



ESEMPI DI REALIZZAZIONE DI EDIFICI MULTIPIANO CON XLAM IN ZONA SISMICA

VERONA – 15/03/2013

NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

D.MIN. INFRASTRUTTURE 14 GENNAIO 2008

Trattazione specifica della norma tecnica

- Par. 4.4 Costruzioni di legno
- Par. 7.7 Progettazione per azioni sismiche – Costruzioni in legno
- Par. 11.7 Materiali e prodotti a base di legno



Edifici con struttura in legno

Par. 7.2.2 Caratteristiche generali delle costruzioni

Altezza massima dei nuovi edifici

Per le costruzioni di legno e di muratura non armata che **non accedono alle riserve anaelastiche** delle strutture, ricadenti in zona 1, è fissata una **altezza massima pari a due piani** dal piano di campagna, ovvero dal ciglio della strada. Il solaio di copertura del secondo piano non può essere calpestio di volume abitabile.

Per le altre zone l'altezza massima degli edifici deve essere opportunamente limitata **in funzione della loro capacità deformativa e dissipativa** e della classificazione sismica del territorio

Edifici multipiano

ZONA SISMICA 1

Condizione di progetto	Numero piani
Non accedono alle riserve anaelastiche	2 + interrati
Accedono alle riserve anaelastiche	Nessuna limitazione Vale il principio prestazionale

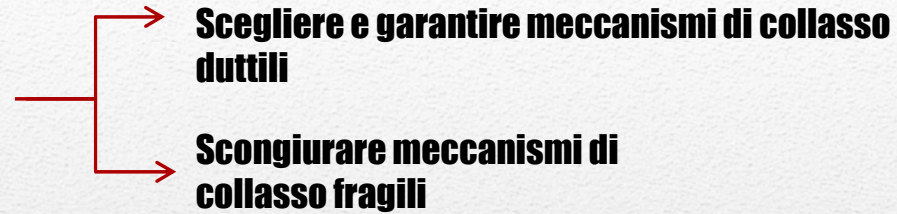
ZONA SISMICA DIVERSA DA 1

Nessuna limitazione al numero dei piani Vale il principio prestazionale	

Limitazione in altezza

PRINCIPI COSTRUTTIVI PER EDIFICI IN LEGNO IN ZONA SISMICA

Progettare strutture duttili



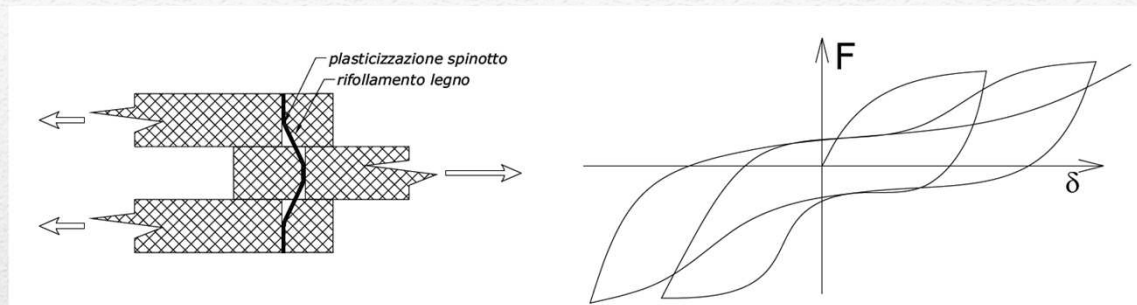
Gerarchia delle resistenze



PRINCIPI COSTRUTTIVI PER EDIFICI IN LEGNO IN ZONA SISMICA

Conessioni

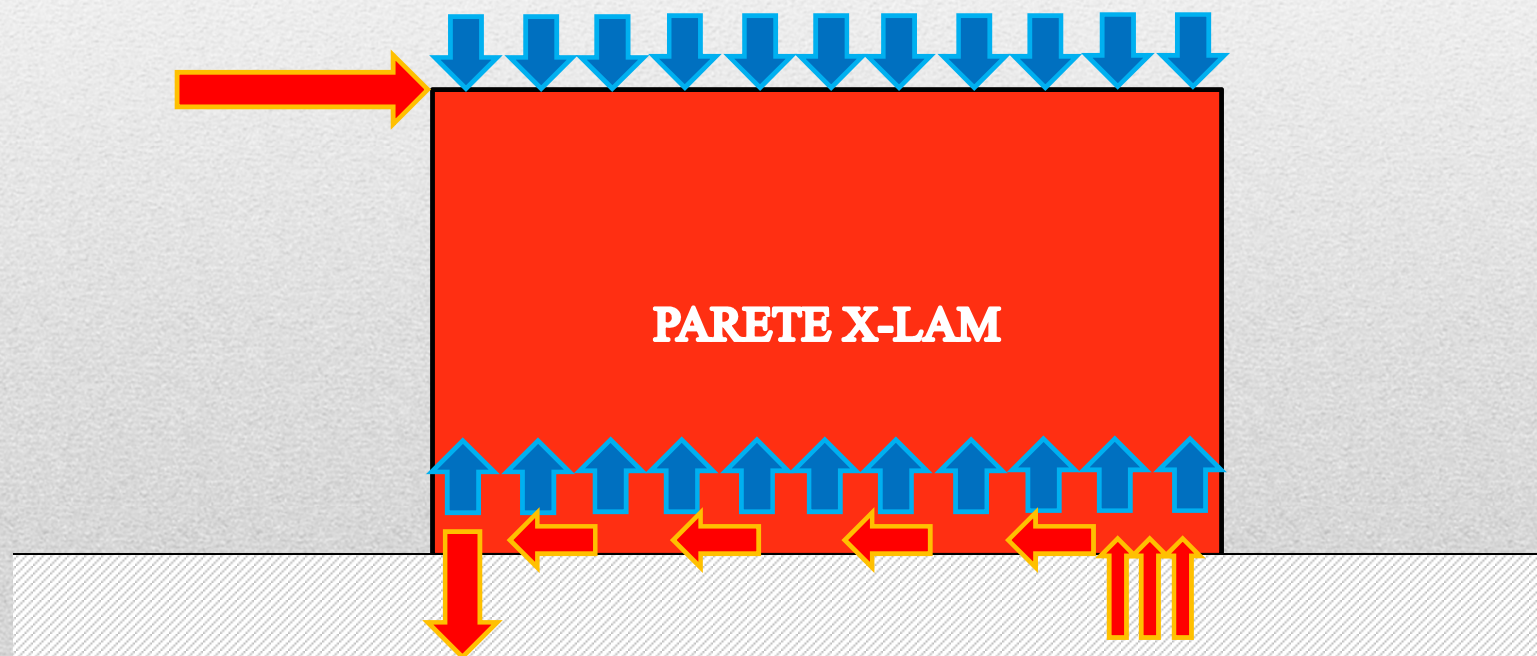
→ **Comportamento duttile**

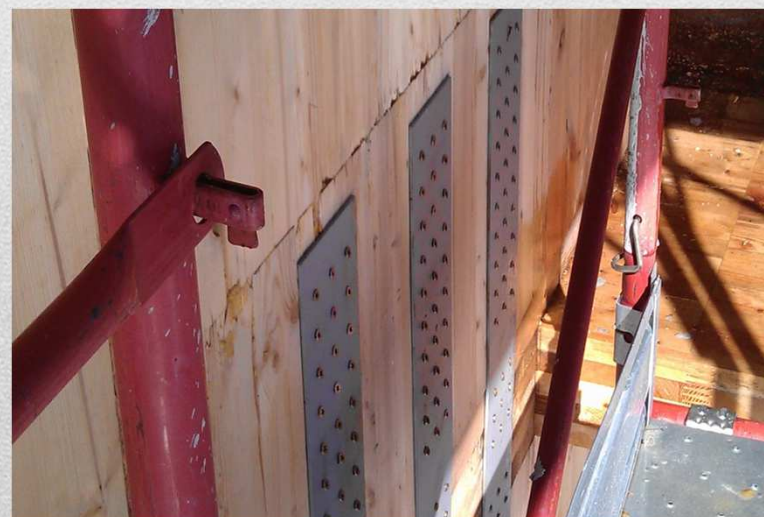
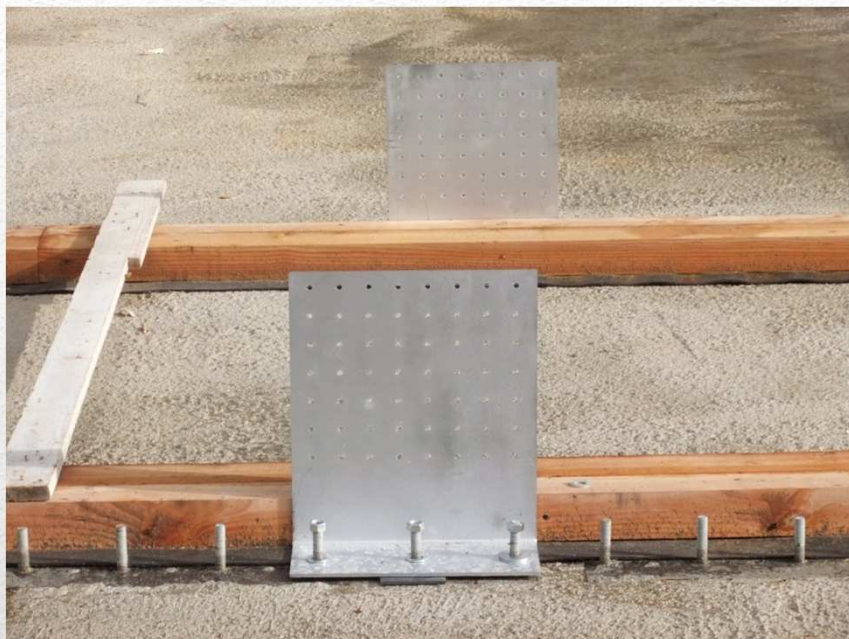


PRINCIPI COSTRUTTIVI PER EDIFICI IN LEGNO IN ZONA SISMICA

Forze verticali → parete (sollecitata a pressoflessione)

Forze orizzontali → parete (sollecitata a taglio e ribaltamento)





LE CONNESSIONI

Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



LE CONNESSIONI

Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



LE CONNESSIONI

Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it

ASPETTI CONCETTUALI DELLA PROGETTAZIONE

Gli edifici in legno sismoresistenti possono essere:

- a) A comportamento dissipativo
 - CD A
 - CD B
- b) A comportamento non dissipativo

LE ZONE DISSIPATIVE DEVONO ESSERE LOCALIZZATE NEI COLLEGAMENTI



FATTORE DI STRUTTURA

Classe		q_0	Esempi di strutture
A	Strutture aventi una alta capacità di dissipazione energetica	3,0	Pannelli di parete chiodati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi e bulloni; strutture reticolari con giunti chiodati
		4,0	Portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico, spinotti e bulloni (con le precisazioni contenute nei seguenti capoversi del § 7.7.3)
		5,0	Pannelli di parete chiodati con diaframmi chiodati, collegati mediante chiodi e bulloni
B	Strutture aventi una bassa capacità di dissipazione energetica	2,0	Pannelli di parete incollati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi e bulloni; strutture reticolari con collegamenti a mezzo di bulloni o spinotti; strutture cosiddette miste, ovvero con intelaiatura (sismo-resistente) in legno e tamponature non portanti Portali isostatici con giunti con mezzi di unione a gambo cilindrico, spinotti e bulloni (con le precisazioni contenute nei seguenti capoversi del § 7.7.3)
		2,5	Portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico, spinotti e bulloni (con le precisazioni contenute nei seguenti capoversi del § 7.7.3)

Tipologie strutturali e fattori di struttura q_0 per le classi di duttilità

FATTORE DI STRUTTURA PER STRUTTURE SCARSAMENTE DISSIPATIVE

$$q = 1,5$$

La sperimentazione su edifici multipiano in legno (*cf. Ing. Maurizio Follesa CNR*) ha indicato valori del fattore di struttura che su otto casi analizzati per 7 volte superava il valore 3 e per due volte il valore 4

Tipologie strutturali e fattori di struttura q_0 per le classi di duttilità

MATERIALI E CERTIFICAZIONE

E' POSSIBILE SOLO L'IMPIEGO DEI SEGUENTI MATERIALI

- A) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE.
- B) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata per i quali il produttore abbia volontariamente optato per la Marcatura CE;
- C) materiali e prodotti per uso strutturale innovativi non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi il produttore potrà pervenire alla Marcatura CE in conformità a Benestare Tecnici Europei (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un **Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego** rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale sulla base di **Linee Guida** approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

PRIMO ESEMPIO

L'Aquila. Loc. Paganica .

- Piani fuori terra 4
- Piani interrati 1

Edificio per 24 alloggi

Pareti

- XLAM 20-16-12cm
- SOLAI :Tradizionali



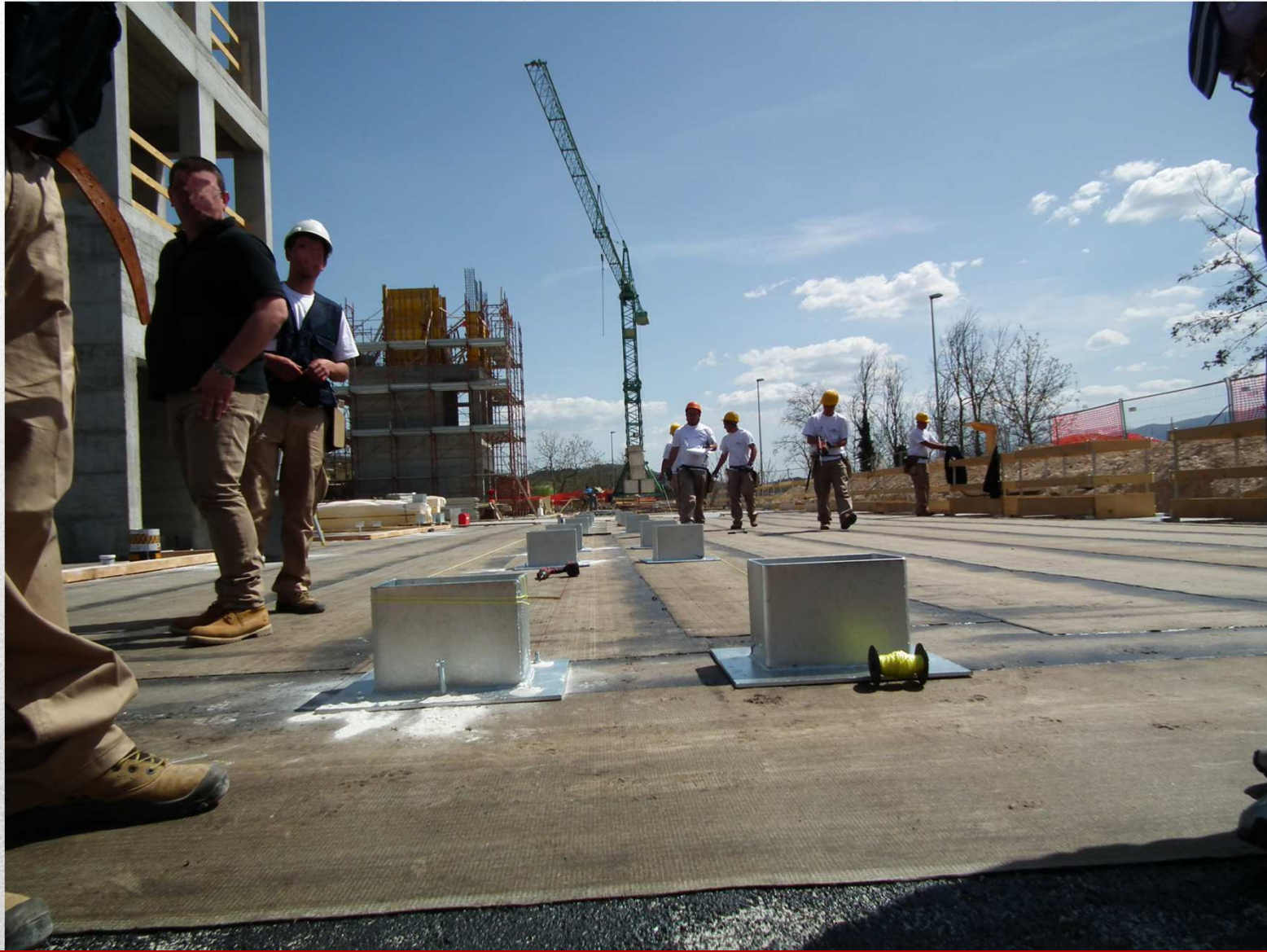
EDIFICIO XLAM — Solai Tradizionali

Strutture: Ing. Agostino Presutti

**Strutture interrato in c.a. e
solaio di base**







Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it





Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it





Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it

VANTAGGI

- Uso del legno con finalità estetiche
- Flessibilità interna indipendente dalle pareti

SVANTAGGI

- Estradossatura delle travi
- Maggiori tempi di montaggio (riferiti a solai XLAM)
- Forte caratterizzazione dell'elemento

NELLA MODELLAZIONE SISMICA

- I solai sono deformabili (Il comportamento rigido deve essere ottenuto con getto in cls supplementare)
- Ogni singolo elemento del solaio deve essere modellato e verificato secondo le N.T.C- 14/01/2008

SISTEMA XLAM CON SOLAI TRADIZIONALI

ROCCARASO (AQ)

Alexander Residence

- Piani fuori terra 6
- Piani interrati 1

Edificio per 24 alloggi

Pareti

- XLAM 20-16 cm
- XLAM 20 cm
- Piano Interrato in C.a
- Fondazione a platea



EDIFICIO XLAM – Solai XLAM

Strutture: Ing. Agostino Presutti

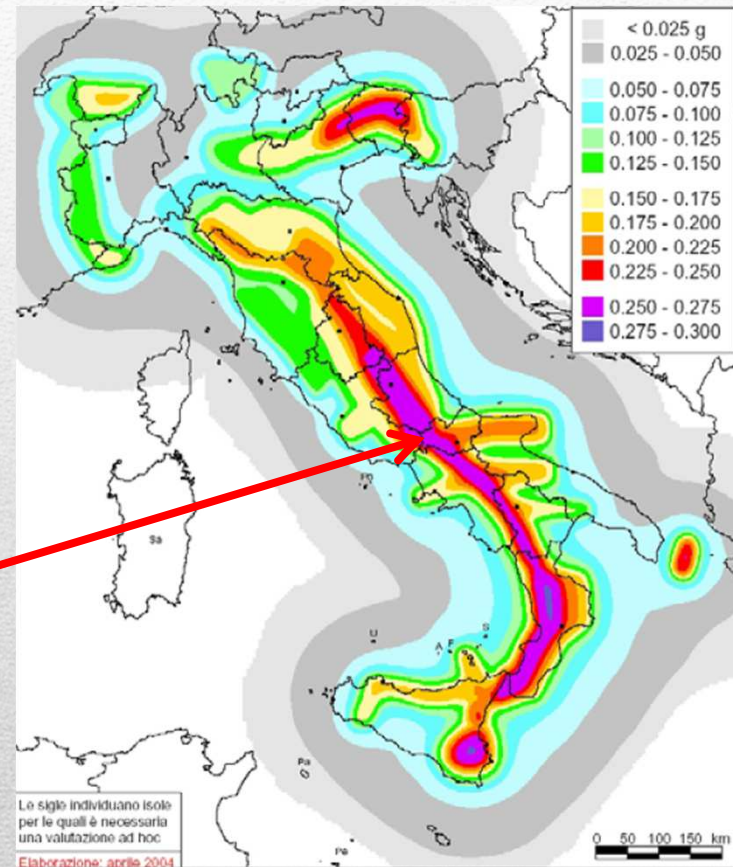


ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

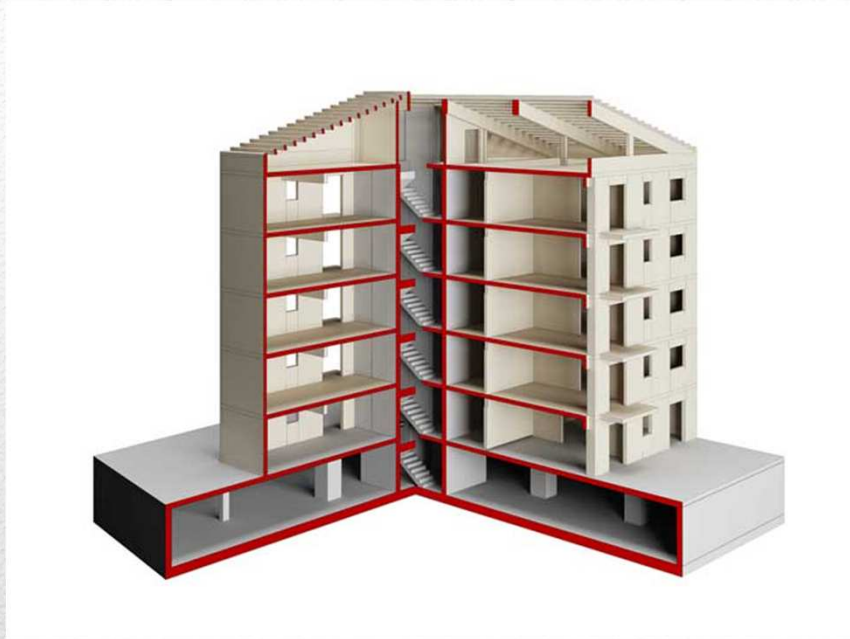
Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 20 marzo 2003 n.3274, All.1)

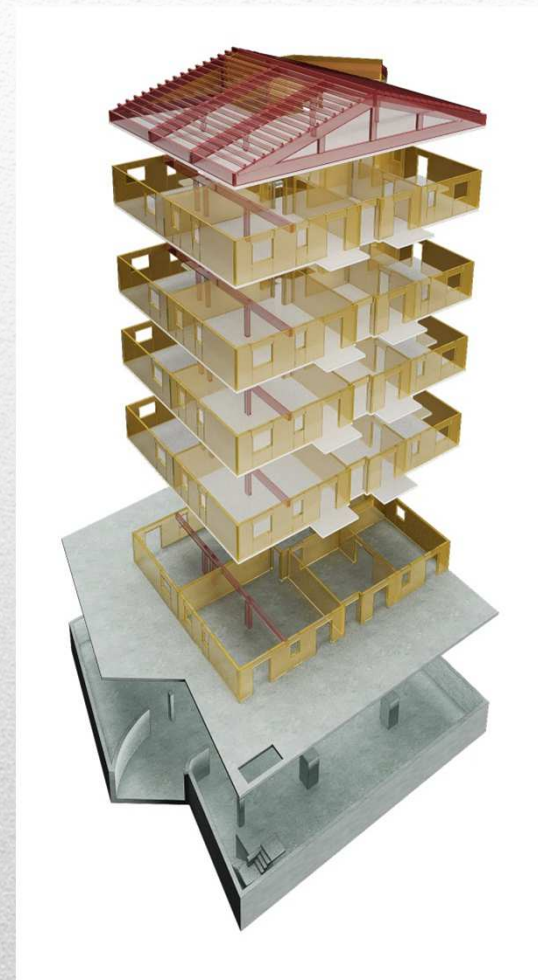
espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max})
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, All.2, 3.1)



LA MODELLAZIONE

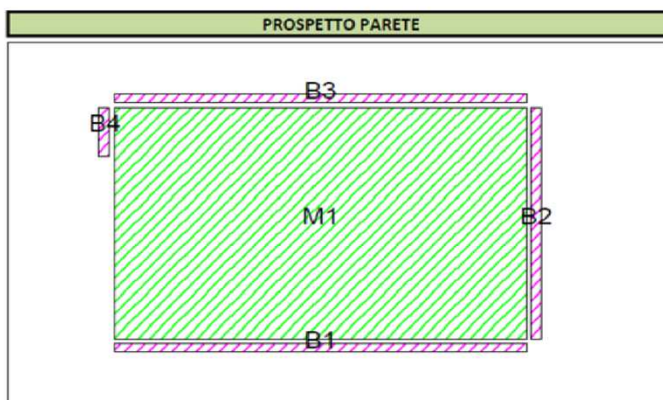


- Carico neve al suolo 360 Kg/mq
- Carico vento (orizzontale) 170 Kg/mq



ANALISI DEI RISULTATI DI CALCOLO

NUMERO PIANO	NUMERO PARETE	DIMENSIONI	DESCRIZIONE PARETE				
0	60	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Lunghezza [cm]</th> <th>Altezza [cm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">412,7</td> <td style="text-align: center;">266</td> </tr> </tbody> </table>	Lunghezza [cm]	Altezza [cm]	412,7	266	Parete in legno da Piano Terra a Piano Primo (21.31; 21.38)-(25.44; 21.38)
Lunghezza [cm]	Altezza [cm]						
412,7	266						



SOLLECITAZIONI

BORDO	T_p [daN]	T_r [daN]	N [daN]	M_p [daN-cm]	M_r [daN-cm]	M_t [daN-cm]
1	51.716	468	36.628	17.014.061	5.622	103.277
2	35.937	172	3.879	771.835	4.978	39.556
3	51.574	55	56.161	9.871.645	26.921	46.395
4	11.909	218	2.507	115.548	6.067	6.205

VERIFICA A RIBALTAMENTO

BORDO	Tipo hold-down	Numero hold-down	Lati collegam.	$F_d + M_d$ [daN]	R_d [daN]	Verifica $F_d/R_d < 1$	Risultato Verifica
1	htt_22	22	1	41.226	55.000	0,75	OK

VERIFICA A SCORRIMENTO

BORDO	Tipo collegam.	Numero collegam.	Lati collegam.	V_d [daN]	R_d [daN]	Interasse [cm]	Verifica $F_d/R_d < 1$	Risultato Verifica
1	ang_01	50	1	51.716	57.500	8	0,90	OK
3	ang_01	50	1	51.574	57.500	8	0,90	OK

VERIFICA COLLEGAMENTO PARETE-PARETE

BORDO	Tipo collegam.	Numero collegam.	V_d [daN]	R_d [daN]	Interasse [cm]	Verifica $V_d/R_d < 1$	Risultato Verifica
2	clg_01	25	3879	5.430	10	0,71	OK



**REALIZZAZIONE DELLE STRUTTURE IN
CEMENTO ARMATO**

INIZIO LAVORI STRUTTURALI

PLATEA DI FONDAZIONE



PIANO INTERRATO

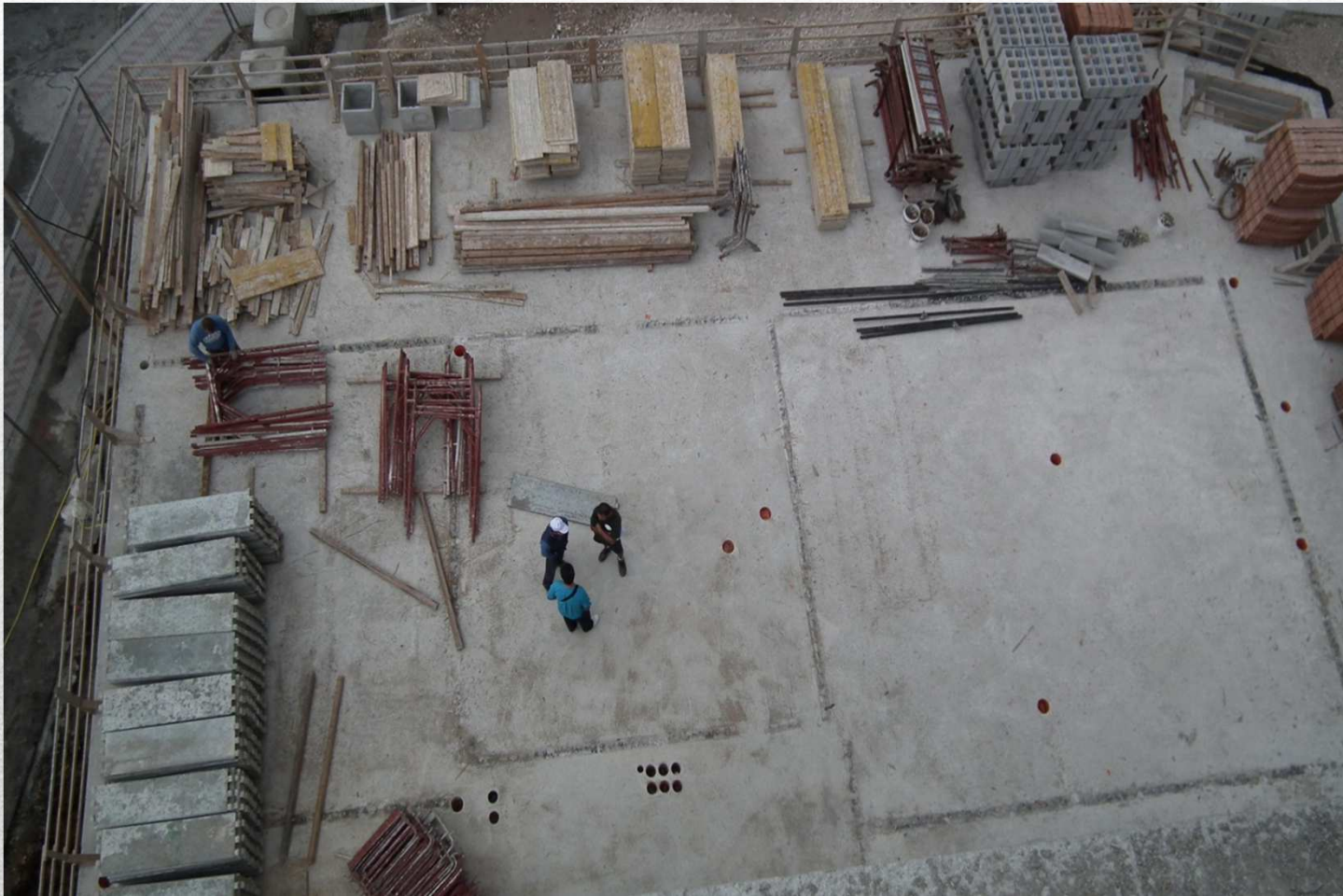






ELEMENTI DI CONNESSIONE DI BASE

ULTIMAZIONE SOLETTA DI BASE



- Superficie in pianta della soletta 700 mq
- Spessore della soletta in c.a. 35 cm
- Volumi interrati 1750 mc
- Tempistica di esecuzione mesi due
- Tempi di esecuzione vano scala mesi uno
- Fermo cantiere per blocco attività (stagione turistica mesi due)
- **Unità uomo impiegate in media 7**

ALCUNI DATI



**REALIZZAZIONE DELLE STRUTTURE IN
ELEVAZIONI IN LEGNO**

INIZIO LAVORI STRUTTURALI

POSIZIONAMENTO TRAVI DI BASE IN LARICE



PRIMO SCARICO PANNELLI XLAM



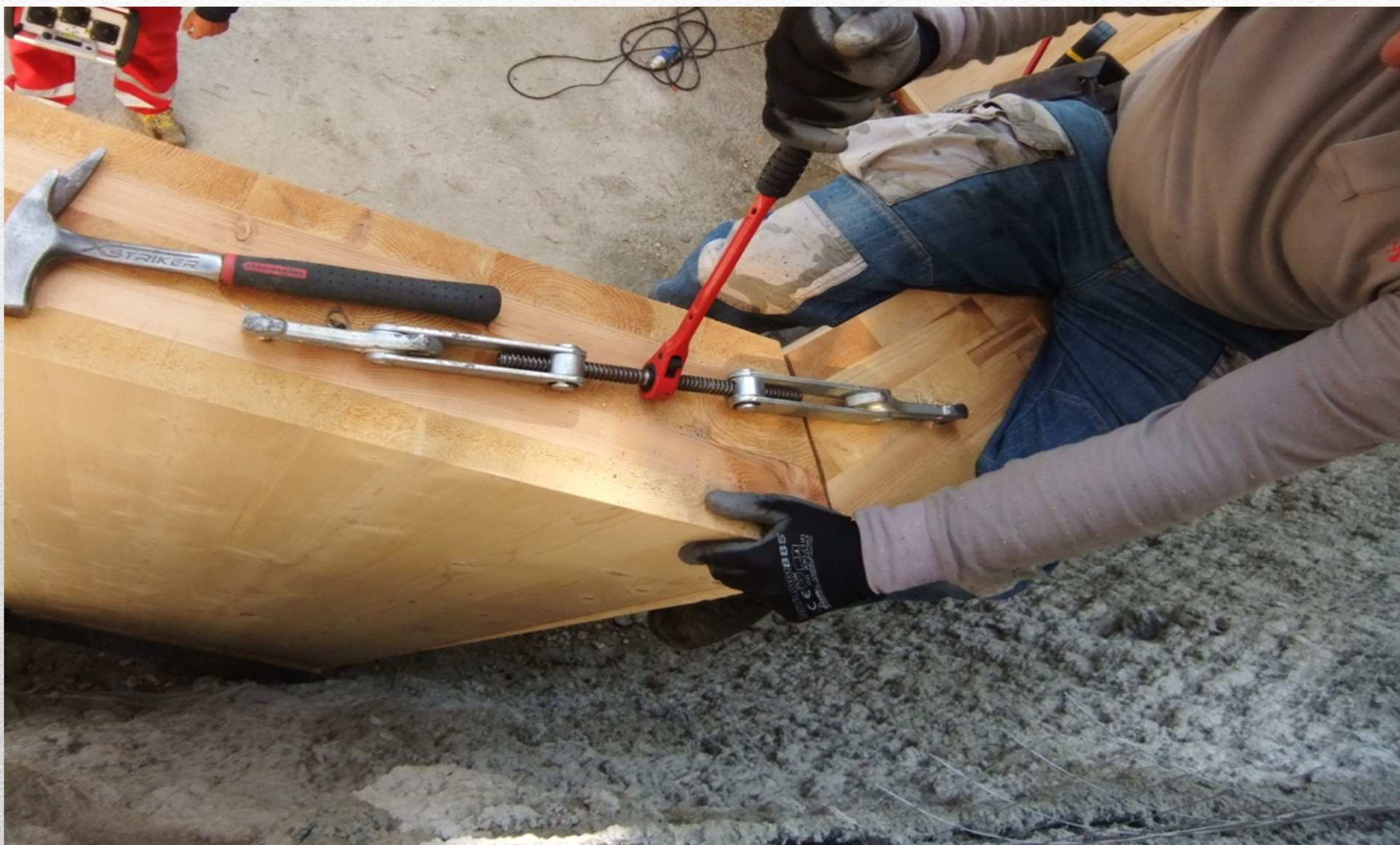
INIZIO MONTAGGIO PANNELLI



INIZIO MONTAGGIO PANNELLI



INIZIO MONTAGGIO PANNELLI



PRIMA SETTIMANA

FISSAGGIO PARETI VERTICALI



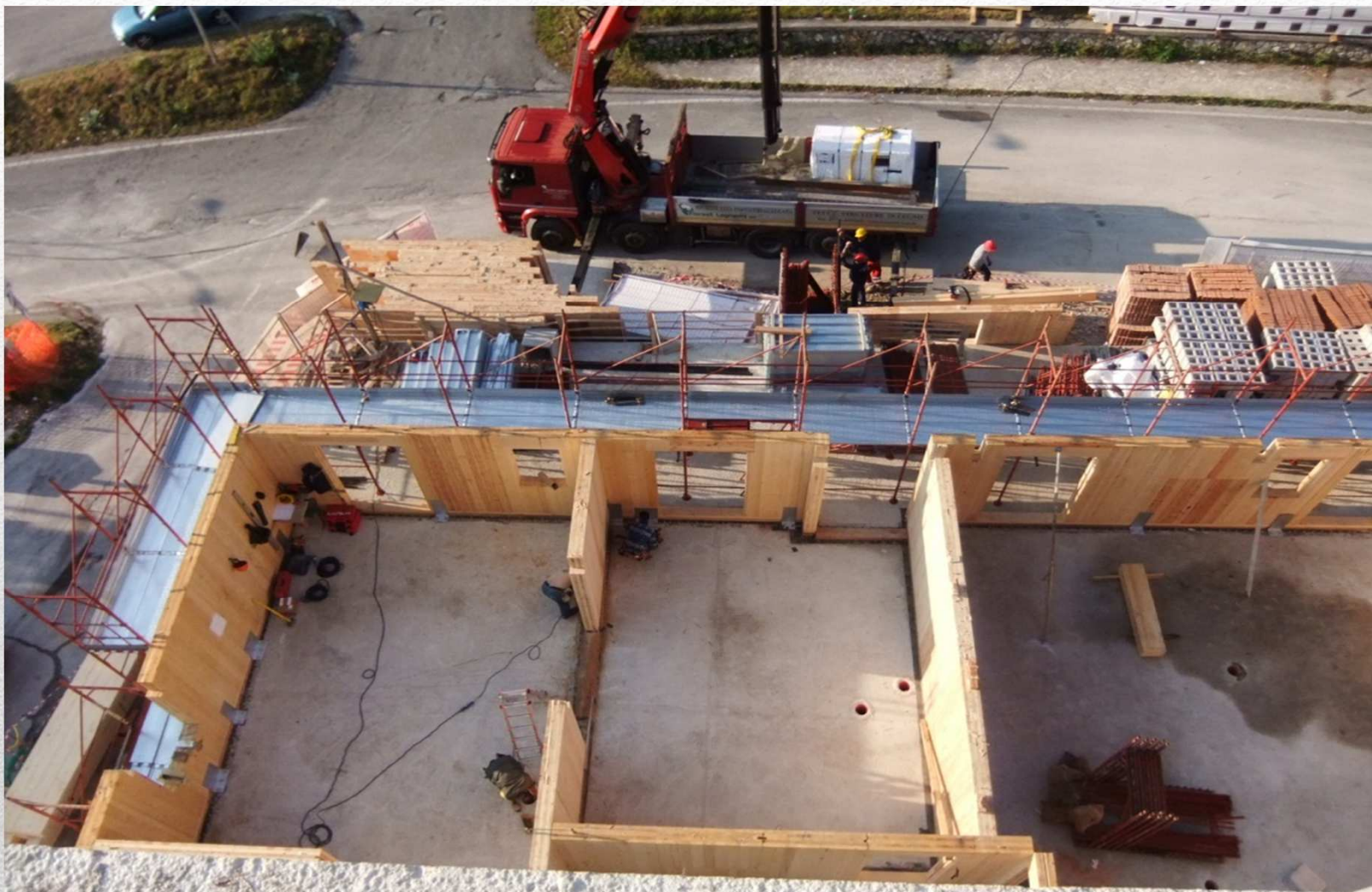
PRIMA SETTIMANA

FISSAGGIO PARETI VERTICALI



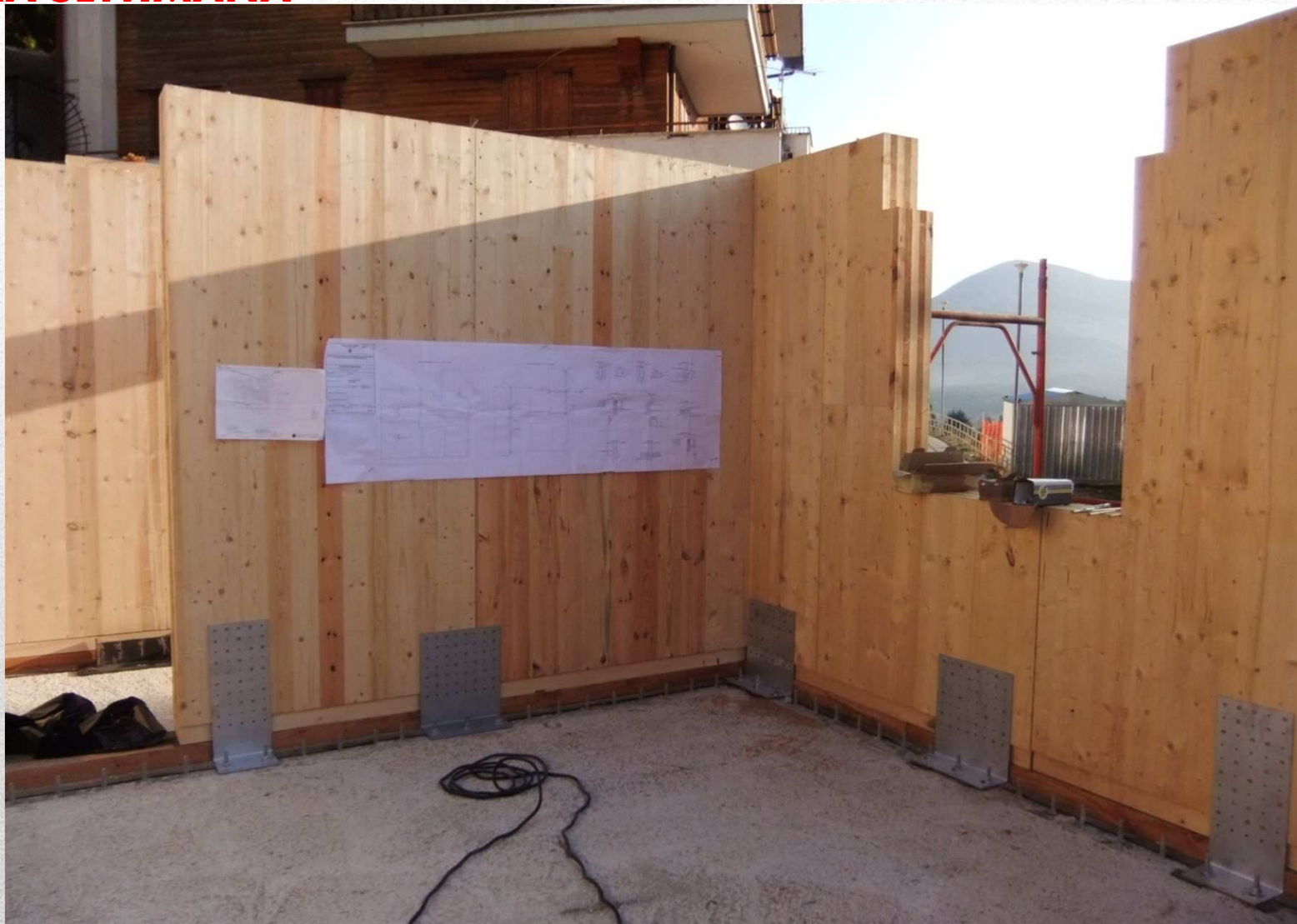
PRIMA SETTIMANA

PRIMO LIVELLO . PARETI



PRIMA SETTIMANA

PRIMO LIVELLO . PARETI



PRIMA SETTIMANA

PRIMO LIV. – INIZIO MONTAGGIO SOLAIO



PRIMA SETTIMANA

PRIMO LIV. – INIZIO MONTAGGIO SOLAIO



PRIMO LIV. – INIZIO MONTAGGIO SOLAIO



PRIMA SETTIMANA

PRIMO LIV. – MONTAGGIO SOLAIO



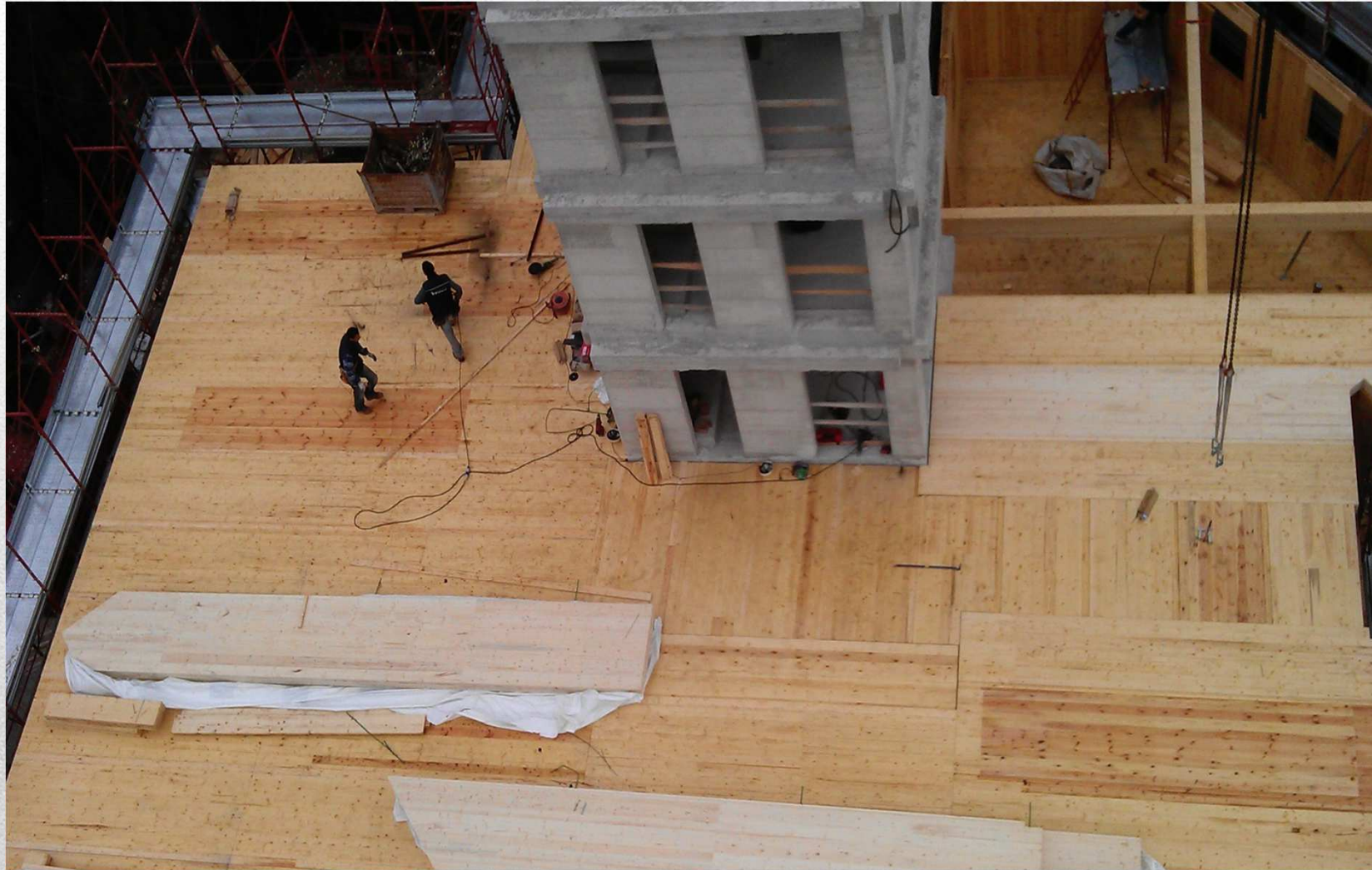
PRIMA SETTIMANA

PRIMO LIV. – MONTAGGIO SOLAIO



PRIMA SETTIMANA

PRIMO LIV. – MONTAGGIO SOLAIO



PRIMA SETTIMANA

PRIMO LIV. – MONTAGGIO SOLAIO



SECONDA SETTIMANA

SECONDO LIV. – MONTAGGIO SOLAIO



TERZA SETTIMANA

TERZO LIV. – MONTAGGIO SOLAIO



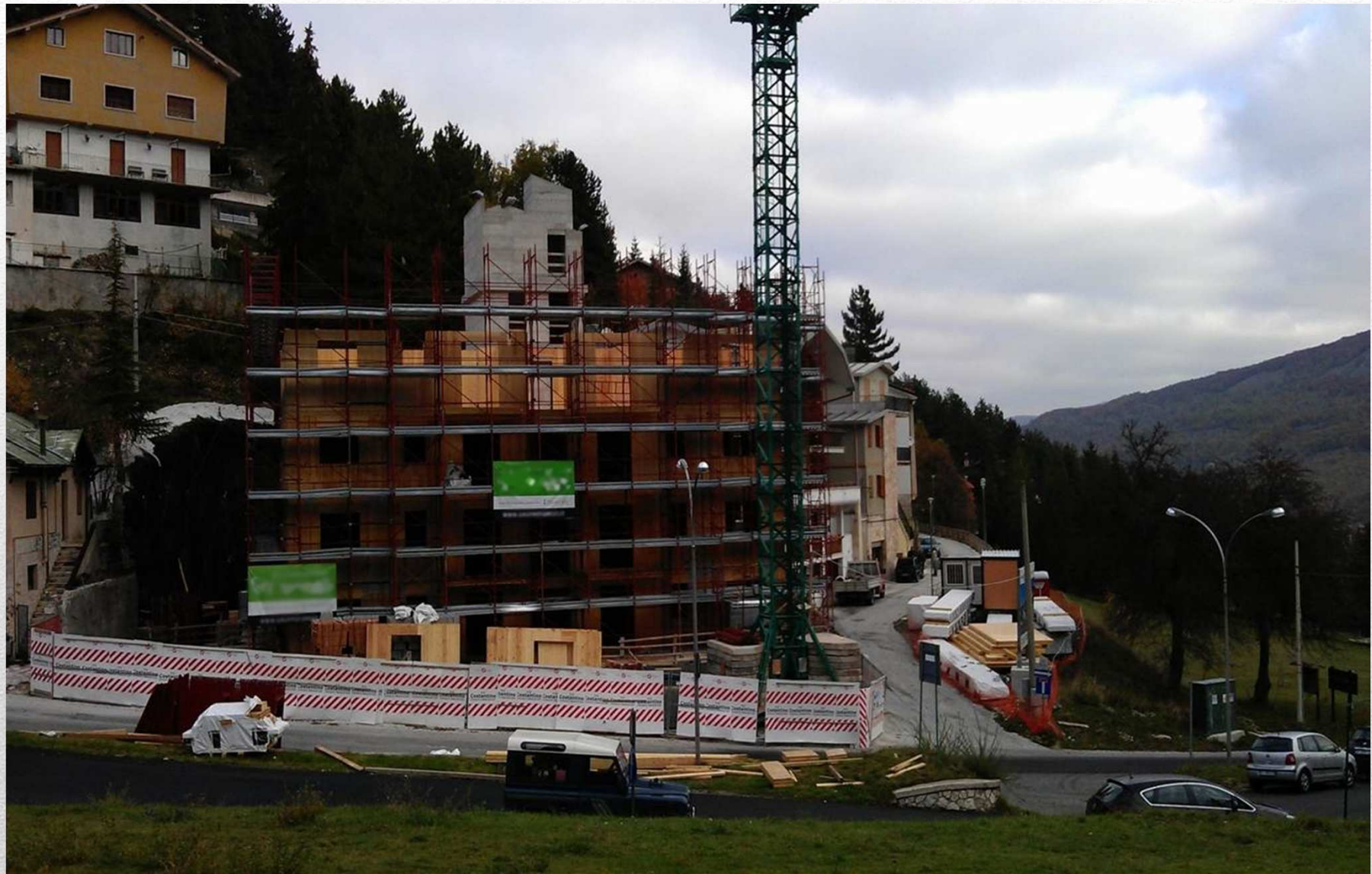
TERZA SETTIMANA

PARTICOLARE - BALCONI



QUARTA SETTIMANA

MONTAGGIO QUARTO LIVELLO



QUARTA SETTIMANA

MONTAGGIO QUARTO LIVELLO



QUARTA SETTIMANA

MONTAGGIO QUARTO LIVELLO



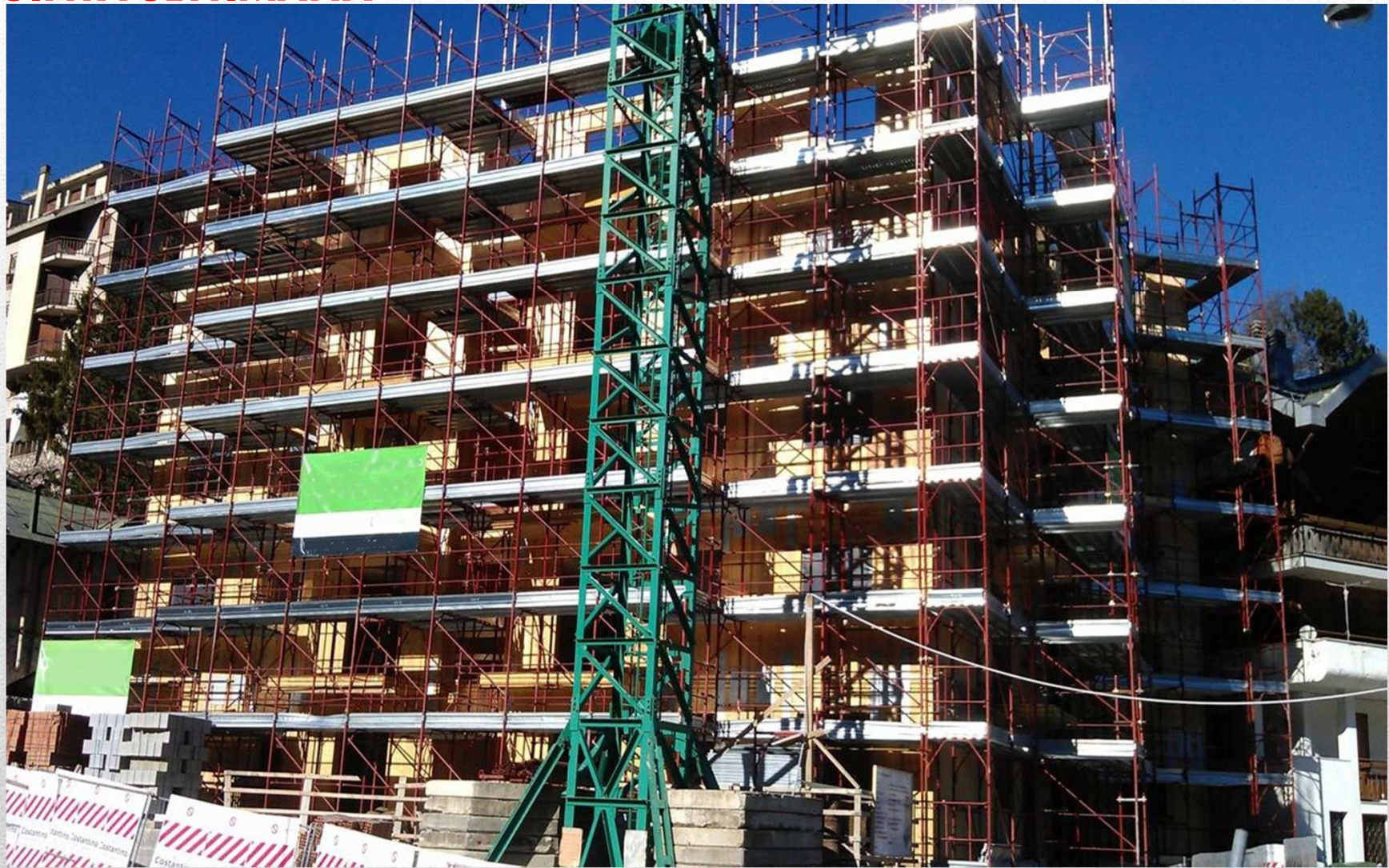
QUINTA SETTIMANA

MONTAGGIO QUINTO LIVELLO



QUINTA SETTIMANA

MONTAGGIO QUINTO LIVELLO



QUINTA SETTIMANA

MONTAGGIO QUINTO LIVELLO



QUINTA SETTIMANA

MONTAGGIO QUINTO LIVELLO



SESTA SETTIMANA

INIZIO MONTAGGIO SOTTOTETTO



SESTA SETTIMANA

INIZIO MONTAGGIO SOTTOTETTO



SESTA SETTIMANA

INIZIO MONTAGGIO SOTTOTETTO



SESTA SETTIMANA

MONTAGGIO SOTTOTETTO



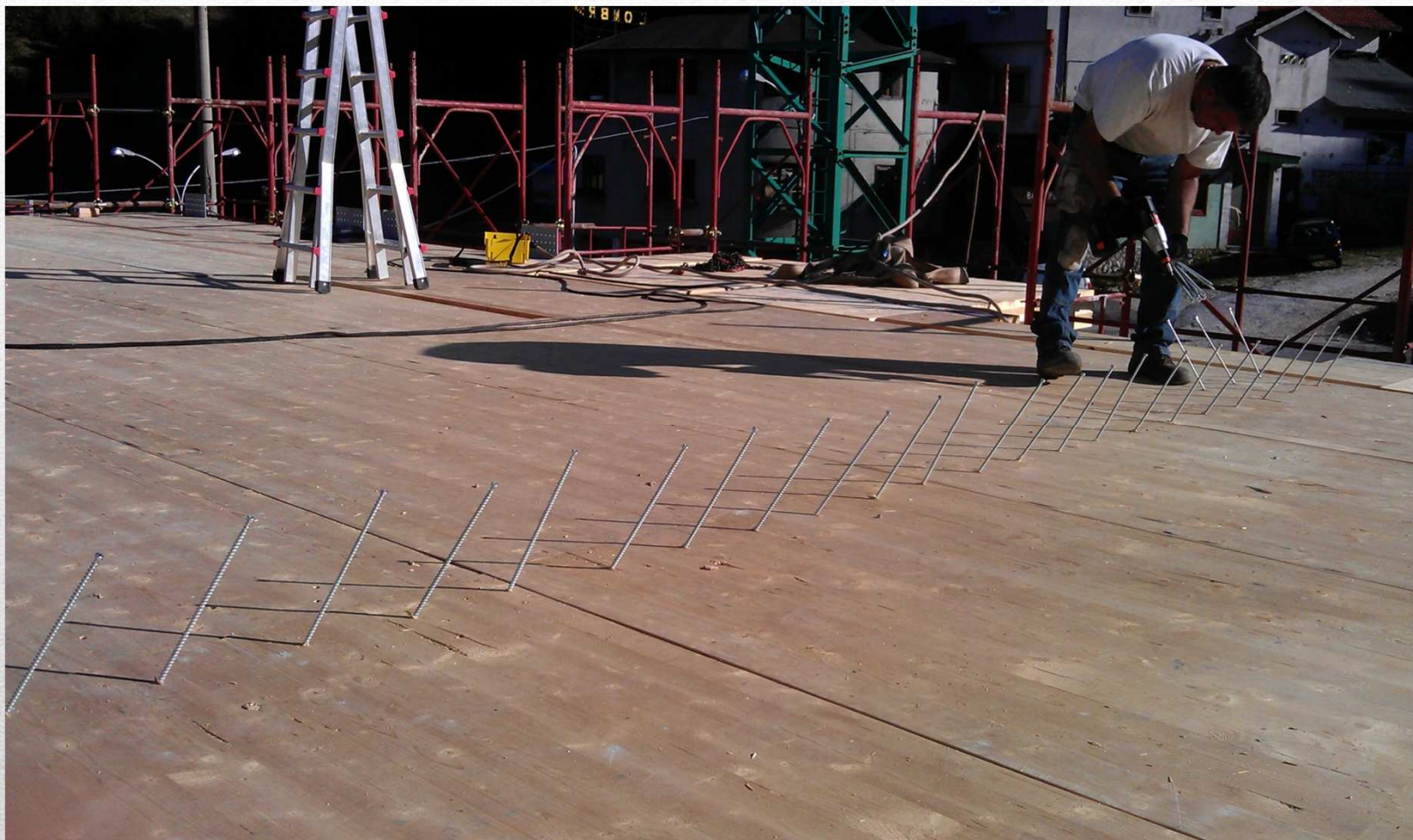
ULTIMAZIONE STRUTTURE

IL SOTTOTETTO



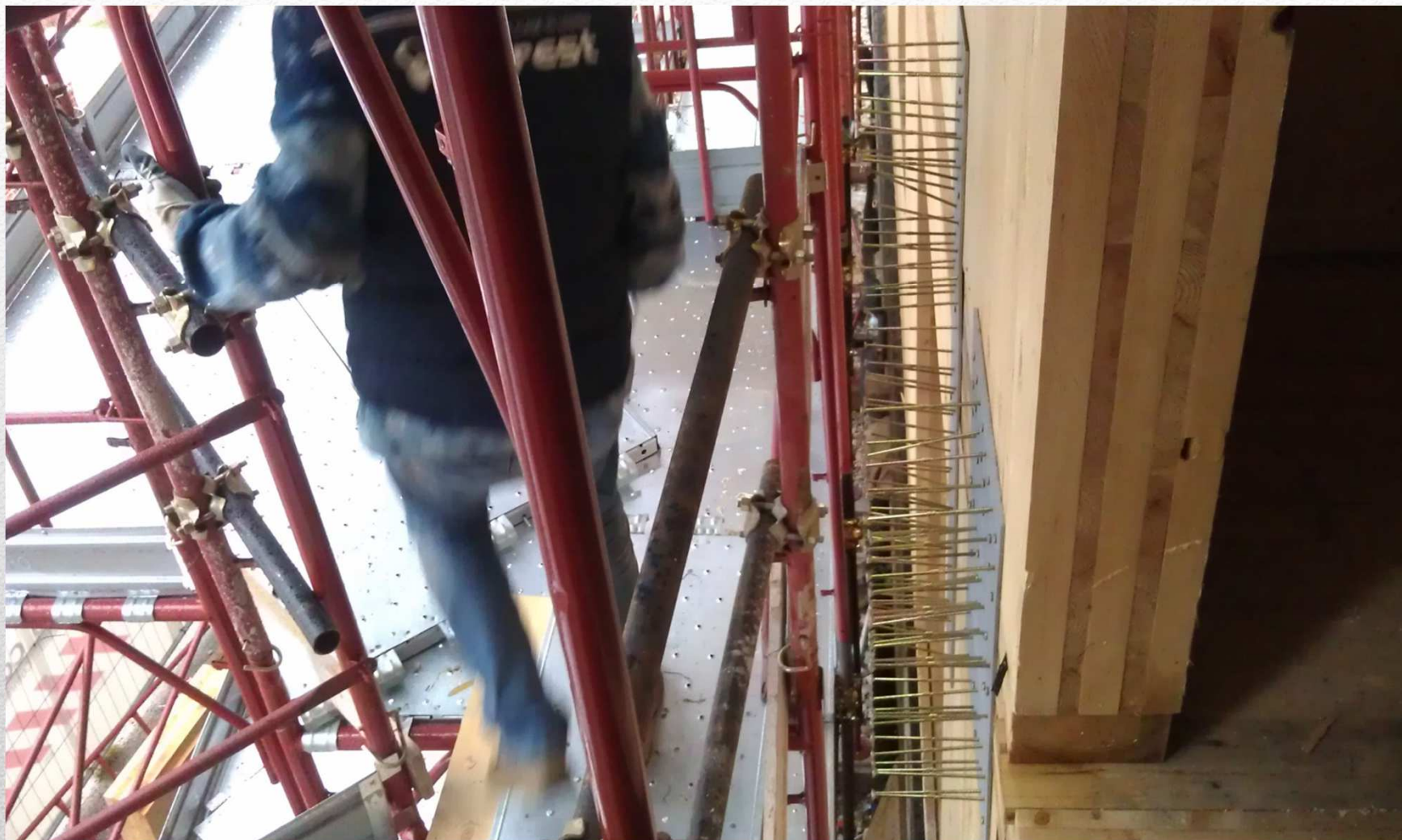
ALCUNI PARTICOLARI

FISSAGGIO LASTRE SOLAIO



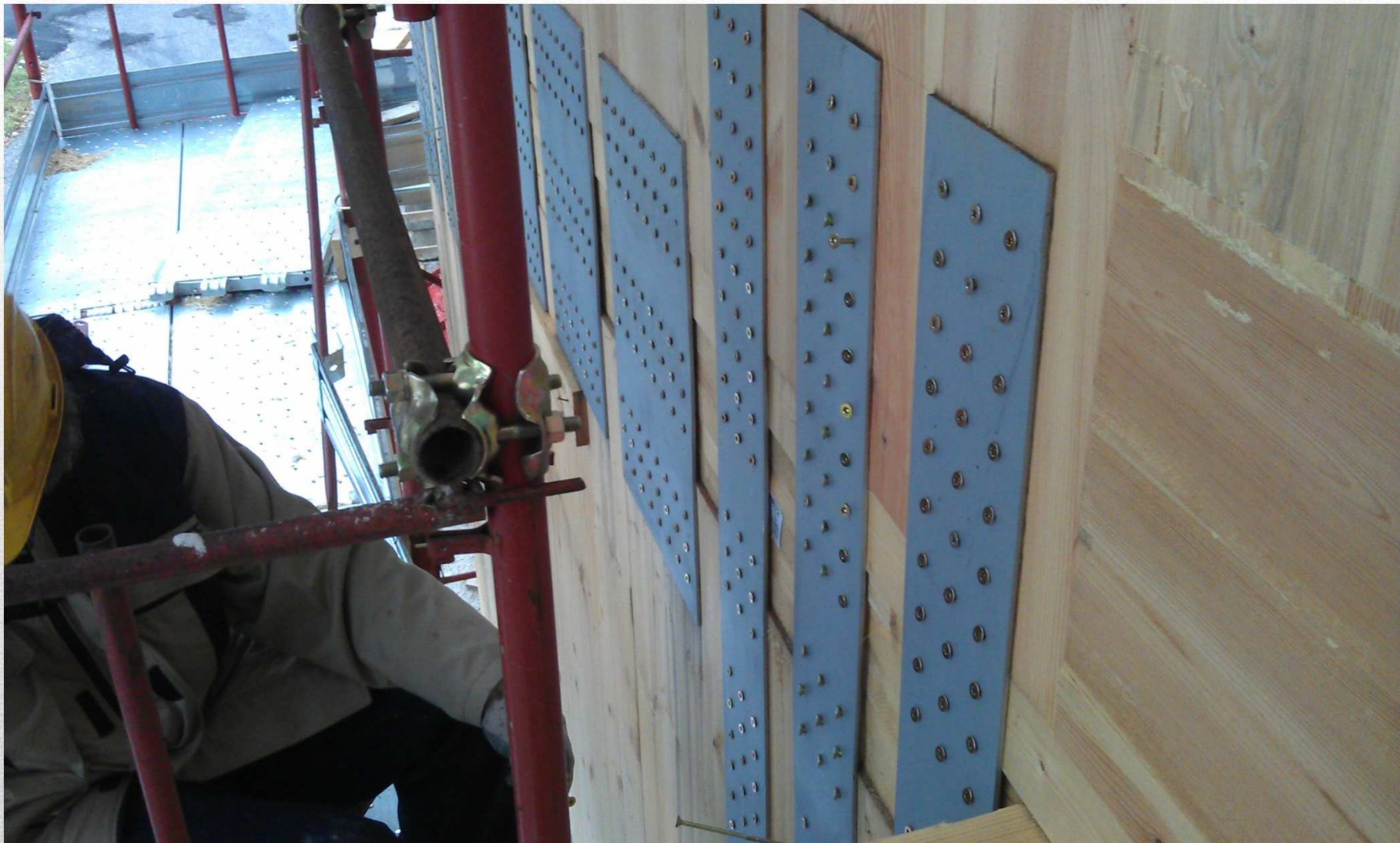
ALCUNI PARTICOLARI

FISSAGGIO LASTRE PARETE



ALCUNI PARTICOLARI

PIASTRE DI FISSAGGIO LASTRE PARETE



ALCUNI PARTICOLARI

FISSAGGIO LASTRE SOLAIO





Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



Ing. Agostino Presutti - www.idsingegneria.it



- Superficie in pianta solaio 2050 mq
- Spessore della pareti XLAM primo solaio 21 cm 5 strati
- Spessore delle pareti XLAM solai primo-quinto 16 cm 5 strati
- Numero di autotreni materiale strutture 10 + 2 per la copertura
- Aree di stoccaggio impiegate mq 60
- Attrezzatura di montaggio.
 - Trapani
 - Avvitatori
 - Motosega
 - Livello laser – filo a piombo
- Superfici di pannelli adoperati
- **Unità uomo impiegate in media 5**

ALCUNI DATI

VANTAGGI

- Tempi di montaggio ridotti
- Facilità di montaggio
- Solai privi di estradossatura
- Nessuna necessità di getto supplementare

SVANTAGGI

- Maggiore quantità di legname
- Maggiore attenzione progettuale per predisposizione cavedi e forometria

NELLA MODELLAZIONE SISMICA

- Solai rigidi – comportamento a piastra
- Comportamento scatolare della struttura

SISTEMA XLAM CON SOLAI XLAM



ESEMPI E REALIZZAZIONI

FIUMICINO (Roma)



XLAM-Solai Tradiz.



Progettazione Architettonica : **Arch. Aquilina Santini**
Strutture: Ids ingegneria delle soluzioni: **Ing. Agostino Presutti**

FIUMICINO (Roma)



XLAM – solai tradiz.



Progettazione Architettonica : **Arch. Aquilina Santini**
Strutture: Ids ingegneria delle soluzioni: **Ing. Agostino Presutti**

FIUMICINO (Roma)



XLAM – solai tradiz.



Progettazione Architettonica : **Arch. Aquilina Santini**
Strutture: Ids ingegneria delle soluzioni: **Ing. Agostino Presutti**

Castelverde (Roma)



XLAM – solai XLAM



Progettazione Architettonica : **Arch. Paola Tiburzi**
Strutture: Ids ingegneria delle soluzioni: **Ing. Agostino Presutti**

Castelverde (Roma)



XLAM – solai XLAM



Progettazione Architettonica : **Arch. Paola Tiburzi**
Strutture: Ids ingegneria delle soluzioni: **Ing. Agostino Presutti**

Castelverde (Roma)



XLAM – solai XLAM



Progettazione Architettonica : **Arch. Paola Tiburzi**
Strutture: Ids ingegneria delle soluzioni: **Ing. Agostino Presutti**

Castelverde (Roma)



XLAM – solai XLAM



Progettazione Architettonica : **Arch. Paola Tiburzi**
Strutture: Ids ingegneria delle soluzioni: **Ing. Agostino Presutti**



CANTIERI IN CORSO
EDIFICI XLAM MULTIPIANO IN ZONA SISMICA

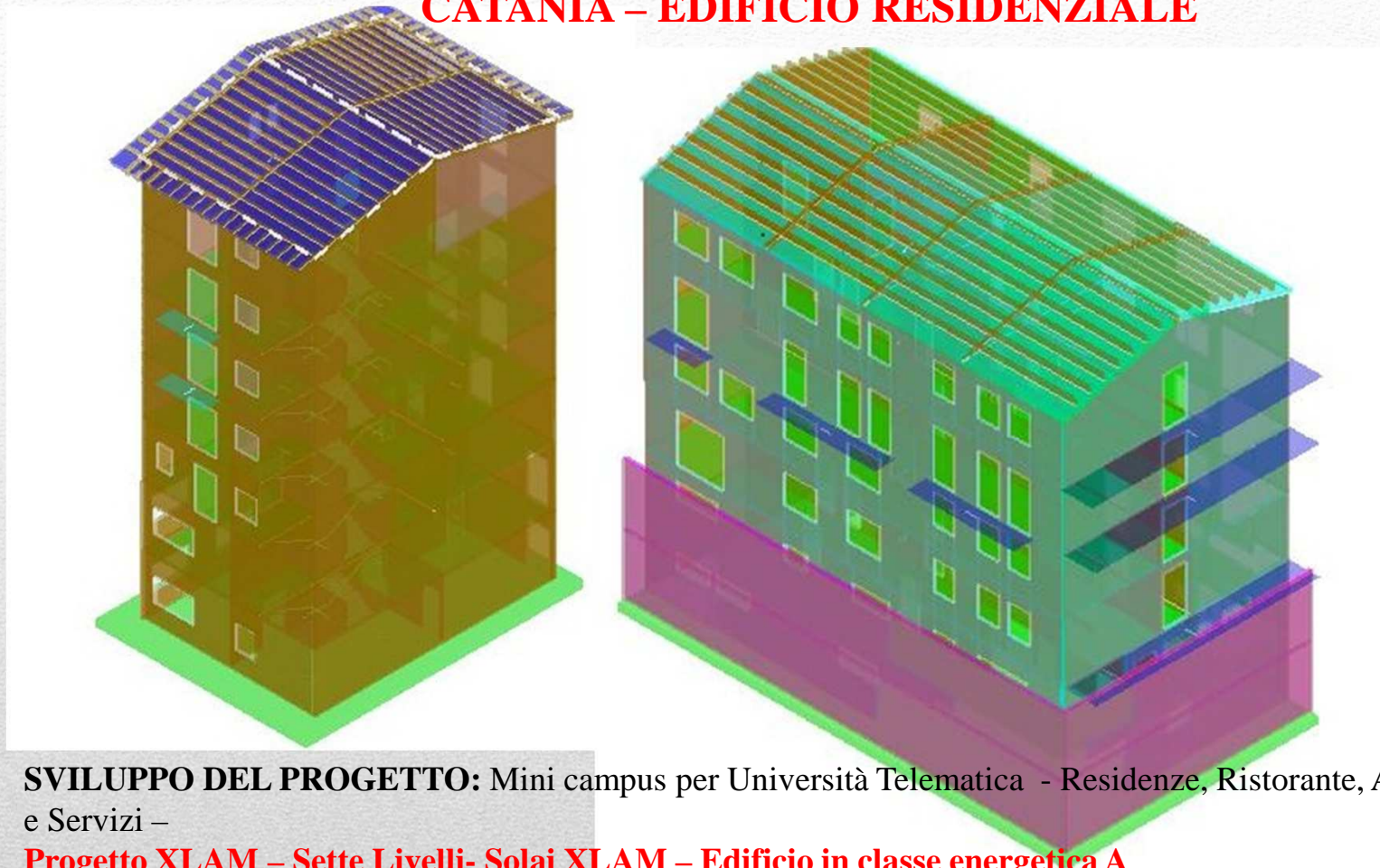
CAMAIORE (LU)
Edificio XLAM su cinque livelli (4+1)



Progetto Architettonico: **Arch. Sebastiano Calabrò**
Strutture: IdS **Ing. Agostino Presutti**

31/01/2013 magnitudo 4,8

CATANIA – EDIFICIO RESIDENZIALE



SVILUPPO DEL PROGETTO: Mini campus per Università Telematica - Residenze, Ristorante, Aule e Servizi –

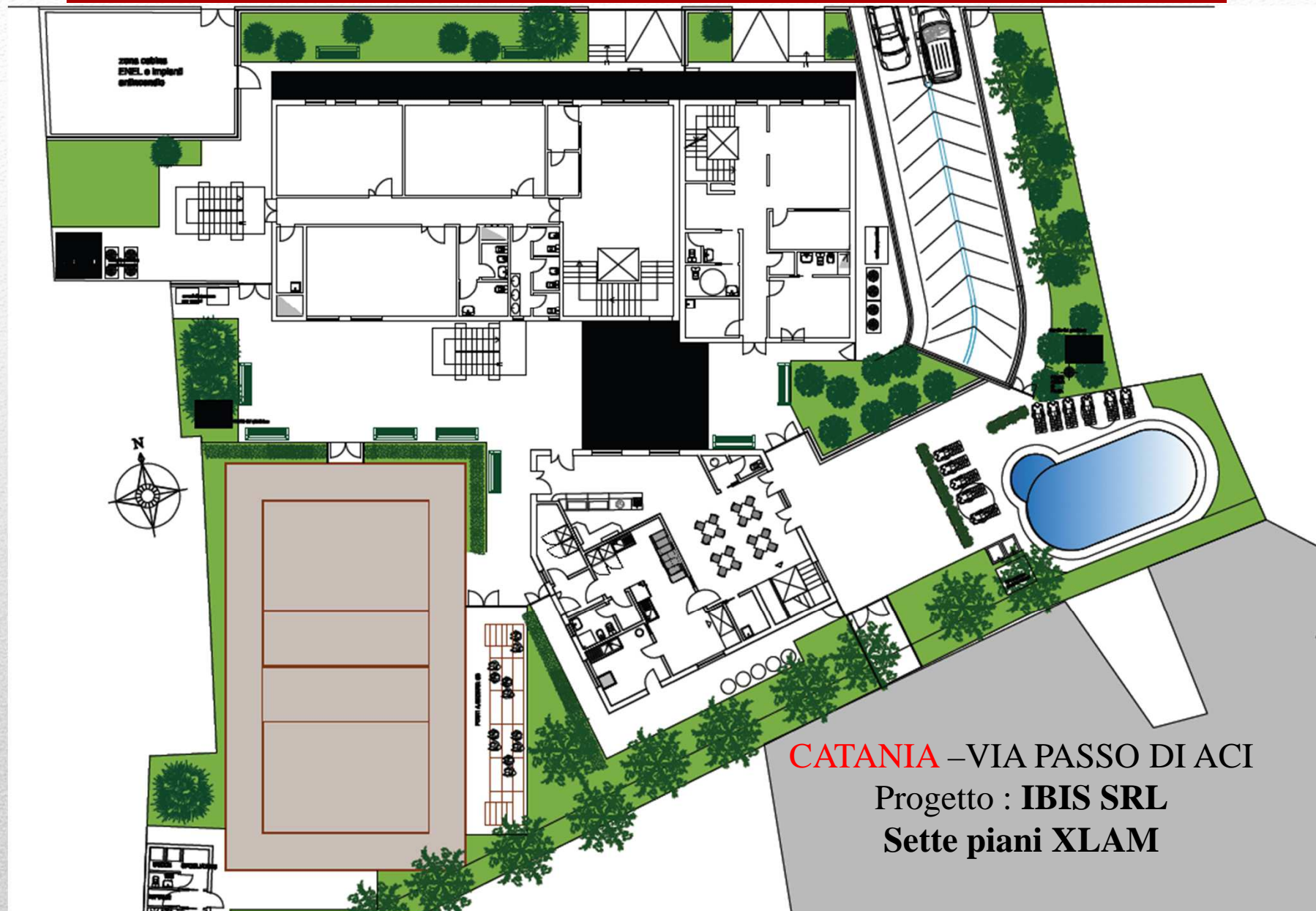
Progetto XLAM – Sette Livelli- Solai XLAM – Edificio in classe energetica A

IBIS SRL - Catania

Progetto Architettonico : **Arch. Emanuele PAPA**

Strutture: **Ids –Ing. Agostino Presutti**

4-01-2013 Magnitudo 4,3



zona cabina
ENEL e impianti
antivegetazione



CATANIA – VIA PASSO DI ACI
Progetto : **IBIS SRL**
Sette piani **XLAM**



GRAZIE PER L'ATTENZIONE