

SOLUZIONI ANTISISMICHE NELLE COSTRUZIONI IN LEGNO E MISTE



Il gruppo Wolf in Europa

Wolf Gruppe International



STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO



CAPANNONI INDUSTRIALI



CASE PREFABBRICATE



WOLF SYSTEM – WOLF HAUS 2014

Più di 45 anni di esperienza

30 sedi in tutto il mondo

3.000 dipendenti

1.000 case prefabbricate/anno

6.000 contenitori in in c.a./anno

3.000 capannoni/anno



WOLF ITALIA

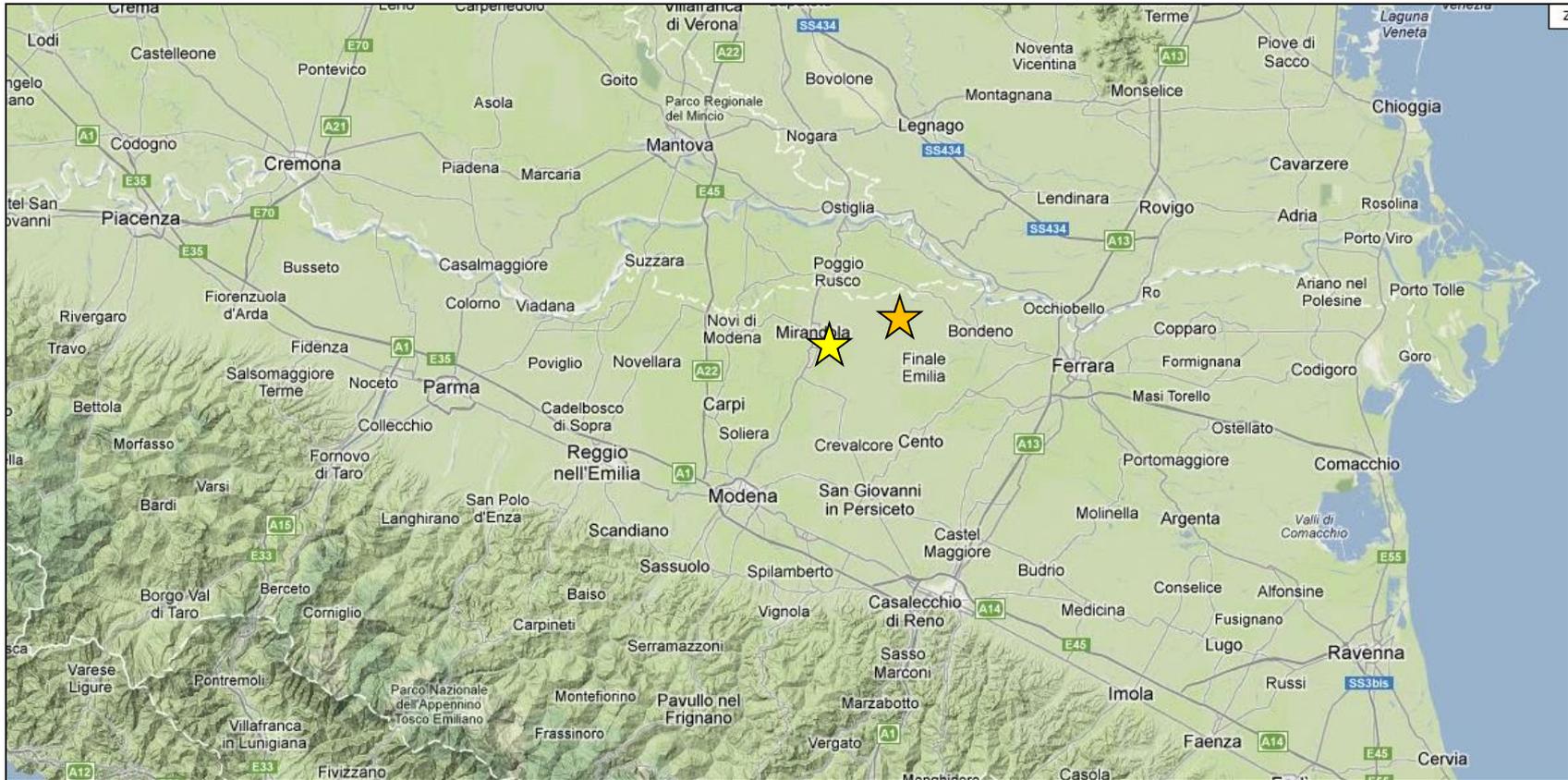


Campo di Trens
25 anni d'esperienza
250 dipendenti



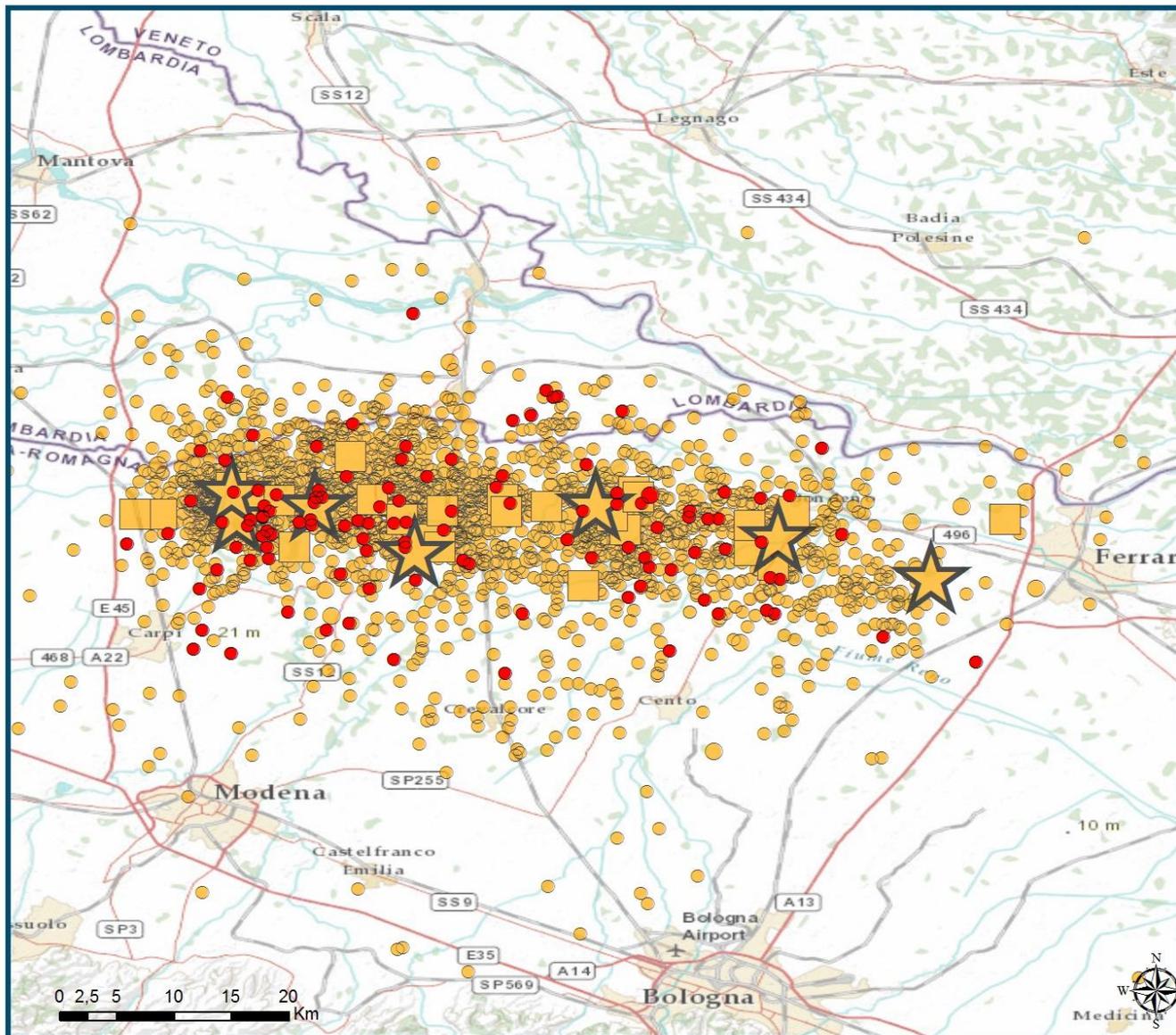
Perché soluzioni antisismiche nelle costruzioni in legno e miste?





Episcentri sisma Emilia-Romagna

- ★ Bondeno – Mirandola 20-05-2012 M = 5.9
- ★ Medolla 29-05-2012 M = 5.8



 Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

SEQUENZA SISMICA aggiornata al 27 giugno ore 14.00

EVENTI ULTIMI 7 giorni magnitudo ML

-  Minore di 3.0
-  Maggiore uguale di 3.0 e minore di 4.0
-  Maggiore uguale di 4.0 e minore di 5.0
-  Maggiore uguale di 5.0

EVENTI dal 19 maggio

- magnitudo ML
-  Minore di 3.0
 -  Maggiore uguale di 3.0 e minore di 4.0
 -  Maggiore uguale di 4.0 e minore di 5.0
 -  Maggiore uguale di 5.0



Principali cause di collasso della struttura

1. Cattiva esecuzione
2. Scarsa duttilità
3. Peso elevato



NTC 2008

Azione sismica  tipologia di struttura

$$q = q_0 \cdot K_R$$

Duttilità



dissipazione
di energia

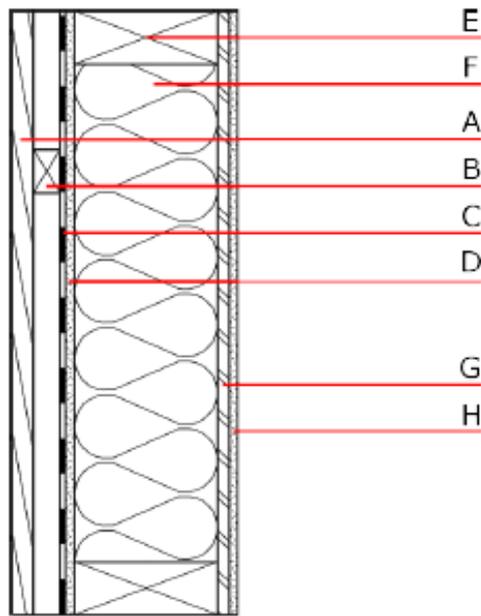
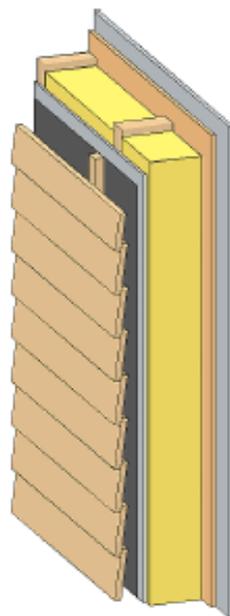


NTC 2008

Tabella 7.7.I - Tipologie strutturali e fattori di struttura massimi q_0 per le classi di duttilità

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)

Parete esterna - costruzione itelaiata di telaio, retroventilato, senza vano tecnico, rivestita



Valutazione fisico-costruttiva ed ecologica

Protezione dal fuoco	REI	60
----------------------	-----	----

la altezza massima della stanza = 3 m; carico massimo $E_{4,6} = 32,0 \text{ kN/m}$

Classificazione per MA39

Protezione termica	$U[W/(m^2K)]$	0,26
	Comportamento alla diffusione	idoneo
	$m_{w,RA}[kg/m^2]$	27,6

Calcolo effettuato da HFA

Protezione dal rumore	$R_w(C;C_{tr})$	47 (-2; -8)
	$L_{n,w}(C)$	-

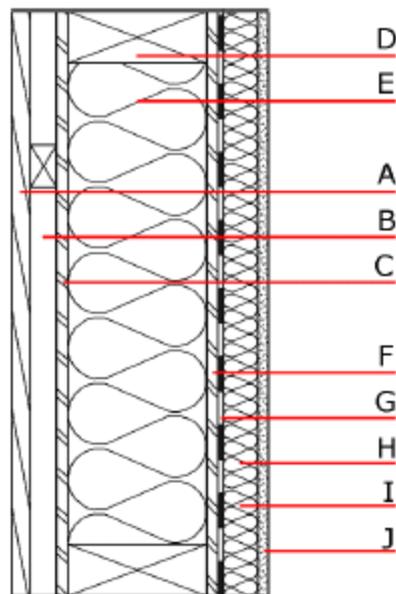
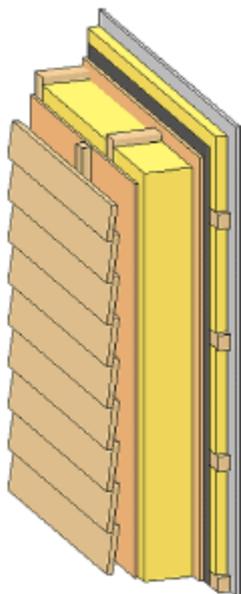
Se la listellatura del vano di ventilazione è realizzata verticalmente e avvitata direttamente alla struttura lignea si ha $R_w(C;Ctr)=43(-1;-7) \text{ dB}$

Valutazione effettuta da MA39

Ecologia*	$OI3_{Kan}$	-7,9
-----------	-------------	------

Calcolo effettuato da IBO

Parete esterna - costruzione itelaiata di telaio, retroventilato, con vano tecnico, rivestita



Valutazione fisico-costruttiva ed ecologica

Protezione dal fuoco	REI	60
----------------------	-----	----

la altezza massima della stanza = 3 m; carico massimo $E_{d,fi} = 19,2 \text{ kN/m}$
 Classificazione per MA39

Protezione termica	$U [W/(m^2K)]$	0,21
	Comportamento alla diffusione	idoneo
	$m_{w,B,A} [kg/m^2]$	19,7

Calcolo effettuato da HFA

Protezione dal rumore	$R_w (C;C_{tr})$	50 (-3; -10)
	$L_{n,w} (C_i)$	-

Se la listellatura del vano di ventilazione è avvitata direttamente alla struttura lignea, la listellatura del vano tecnico è eseguita verticalmente e a sua volta è avvitata alla struttura lignea (legno della costruzione) si ha $R_w(C;Ctr)=43(-1;-5)$

Valutazione effettuata da MA39

Ecologia*	$OI3_{Kon}$	8,4
-----------	-------------	-----

Calcolo effettuato da IBO

Scelta strutturale:

Pareti portanti

Telaio in legno

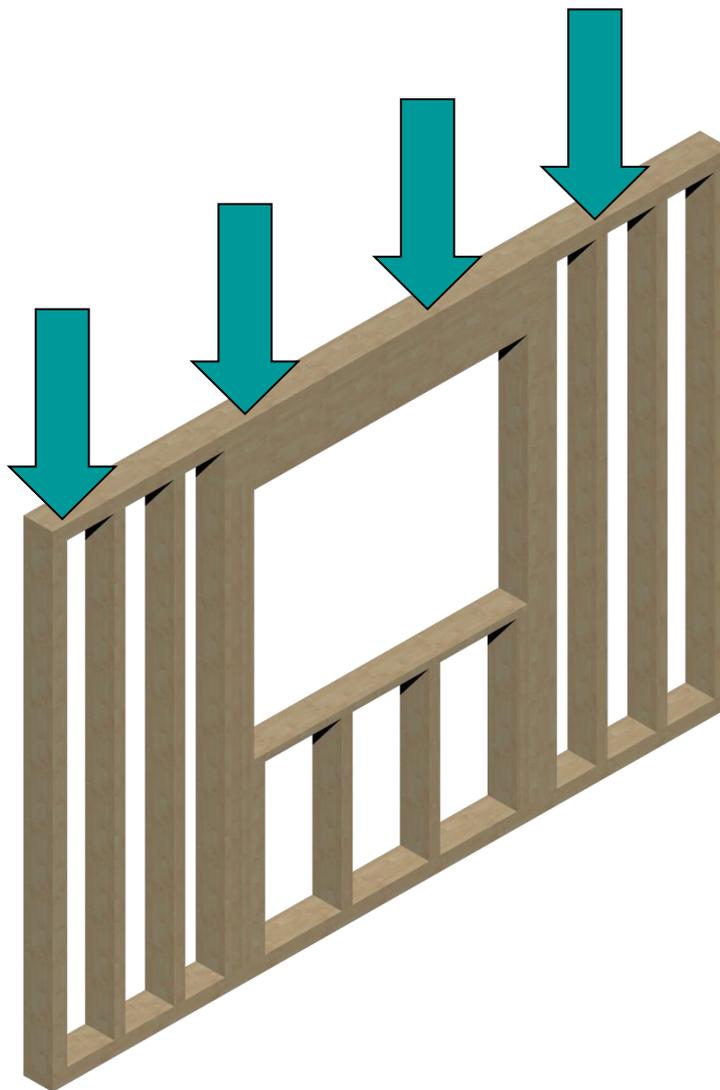
- Corrente superiore (C24)
- Corrente inferiore (C24)
- Montanti (C24)

Pannelli di chiusura

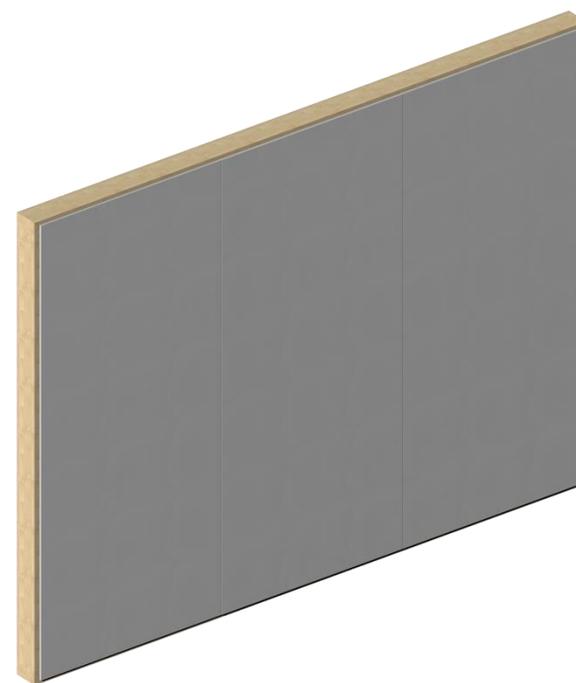
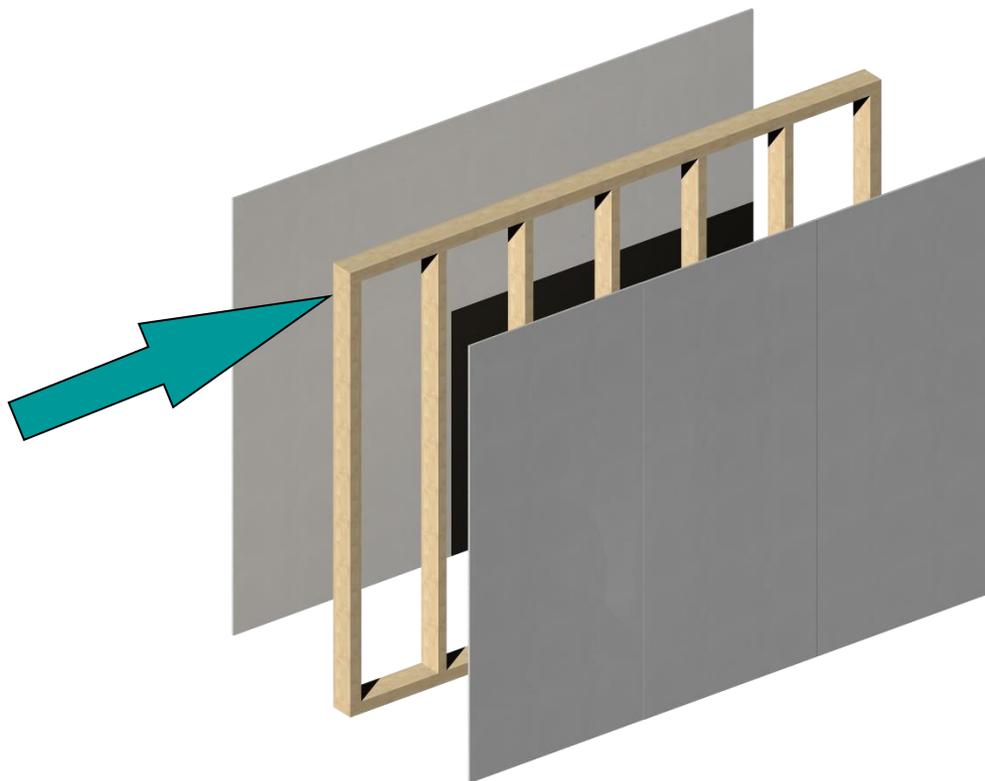
- Pannello in Masonite



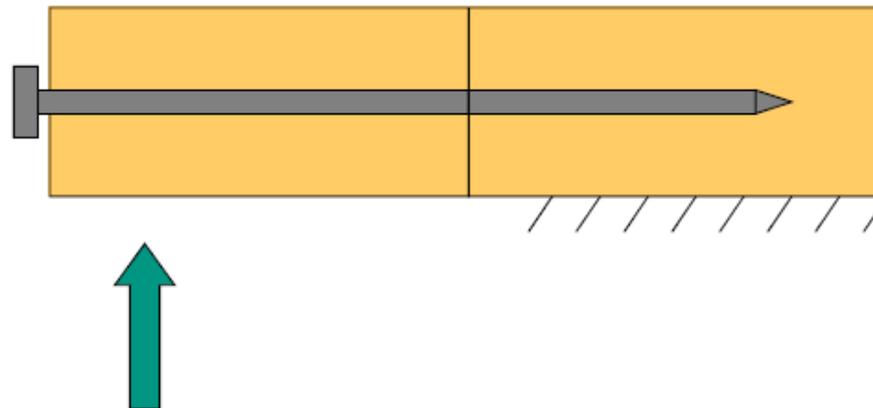
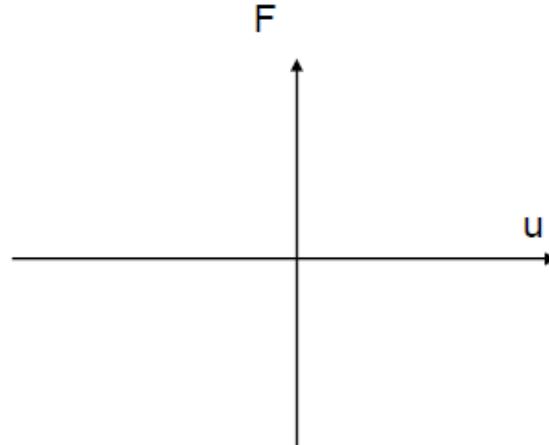
Carichi verticali



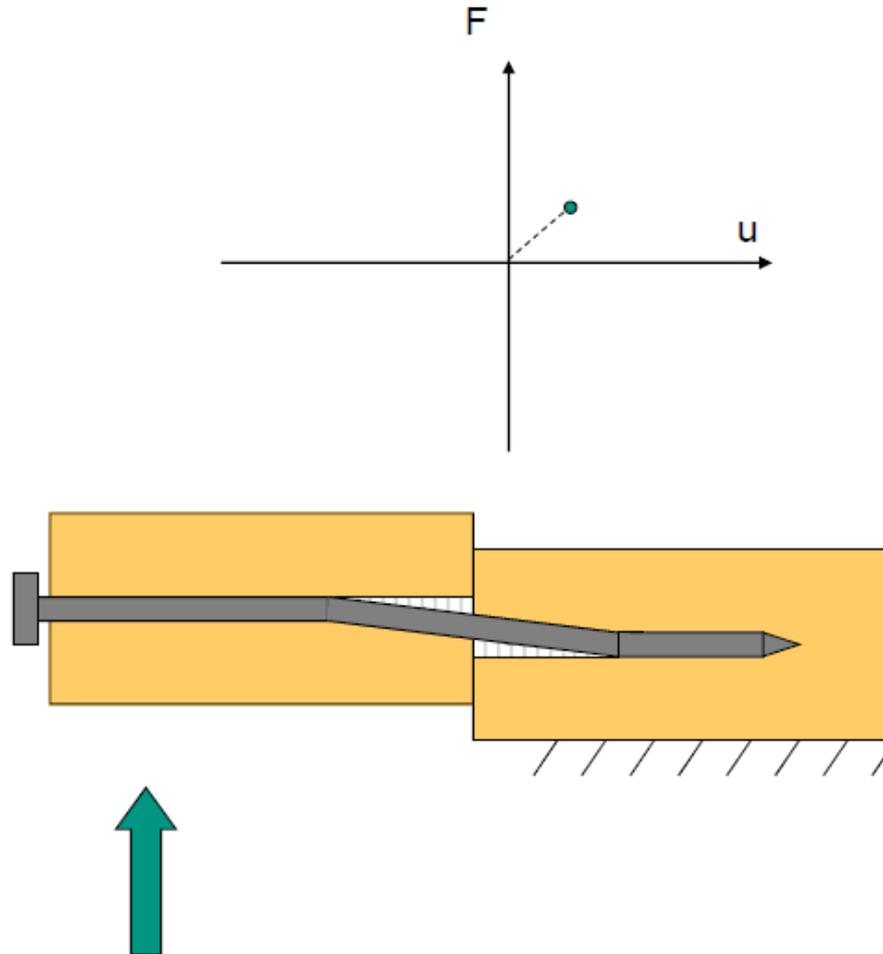
Carichi orizzontali



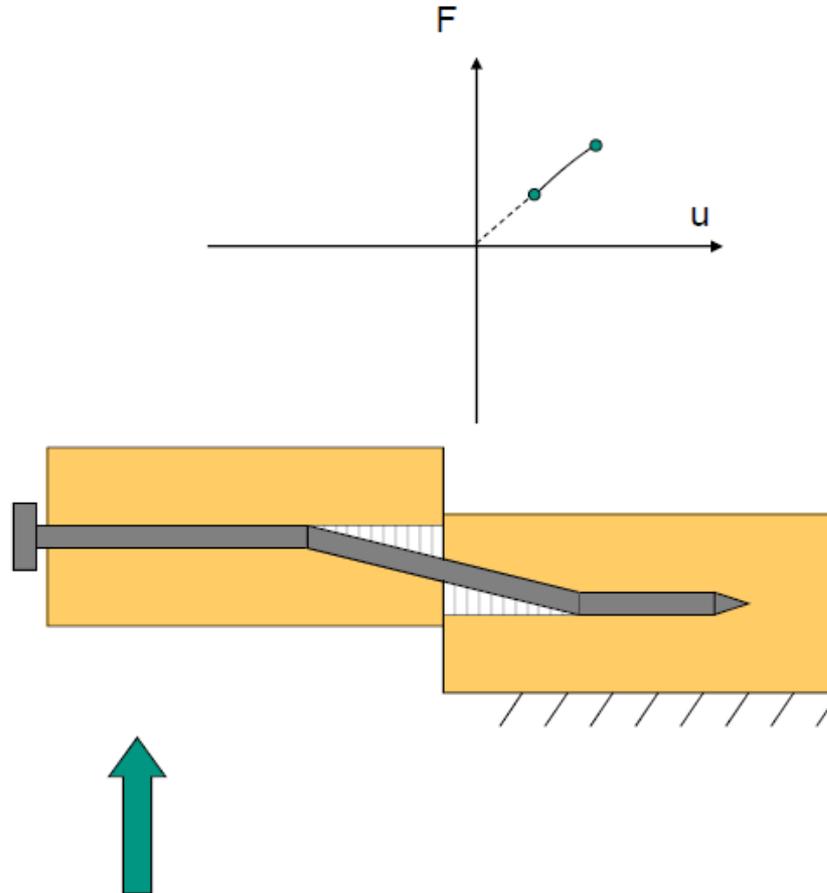
Dissipazione di energia



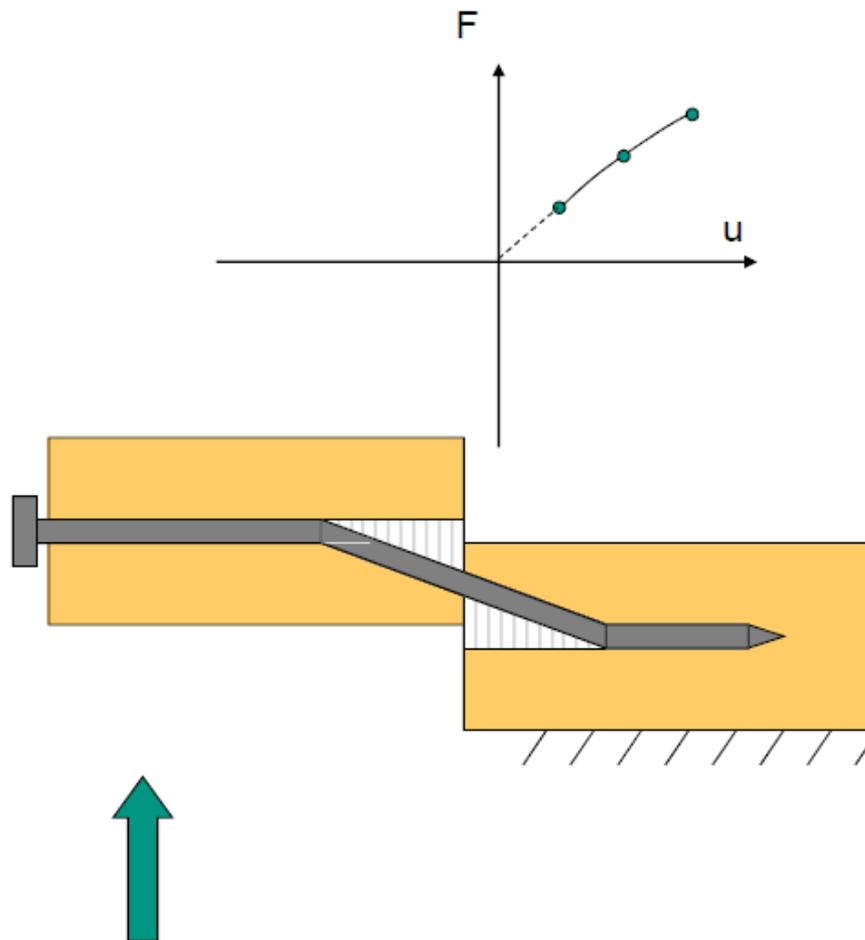
Dissipazione di energia



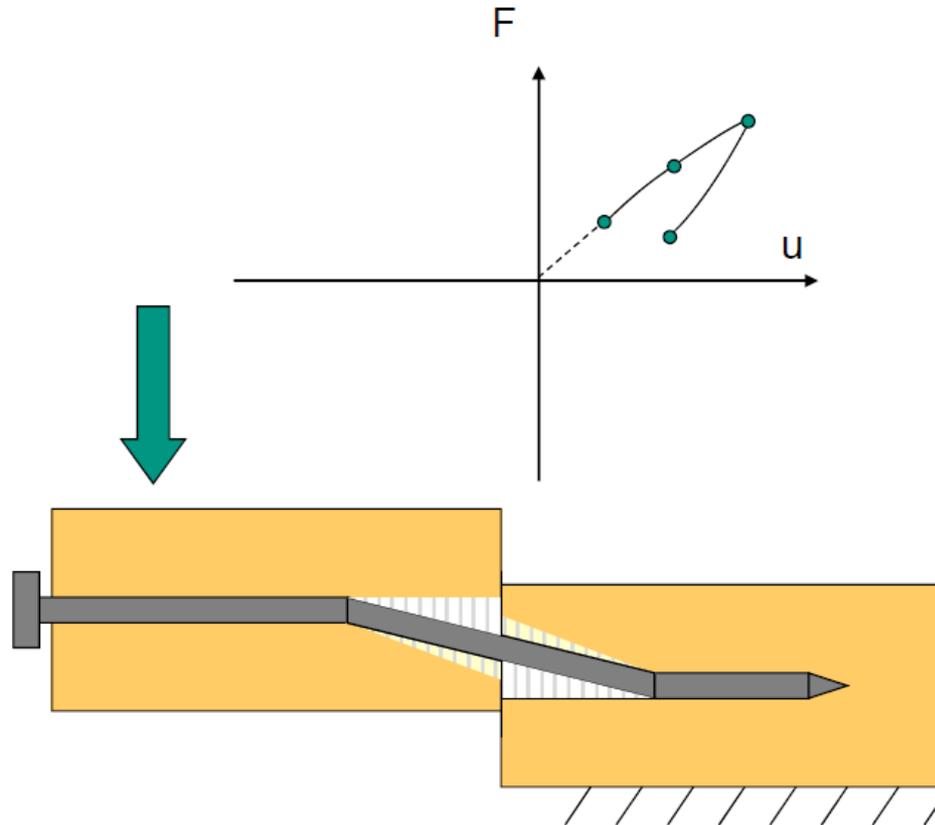
Dissipazione di energia



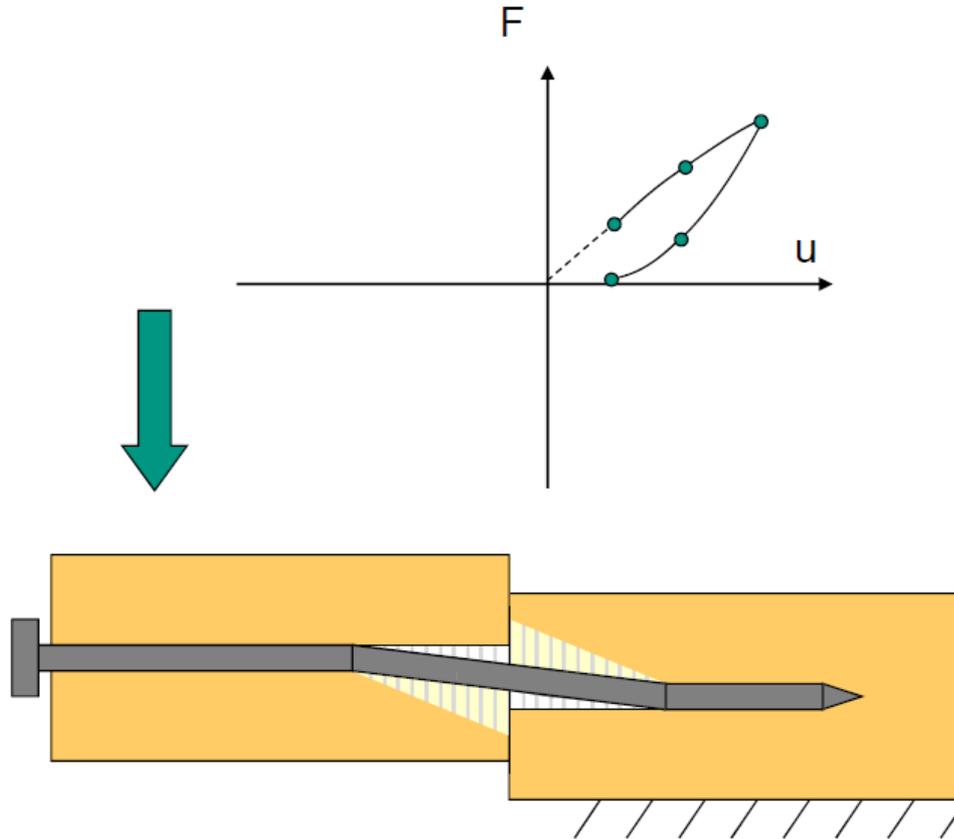
Dissipazione di energia



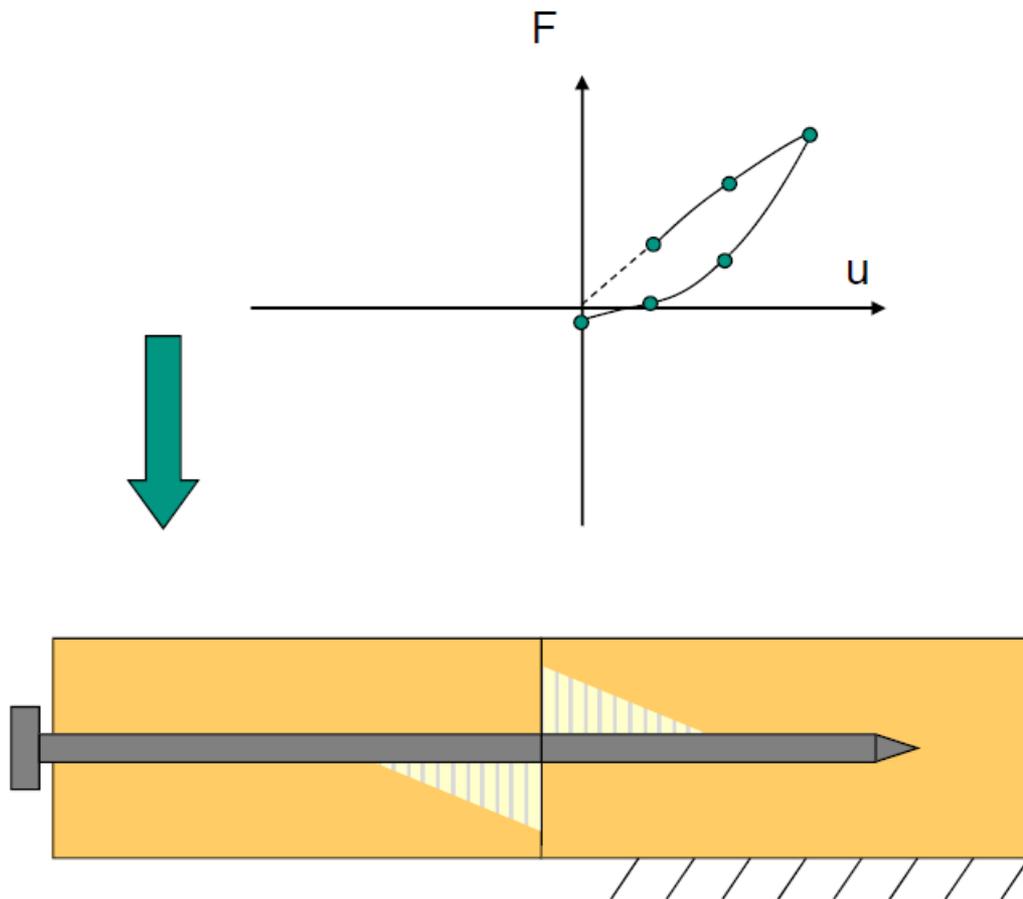
Dissipazione di energia



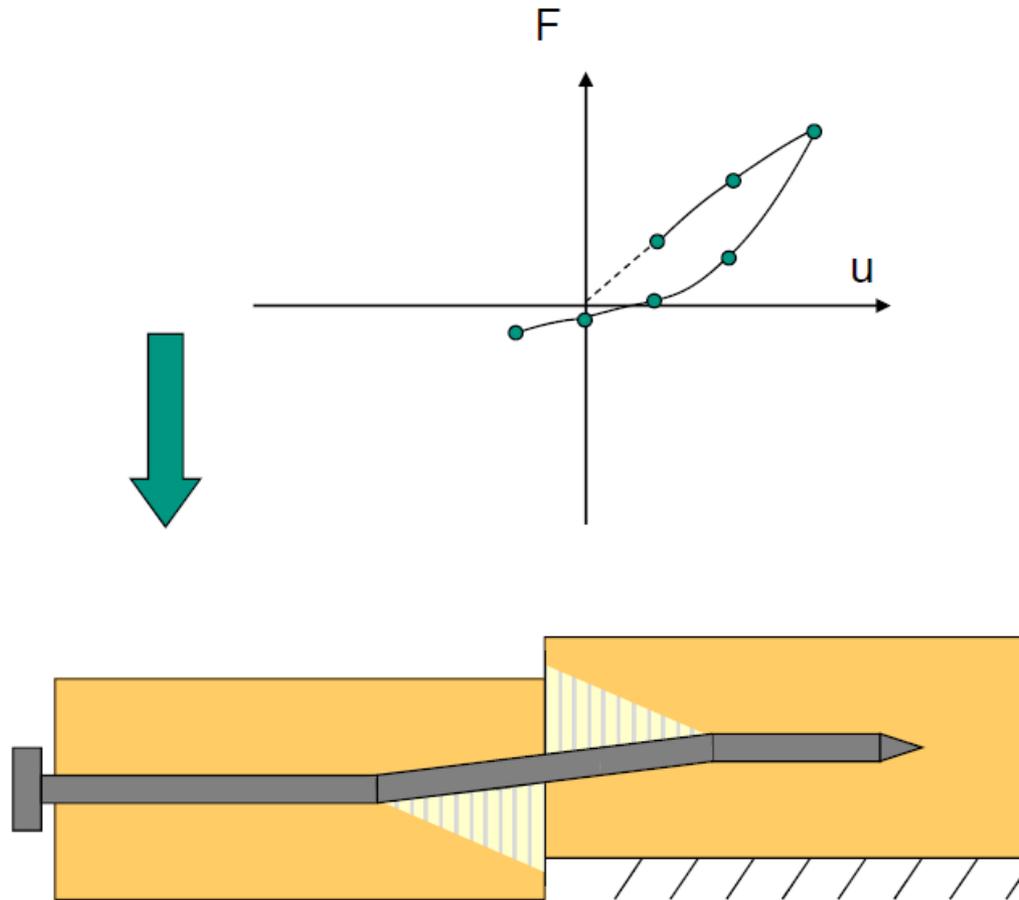
Dissipazione di energia



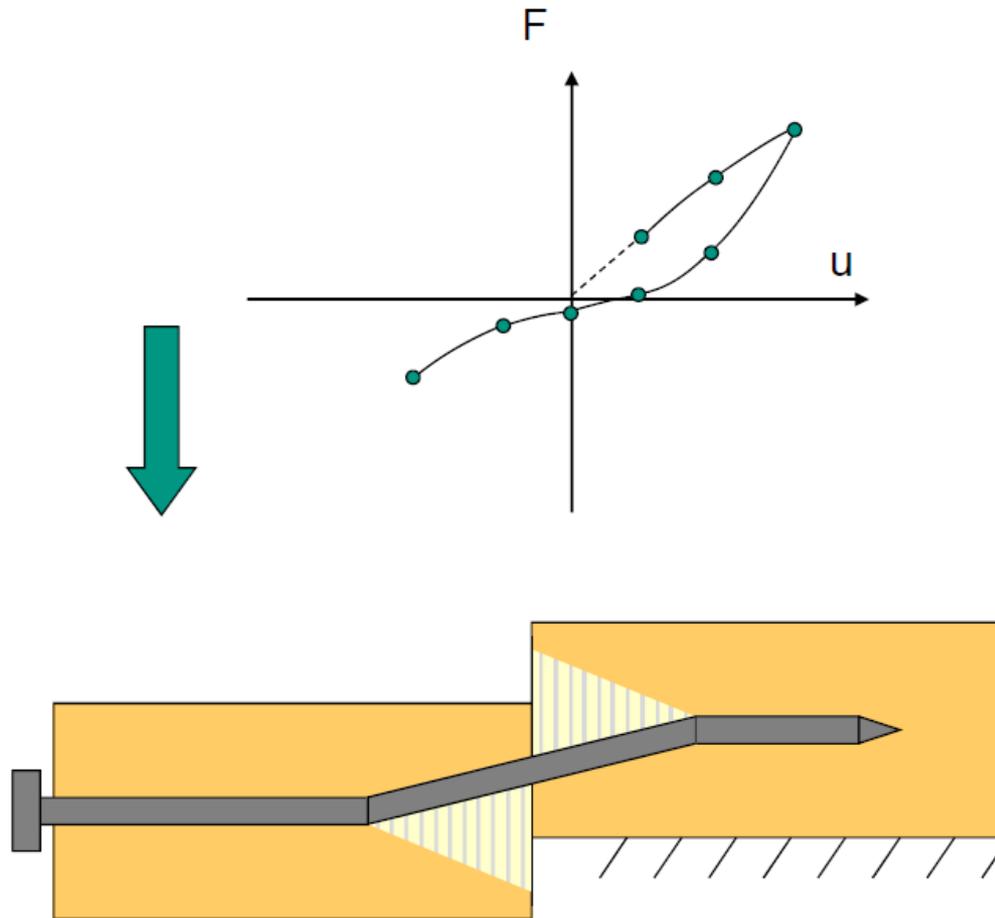
Dissipazione di energia



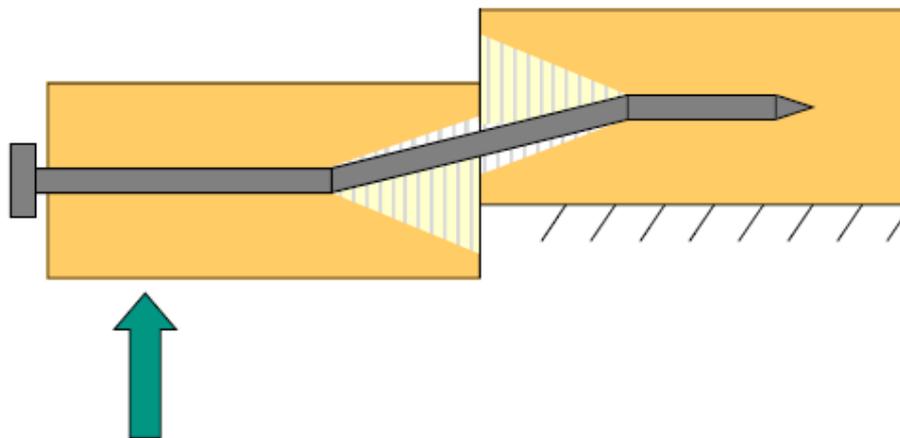
Dissipazione di energia



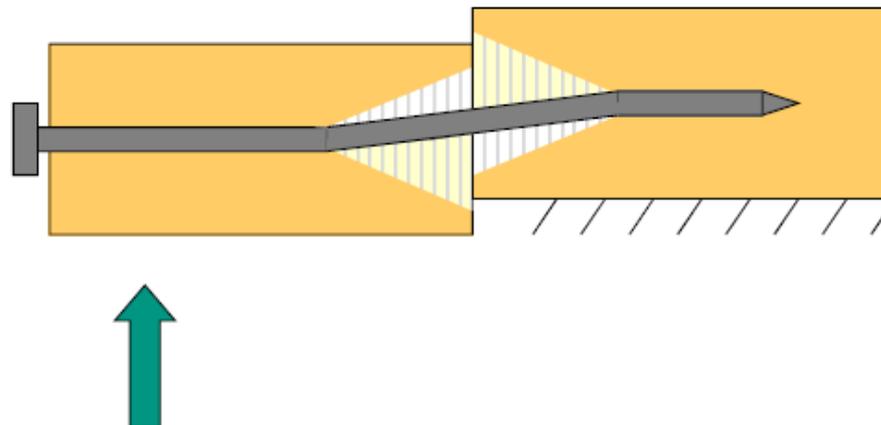
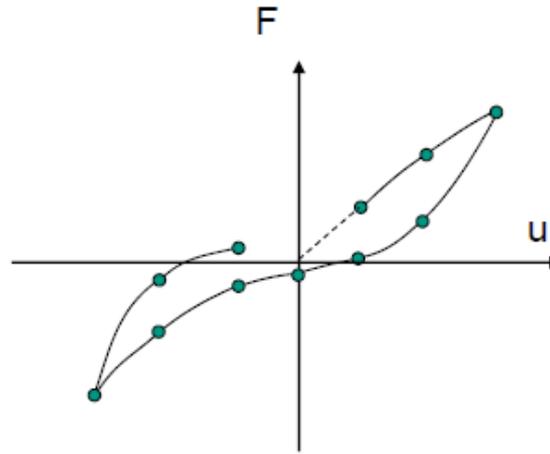
Dissipazione di energia



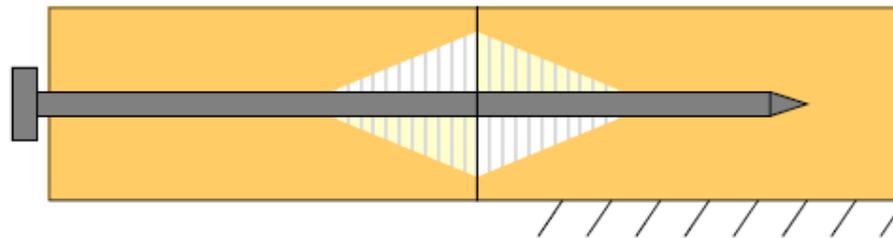
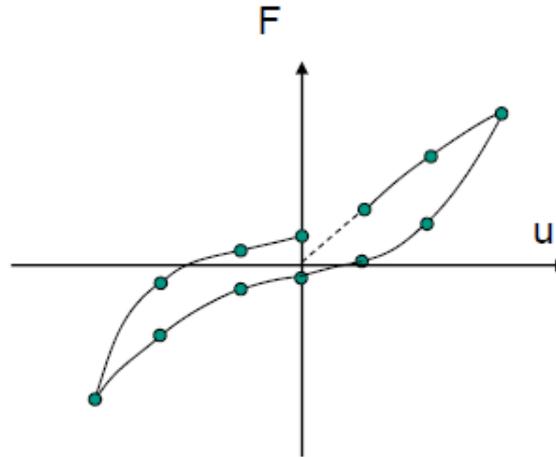
Dissipazione di energia



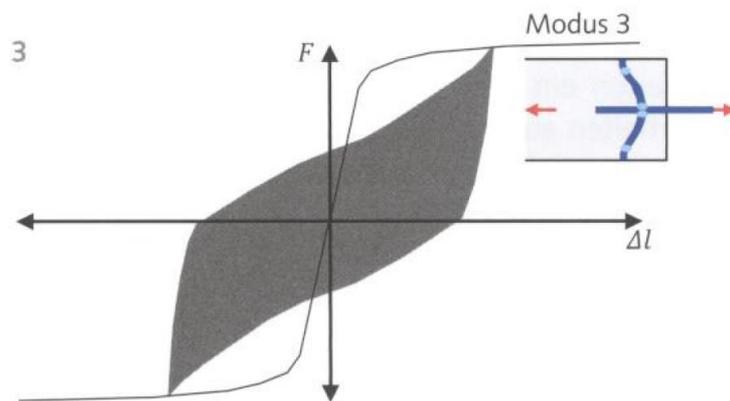
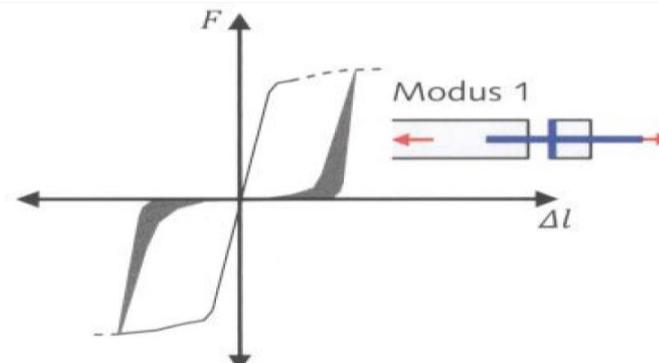
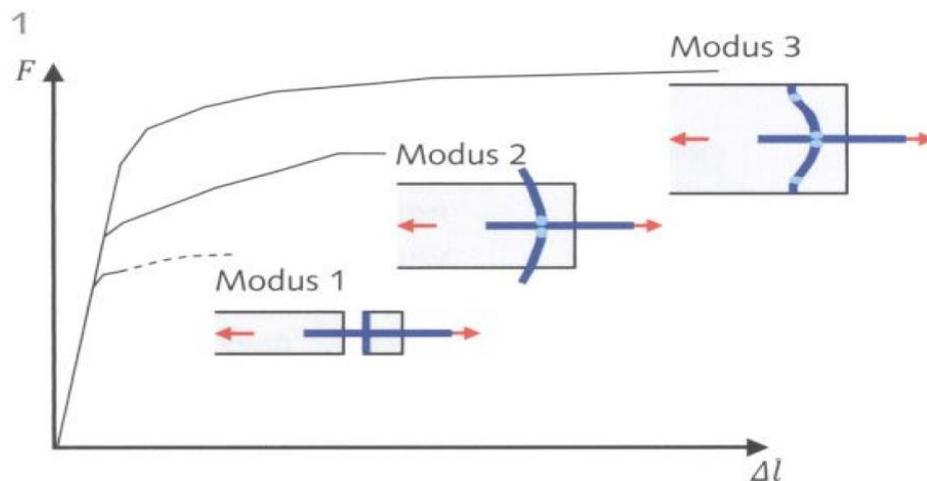
Dissipazione di energia



Dissipazione di energia



Dissipazione di energia



Dissipazione di energia

Prescrizioni costruttive § 7.7.3:

Per poter considerare la struttura ad alta duttilità:

a) I collegamenti legno-legno o legno acciaio

$$d \leq 12\text{mm}; \quad s \geq 10d$$

b) Il materiale di rivestimento strutturale è di

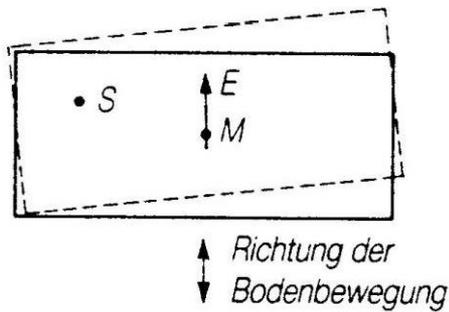
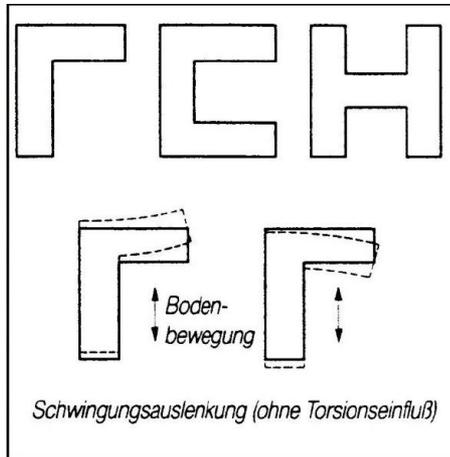
legno o di materiale derivato

$$d \leq 3,1\text{mm}; \quad s \geq 4d$$

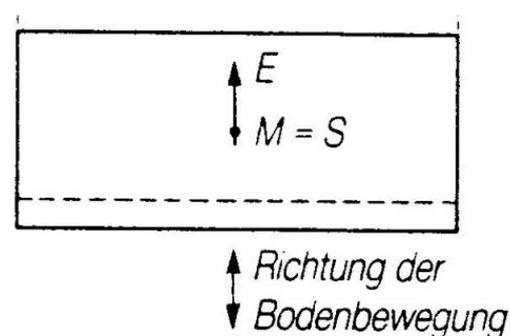
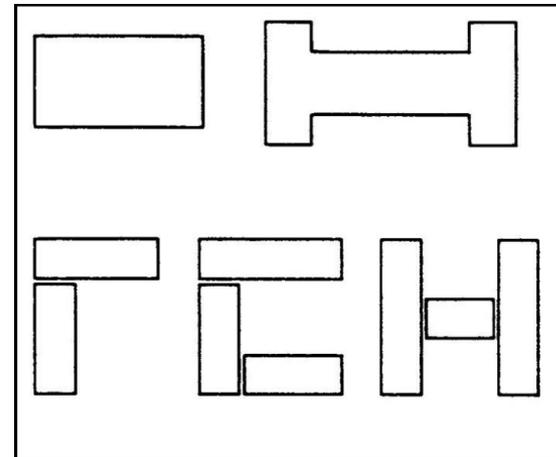


Scelta architettonica:

sfavorevole:



favorevole:



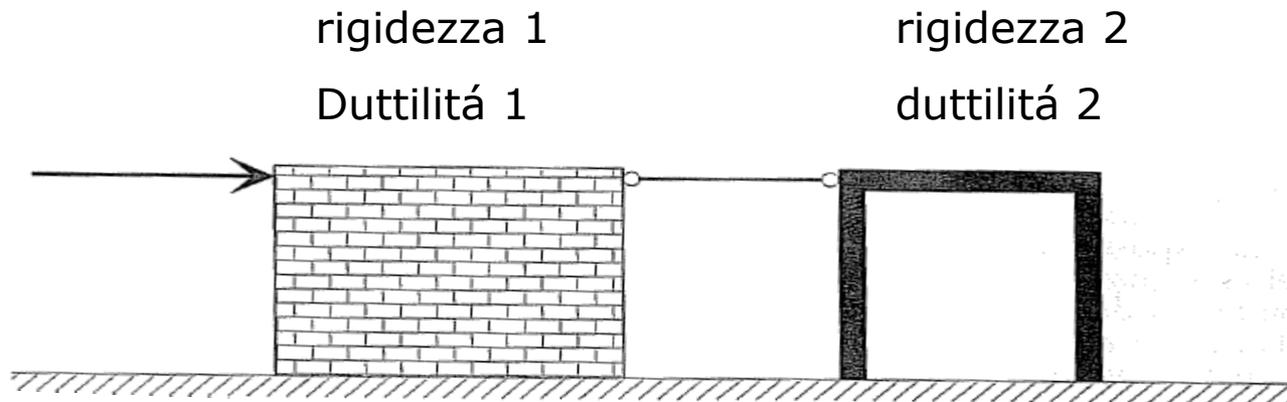


Strutture miste:



Struttura mista ai fini sismici:

Una struttura si intende mista ai fini sismici quando elementi di diversa natura strutturale lavorano insieme (in parallelo) per trasferire l'azione sismica.



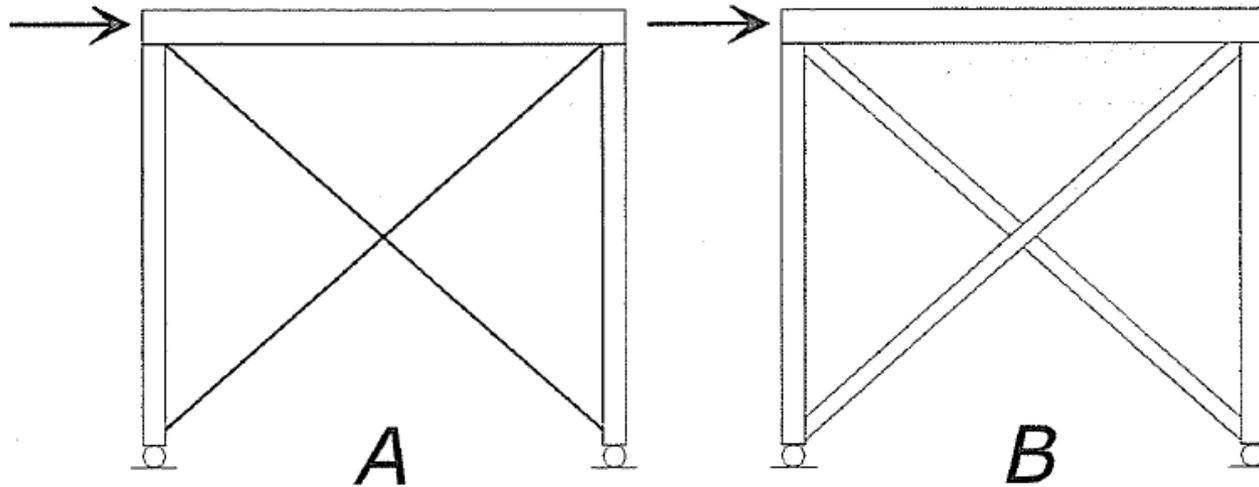
Esempi



Esempi



Strutture impropriamente considerate miste



A. Controvento a croce in acciaio

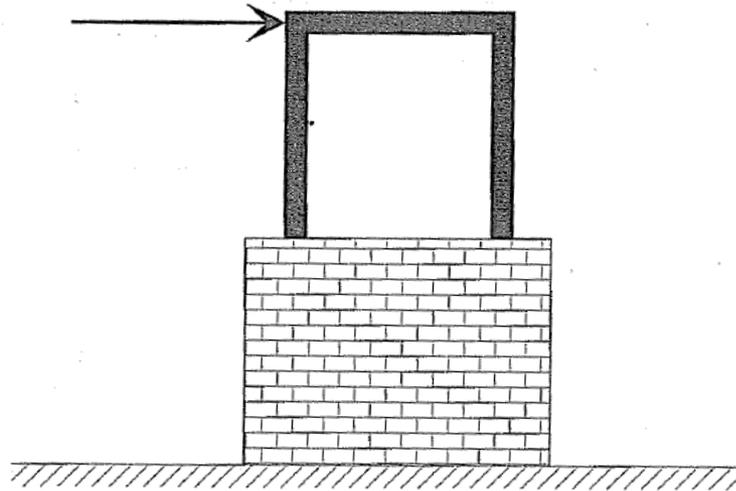
B. Controvento a croce in legno







Strutture impropriamente considerate miste



fattore di struttura?



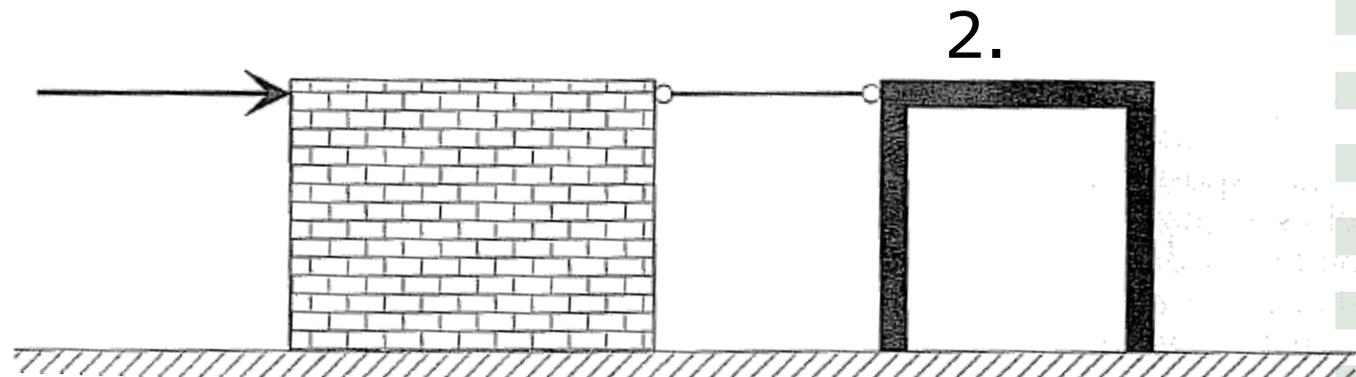
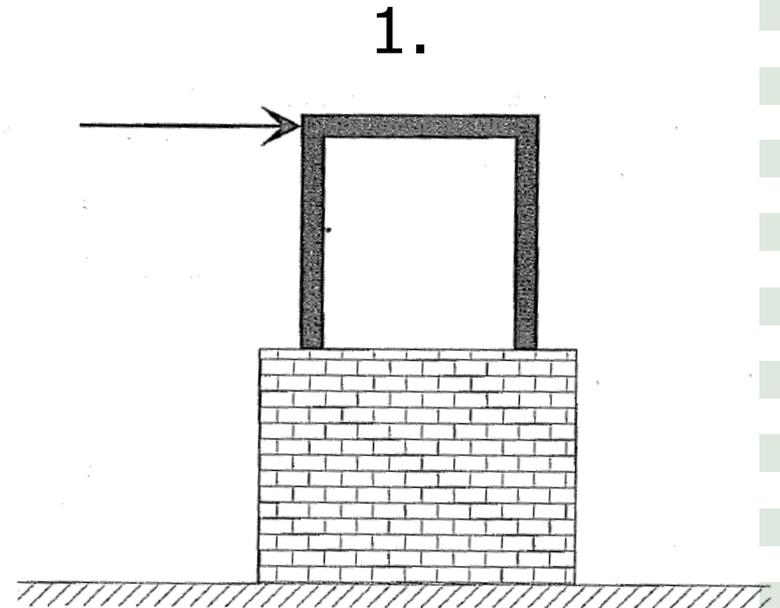
Fattori importanti nella progettazione

- Individuazione della tipologia strutturale;
- Individuazione degli elementi resistenti;
- Individuazione delle zone dissipative;
- Scelta del fattore di struttura q ;



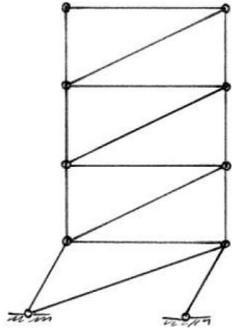
Fattori importanti nella progettazione

1. Tra i due possibili fattori viene scelto quello più basso
2. Fattore di struttura $q_0 = 1$



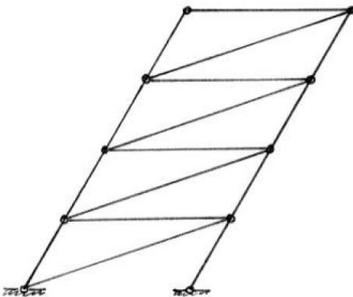
Fattori importanti nella progettazione

Individuazione delle zone dissipative:
gerarchia delle resistenze



gerarchia delle resistenze non rispettata

-> poca dissipazione



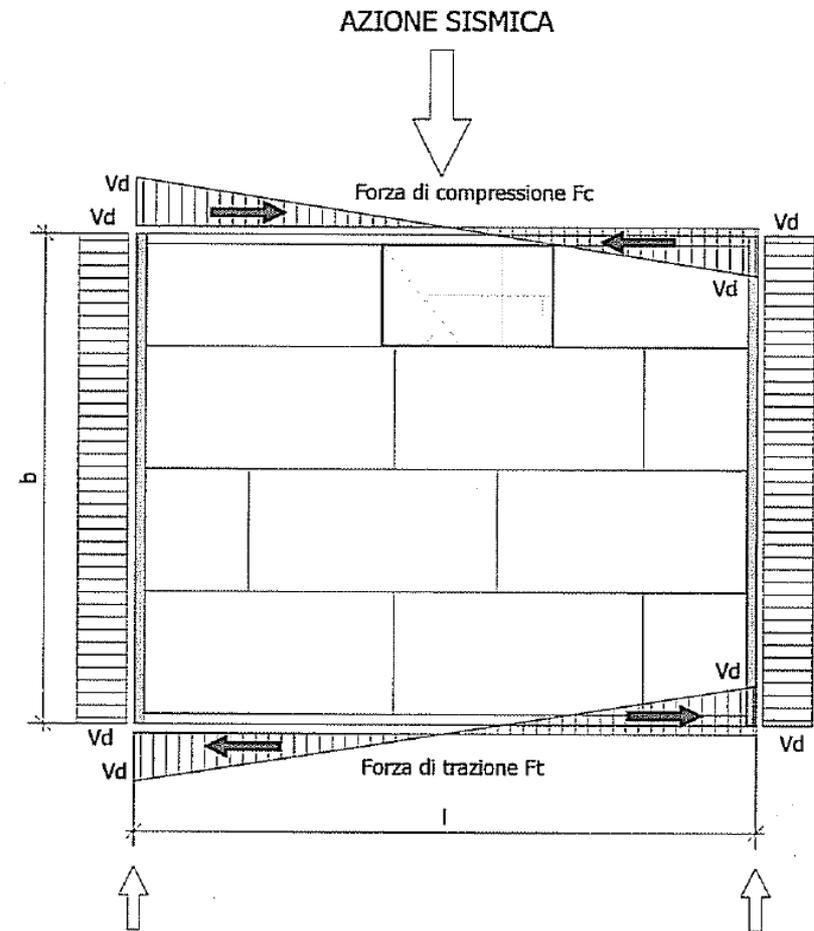
gerarchia delle resistenze rispettata

-> dissipazione in tutti piani



Ruolo dei solai

- Affinchè ripartiscano adeguatamente le forze sismiche a tutti gli elementi, in base alla loro rigidezza, il solaio deve essere infinitamente rigido;



Ruolo dei solai



NTC 2008

- § C7.2.6 ...possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano se, modellandone la deformabilità nel piano, i loro spostamenti orizzontali massimi in condizioni sismiche non superano per più del 10% quelli calcolati coll'assunzione di piano rigido.



PROVINO1

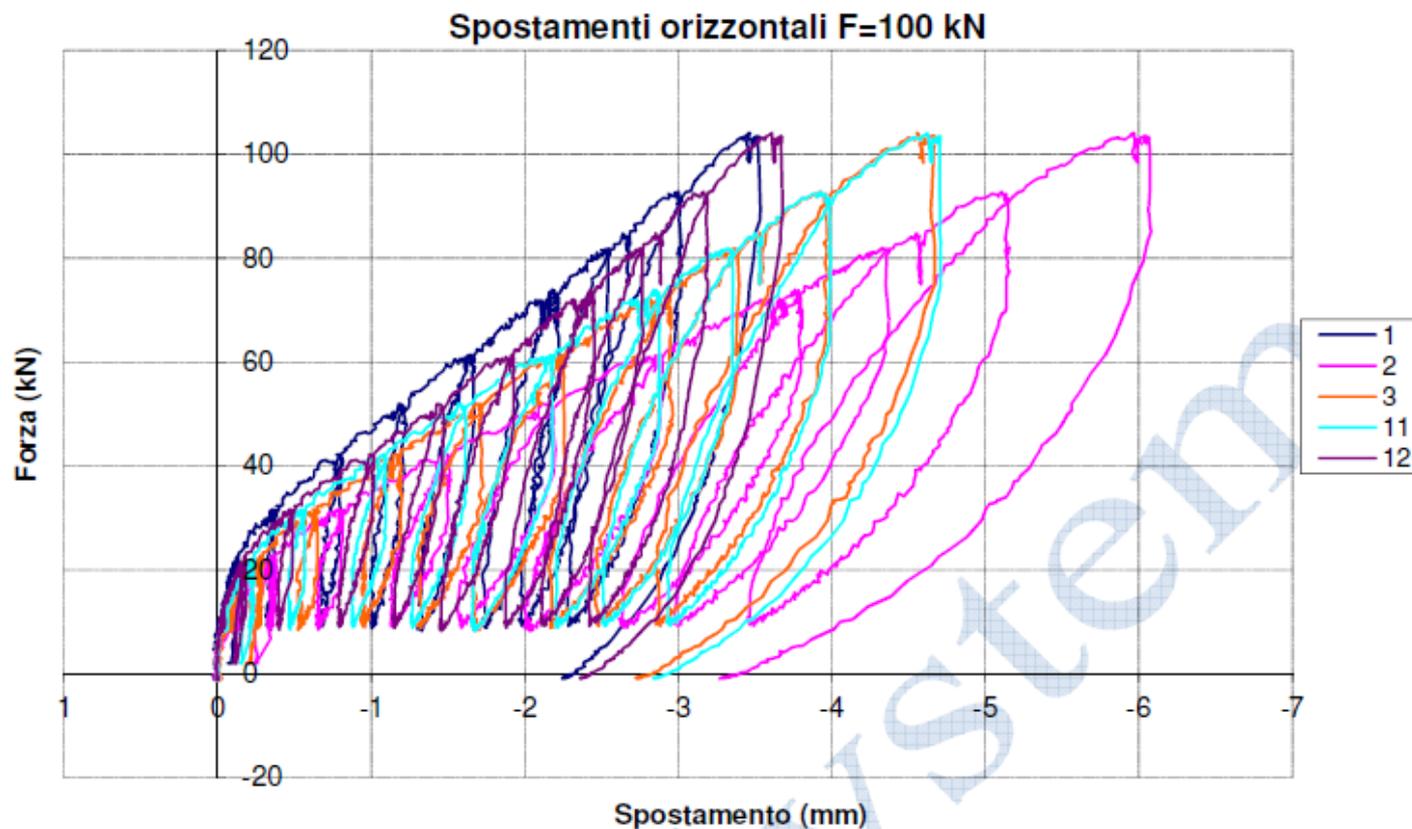
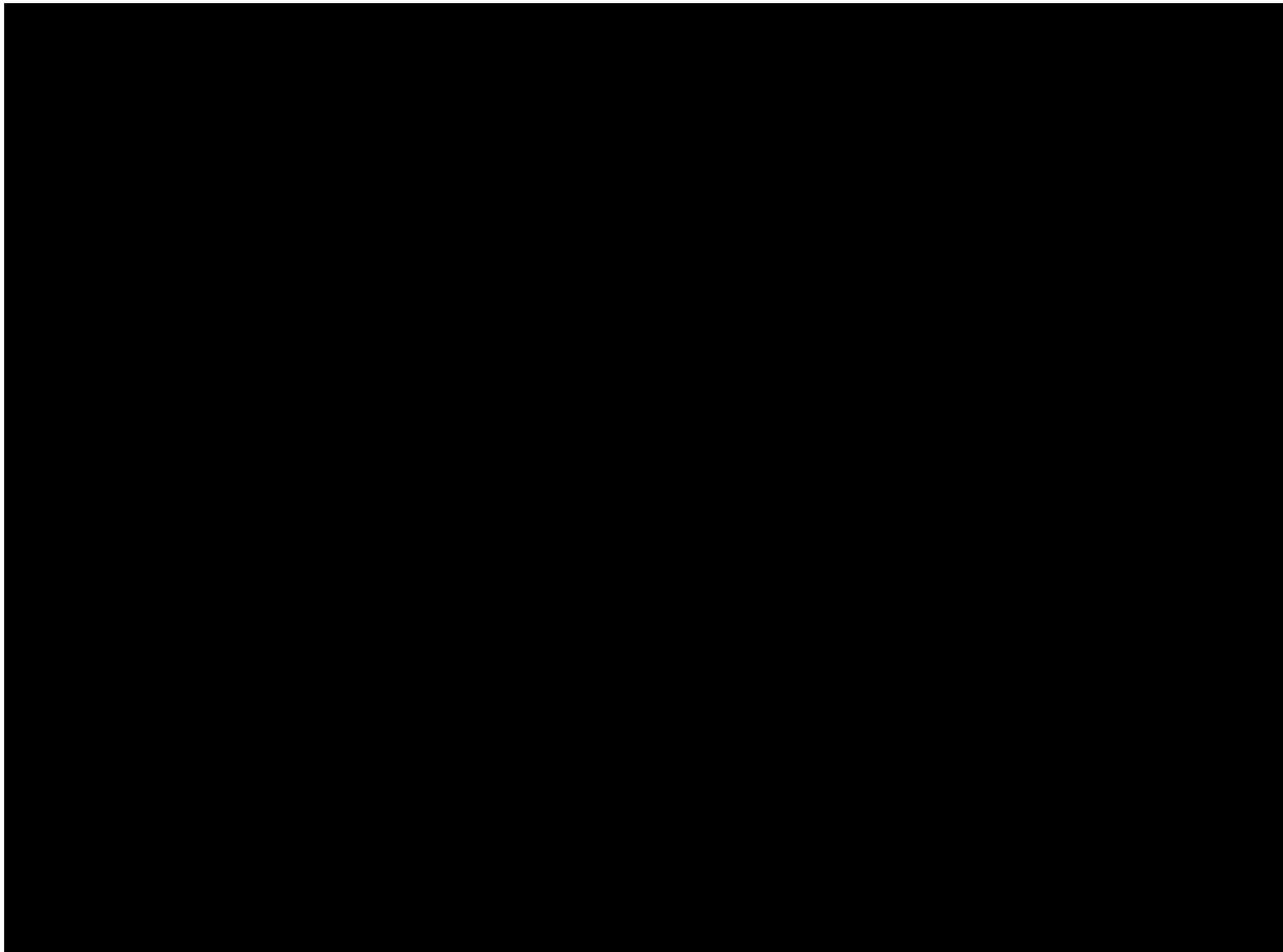
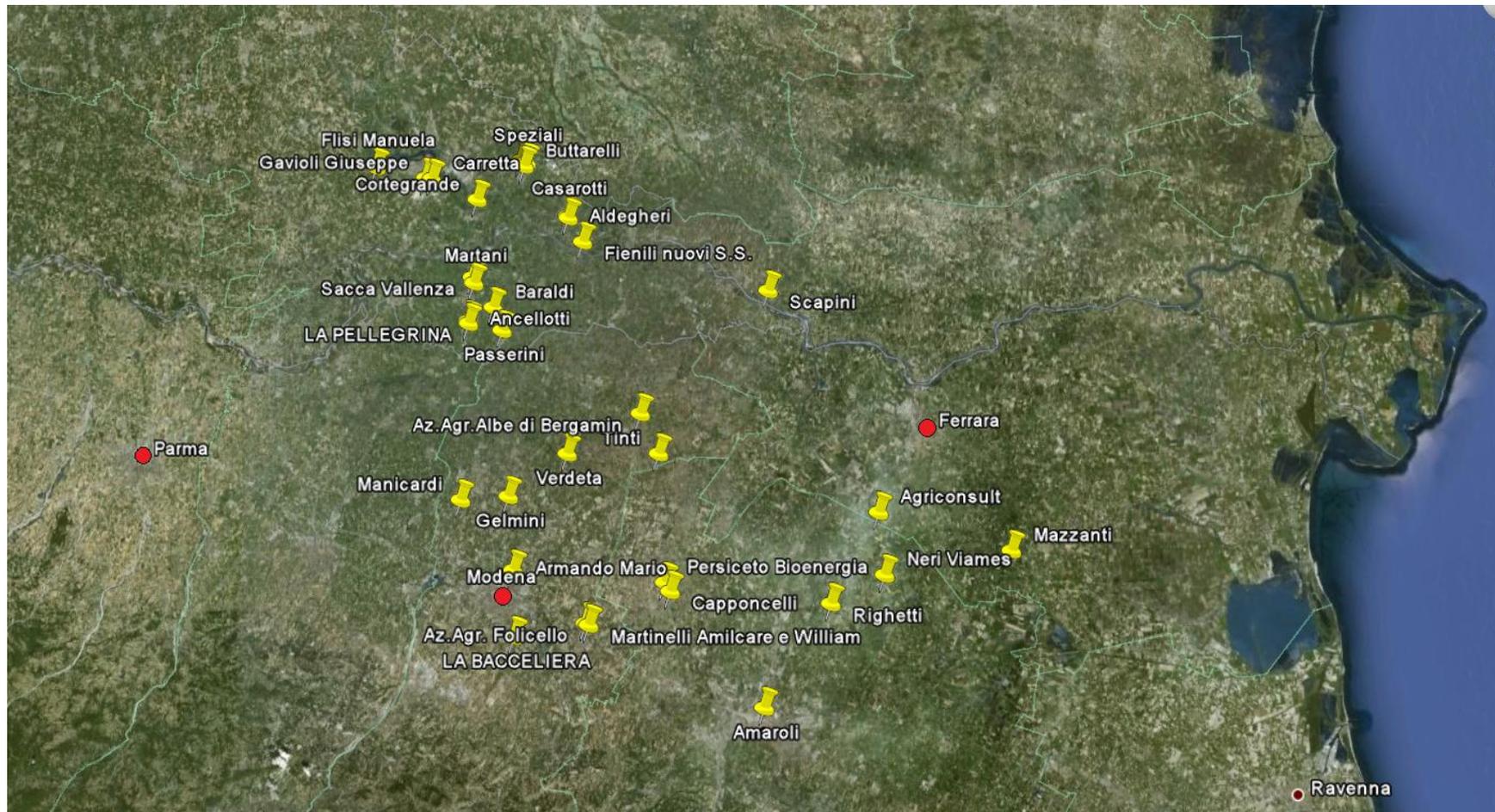


Figura 3.35 - Spostamenti orizzontali Provino 1 - F=100 kN

In base ai risultati riportati nelle tabelle precedenti e al confronto con i moduli elastici dei pannelli verticali, si può affermare che il solaio può essere considerato un elemento infinitamente rigido nel piano in grado di ripartire, quindi, i carichi tra gli elementi resistenti verticali.



Mappa delle strutture costruite

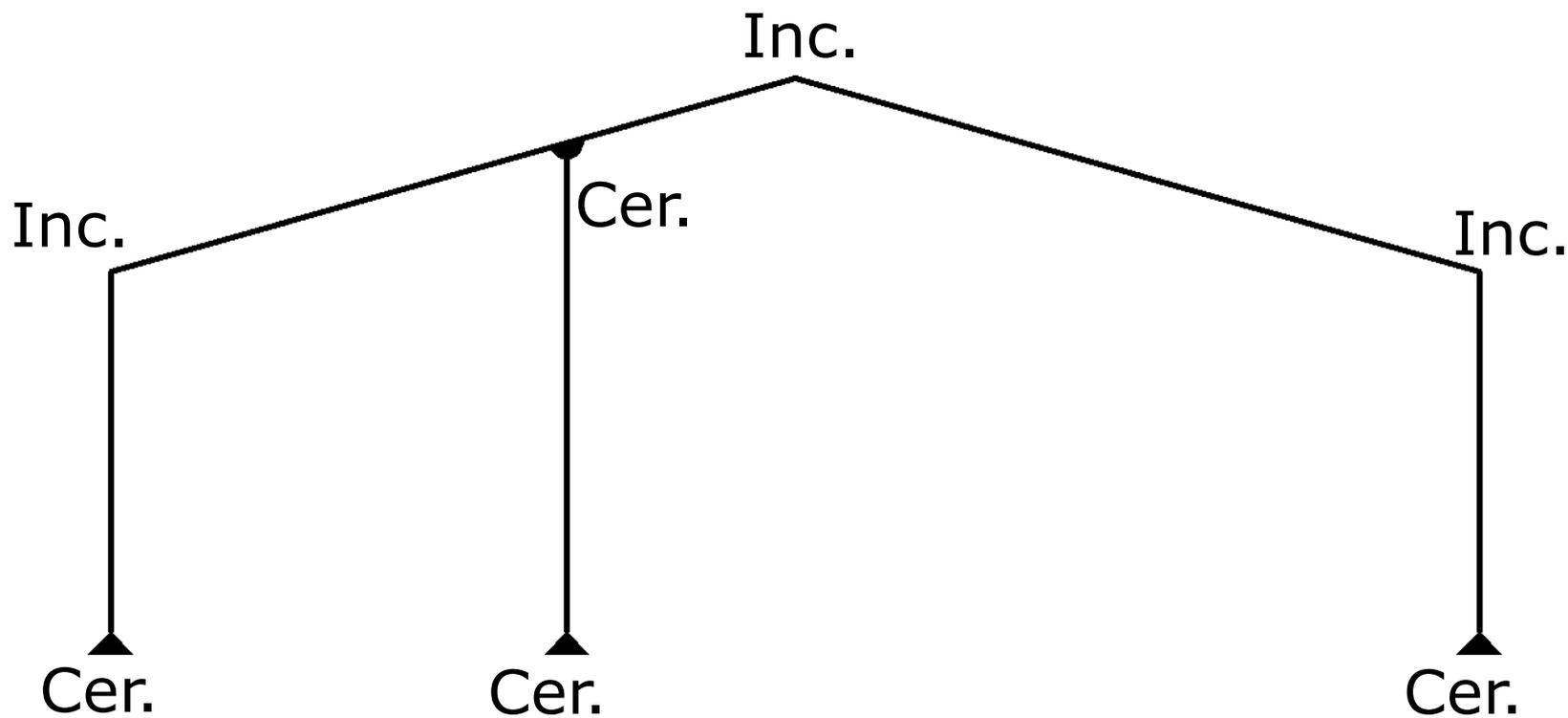


Cliente: Capponcelli San Giovanni in Persiceto (MO)





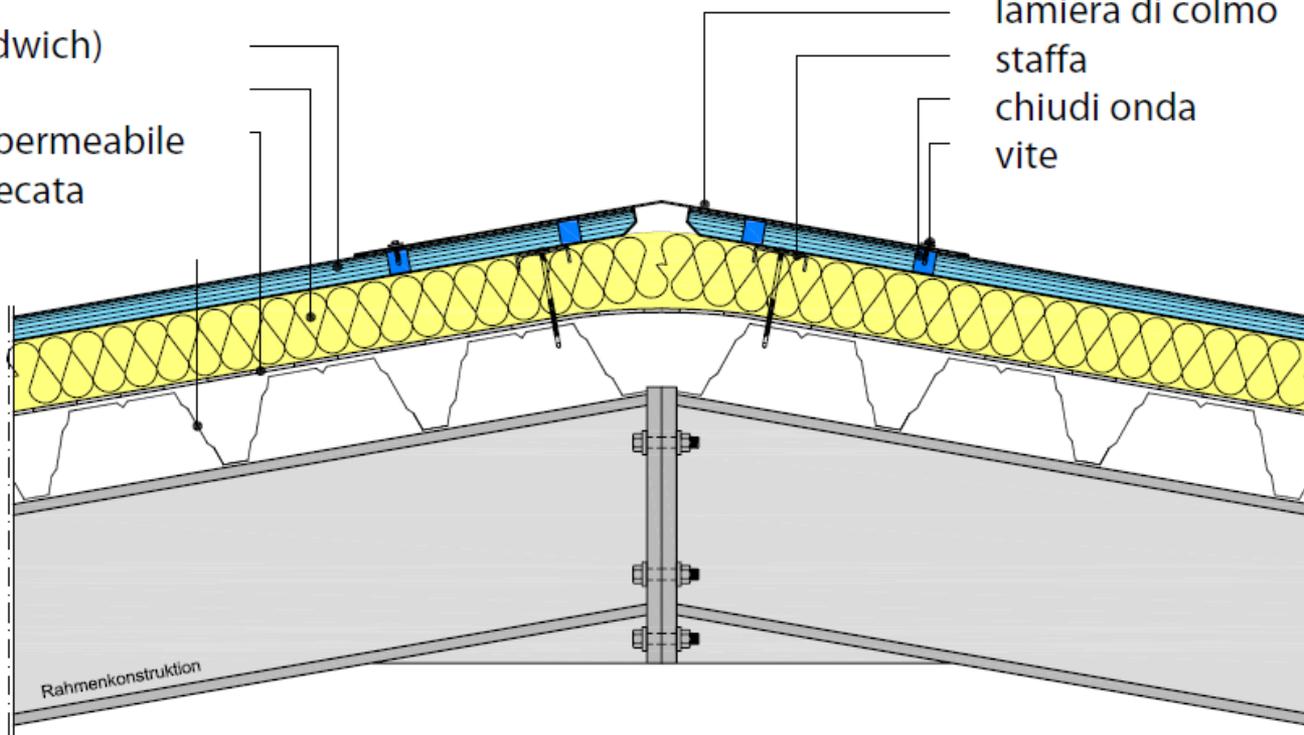
Sistema statico



Nodo di colmo

tetto (Sandwich)
isolazione
guaina impermeabile
lamiera grecata

lamiera di colmo
staffa
chiudi onda
vite



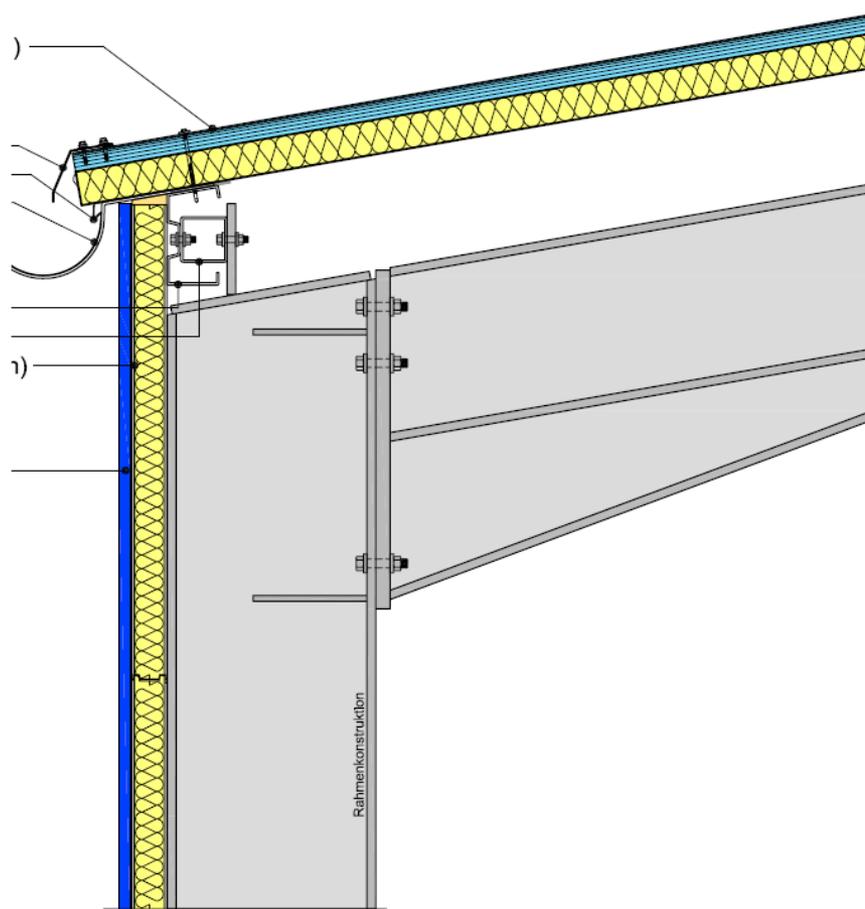
Nodo di banchina

tetto (Sandwich)

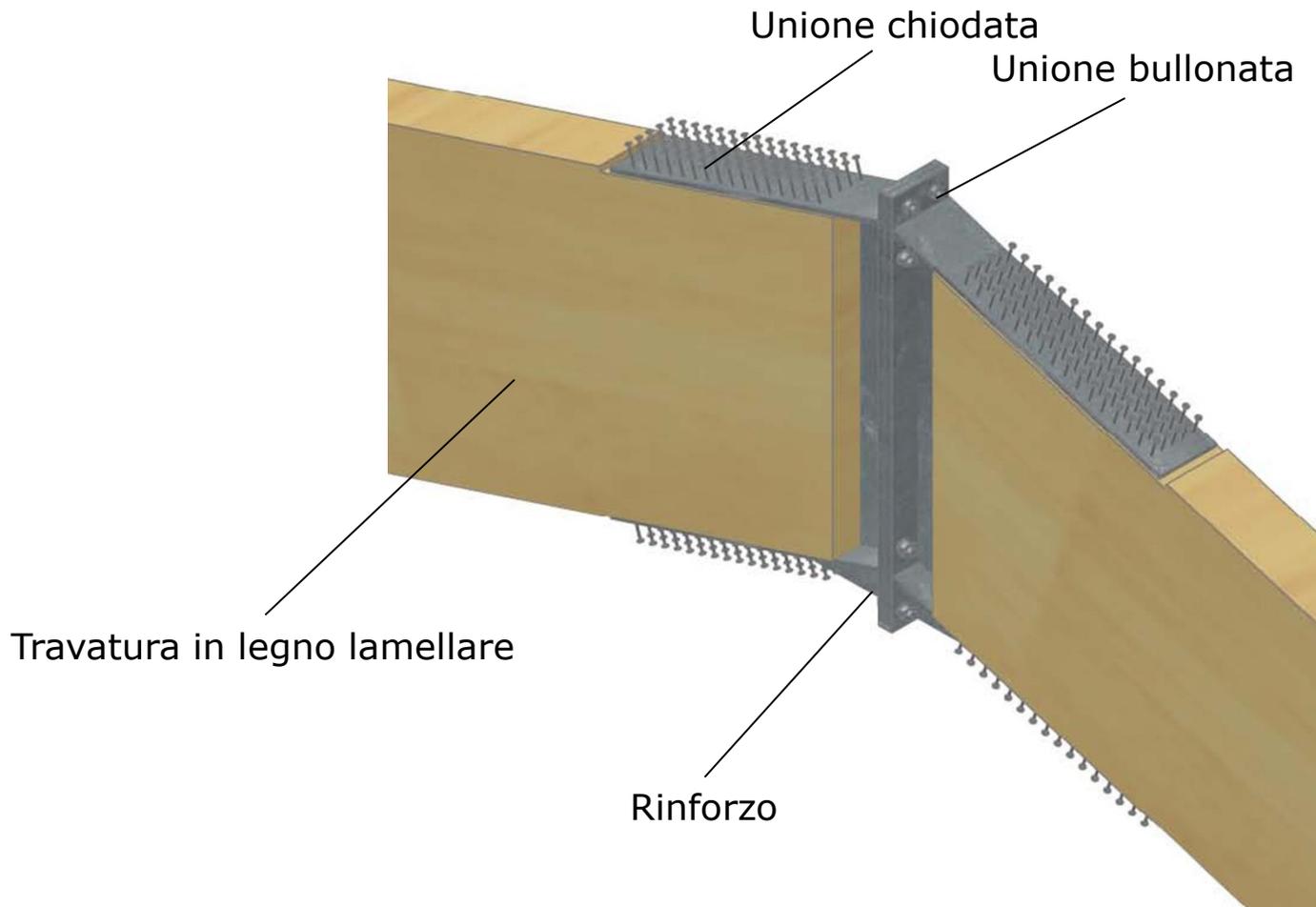
scossalina doppia
in gronda
supporto gronda

staffa
profilato
parete (Sandwich)

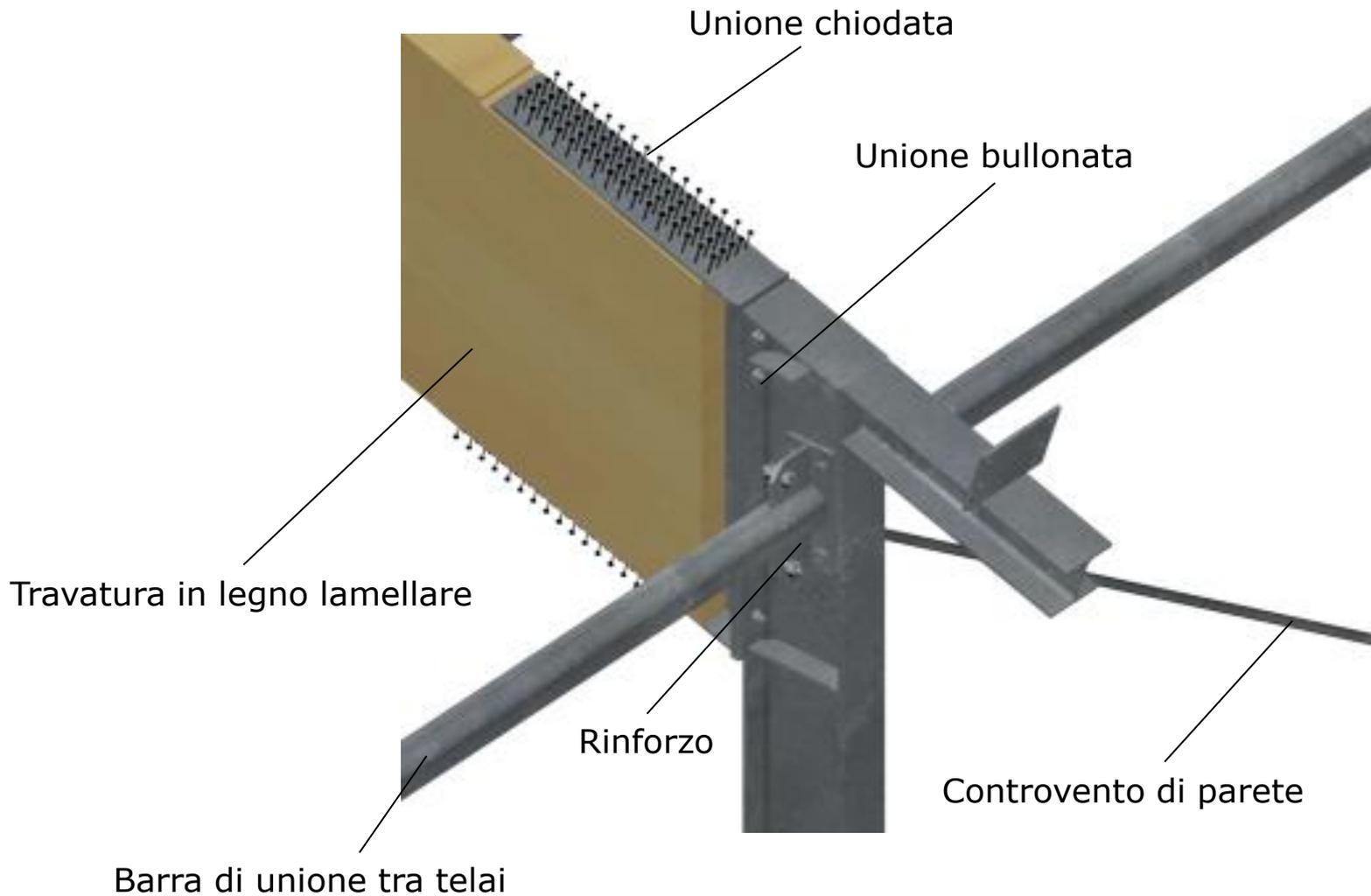
coprigiunto



Nodo di colmo



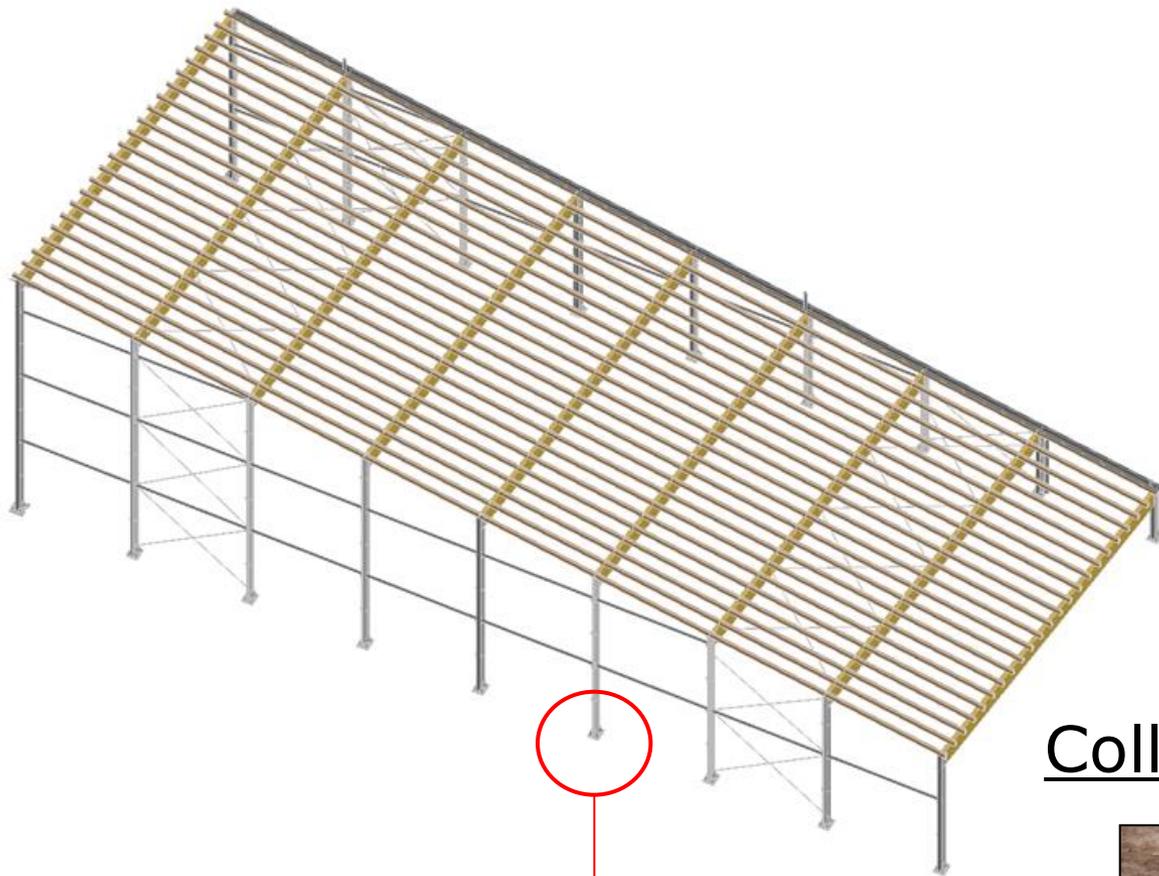
Nodo di banchina



Cliente: Persiceto San Giovanni in Persiceto (MO)





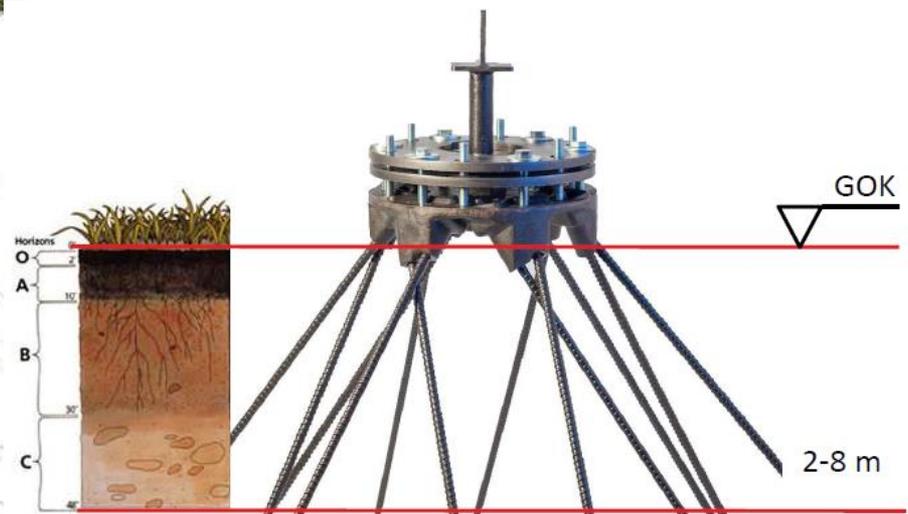


Collegamento di base





2 Spinnanker

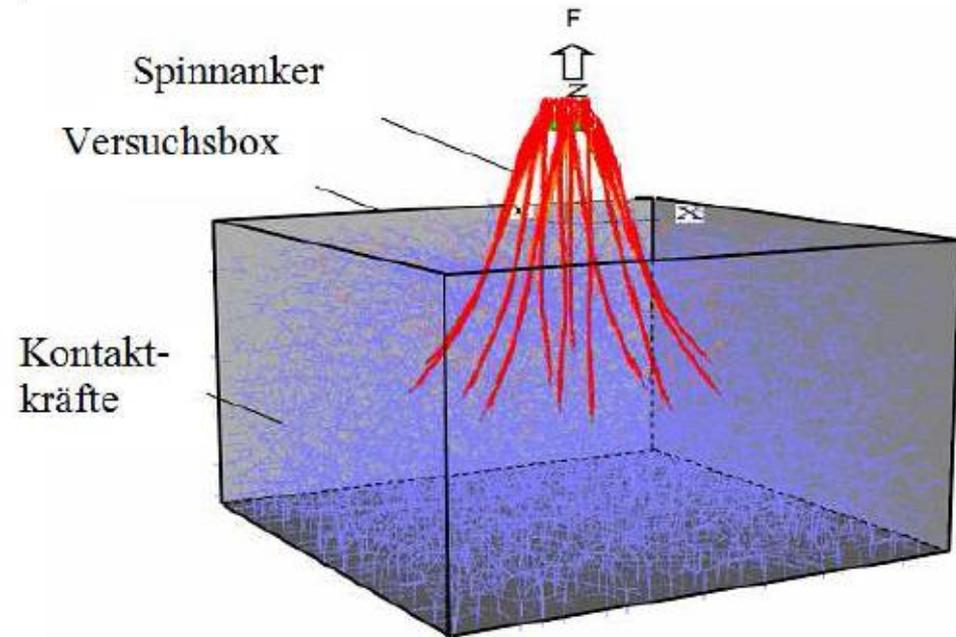


$$F_d = 170\text{kN}$$

In-situ Ausziehversuche



Numerische Simulation



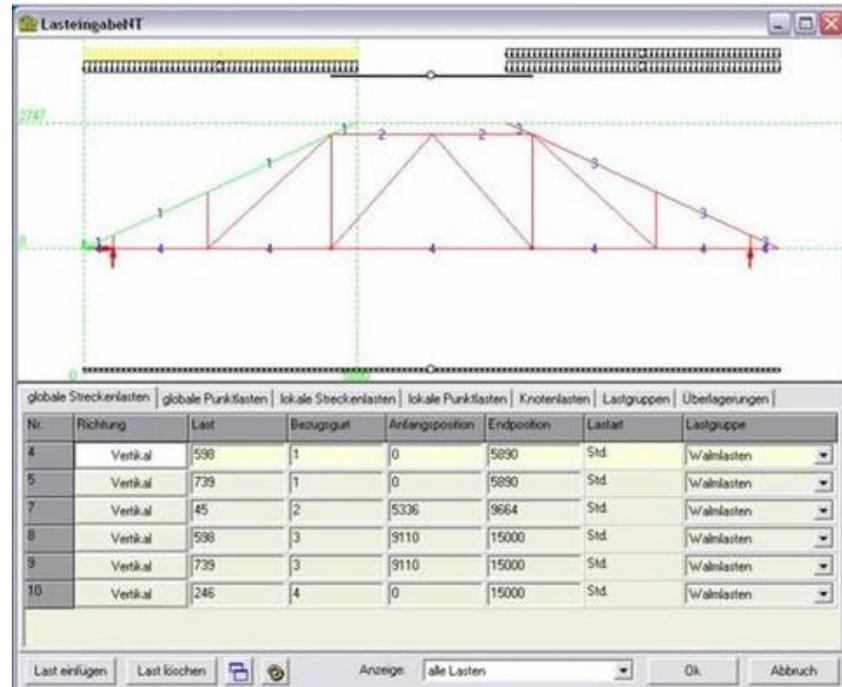
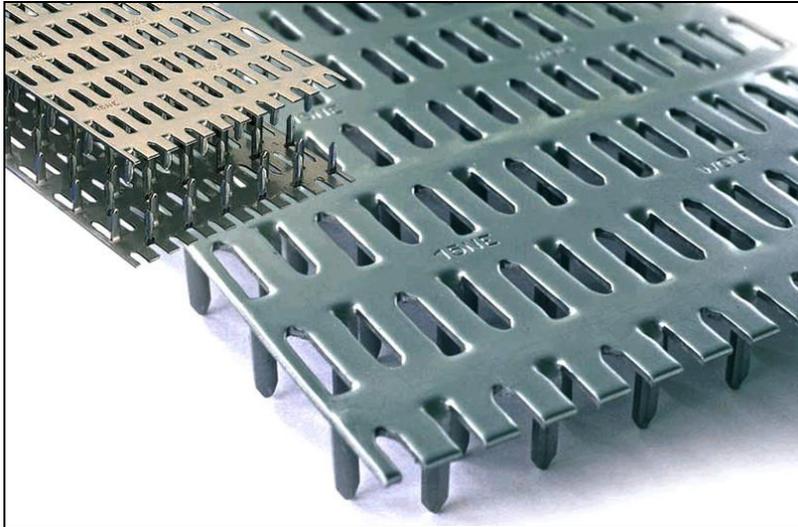
High point load at very bad soil condition



High force, nature-orientated building



WOLF SYSTEM – WOLF HAUS









Medifly Modena









Cinti Sasso Marconi







San Leo (FE)











WOLF ITALIA





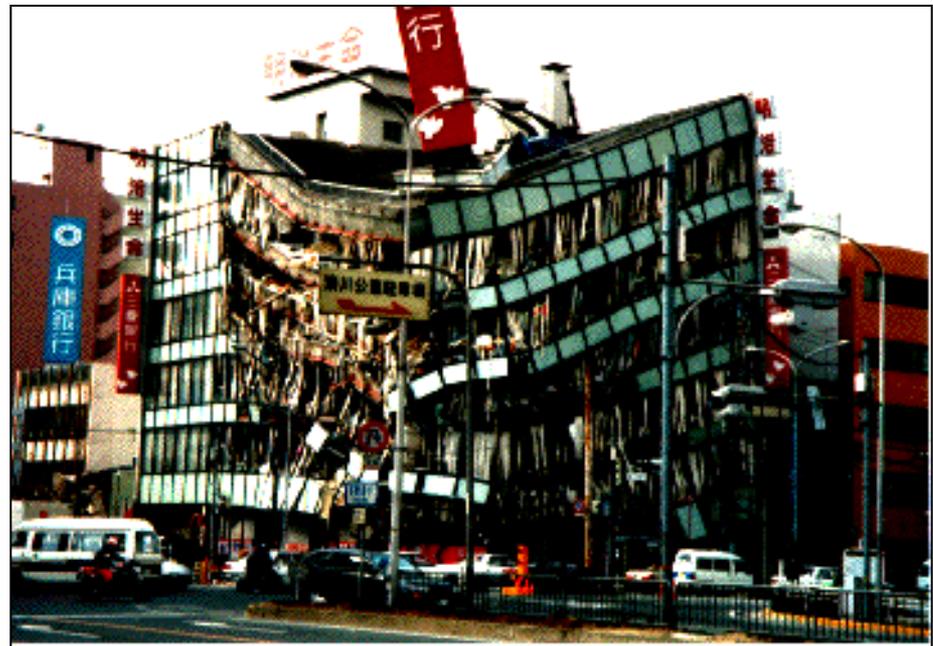
Progetto di ricerca, Eucentre Pavia

Dati

- Struttura di 4 piani;
- Altezza $h = 11,65\text{m}$;
- Peso struttura $\approx 48\text{t}$
- Struttura più alta testata in Europa

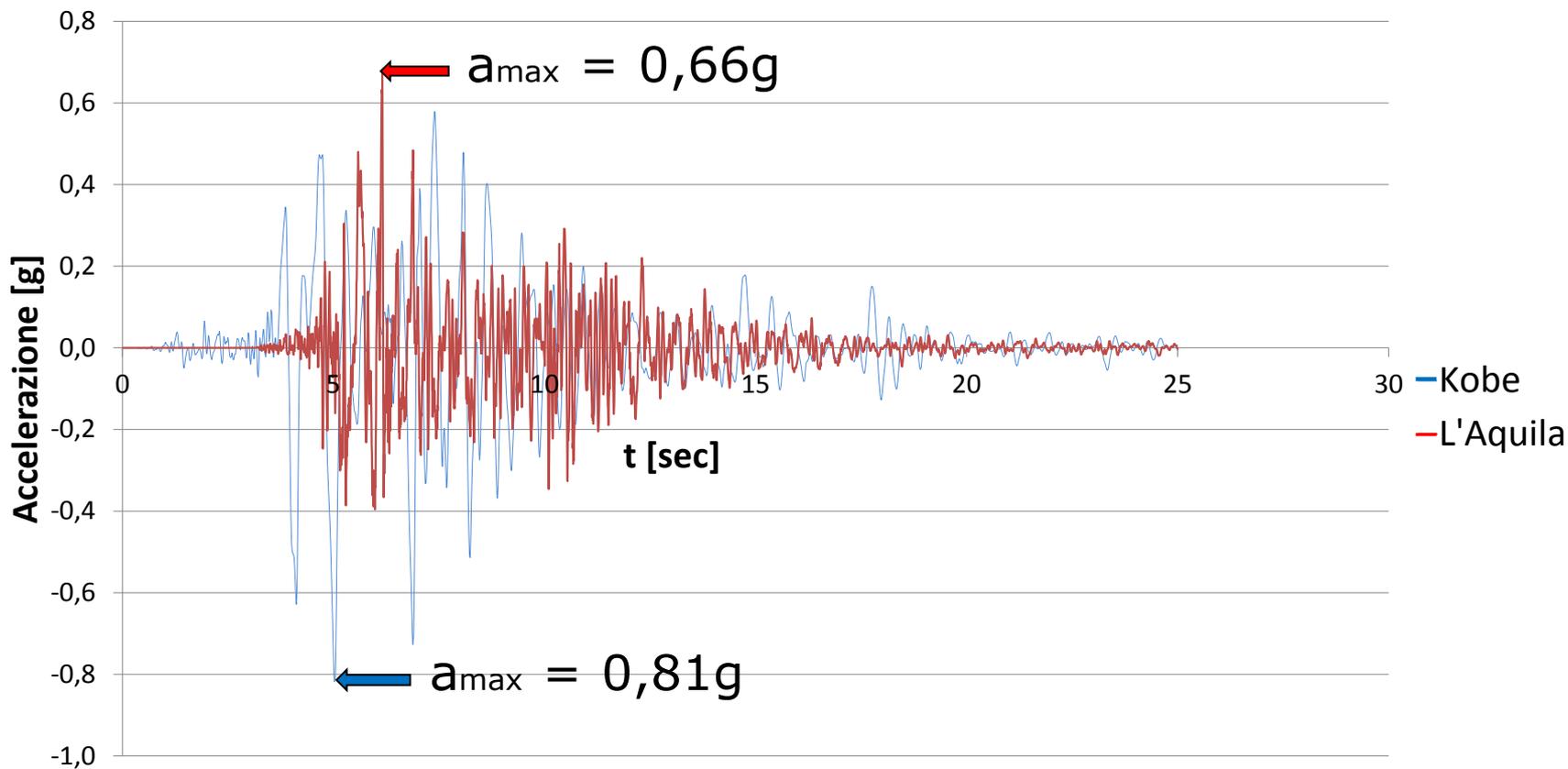


Sisma di Kobe (Giappone 1995)

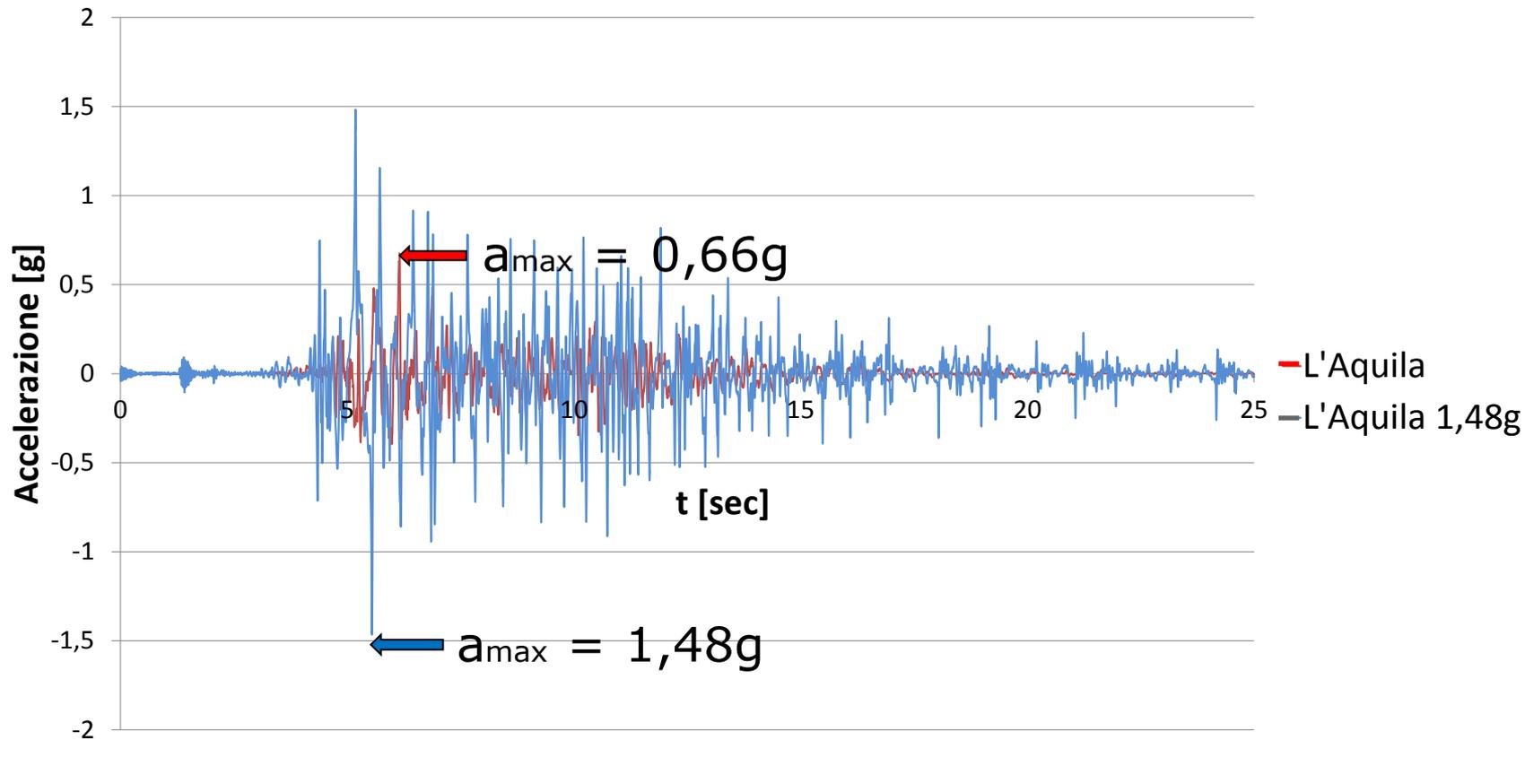




CONFRONTO KOBE - L'AQUILA



CONFRONTO L'AQUILA - TEST FINALE





07.10.2011 ore 16.10



Risultati

Sulla struttura finita sono state eseguite quattro prove con accelerazioni di picco tutte superiori a 1g con un massimo pari a **1,48g** (**224%** L'Aquila).

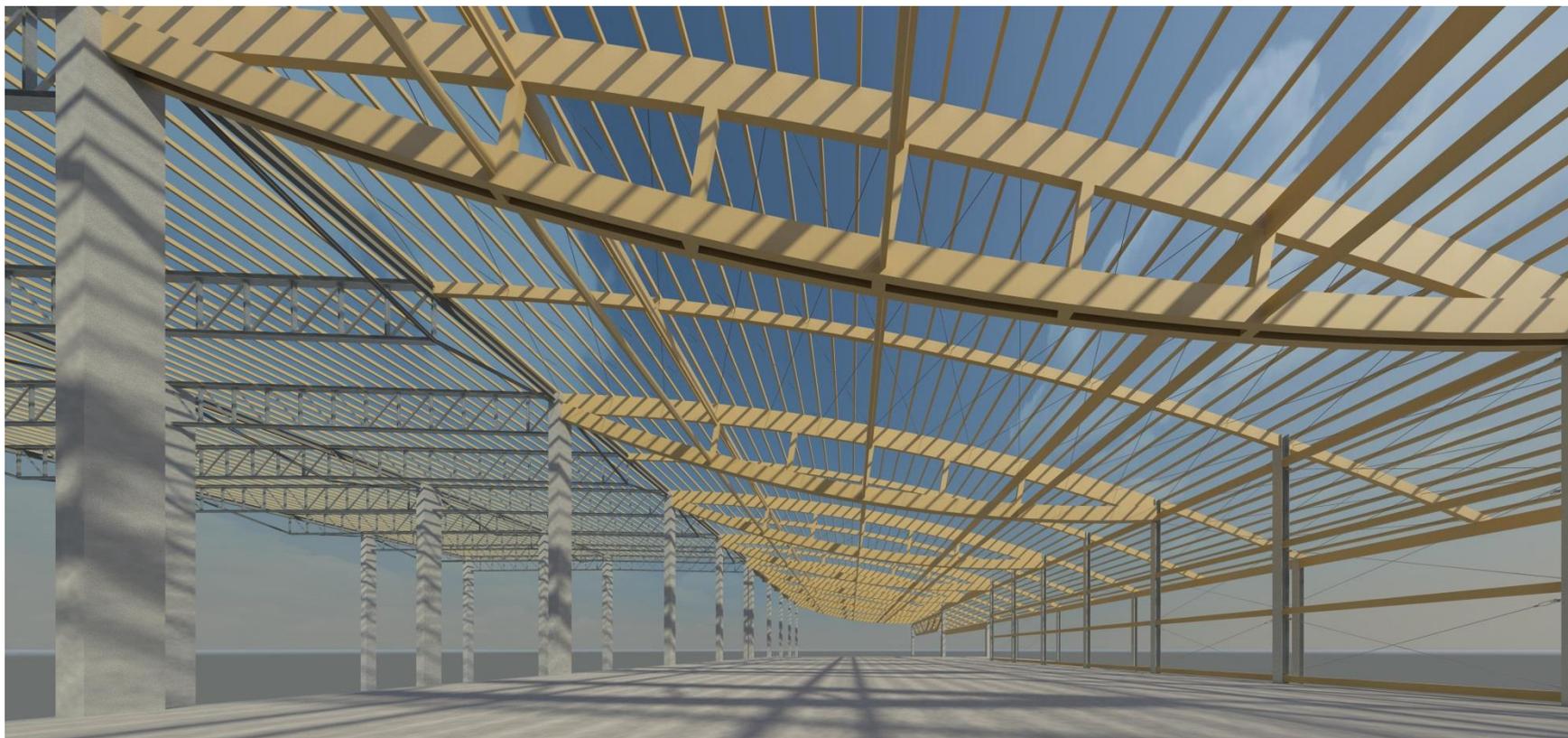
Tale accelerazione risulta essere pari al **529%** di quella massima prevista in normativa.

Nessun danno

Il futuro:



Il futuro:





Grazie dell'attenzione

