

FORUM LEGNO EDILIZIA

**COSTRUZIONE IN LEGNO
L'AVANGUARDIA
23 e 24 NOVEMBRE 2021
FIERA MILANO**



EDIFICI MULTIPIANO IN LEGNO:
DETTAGLI COSTRUTTIVI PER
GARANTIRE LA DURABILITÀ E
MIGLIORARE IL MONTAGGIO

Ing. Maurizio Follesa PhD

deda**LE**GGNO 
design & research of timber structures

 **ROMA
TRE**
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

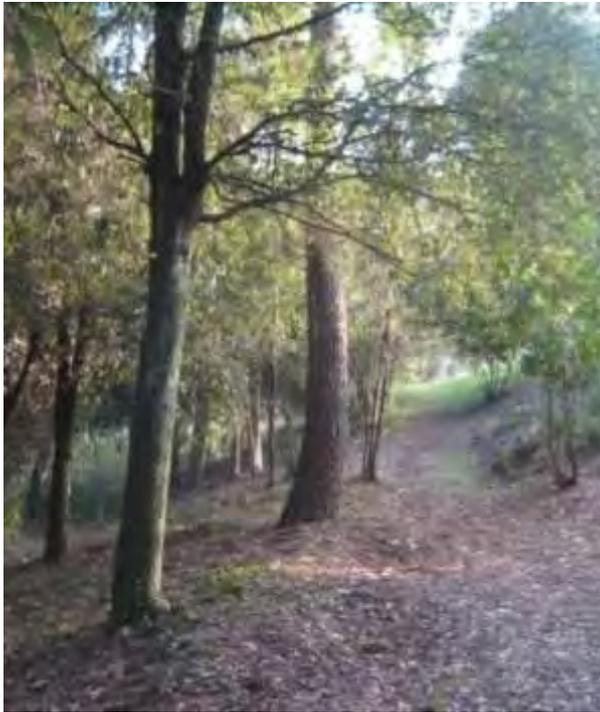


COSTRUZIONI MULTIPIANO IN LEGNO

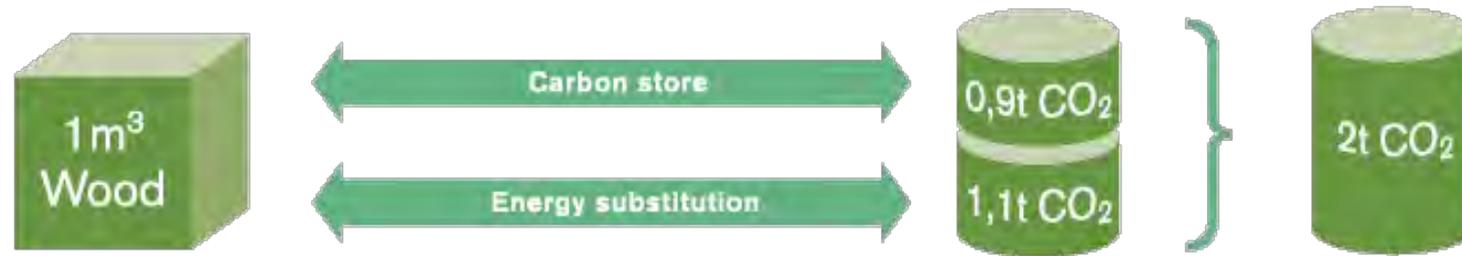


SOSTENIBILITÀ

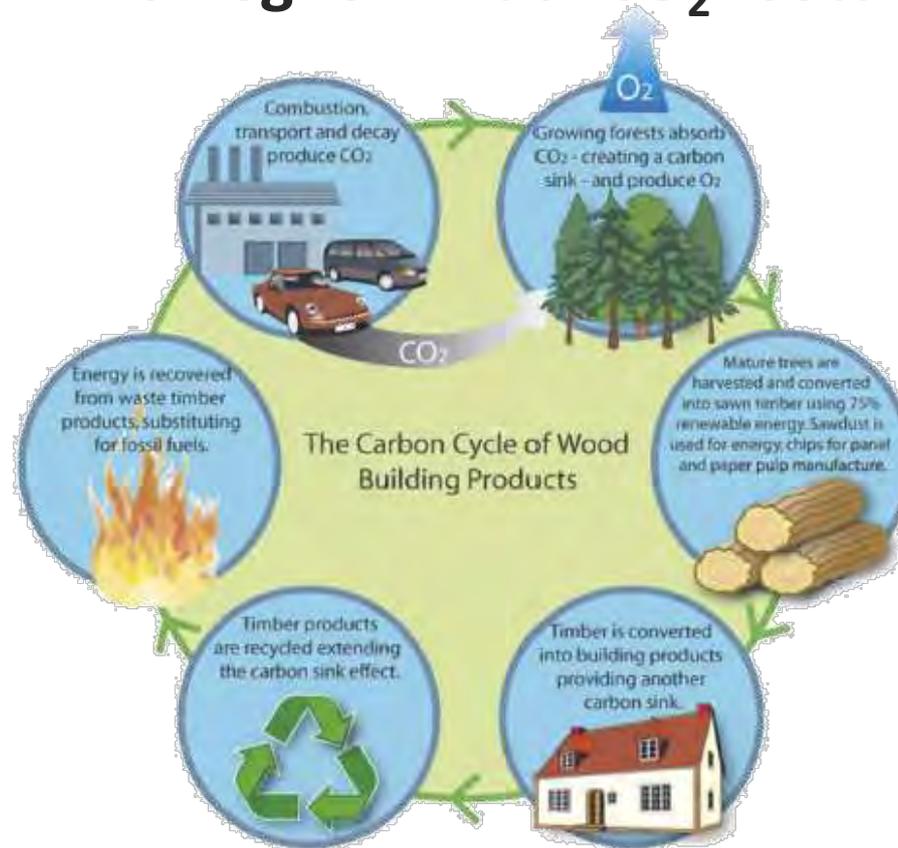
Dal punto di vista della sostenibilità le costruzioni di legno non hanno rivali !



SOSTENIBILITÀ



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



SOSTENIBILITÀ



sottrae $2000 \times 1000 = 2.000.000$ g di
 CO_2

emette 120 g di
 CO_2/km



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

SOSTENIBILITÀ

**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



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. ...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.*



VELOCITÀ DI COSTRUZIONE



**Tempo di
realizzazione: 1
mese**

**Tempo di
realizzazione:
poche ore**



SICUREZZA IN CANTIERE



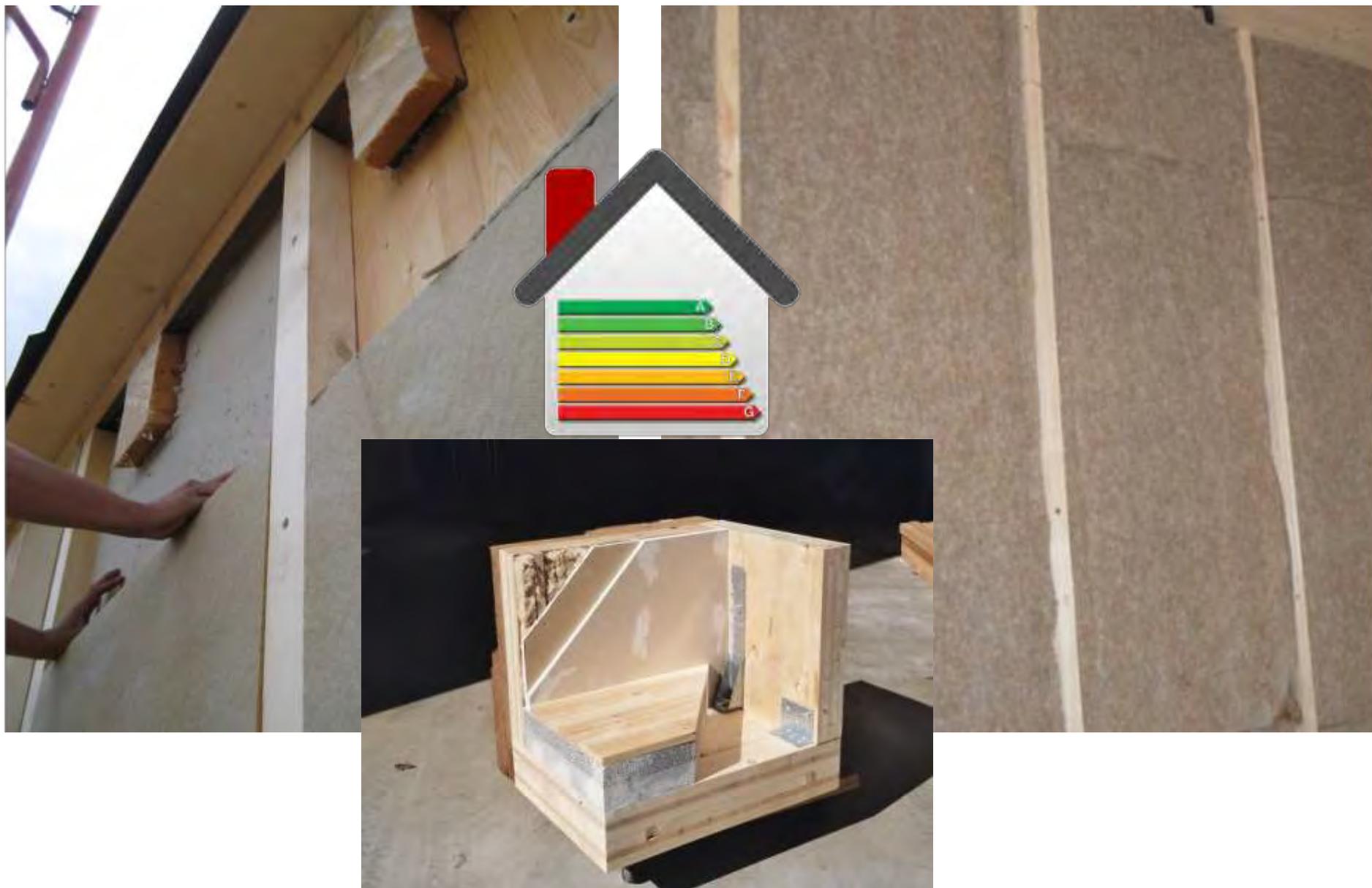
Maggiore sicurezza

- 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





EFFICIENZA ENERGETICA





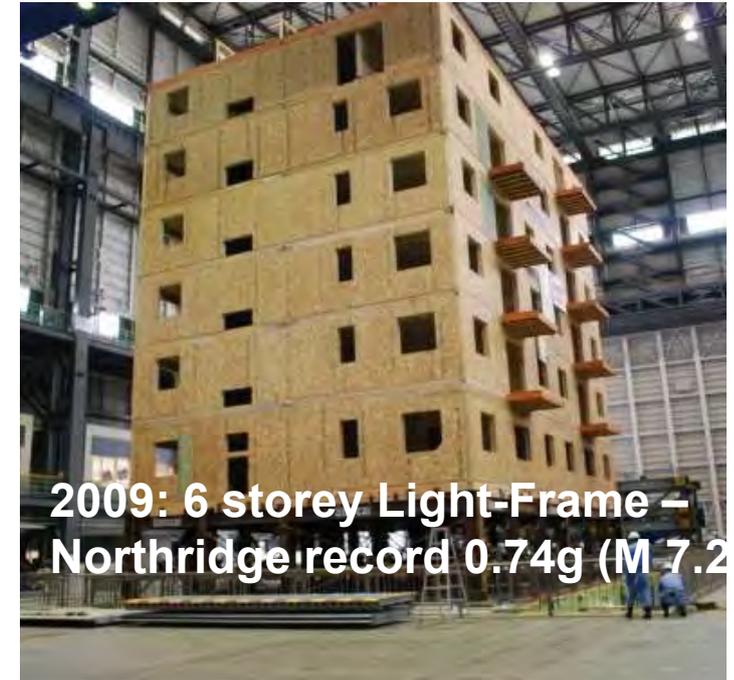
COMPORTAMENTO SISMICO



2007: 7 storey CLT –
Kobe record 0.82 g (M
6.8)



2006: 3 storey CLT
Kobe record 0.82 g (M
6.8)



2009: 6 storey Light-Frame –
Northridge record 0.74g (M 7.2)



2011: 2 storey Log House –
Montenegro record 0.50g

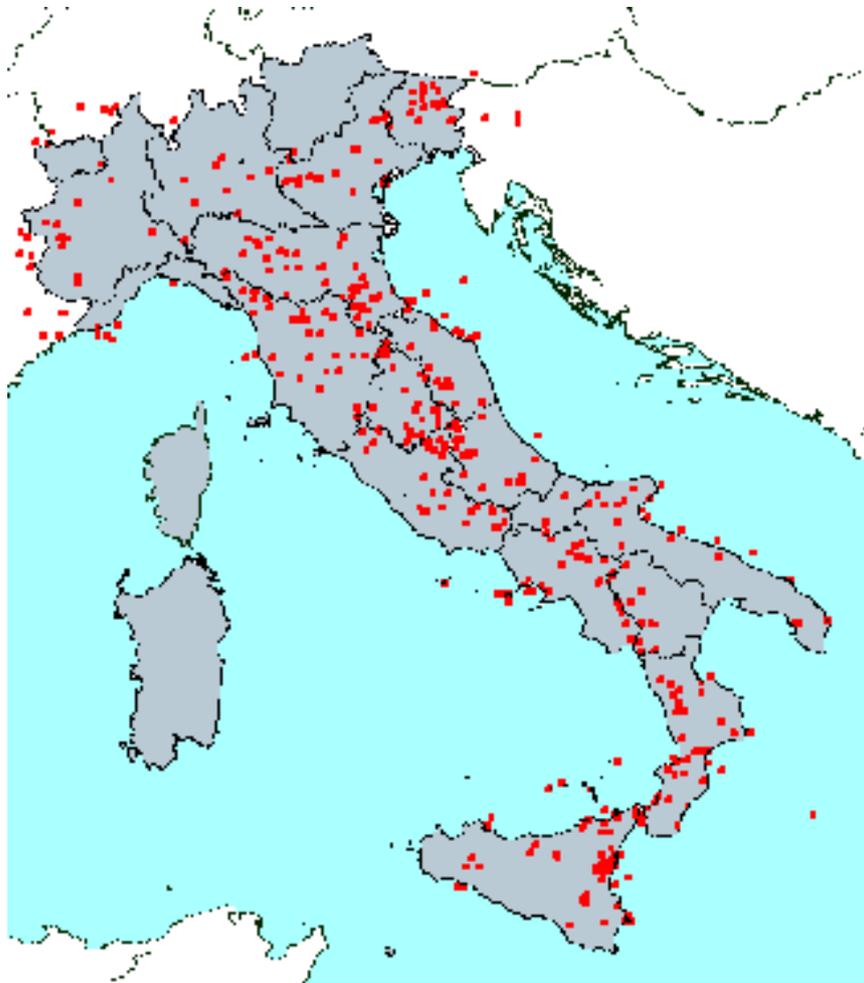


2011: 3 storey Light
Frame –
Tohoku record 0.54g



2011: 3 storey Light
Frame –
Montenegro record 0.50g

COMPORTAMENTO SISMICO



Terremoti verificatisi
dall'anno 1000 al 1980
con intensità MCS >VIII

COMPORTAMENTO SISMICO

Scala Mercalli-Cancani-Sieberg (12 Gradi)

IX Grado	<i>Distruttivo.</i>
X Grado	<i>Completamente distruttivo:</i> gravissima distruzione di circa $\frac{3}{4}$ degli edifici, la maggior parte crolla. <u>Perfino costruzioni solide di legno e ponti subiscono gravi lesioni, alcuni vengono distrutti.</u>
XI Grado	<i>Catastrofico:</i> crollo di tutti gli edifici in muratura, <u>soltanto costruzioni e capanne di legno ad incastro di grande elasticità ancora reggono.</u>
XII Grado	<i>Grandemente catastrofico.</i>

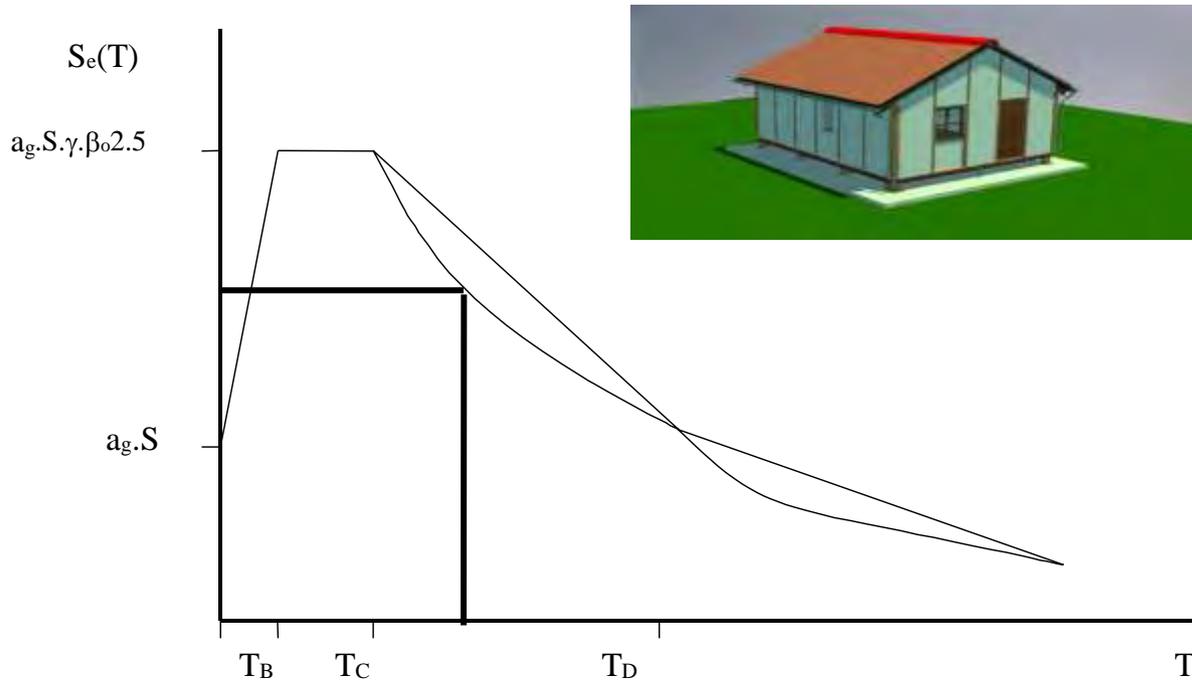
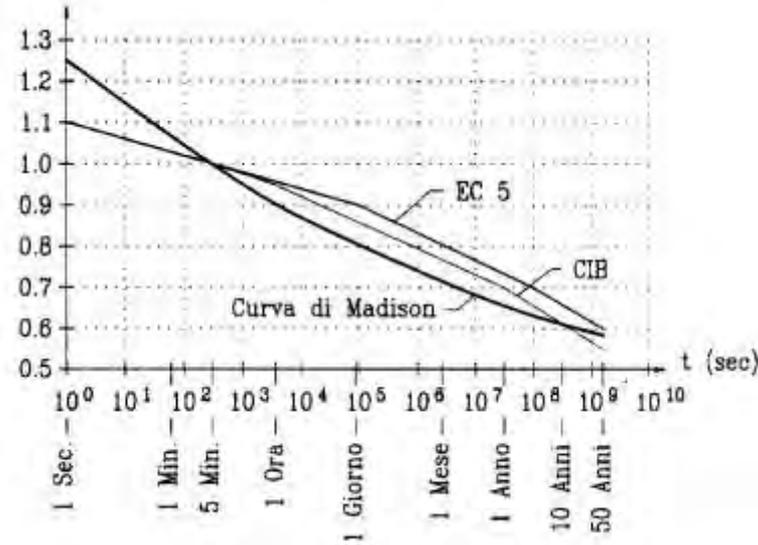


Horyu-ji Pagoda
Nara – 607 d.C.

✓ **LEGGEREZZA**

✓ **RESISTENZA**

✓ **FLESSIBILITA'**

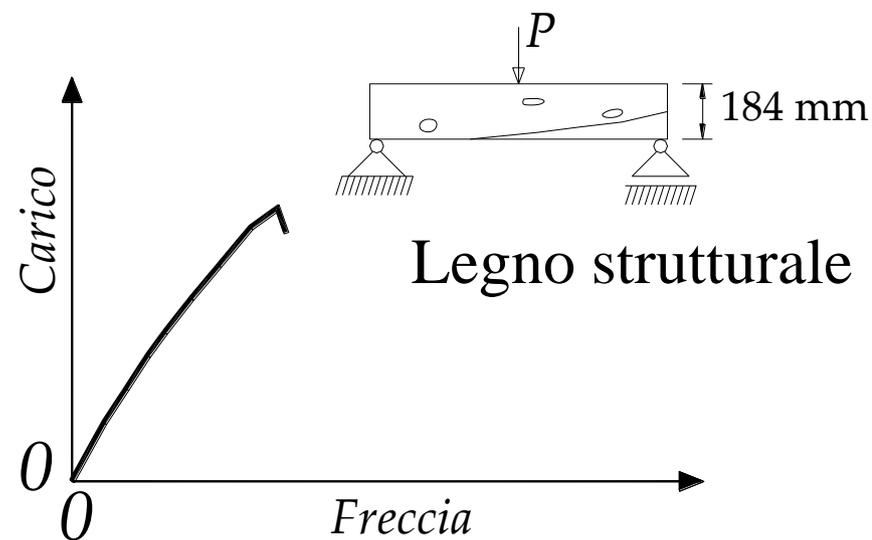
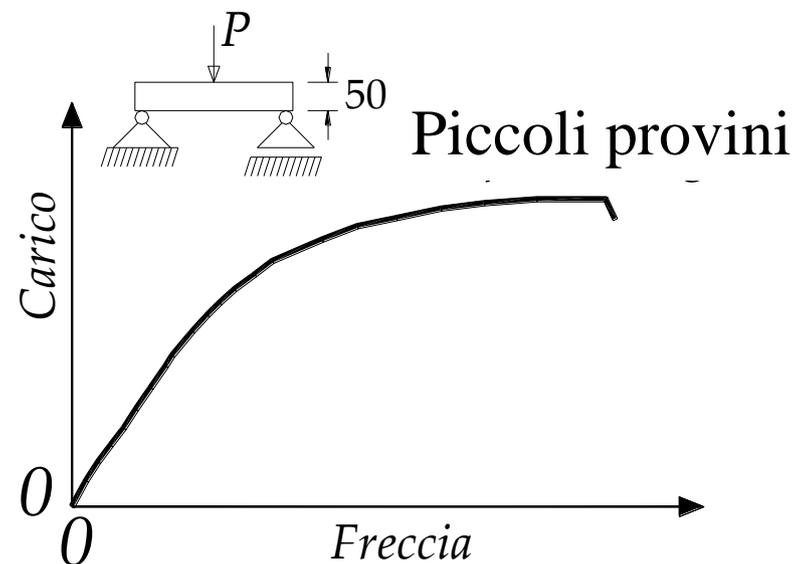
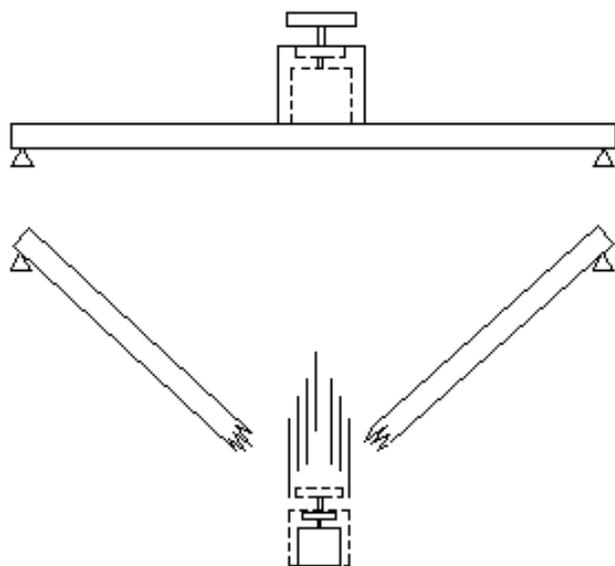


$$F_{se} = S_e(T, v) \times a_g \times m$$

✓ **DUTTILITA' E CAPACITA' DISSIPATIVE**

COMPORTAMENTO SISMICO

LEGGNO STRUTTURALE:
COMPORTAMENTO FRAGILE

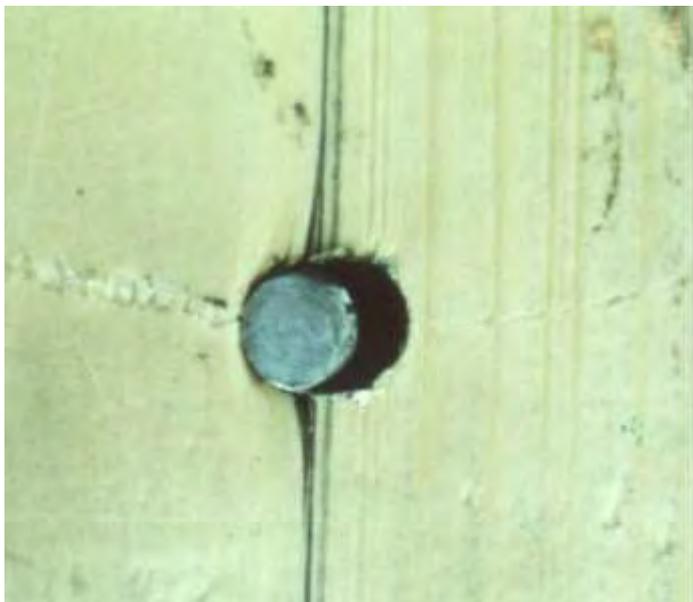


COMPORTAMENTO SISMICO

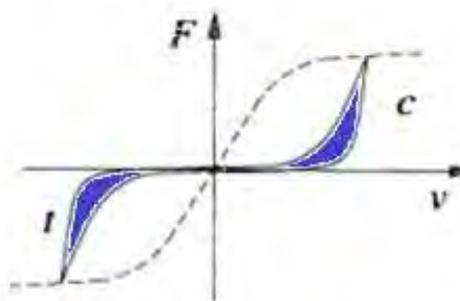




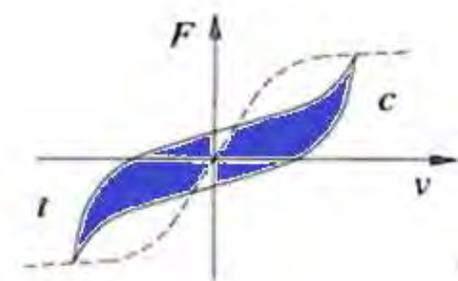
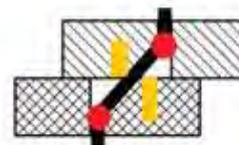
COMPORTAMENTO SISMICO



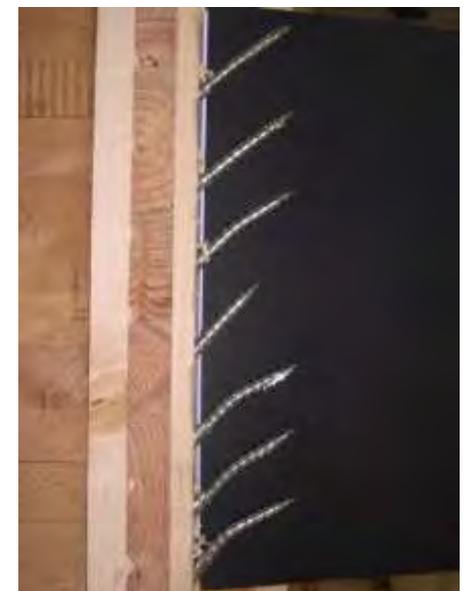
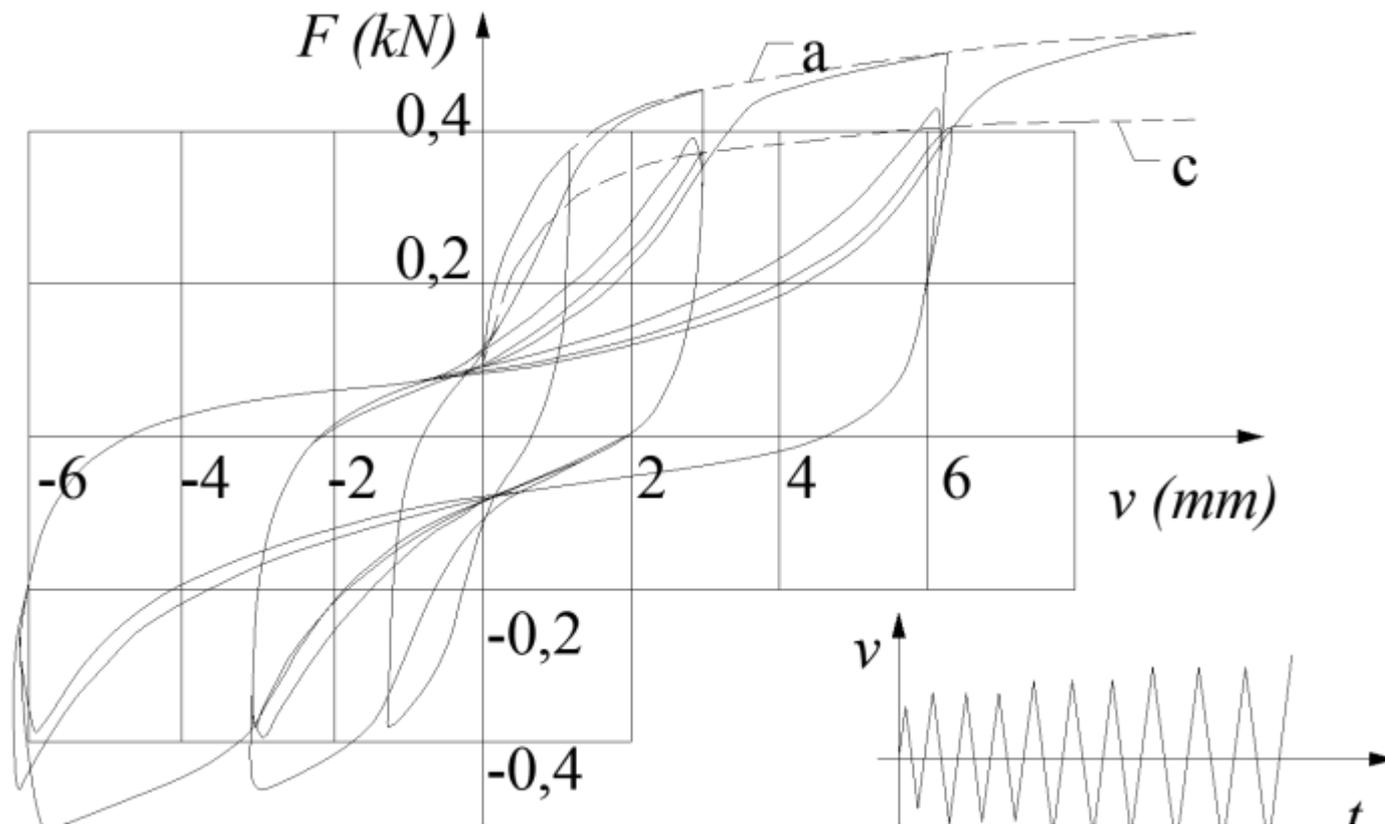
Connettore tozzo
Solo rifollamento

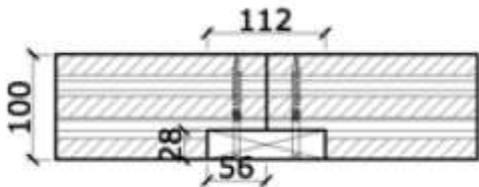
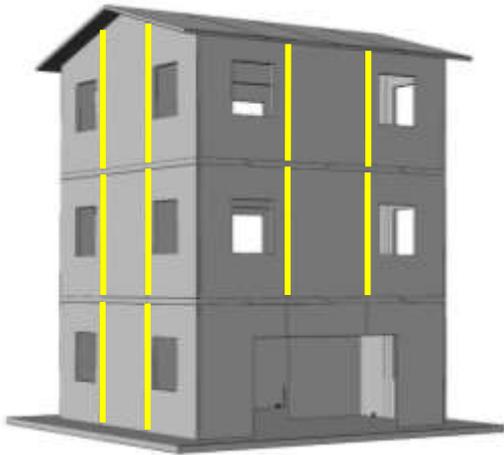


Connettore snello
Rifollamento e
plasticizzazione



COMPORTAMENTO SISMICO





JMA Kobe 0.82 g

- EDIFICI MULTIPIANO IN LEGNO. DETTAGLI COSTRUTTIVI PER DURABILITÀ E MONTAGGIO



COMPORTAMENTO SISMICO



KOBE 100% 3D - EDIFICI MULTIPIANO IN LEGNO. DETTAGLI COSTRUTTIVI PER DURABILITÀ E MONTAGGIO



COMPORTAMENTO SISMICO





COMPORTAMENTO SISMICO

Seismic test on a concrete 6 storey building - Kobe

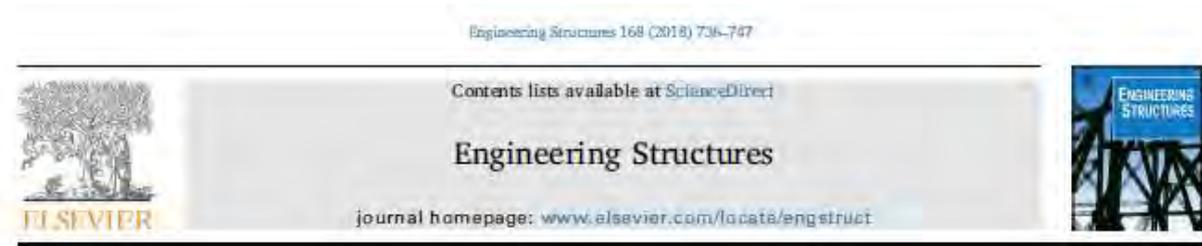


Kobe earthquake 60% (0.49g)



COMPORTAMENTO SISMICO

REVISIONE EUROCODICE 8 (CEN TC 250 – SC8/WG3)



The new provisions for the seismic design of timber buildings in Europe

M. Follesa^a, M. Fragiaco^{b,c,d}, D. Casagrande^c, R. Tomasi^d, M. Piazza^e, D. Vassallo^a, D. Canetti^e, S. Rossi^e

^a *dedal@INGV, Via Masaccio 252, 50132 Florence, Italy*

^b *Department of Civil, Construction Architectural and Environmental Engineering, University of L'Aquila, Via Giovanni Gronchi 18 - Zona industriale di Pile, 67100 L'Aquila, Italy*

^c *CNRIVALSA - National Research Council of Italy, Trees and Timber Institute, Via Biasi 73, 38010 San Michele all'Adige, Italy*

^d *Department of Mathematical Sciences and Technology, Norwegian University of Life Sciences, Universitetsveien 3, 1433 Ås, Norway*

^e *Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering, University of Trento, Via Mesima, 20, 38123 Trento, Italy*

ARTICLE INFO

Keywords:
Eurocodes
Seismic design
Capacity design
Behaviour factors
Over-strength factors

ABSTRACT

This paper presents the results of the ongoing work on the revision of the provisions for the seismic design of timber buildings in Europe included within Chapter 8 of Eurocode 8. The most recent research results and technical developments regarding both wood-based materials and structural systems have been implemented into the proposed new version together with the application of the capacity design to each structural system. The main objectives are to update the few and incomplete provisions included in the current version to the current state-of-the-art and to correct some misleading rules. This manuscript represents the authors' point of view on the basis of a scientific research background and the design common practice regarding different key aspects in the seismic design of timber structures.

1. Introduction

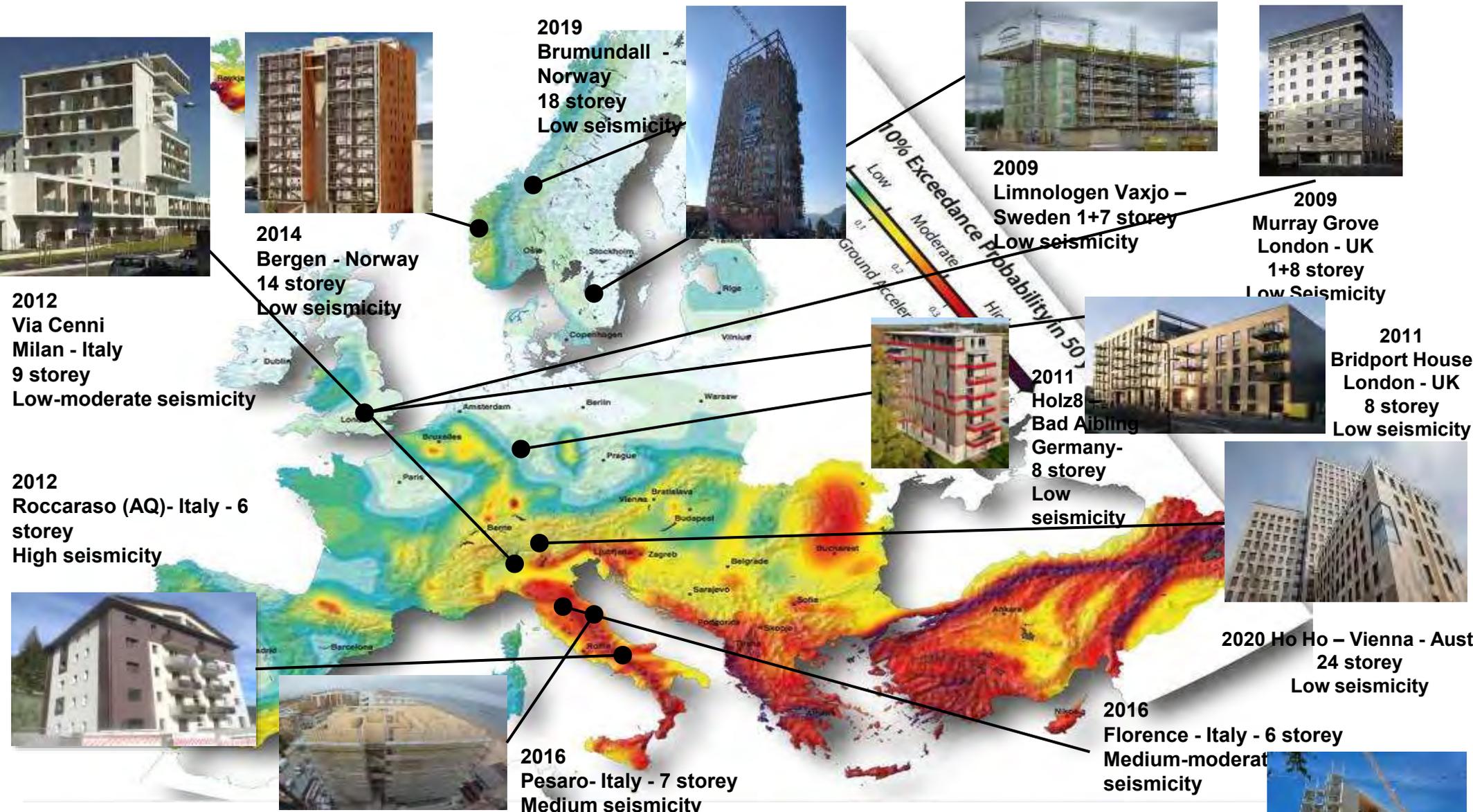
Timber structural systems have increasingly become a viable alternative to other traditional structural materials like concrete, steel and masonry, mainly because of their excellent properties related to sustainability, energy efficiency, speed of construction and high seismic

(European Committee of Standardization) Project Teams tasked to prepare new drafts of the different sections, and the final updated version is expected to be released around 2020.

Among the different materials, the Chapter related to the seismic design of timber buildings is probably the one which needs major changes, being the current version rather old and short and considering



COSTRUZIONI MULTIPIANO IN LEGNO



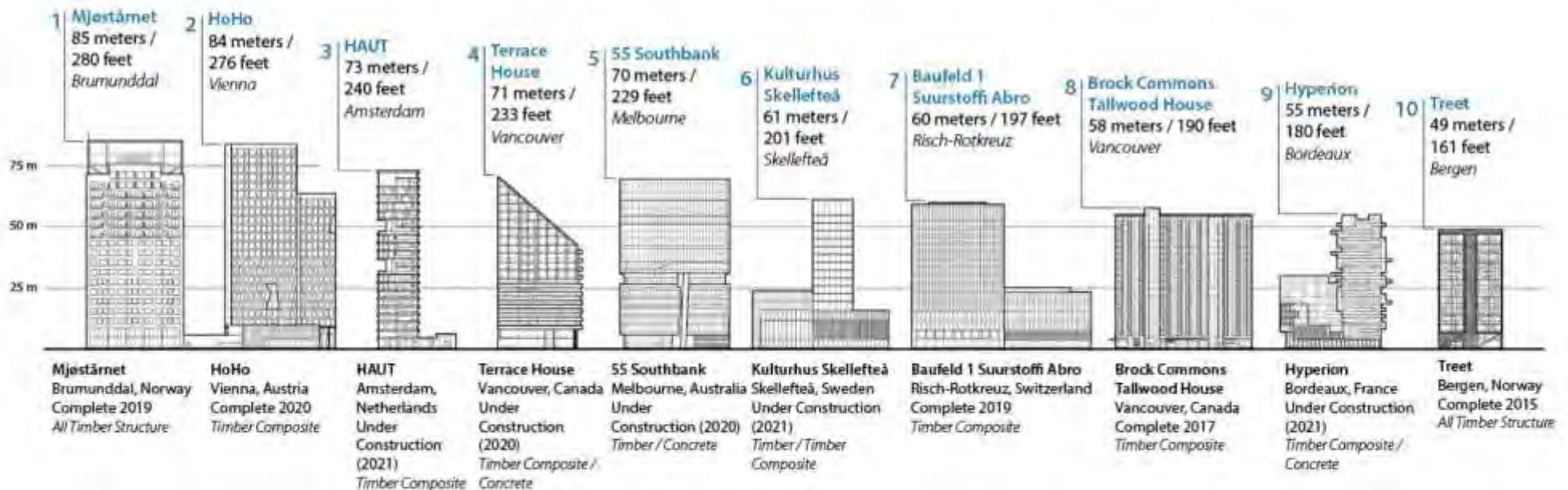


COSTRUZIONI MULTIPIANO IN LEGNO

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.

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 e realizzazione



B – SOLUZIONI INTERAMENTE IN LEGNO

VANTAGGI

- **Maggior livello di sostenibilità**
- **Velocità di costruzione (possibilità di prefabbricazione)**
- **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)**





A – 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
MONTATO IN 6 ORE

Source: Acton Ostry Architets INC website

A – 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



Source: Acton Ostry Architets INC website

29 PANNELLI XLAM PER PIANO. 464 IN TOTALE.
TUTTI I PANNELLI SONO DA 170 MM A 5 STRATI

A – 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.



A – BROCK COMMONS – VANCOUVER 18 PIANI



B – VIA CENNI – MILANO 9 PIANI

COMPLESSO
RESIDENZIALE
COMPOSTO DA 4
TORRI DI 9 PIANI
E UNA SERIE DI
EDIFICI DI 2
PIANI, CHE
FUNGONO DA
COLLEGAMENTO
FRA LE TORRI PER
COMPLESSIVI 213
ALLOGGI.



INIZIO COSTRUZIONE IN LEGNO: LUGLIO 2012
TERMINE COSTRUZIONE IN LEGNO: GENNAIO 2013

B – VIA CENNI – MILANO 9 PIANI



TUTTA LA STRUTTURA PORTANTE FUORI TERRA IN LEGNO

STRUTTURA PORTANTE IN LEGNO DI XLAM/CLT
COMPRESO IL VANO SCALE E ASCENSORI **6100 M³**

LEGNO LAMELLARE E ALTRI ELEMENTI
STRUTTURALI IN LEGNO: **50 M³**



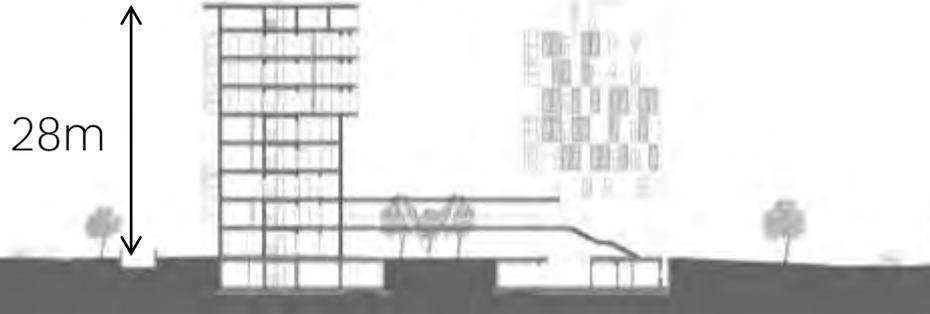
Source: RossiProdiAssociati

SOLAI FINO A 5,80 M DI LUCE CON SPESSORE 200 MM (XLAM 5 STRATI), QUELLI FINO A 6,70 M SPESSORE 230 MM (XLAM 7 STRATI).

PARETI (XLAM 5 STRATI) SPESSORE COSTANTE PER OGNI LIVELLO DAL 200 MM (LIVELLO 0) FINO A 120 MM DI SPESSORE (LIVELLO 8)



B – VIA CENNI – MILANO 9 PIANI



Source: RossiProdiAssociati



eX-Longinotti Firenze



dedaLEGGNO 
design & research of timber structures



Edificio di 3 piani in XLAM sopra un piano terra in c.a.

+

Edificio di 6 piani in XLAM sopra piano interrato in c.a.

=

45 appartamenti di edilizia residenziale pubblica



Numero piani fuori terra 6

Superficie piano tipo 870 mq

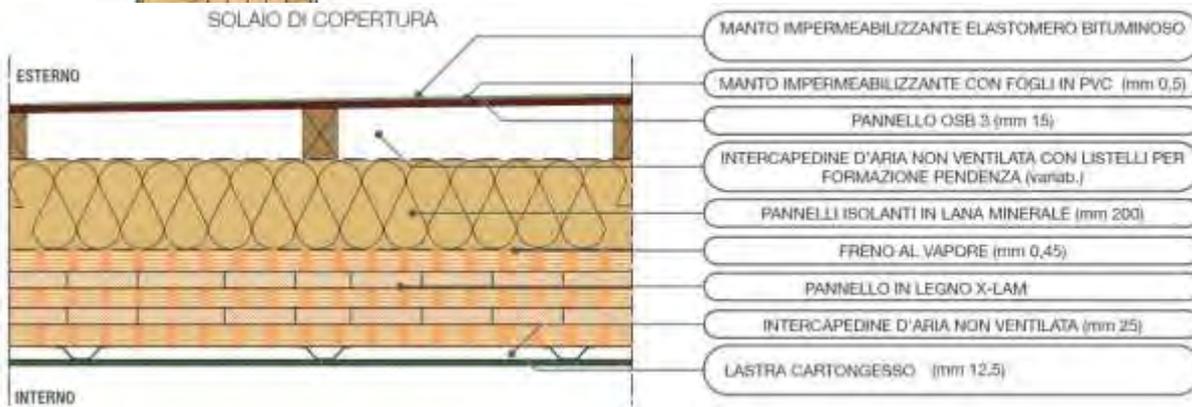
Superficie totale 5200 mq

Altezza edificio 20 m

Classificazione energetica nZEB (Nearly Zero Energy Building)



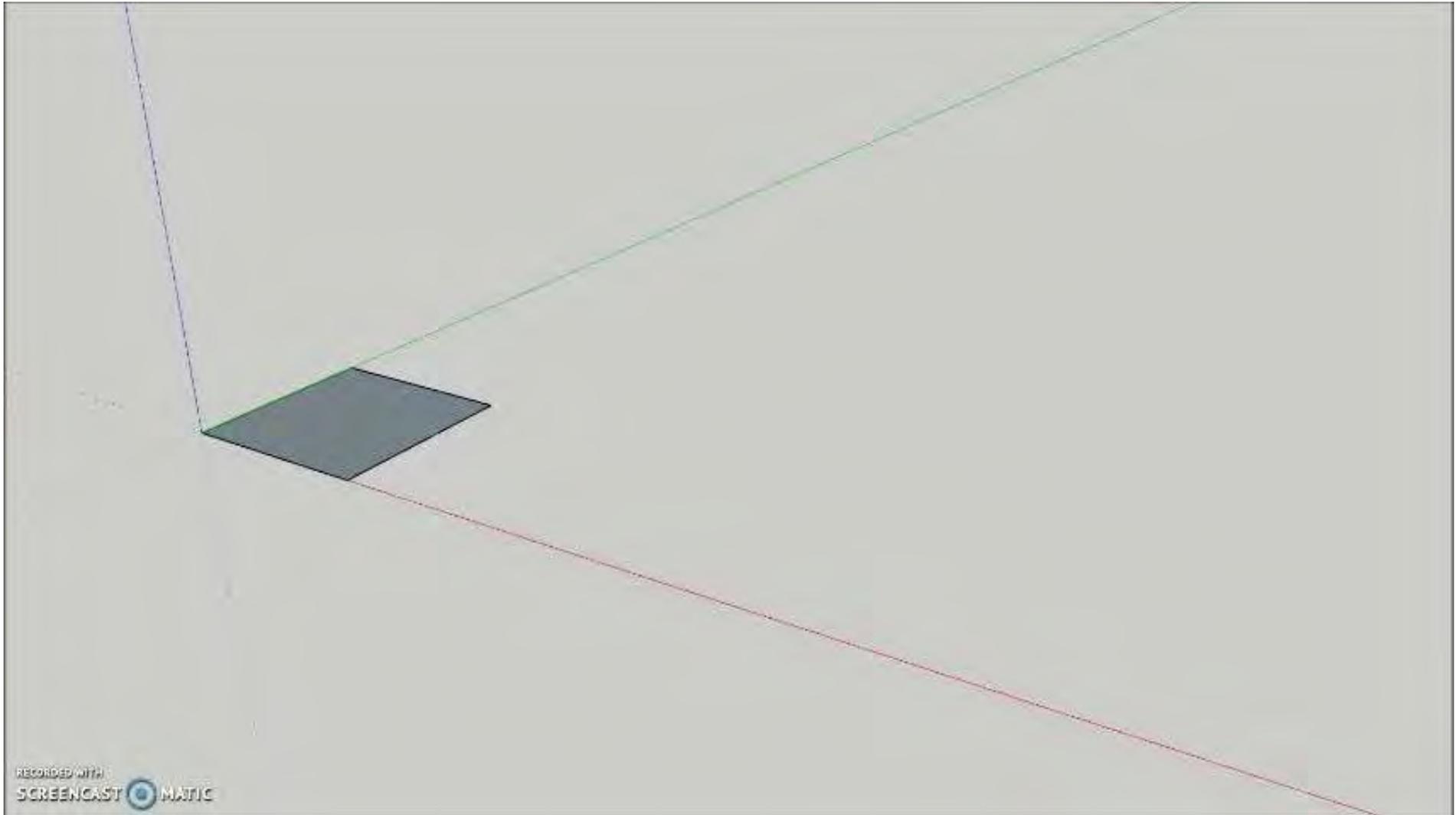
Energia primaria totale prodotta da FONTE RINNOVABILE

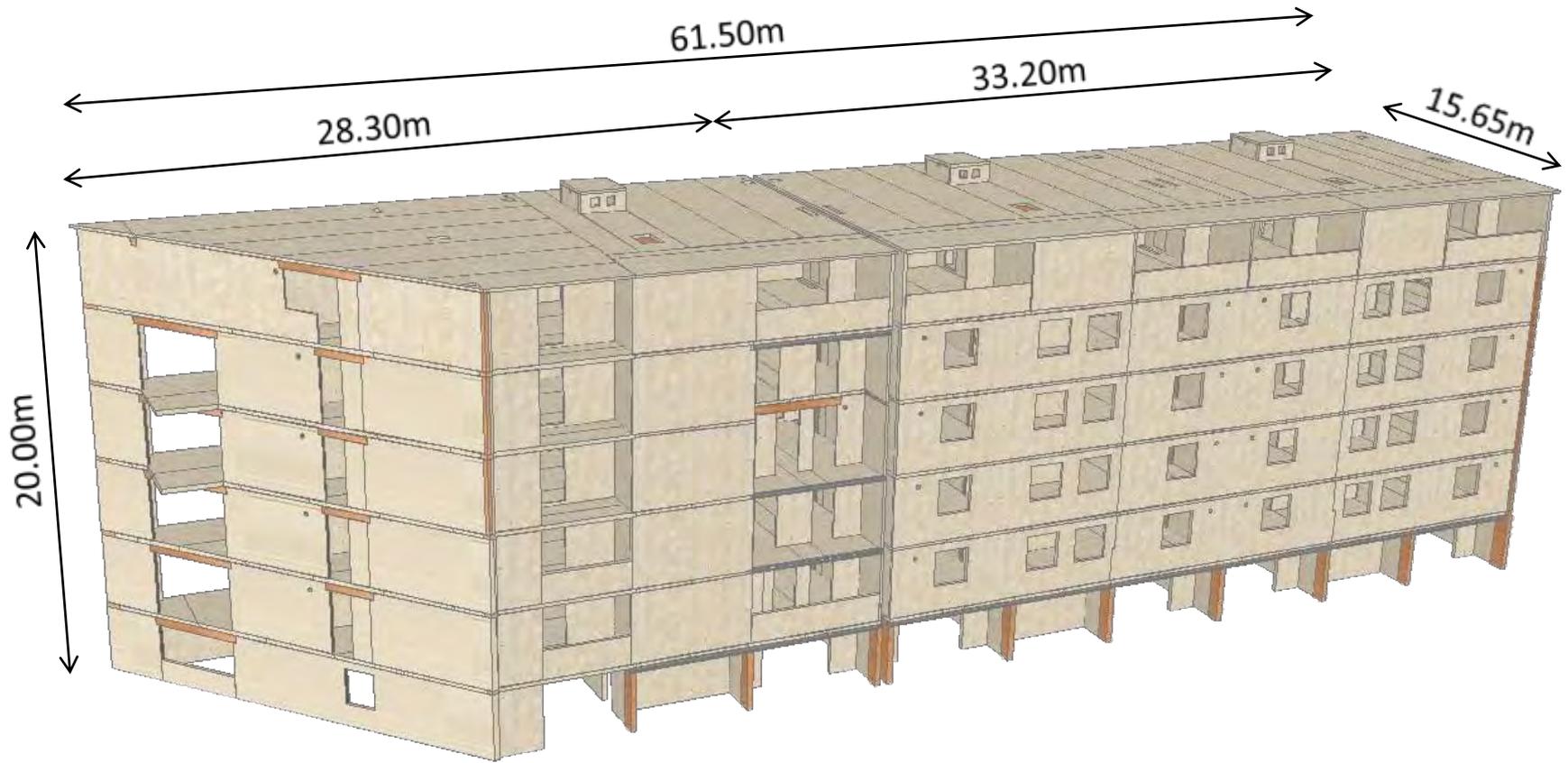




- ✓ Zona densamente abitata
- ✓ Area di cantiere molto limitata
- ✓ Tempi stretti per ridurre l'impatto
- ✓ Budget contenuto
- ✓ Geometria complessa
- ✓ Concezione originaria per struttura in c.a.









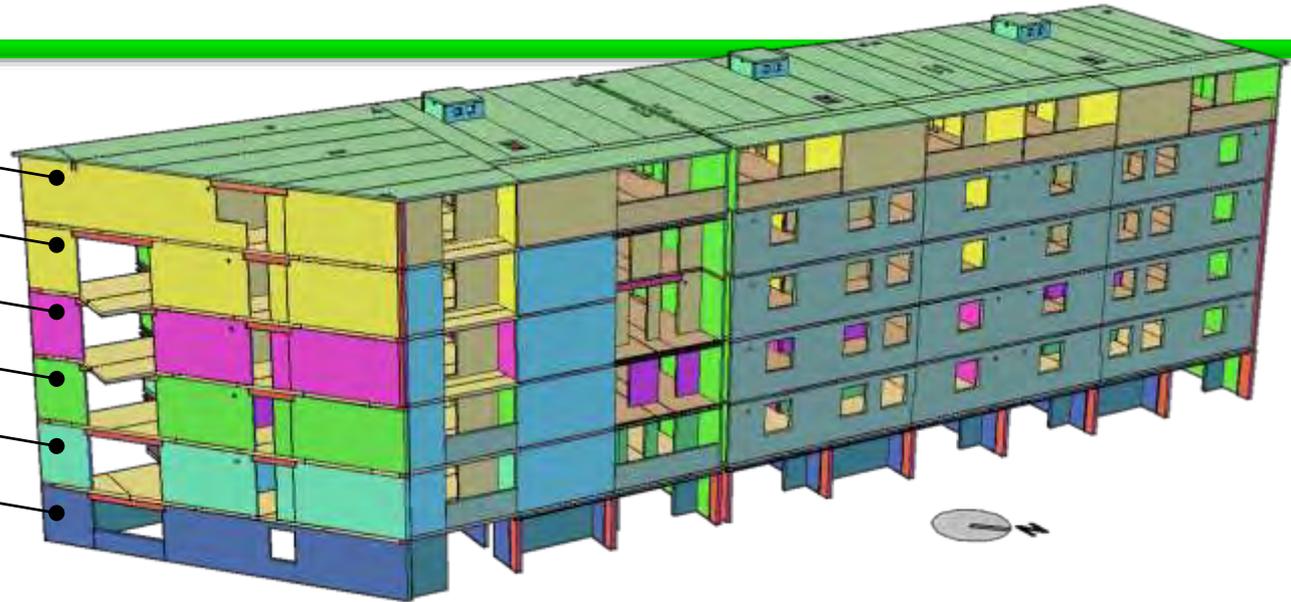


Tutte le strutture sono fatte in XLam, compresi vani scala e vani ascensore, con un limitato utilizzo di travi in lamellare e profilati in acciaio per fornire appoggi intermedi ai pannelli del solaio.



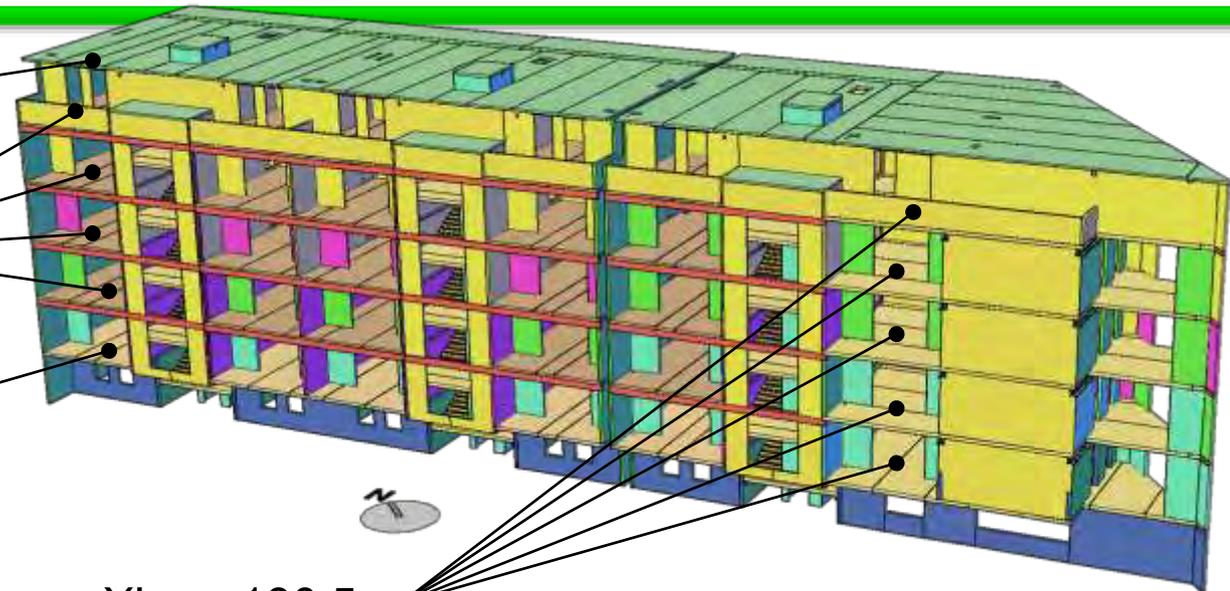
PARETI XLAM

- XLam 100 5s
- XLam 100 5s
- XLam 120 5s
- XLam 140 5s
- XLam 160 5s
- XLam 180 5s



SOLAI XLAM

- XLam 120 3s
- XLam 140 5s
- XLam 160 5s



XLam 180 5s

✓ costi

PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA ANTINCENDIO

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

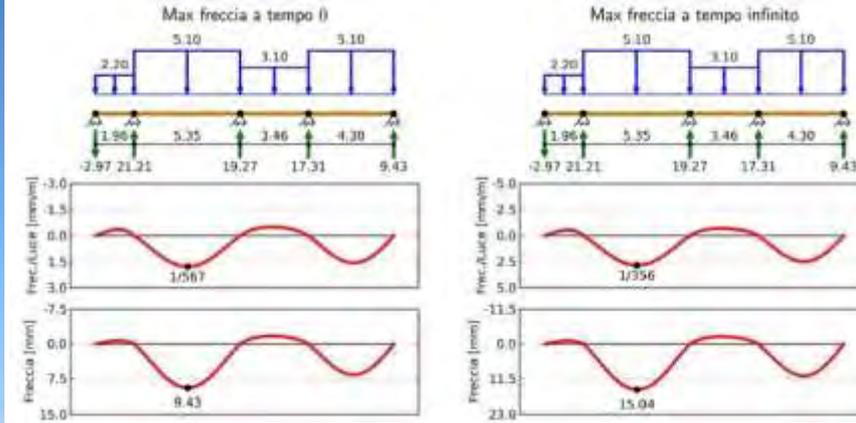
Tipo di edificio	Altezza antincendi	Massima superficie del compartimento (m ²)	Massima superficie di competenza di ogni scala per piano	Tipo dei vani scala e di almeno un vano ascensore	Caratteristiche REI dei vani scala e ascensore, filtri, porte, elementi di suddivisione tra i compartimenti
a	da 12 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	Almeno a prova di fumo interno	60
			600	A prova di fumo	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	Almeno a prova di fumo interno	60
			600	A prova di fumo	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

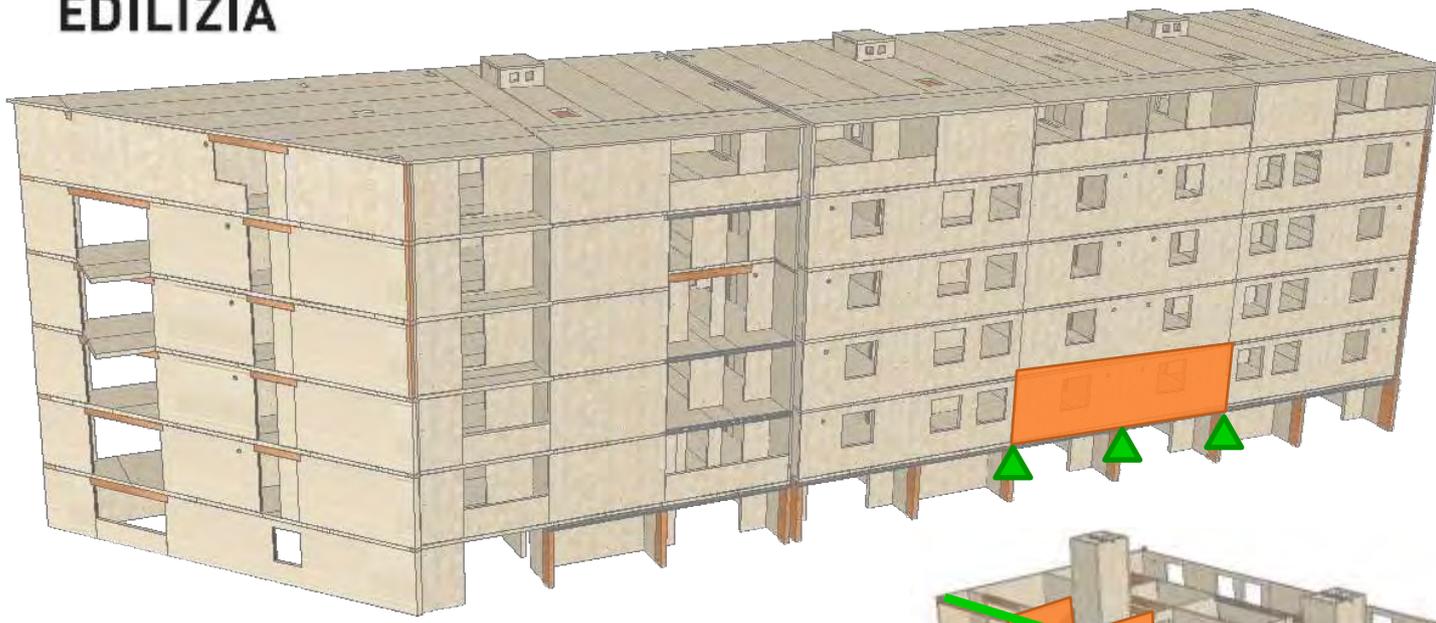


Pannelli solaio larghi 2.4m e lunghi 15m

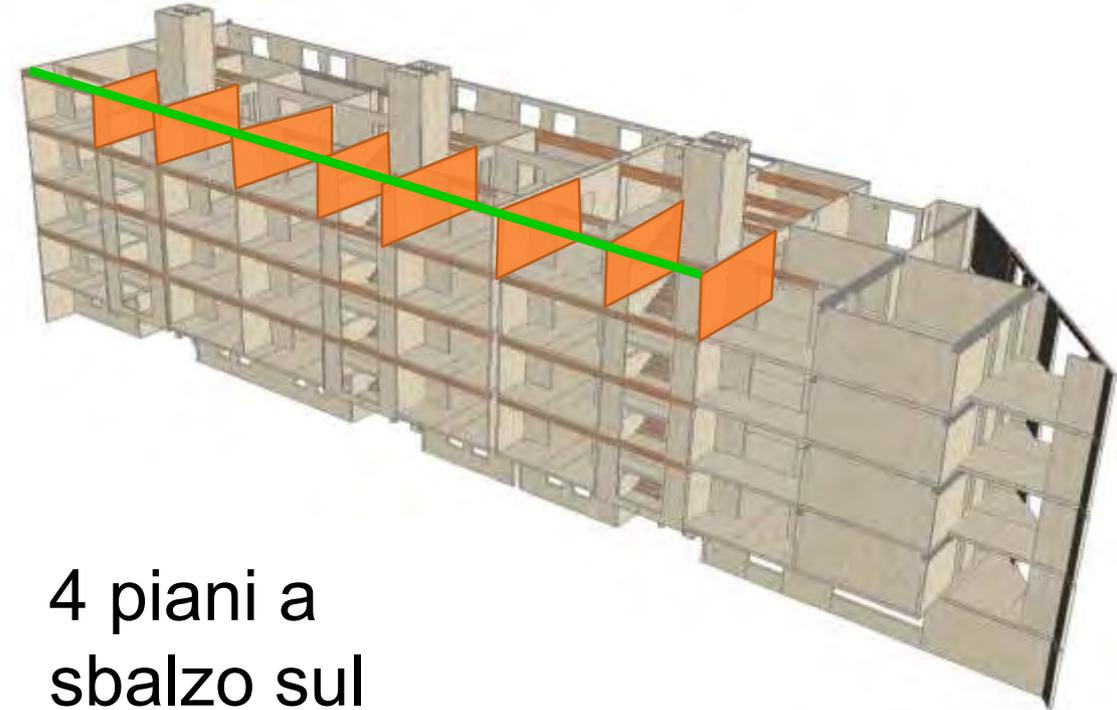


✓ tempi

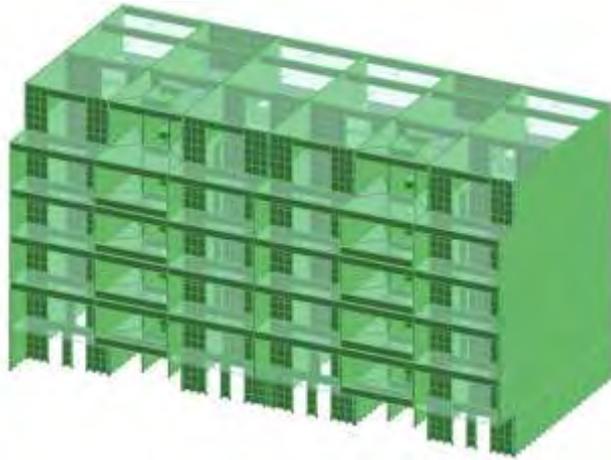
✓ costi



5 piani in falso
sul piano terra



4 piani a
sbalzo sul
piano terra



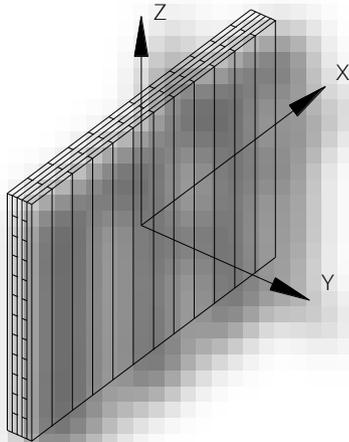
Pareti modellate con elementi shell di rigidezza a compressione e taglio equivalente a quella dei pannelli xlam

$$E_z = E_{0,eq} = \left[1 - \left(1 - \frac{E_{90,T}}{E_{0,L}} \right) \cdot \frac{a_3 - a_1}{a_5} \right] \cdot E_{0,L}$$

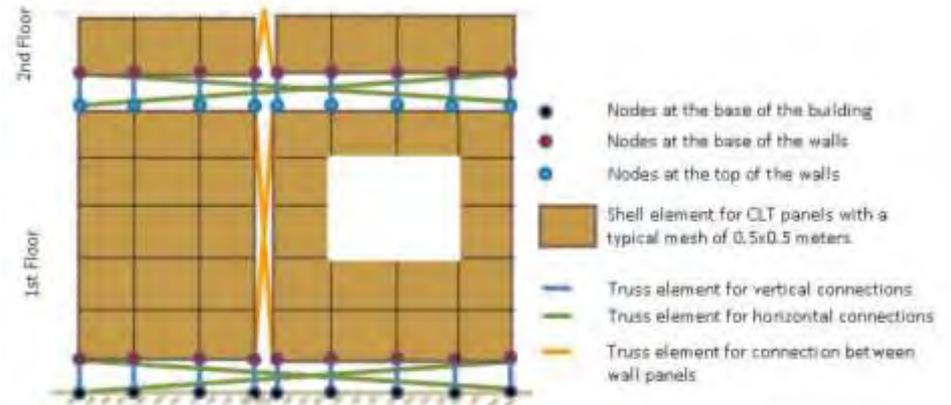
$$E_x = E_{90,eq} = \left[\frac{E_{90,L}}{E_{0,T}} - \left(1 - \frac{E_{90,L}}{E_{0,T}} \right) \cdot \frac{a_3 - a_1}{a_5} \right] \cdot E_{0,T}$$

$$E_y = \frac{t_{tot}}{\sum_{i=1,3,\dots,n} \frac{t_i}{E_{90,L,i}} + \sum_{j=2,4,\dots,n-1} \frac{t_j}{E_{90,T,j}}}$$

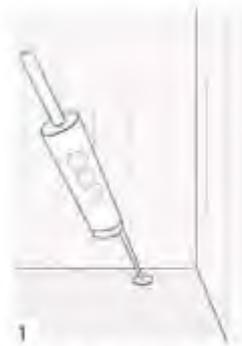
$$G_{zx} = \frac{t_{tot}}{\sum_{i=1,3,\dots,n} \frac{t_i}{G_{L,i}} + \sum_{j=2,4,\dots,n-1} \frac{t_j}{G_{T,j}}}$$



Connessioni schematizzate mediante link lineari di rigidezza equivalente (rigidezza ottenuta da prove sperimentali)



[Blaß and Fellmoser, 2004]



1

Foratura del cemento
armato e pulitura del
foro



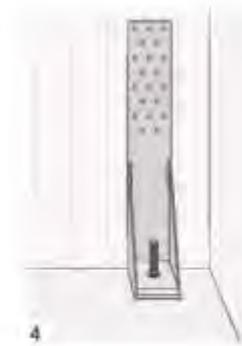
2

Iniezione
dell'ancorante
chimico nel foro



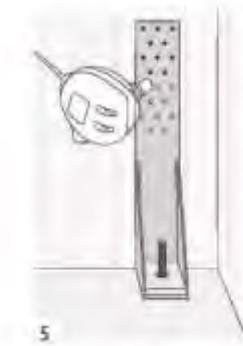
3

Posizionamento della
barra filettata



4

Posa in opera
dell'angolare WHT
(con relativa rondella
se prevista)



5

Chiodatura
dell'angolare



6

Posizionamento
del dado mediante
adeguata coppia di
serraggio

- ✓ Tempi di posa
- ✓ prestazioni



Sollevamenti massimi calcolati al PT: 600kN

Resistenza max hold-down commerciali: 120kN

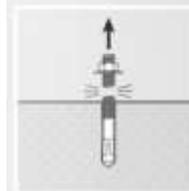
(56kN in caso di calcestruzzo fessurato)

FAILURE MECHANISMS

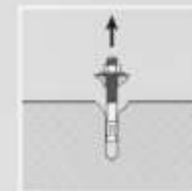
1. TENSION

Steel

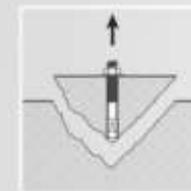
Concrete



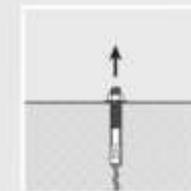
Steel failure



Pull-out failure



Concrete cone failure

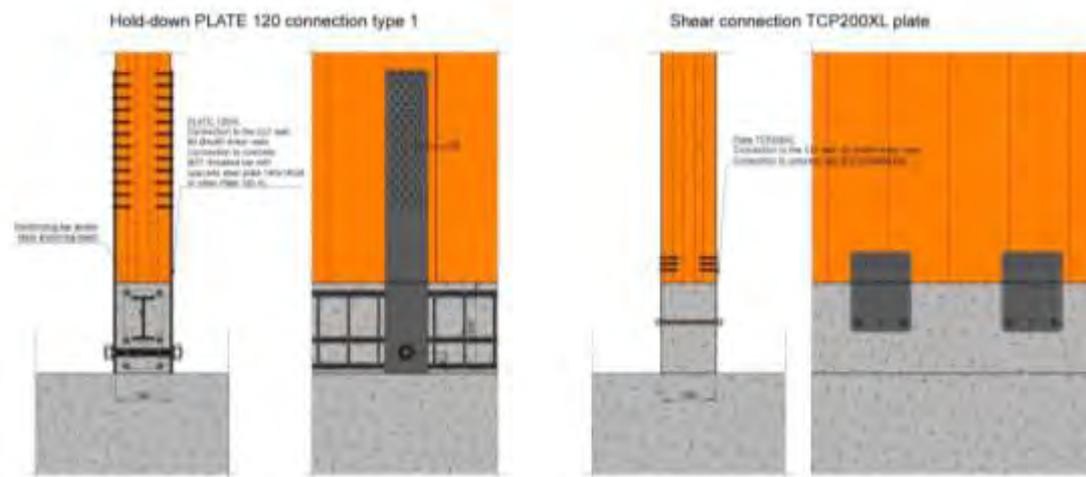


Splitting failure



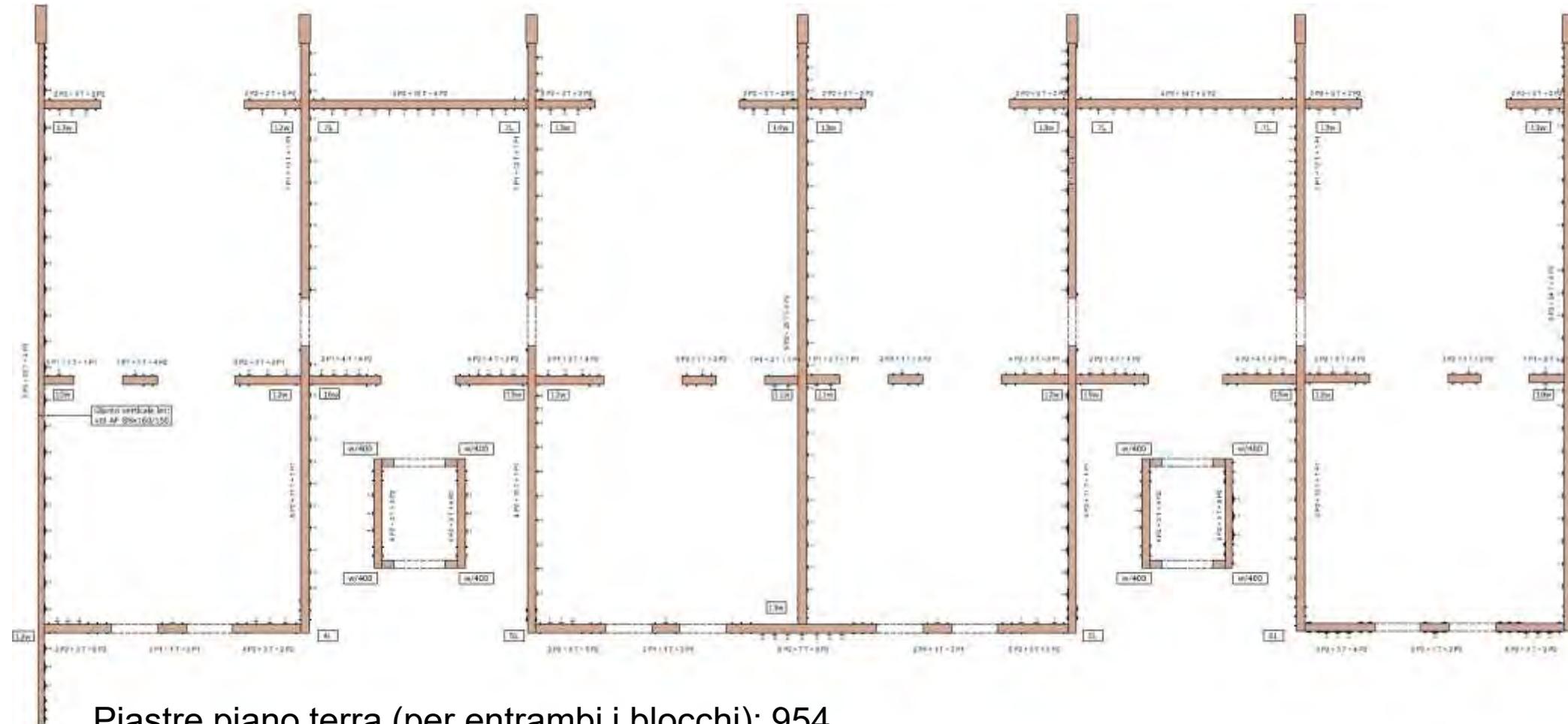
Barre inserite prima del getto e piastre su misura di spessore elevato

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





Pianta collegamenti per predisposizione barre di ancoraggio

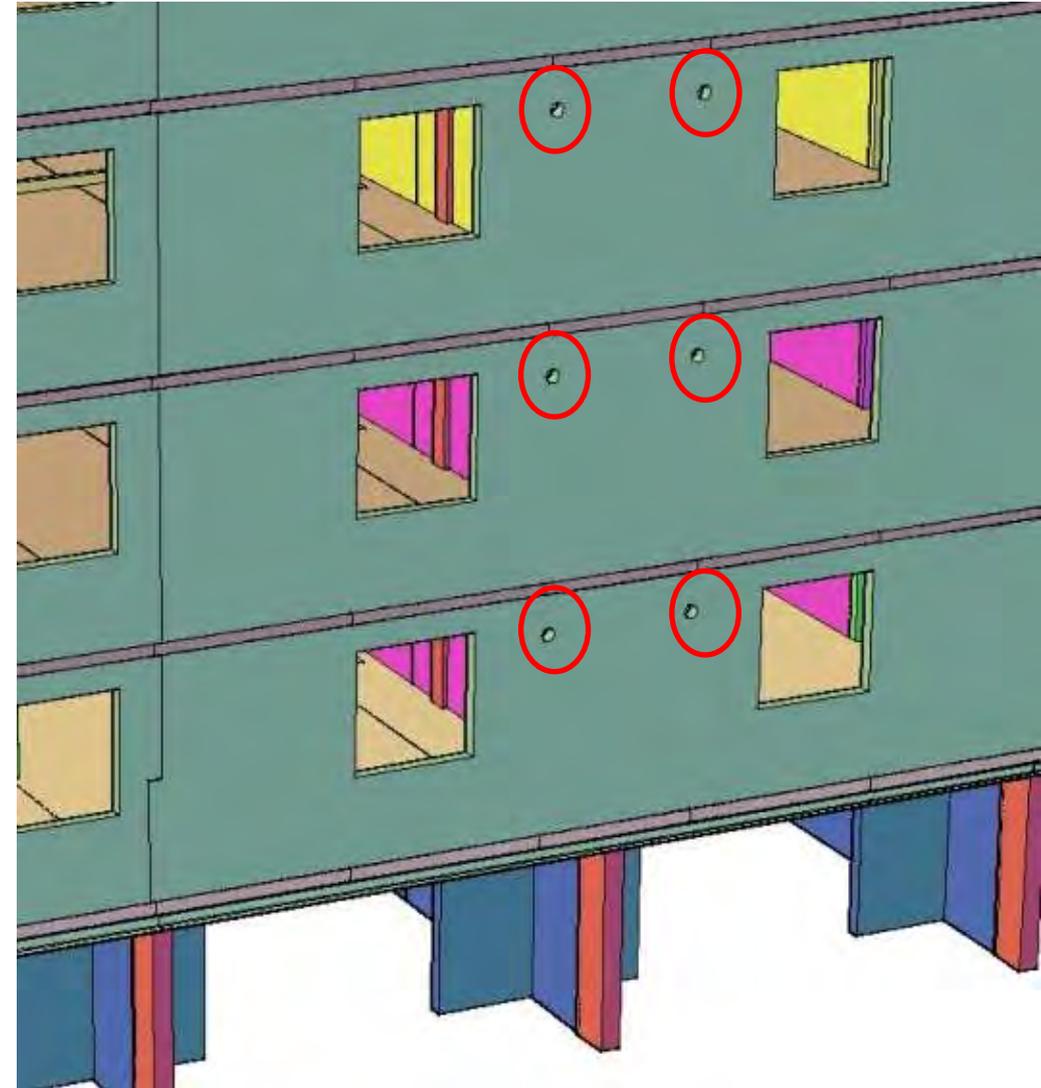


Piastre piano terra (per entrambi i blocchi): 954.

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

159ore → circa 20 giorni di lavoro risparmiati.

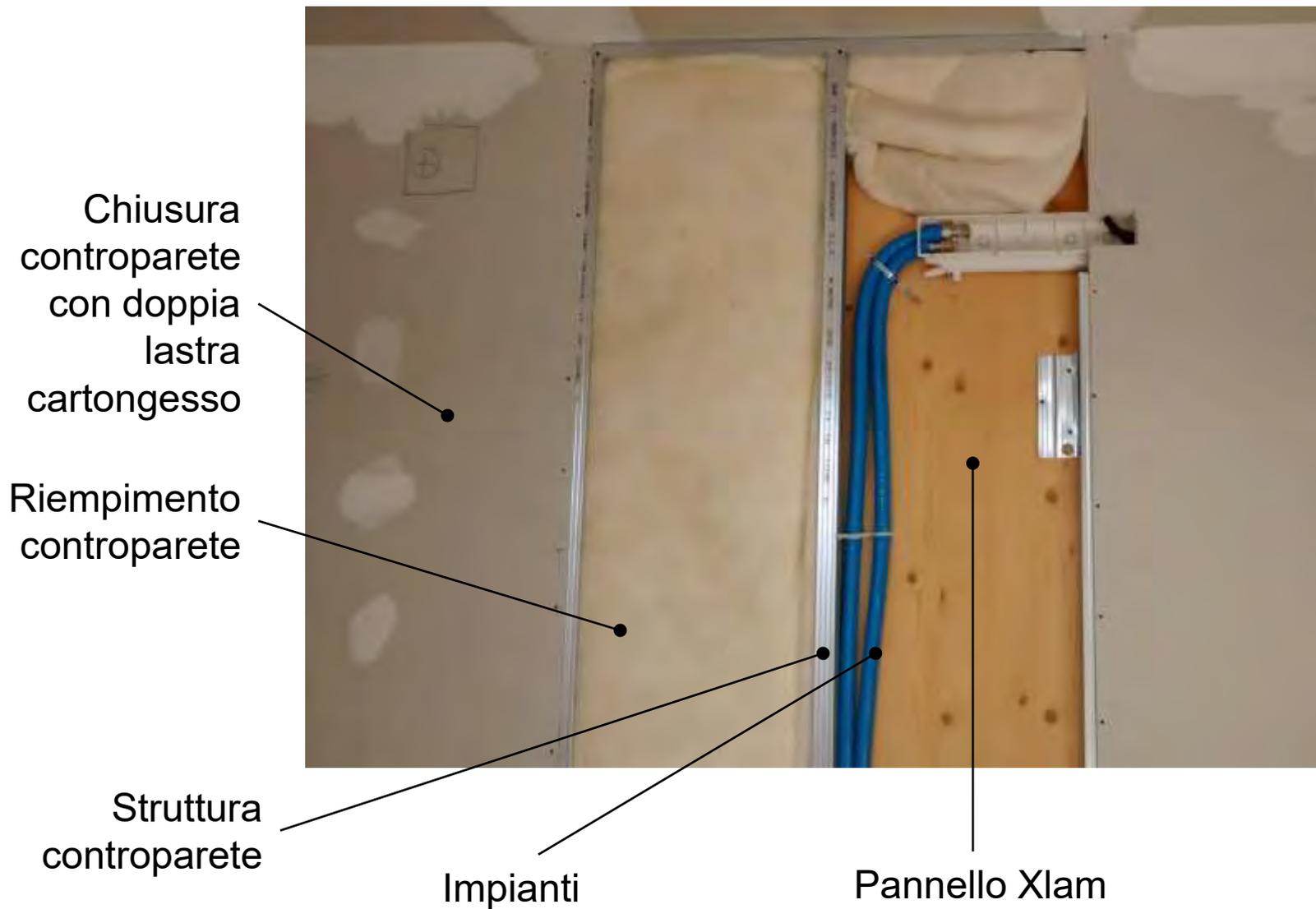
Fori per impianti predisposti già in fase di prefabbricazione dei pannelli XLAM



- ✓ tempi
- ✓ costi
- ✓ qualità



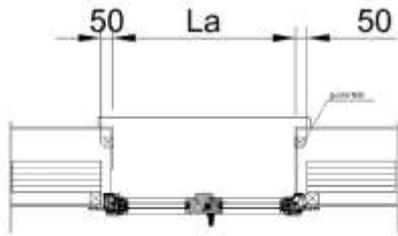
Passaggi nella controparete evitando di fresare il pannello



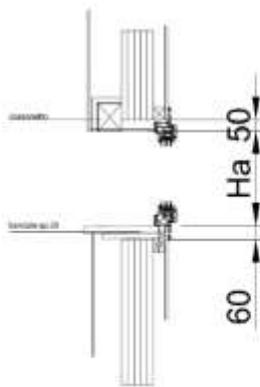
- x Indebolimento struttura
- x Impedite future modifiche



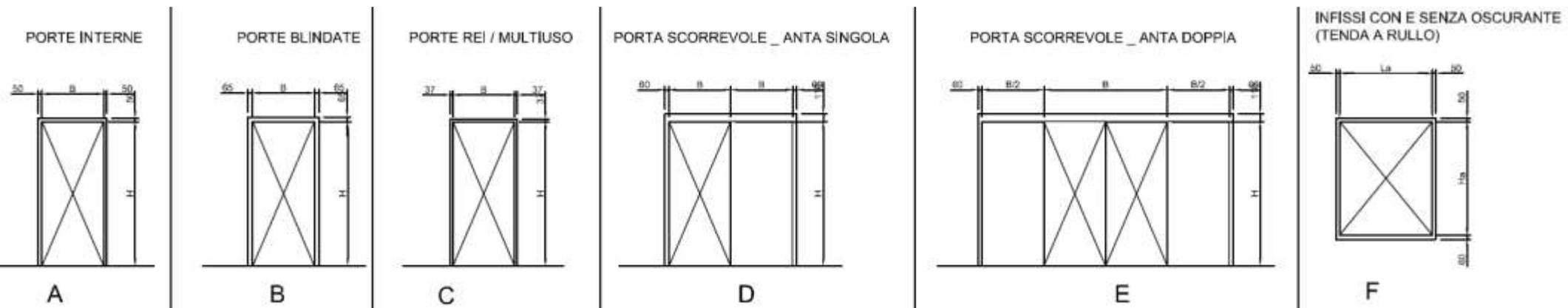
Importante definire nodo infisso per predisporre foro grezzo sul pannello



sezione orizzontale



sezione verticale





Allineamento maschi murari tra i piani



Creato passaggio interno per la fase di cantiere



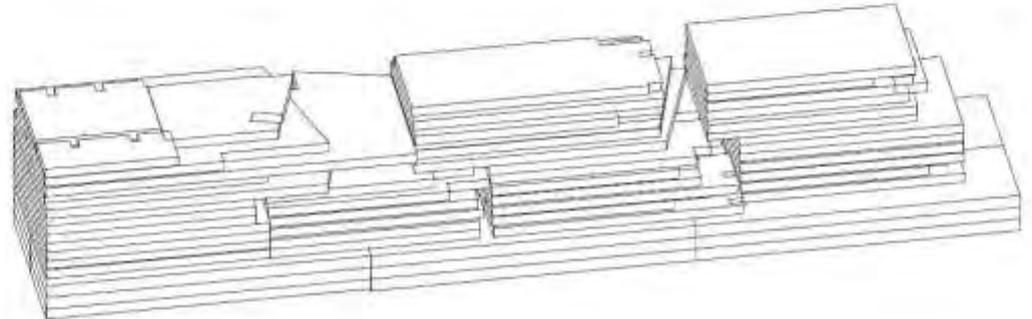
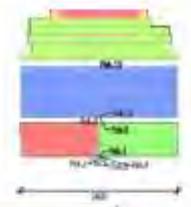
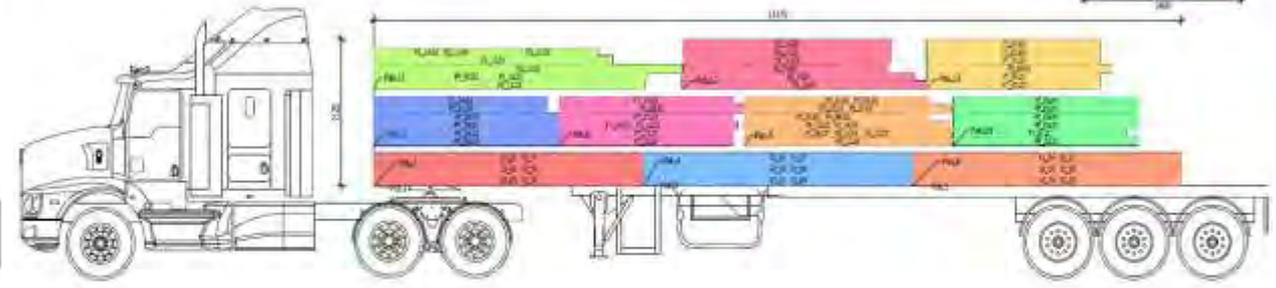
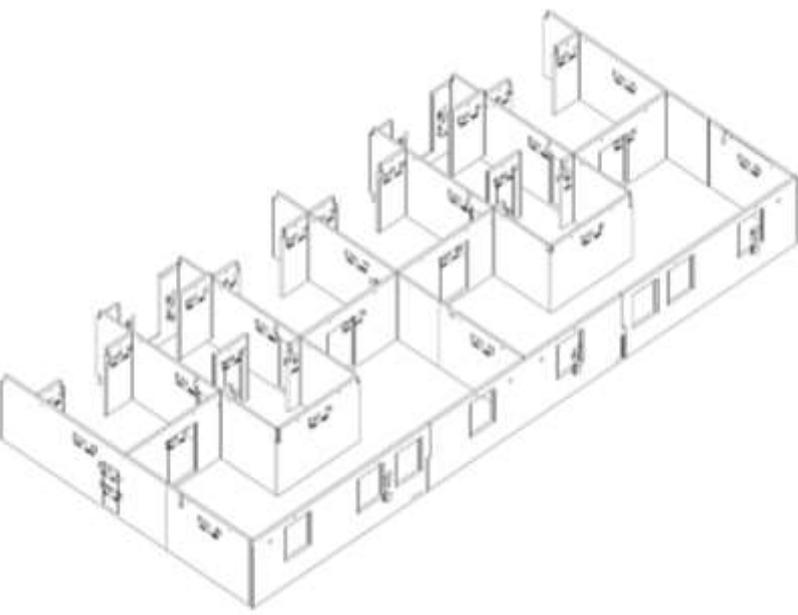
✓ tempi



Tutto il montaggio è stato deciso a monte con il fornitore al quale sono state comunicate le date per gli scarichi, i pezzi da caricare e l'ordine di carico dei pezzi in modo da evitare lo stoccaggio in cantiere.

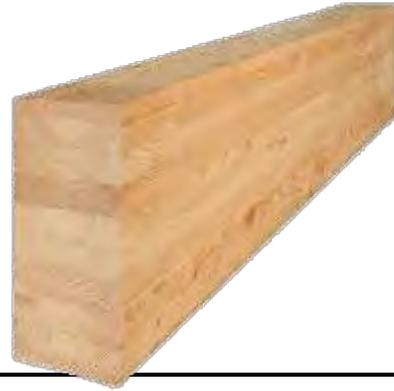
In questo modo inoltre si velocizzano molto le operazioni, arrivando a montare circa 150 mc di XLam la settimana

Pos.	Sp.	Area (m²)	Volume (mc)	Pos. II	Sp.	Area (m²)	Volume (mc)
1	150	2.500	300,0	1	150	2.500	300,0
2	150	2.500	300,0	2	150	2.500	300,0
3	150	2.500	300,0	3	150	2.500	300,0
4	150	2.500	300,0	4	150	2.500	300,0
5	150	2.500	300,0	5	150	2.500	300,0
6	150	2.500	300,0	6	150	2.500	300,0
7	150	2.500	300,0	7	150	2.500	300,0
8	150	2.500	300,0	8	150	2.500	300,0
9	150	2.500	300,0	9	150	2.500	300,0
10	150	2.500	300,0	10	150	2.500	300,0
11	150	2.500	300,0	11	150	2.500	300,0
12	150	2.500	300,0	12	150	2.500	300,0
13	150	2.500	300,0	13	150	2.500	300,0
14	150	2.500	300,0	14	150	2.500	300,0
15	150	2.500	300,0	15	150	2.500	300,0
16	150	2.500	300,0	16	150	2.500	300,0
17	150	2.500	300,0	17	150	2.500	300,0
18	150	2.500	300,0	18	150	2.500	300,0
19	150	2.500	300,0	19	150	2.500	300,0
20	150	2.500	300,0	20	150	2.500	300,0
21	150	2.500	300,0	21	150	2.500	300,0
22	150	2.500	300,0	22	150	2.500	300,0
23	150	2.500	300,0	23	150	2.500	300,0
24	150	2.500	300,0	24	150	2.500	300,0
25	150	2.500	300,0	25	150	2.500	300,0
26	150	2.500	300,0	26	150	2.500	300,0
27	150	2.500	300,0	27	150	2.500	300,0
28	150	2.500	300,0	28	150	2.500	300,0
29	150	2.500	300,0	29	150	2.500	300,0
30	150	2.500	300,0	30	150	2.500	300,0





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



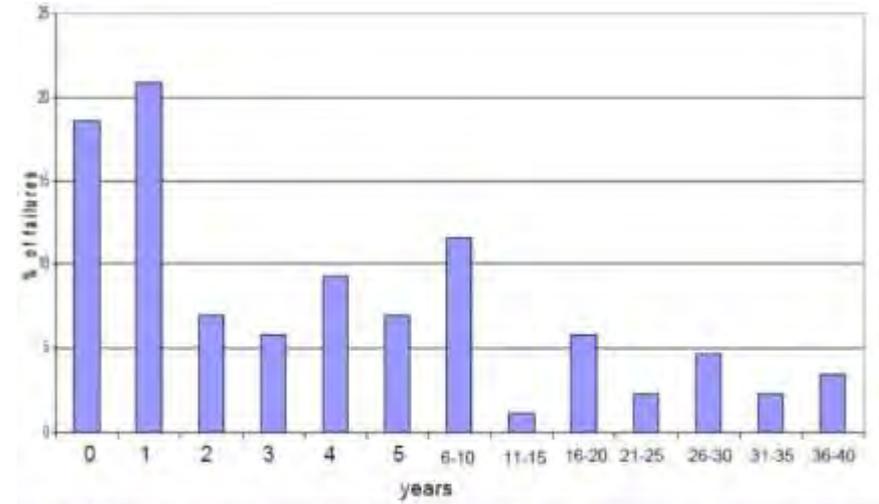
Il montaggio della struttura in legno è iniziato il 14 Dicembre 2015 ed è terminato il 29 Aprile 2016, per un totale di 71 giorni lavorativi effettivi



2015	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
2016	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S	S M T W T F S
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31



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

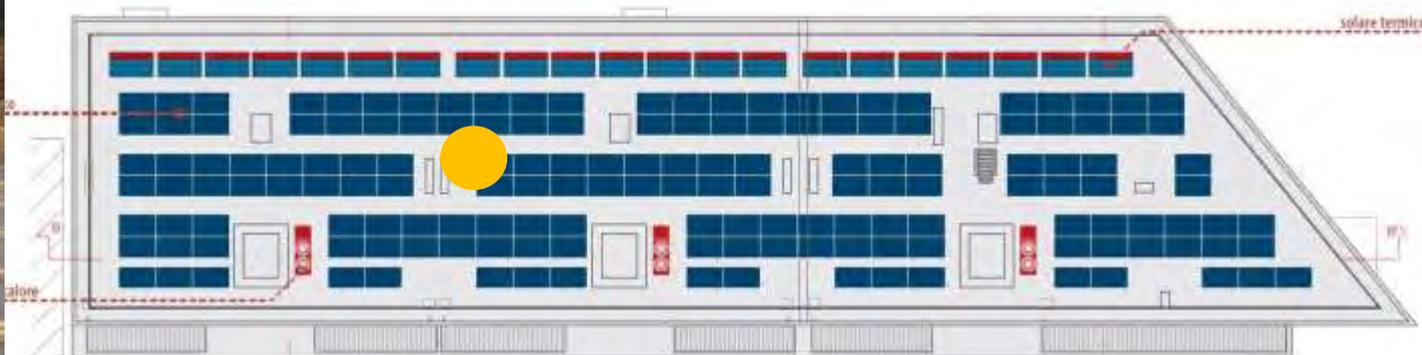


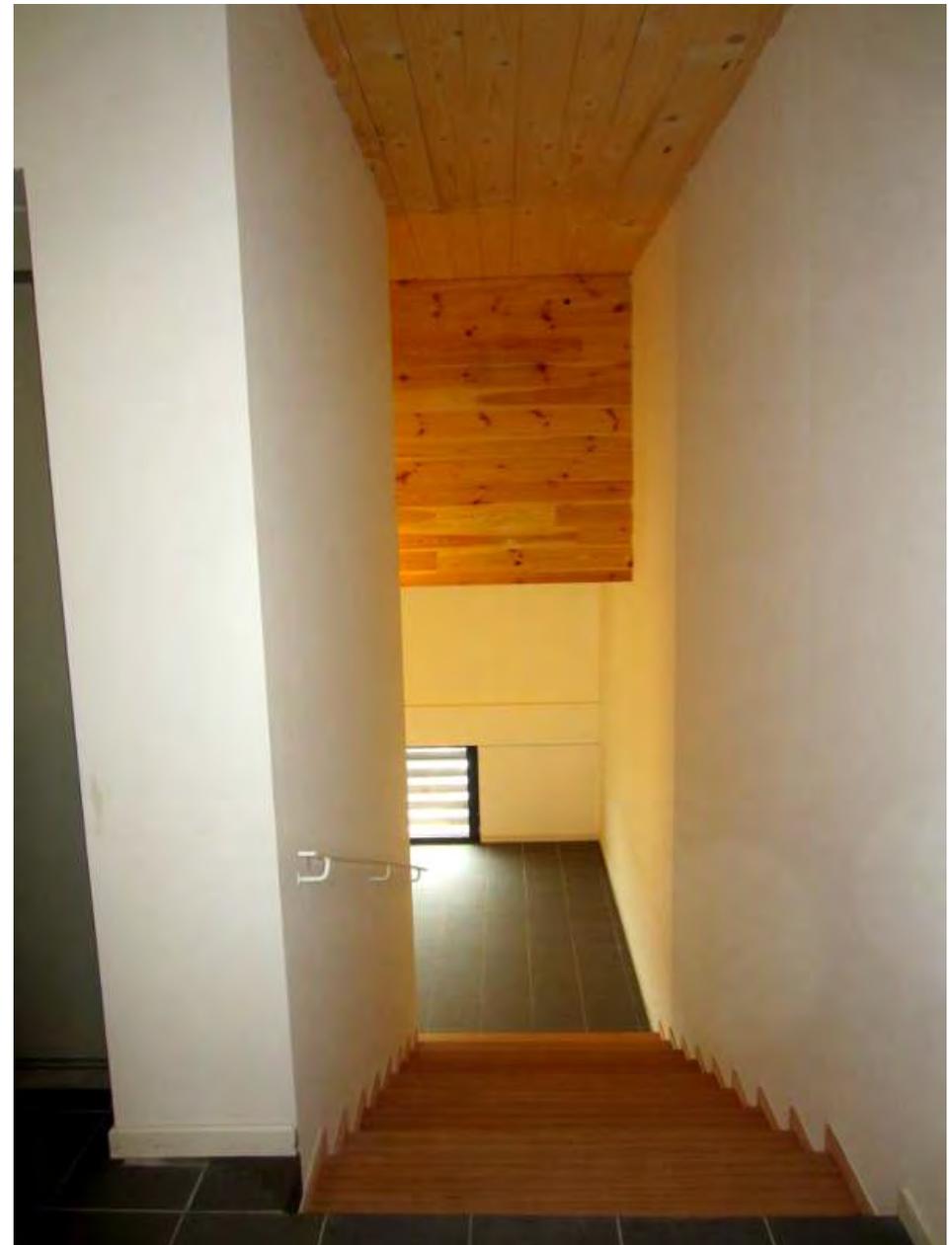


PIANTA PT



PIANTA PIANO TERZO







ING MAURIZIO FOLLESA – EDIFICI MULTIPIANO IN LEGNO. DETTAGLI COSTRUTTIVI PER DURABILITÀ E MONTAGGIO



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

Ing. Maurizio Follesa PhD

dedaLEGNO
design & research of limber structures

