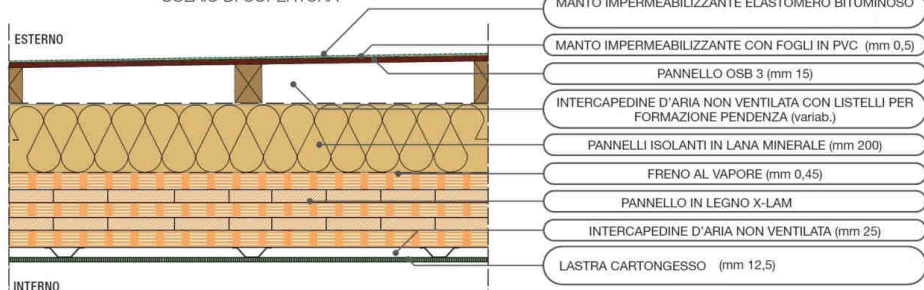
PRESTAZIONE ENERGETICA
GLOBALE



EDIFICIO A ENERGIA
QUASI ZERO
ai sensi della definizione data
dal DM 26.06.2015 par. 3.4
**CLASSE
ENERGETICA
A4**
14,99
kWh/m² anno



SOLAIO DI COPERTURA



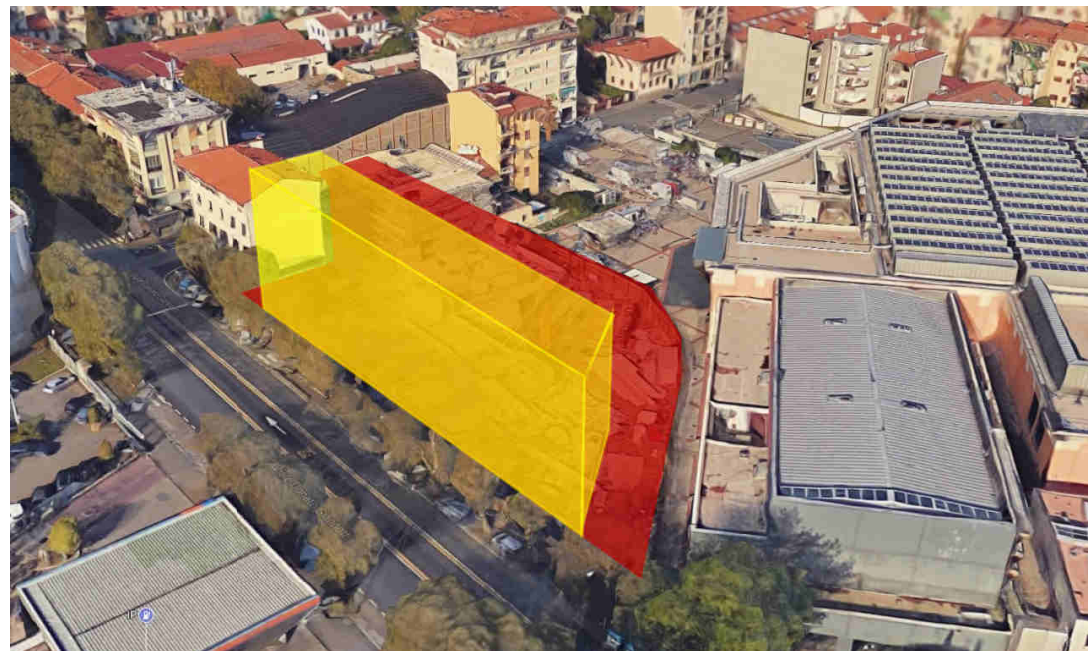
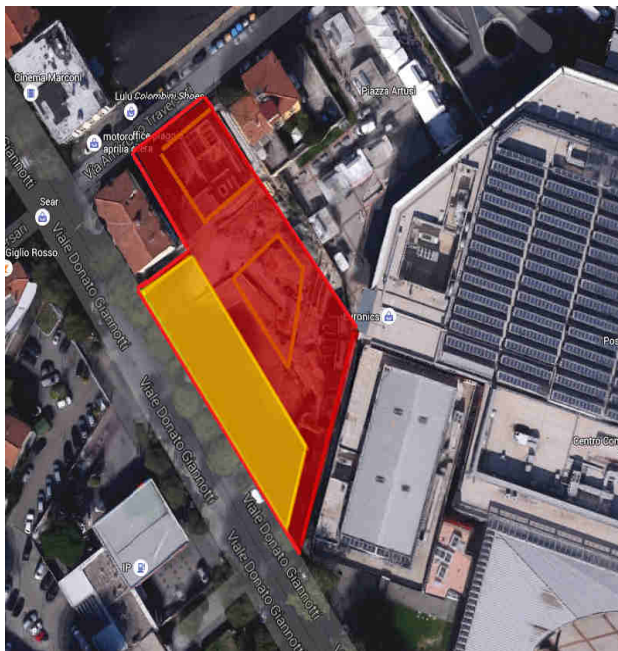
PARETE STRUTTURALE ESTERNA INTONACATA



Edifici multipiano in legno: caso studio

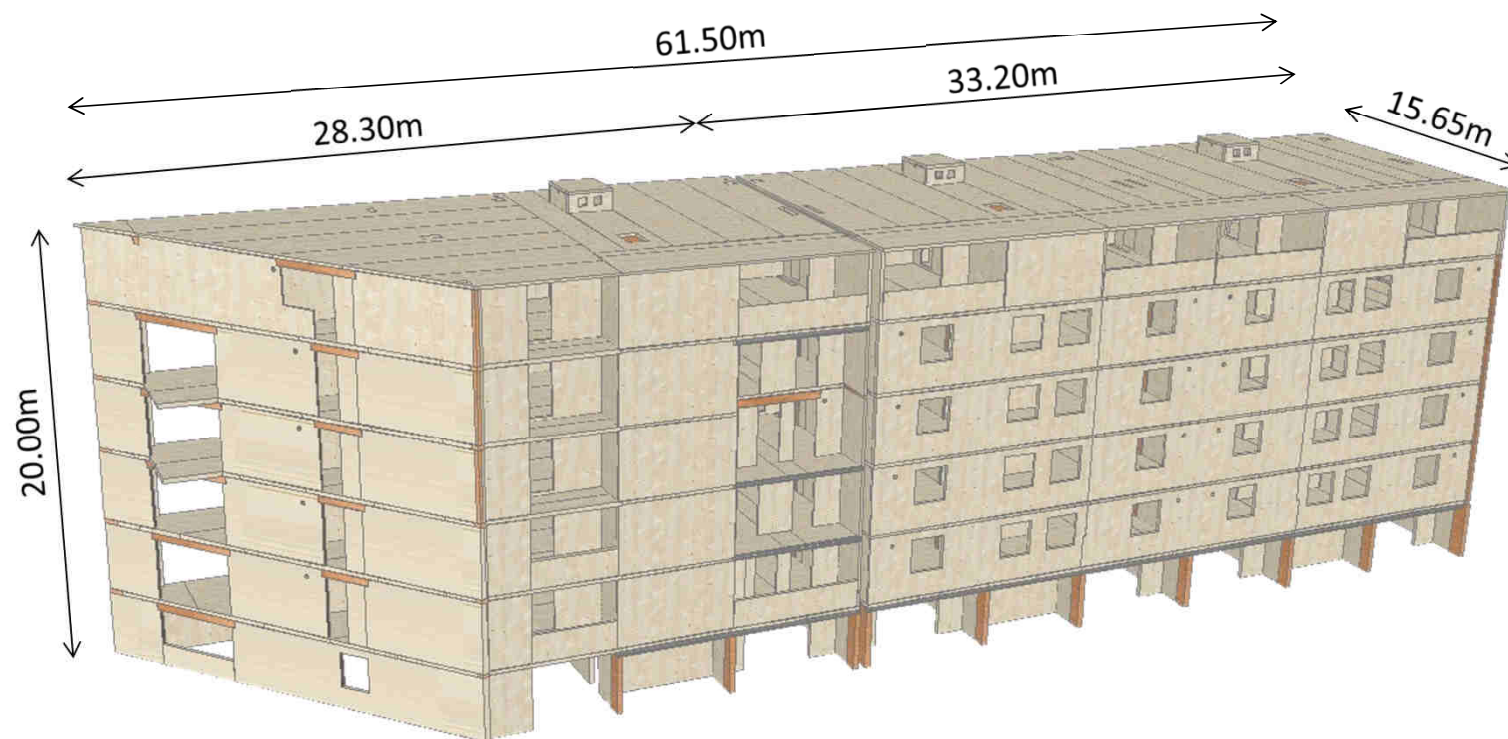
EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

- ✓ Zona densamente abitata
- ✓ Area di cantiere molto limitata
- ✓ Tempi stretti per ridurre l'impatto
- ✓ Budget contenuto
- ✓ Geometria complessa
- ✓ Concezione originaria per struttura in c.a.



Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI



Edifici multipiano in legno: caso studio

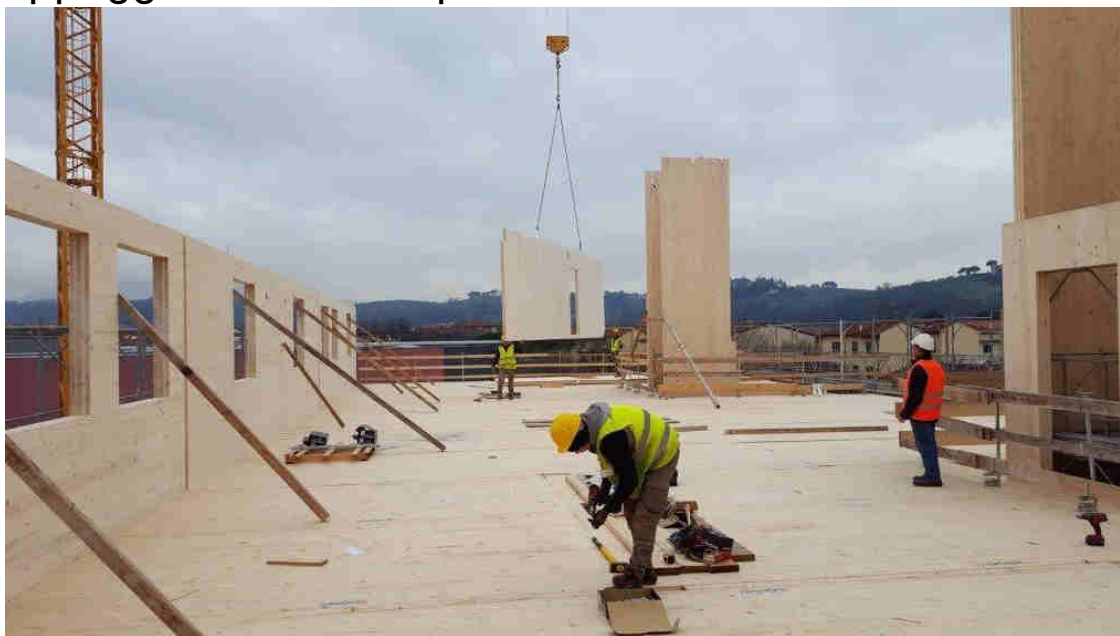
EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI



Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

Tutte le strutture sono fatte in XLam, compresi vani scala e vani ascensore, con un limitato utilizzo di travi in lamellare e profilati in acciaio per fornire appoggi intermedi ai pannelli del solaio.



Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

PARETI XLAM

XLam 100 5s

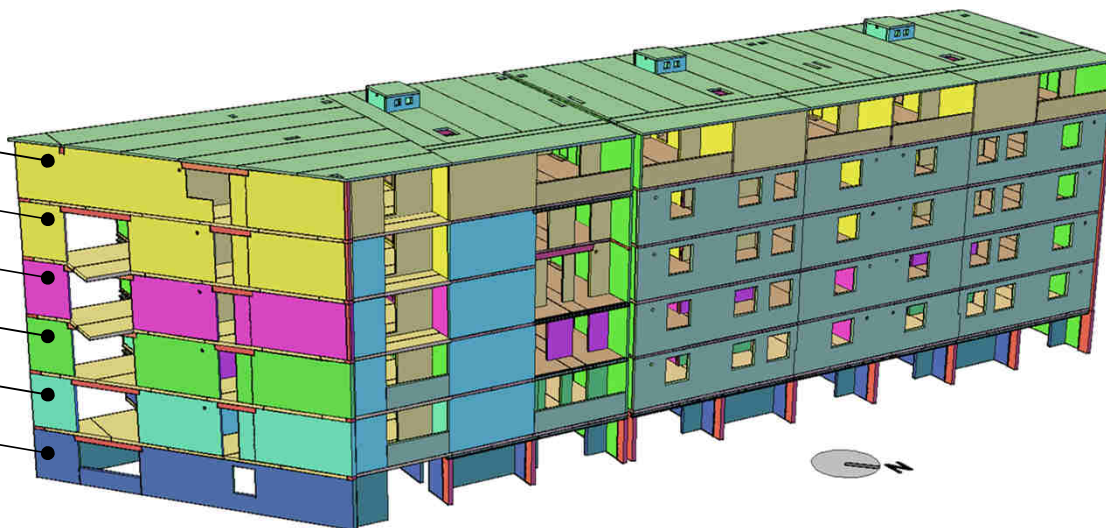
XLam 100 5s

XLam 120 5s

XLam 140 5s

XLam 160 5s

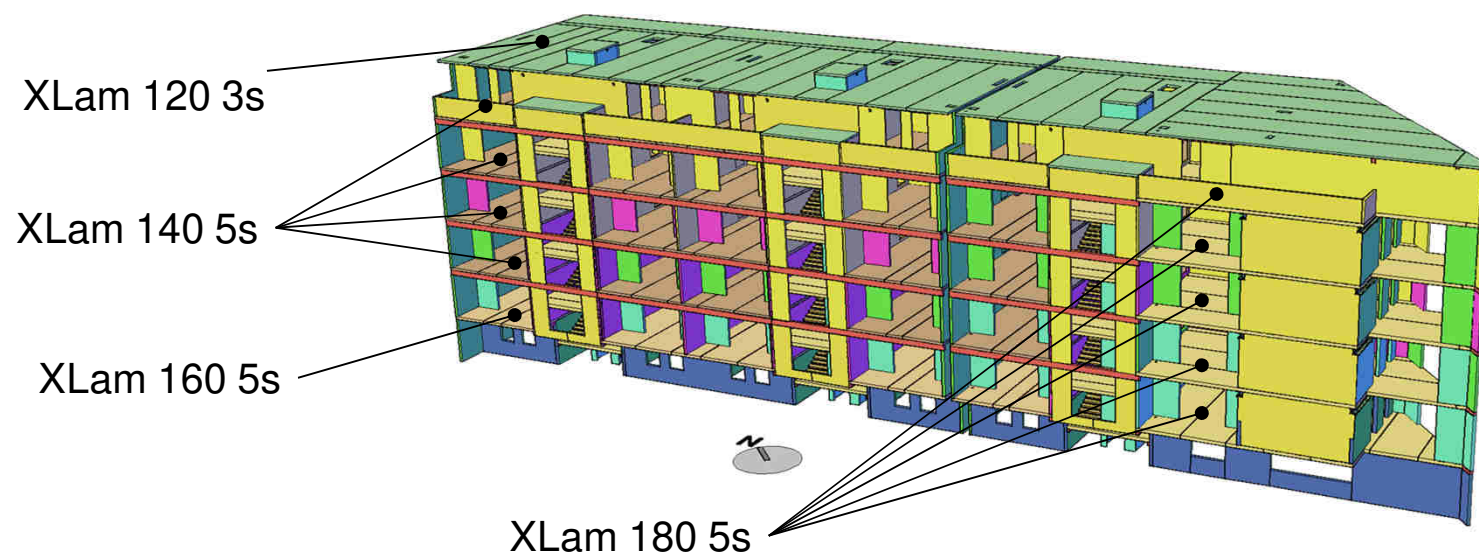
XLam 180 5s



Edifici multipiano in legno: soluzioni in legno

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

SOLAI XLAM



Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

D.M. 16 maggio 1987, n. 246 (G.U. n. 148 del 27 giugno 1987)

NORME DI SICUREZZA ANTINCENDI PER GLI EDIFICI DI CIVILE ABITAZIONE

2.0. CLASSIFICAZIONE

Gli edifici i cui al punto 1 vengono classificati in funzione della loro altezza antincendi secondo quanto indicato nella tabella A.

TABELLA A

Tipo di edificio	Altezza antincendi	Massima superficie del compartimento (m ²)	Massima superficie di competenza di ogni scala per piano	Tipo dei vani scala e di almeno un vano ascensore	Caratteristiche REI dei vani scala e ascensore, filtri, porte, elementi di suddivisione tra i compartimenti
a	da 12 m a 24 m	8.000	500	Nessuna prescrizione	60 (**)
			500	Almeno protetto se non sono osservati i requisiti del punto 2.2.1	60
			550 600	Almeno a prova di fumo interno A prova di fumo	60 60
b	da oltre 24 m a 32 m	6.000	500	Nessuna prescrizione	60 (**)
			500	Almeno a prova di fumo interno se non sono osservati i requisiti del punto 2.2.1	60
			550 600	Almeno a prova di fumo interno A prova di fumo	60 60
c	da oltre 32 m a 54 m	5.000	500	Almeno a prova di fumo interno	90
d	da oltre 54 m a 80 m	4.000	500	Almeno a prova di fumo interno con filtro avente camino di ventilazione di sezione non inferiore a 0,36 m ²	90
e	oltre 80 m	2.000	350 (*)	Almeno a prova di fumo interno con filtro avente camino di ventilazione di sezione non inferiore a 0,36 m ²	120

(*) Con un minimo di 2 scale per ogni edificio. Sulla copertura dell'edificio deve essere prevista un'area per l'atterraggio e il decollo degli elicotteri di soccorso raggiungibile da ogni scala.

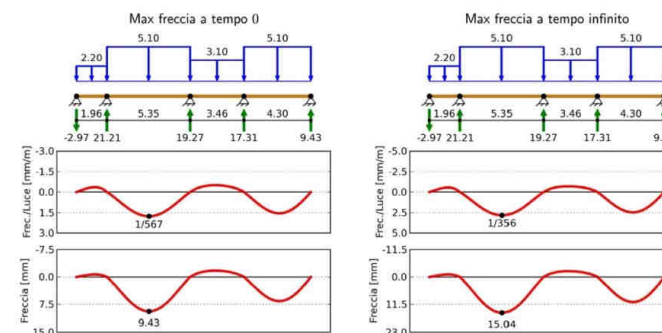
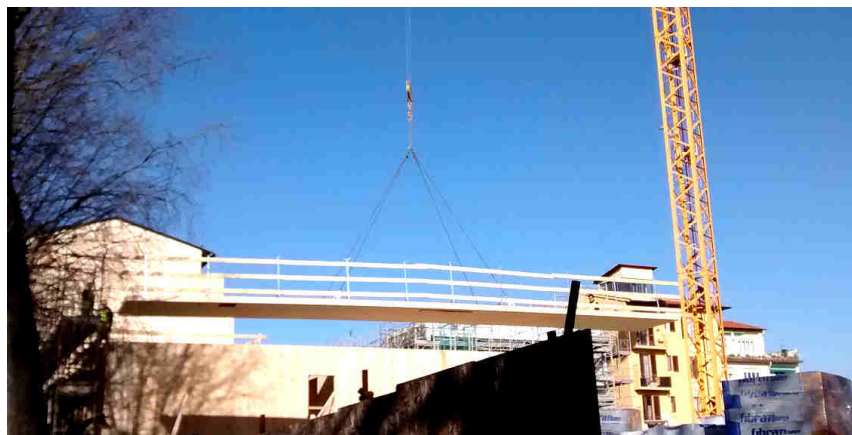
(**) Solo per gli elementi di suddivisione tra i compartimenti.

PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA ANTINCENDIO

Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

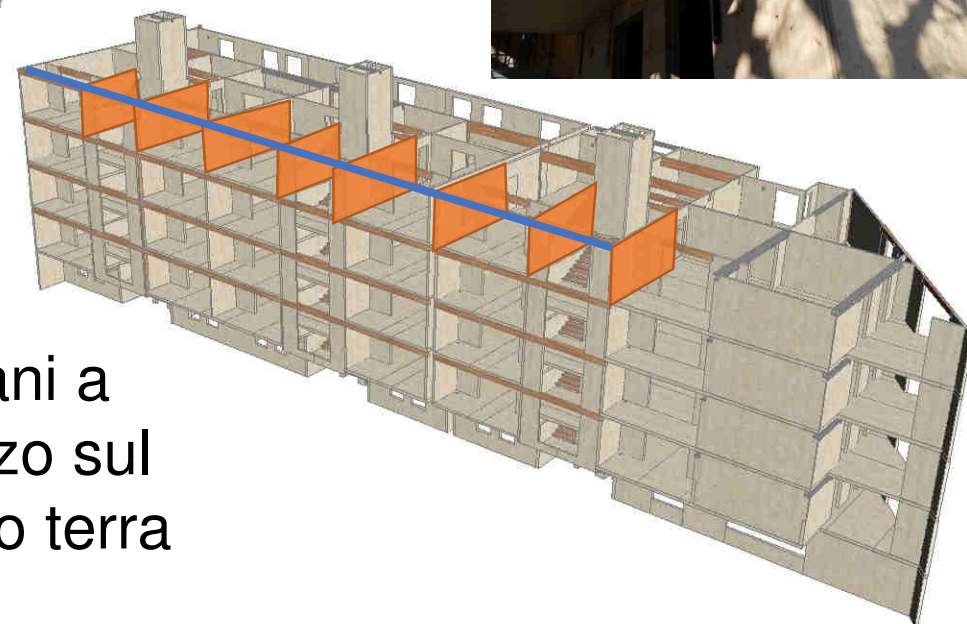
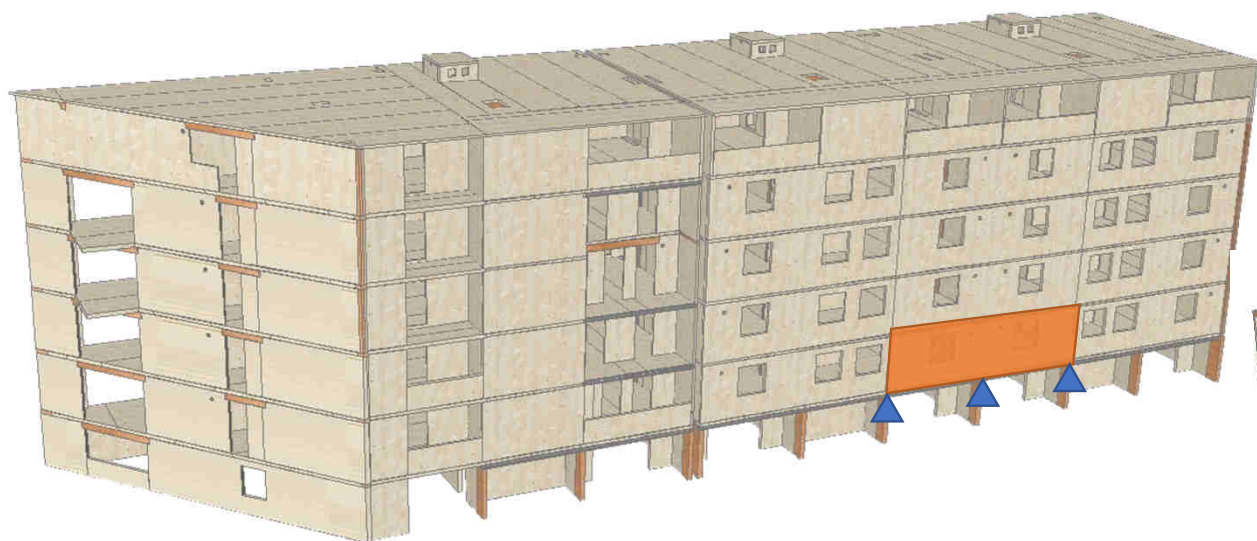
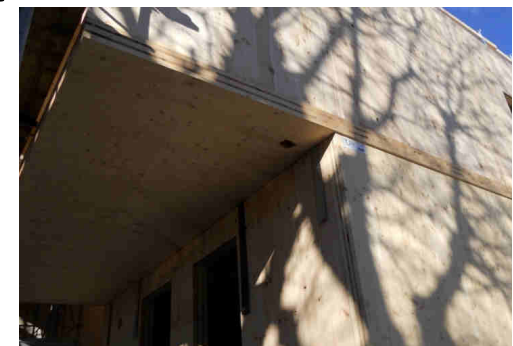
Pannelli solaio larghi 2.4m e lunghi 15m



Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

5 piani in falso
sul piano terra

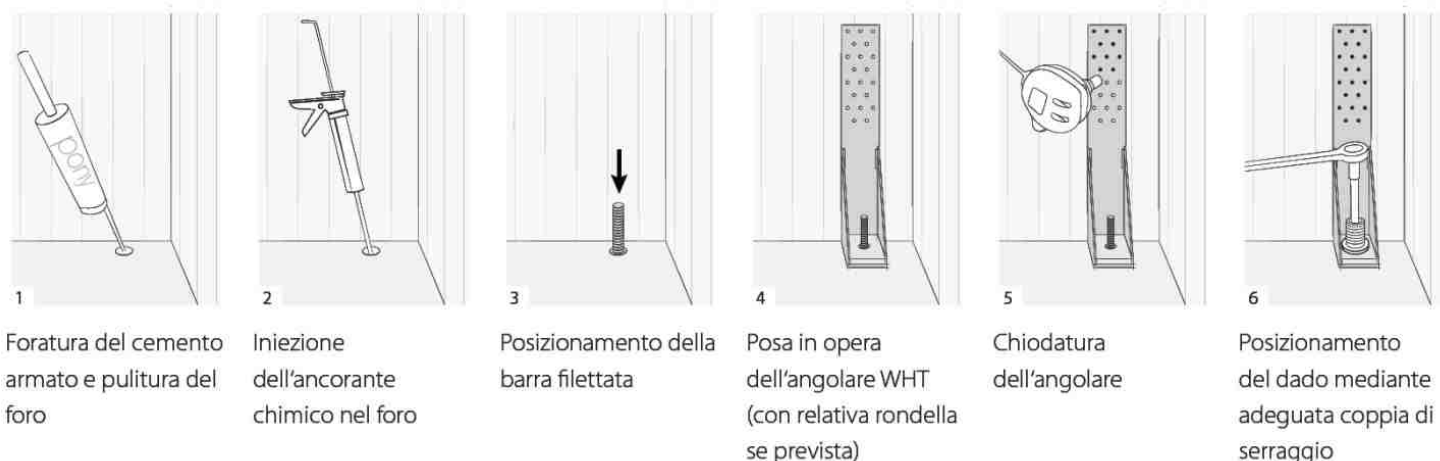


4 piani a
sbalzo sul
piano terra

Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

- ✓ Tempi di posa
- ✓ prestazioni



Sollevamenti massimi calcolati al PT: 600kN

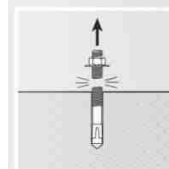
Resistenza max hold-down commerciali: 120kN

(56kN in caso di calcestruzzo fessurato)

FAILURE MECHANISMS

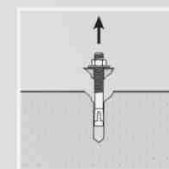
1. TENSION

Steel

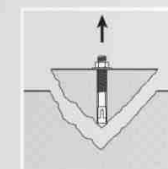


Steel failure

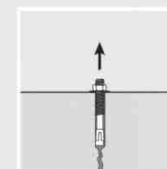
Concrete



Pull-out failure



Concrete cone failure



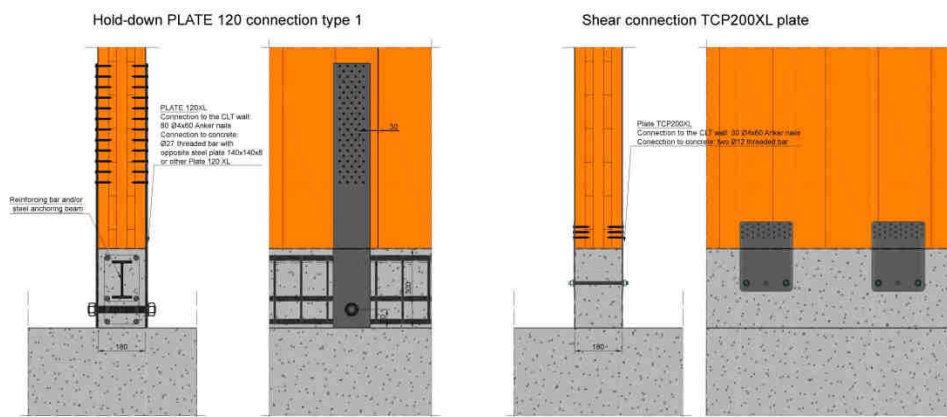
Splitting failure

Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

Barre inserite prima del getto e piastre su misura di spessore elevato

- ✓ Collegamento simmetrico
- ✓ Nessuna lavorazione aggiuntiva sui pannelli
- ✓ Resistenze elevate
- ✓ Durabilità struttura
- ✓ Tempi di posa



Edifici multipiano in legno: soluzioni in legno

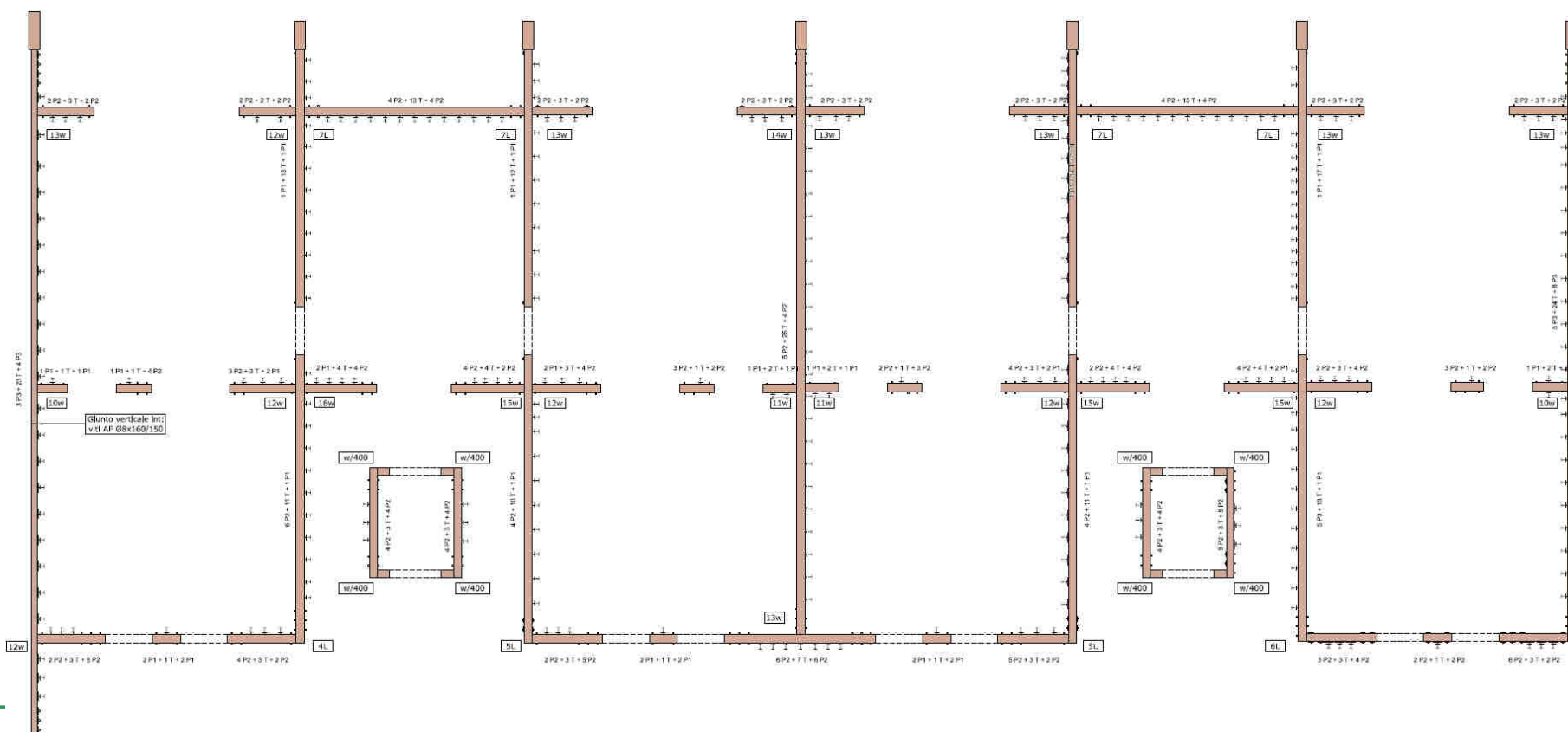
EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

Piastre
terra
entrambi
blocchi): 954.

piano
(per
i

Ipotizzando un
risparmio di
tempo di 10min a
piastra sono:

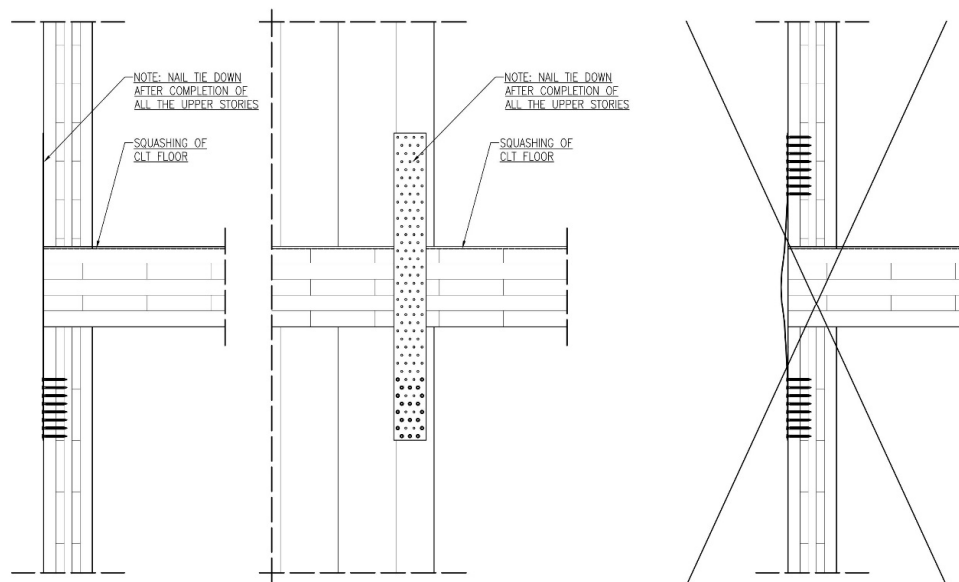
159ore → circa
20 giorni di lavoro
risparmiati.



Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

Chiodatura piastre
forate dopo
completamento
costruzione

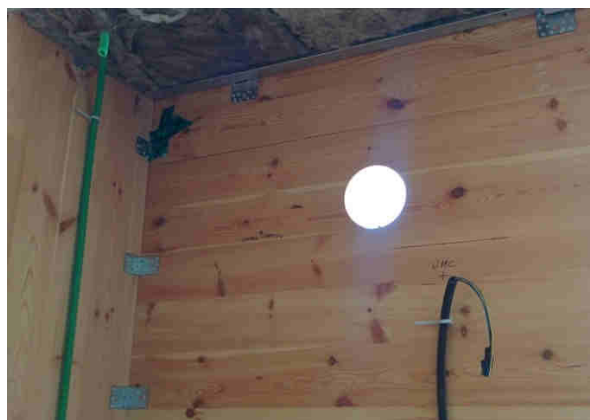


ATTENZIONE ALLE VERIFICHE A COMPRESSIONE
ORTOGONALE!

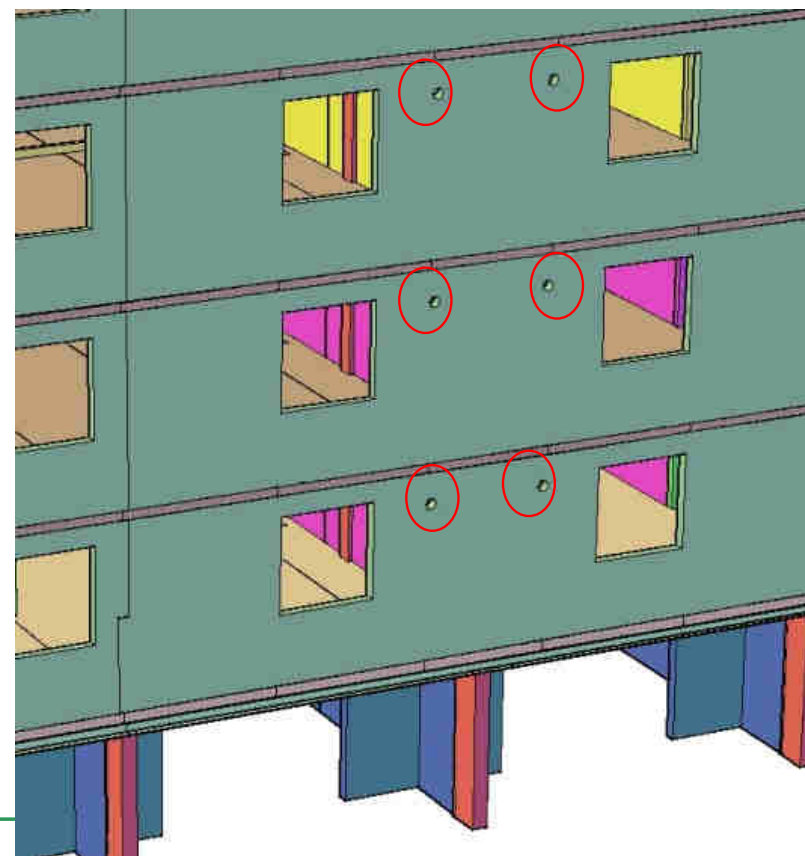
Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

Fori per impianti
predisposti già
in fase di
prefabbricazione
dei pannelli
XLAM



- ✓ tempi
- ✓ costi
- ✓ qualità

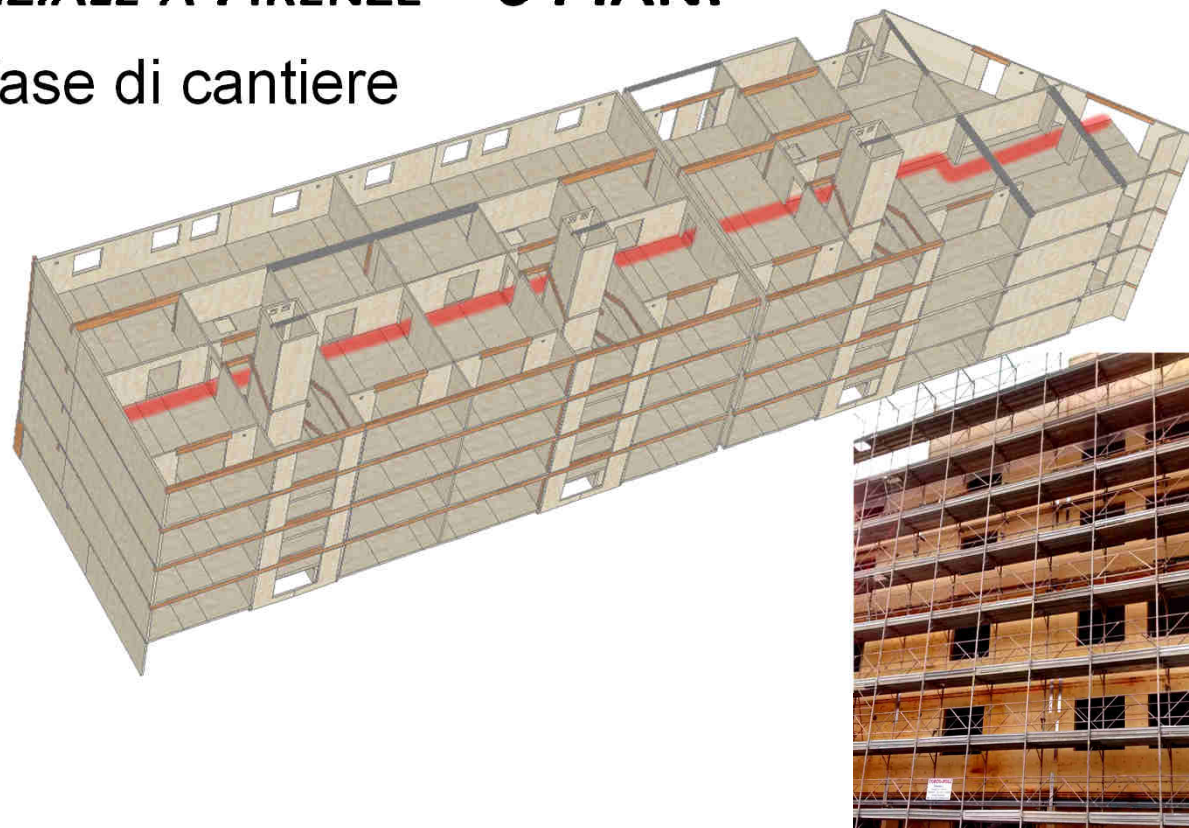


Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

Creato passaggio interno per la fase di cantiere

✓ tempi



Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI



2.500 mc di Xlam
(728 pannelli)



40 mc di Lamellare di abete



9.250kg di Acciaio

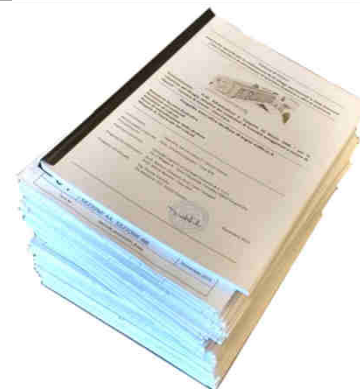


52 autotreni di Xlam: in media 1
autotreno al giorno



400.000 chiodi

130.000 viti

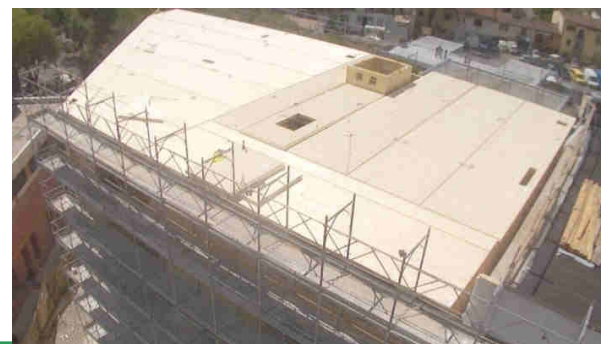
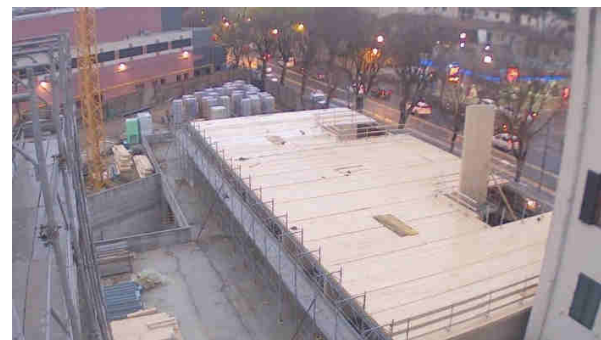


15kg di Carta

Edifici multipiano in legno: caso studio

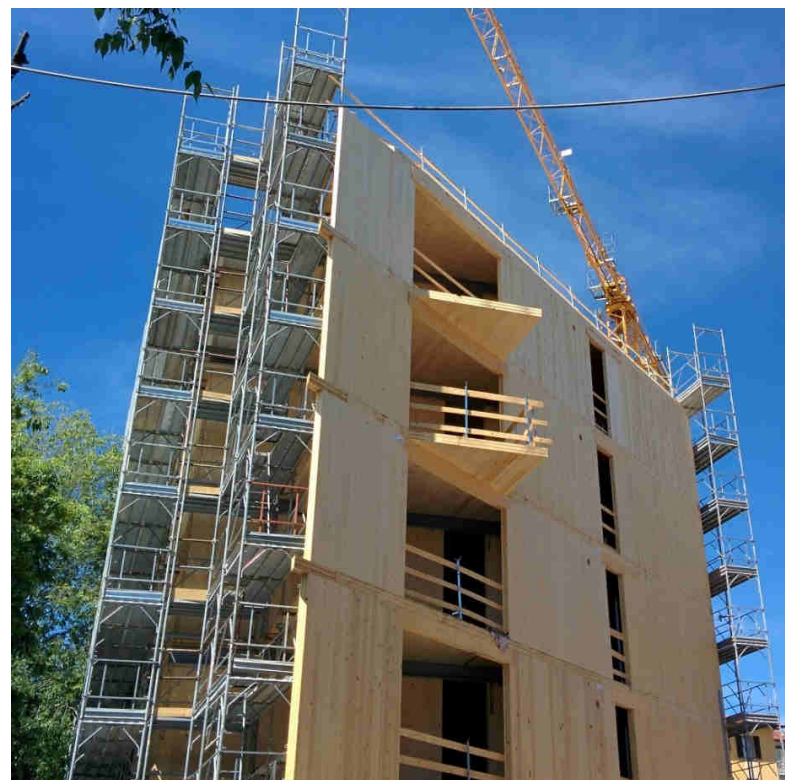
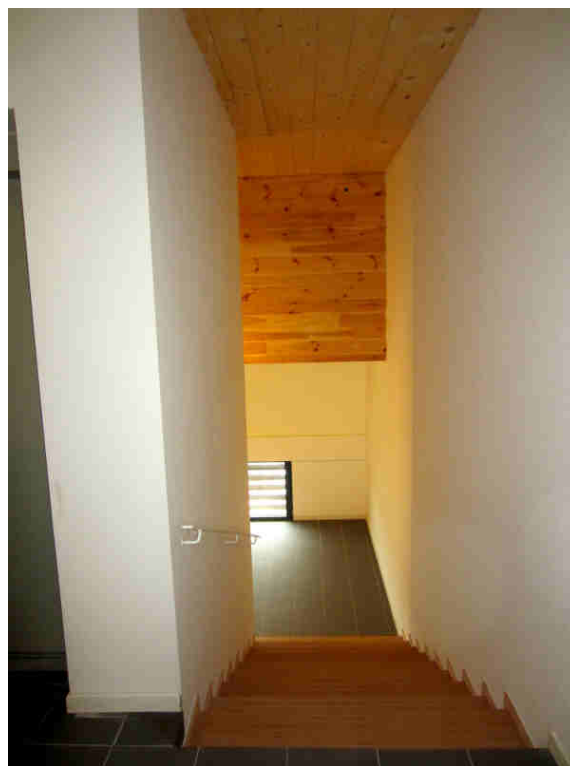
EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

Il montaggio della struttura in legno è iniziato il 14 Dicembre 2015 ed è terminato il 29 Aprile 2016, per un totale di 71 giorni lavorativi effettivi



Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

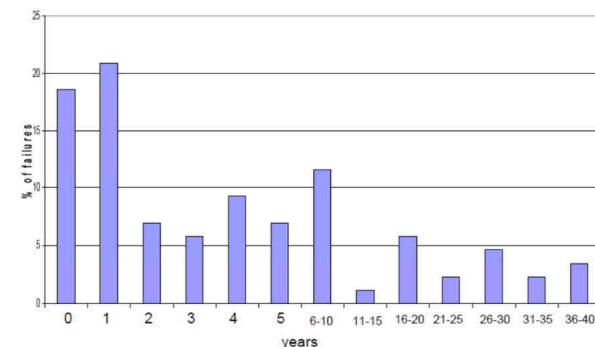


Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

Sistema di monitoraggio dell'umidità

Il sistema di monitoraggio, può aiutare nel prevenire fenomeni di degrado, soprattutto nei primi anni della costruzione, ma naturalmente la realizzazione non può prescindere da un corretto approccio sia di tipo architettonico che ingegneristico



Età della costruzione e distribuzione degli errori in funzione del tempo

SCHEMA DEL FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELL'UMIDITA' DELLE STRUTTURE



Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI

PIANTA PT



PIANTA PIANO TERZO



Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI



Edifici multipiano in legno: caso studio

EDIFICIO RESIDENZIALE A FIRENZE – 6 PIANI





GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

Ing. Maurizio Follesa.

dedaLEGNO
design & research of timber structures



Organizzato da:



In collaborazione con:



Promosso da:



Partner tecnico:



Con il patrocinio di:



Con il supporto di:



Media partner:



Partner tecnico finanziario:



Premium partner:

