

DIGITAL EVENTS



DUO system
IL CAPPOTTO SISMICO

WEBINAR
PRESENTAZIONE
DEL CAPPOTTO SISMICO

NUOVE FRONTIERE PER IL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE

Venerdì 15 gennaio 2021 - ore 16.00 | 19:00

Evento organizzato da



In collaborazione con





ACEN
ASSOCIAZIONE COSTRUTTORI EDILI NAPOLI



WEBINAR
NUOVE FRONTIERE
PER IL
PATRIMONIO
EDILIZIO ESISTENTE

APERTURA LAVORI

RELATORE

Alfonso Mastantuoni

FOUNDER IRONDON SRL





ACEN
ASSOCIAZIONE COSTRUTTORI EDILI NAPOLI



WEBINAR
NUOVE FRONTIERE
PER IL
PATRIMONIO
EDILIZIO ESISTENTE

PRESENTAZIONE DUO SYSTEM

CONNUBIO PERFETTO TRA **ESTETICA** ED **INNOVAZIONE**

RELATORE

Arch. Giuseppe Maisto



Programma Intervento *(circa 20 minuti):*



Presentazione Societa': **IRONDOM S.r.l.**
DUO SYSTEM S.r.l.

By arch. Giuseppe Maisto, Direttore Tecnico, Progettista Architettonico



(3 minuti)



IL **CAPPOTTO SISMICO TERMICO DUO SYSTEM**
(Descrizione Innovazioni e caratteristiche generali)

By arch. Giuseppe Maisto, Direttore Tecnico, Progettista Architettonico



(10 minuti)



LE **PELLI ESTERNE DI COMPLETAMENTO**
(Restyling delle Facciate)

By arch. Giuseppe Maisto, Direttore Tecnico, Progettista Architettonico



(7 minuti)

CHI SIAMO



La società **IRONDOM S.r.l.** ha sede a Chiusano di S. Domenico (AV) in C.da Cesine, 8. Nasce nel **2017** per una geniale intuizione dell'imprenditore Alfonso Mastantuoni di voler realizzare una **Casa Passiva** in profili leggeri di acciaio, interamente a secco, antisismica ed energeticamente autonoma. Per questi motivi lo stesso raggruppa un pool di professionisti creando così il **TEAM IRONDOM** ad oggi composto da:

- 1) **Arch. Giuseppe Maisto:**
 - CEO e DIRETTORE TECNICO;
- 2) **Ing. Feliciano Ricciardelli:**
 - RESPONSABILE STRUTTURALE;
- 3) **Ing. Daniele Spiniello:**
 - B.I.M. SPECIALIST
- 4) **Ing. Marco Di Bartolomeo**
 - RESPONSABILE INVOLUCRI E IMPIANTI;
- 5) **Vari Consulenti Esterni:**
 - AGEVOLAZIONI FISCALI.

L'unione delle menti del team, riesce a trasformare così l'idea iniziale in un vero e proprio progetto:
la **"CASA IRONDOM"**.

Da qui poi l'idea di unire la tecnologia costruttiva a secco del **L.S.F. (Light Steel Framing)**, ad elementi di coibentazione e di finitura esterna, per realizzare un **Sistema per il miglioramento sismico ed energetico degli edifici esistenti**, ovvero: il **"CAPPOTTO DUO SYSTEM"**. Nasce così nel **2020** la società **DUO SYSTEM S.r.l.** dall'unione di **IRONDOM** e **CMS BUILT** con la collaborazione scientifica dell'**Università di Napoli** tramite il **DIST (Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura dell'Università di Napoli Federico II)**.



COSA FA: L'INNOVAZIONE

Accoppiando la Tecnologia strutturale **L.S.F. (Light Steel Framing)**, con elementi di coibentazione e di finitura esterna, abbiamo la possibilità di realizzare un **SISTEMA INNOVATIVO** modulare che ingabbiando il perimetro dell'intero edificio, permette l'**accesso al SUPERBONUS 110%** ed **in una sola volta**:

INTERVENTO ARCHITETTONICO

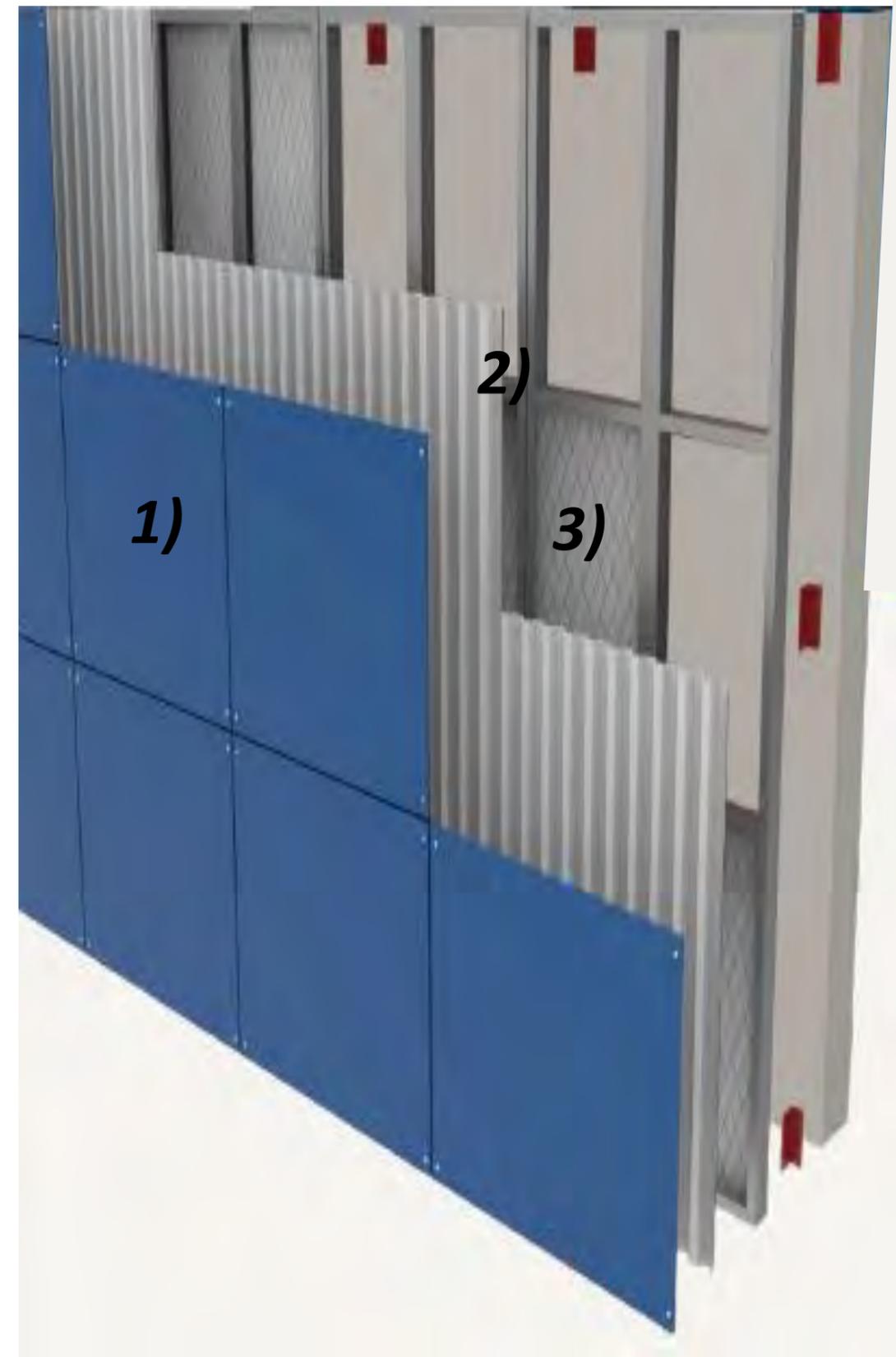
1) Rigenerare il patrimonio edilizio esistente delle nostre città' (riqualificazione urbanistica - **restyling architettonico dell'edificio);**

INTERVENTO STRUTTURALE

2) Migliorare le condizioni di sicurezza antisismica dell'edificio (assorbimento fino **al 45% dell'azione sismica);**

INTERVENTO ENERGETICO

3) Ridurre i consumi energetici aumentando il benessere-abitativo (diminuzione **dal 70% al 90% della trasmittanza termica U della parete esistente).**



COSA FA: L'INNOVAZIONE

Le principali innovazioni:

A) SEMPLICITA' E VELOCITA' NELLA POSA (manuale di montaggio)



COSA FA: L'INNOVAZIONE

Le principali Innovazioni:

A) SEMPLICITA' E VELOCITA' NELLA POSA *(manuale di montaggio)*



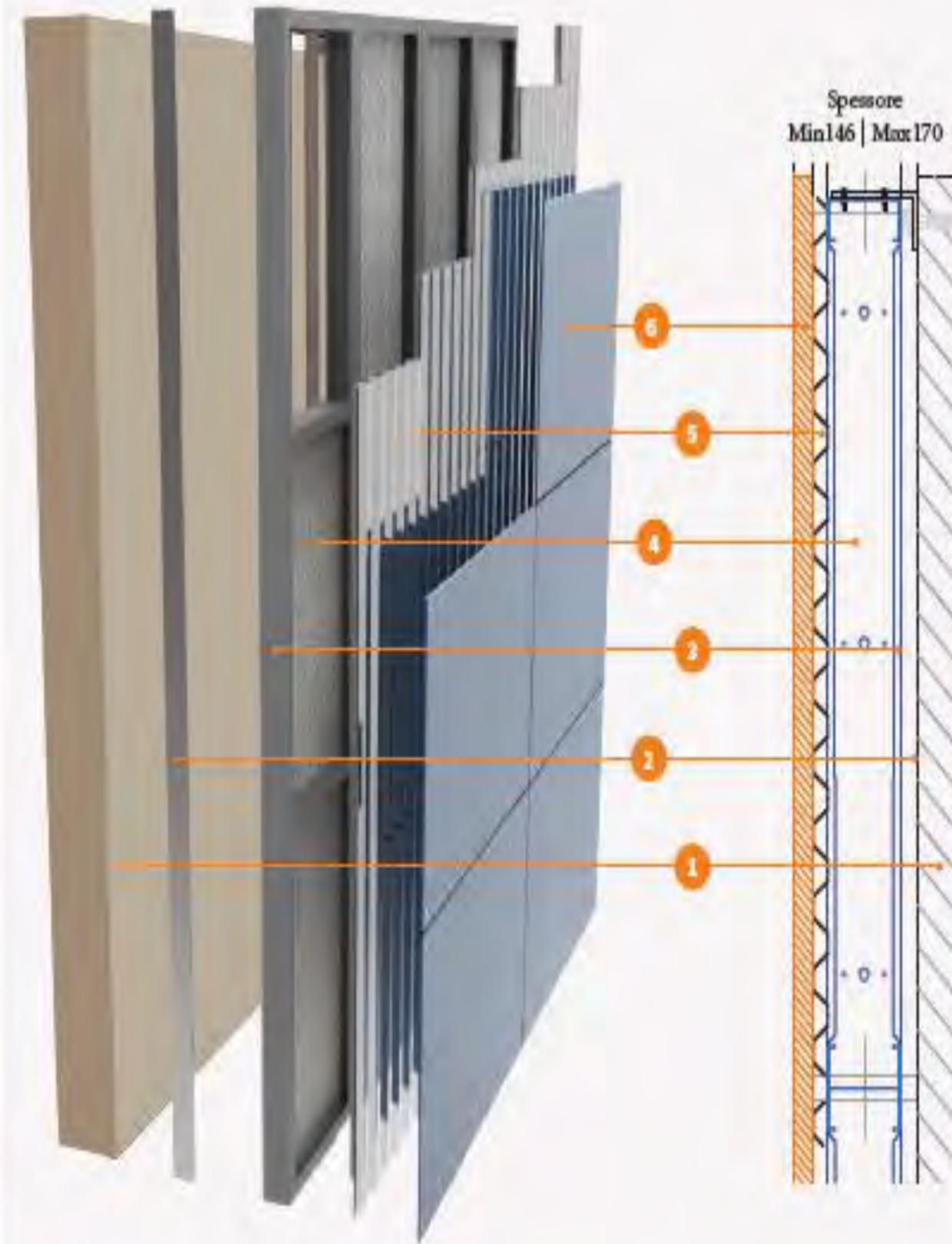
**+
B) LAVORAZIONI SOLO ESTERNE E
MANUTENZIONE FACILITATA**

*(uso continuo dell'immobile
e manutenzione ridotta alle facciate
con particolare vantaggio
per gli impianti esterni)*

COME E' FATTO

- Sulla ***muratura esistente*** **1)** si compone un Sistema di:
 - 2) accessori di fissaggio (tasselli, piastre e staffe);**
 - 3) struttura metallica a telaio (C.F. in acciaio e/o alluminio di spessore ~1mm);**
 - 4) imbottitura profilo con materiale isolante (termoriflettenti ultrasottili e/o pannelli fibra di canapa);**
 - 5) diaframma rigido per sollecitazioni orizzontali (lamiera grecata e/o pannelli di O.S.B.);**
 - 6) rivestimento esterno anche con parete ventilata (ad Umido o a Secco).**

Spessori: Min. 14,6 cm. | Max. 17,0 cm.



LE FINITURE: ESTETICA ED INNOVAZIONE

- Alle alte performance di miglioramento sismico ed efficientamento energetico, il **CAPPOTTO DUO SYSTEM** coniuga anche la ricercatezza e la bellezza delle rifiniture esterne, con la possibilità' di completare l'intervento con due versioni:

1) VERSIONE CON UMIDO (rifiniture con intonaco);



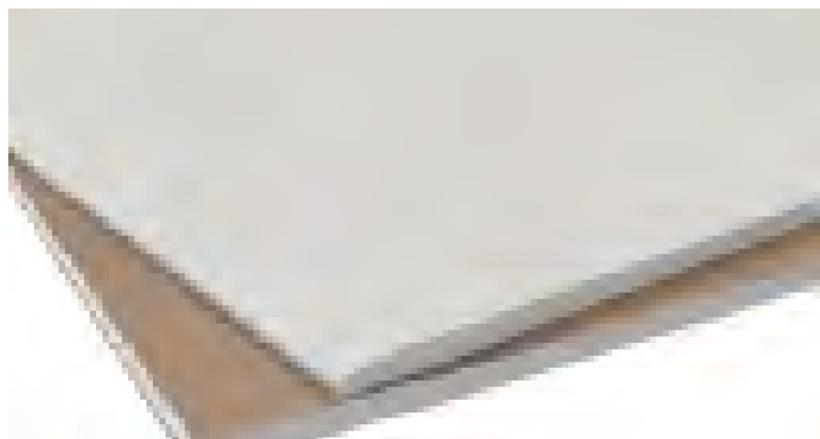
2) VERSIONE CON SECCO (rifiniture con innovativi pannelli e/o lastre).



LE FINITURE: ESTETICA ED INNOVAZIONE

1) VERSIONE CON UMIDO:

SEZIONE LASTRE IN CEMENTO RINFORZATO PER ESTERNI TIPO **AQUAPANEL**



Lastra **TIPO AQUAPANEL**, in cemento portland + inerti con rete in fibra di vetro sulle superfici di spessore 12,5 mm. con armatura del giunto mediante stucco e rete in tutto poi rifinito con una armatura dell'intero pannello in stucco e rete e con trattamento superficiale di finitura in stucco a frattazzo spugnino oppure ad intonachino.



LE FINITURE: ESTETICA ED INNOVAZIONE

2) VERSIONE CON SECCO:

A) SEZIONE **LAMINATI** PANNELLI IN ALLUMINIO PREVERNICIATO TIPO **EASY WAND**



Pannello **TIPO EASYWAND**, realizzato con pannello in lega di alluminio, dello spessore complessivo pari a 25 mm, prodotti con sistema in continuo e costituiti da due rivestimenti in alluminio tra i quali è interposto uno strato di schiuma isolante in poliuretano espanso iniettato ad alta pressione. Sia il rivestimento esterno che quello interno sono lisci, o a richiesta dotati di micronervature ed il fissaggio e' nascosto.



LE FINITURE: ESTETICA ED INNOVAZIONE

2) VERSIONE CON SECCO:

B) SEZIONE **COMPOSITI** PANNELLI IN LAMINA DI ALLUMINIO TIPO **IN COMPO**



Pannello **TIPO IN - COMPO**, realizzato con un pannello in composito di alluminio di spessore complessivo pari a 4mm, costituito da due lamiere di alluminio interna ed esterna da 0.5mm, accoppiate ad un nucleo da 3mm in materiale plastico o sintetico a seconda della qualità di reazione al fuoco richiesta ed il fissaggio e' nascosto.



LE FINITURE: ESTETICA ED INNOVAZIONE

2) VERSIONE CON SECCO:

C) SEZIONE **NATURALI** LASTRE IN GRES ESTRUSO SMALTATE TIPO **KERA TWIN**



Lastre **TIPO KERA TWIN K20 AGROB BUCHTHAL**, realizzate in gres estruso smaltate e non smaltate, tutte con spessore di 2 cm, il retro della lastra dovrà avere delle scanalature appositamente posizionate per il fissaggio meccanico sui profili K20 Tsystem. Le lastre sono composte da un impasto finissimo a base di caolino, feldspati e argille pregiate cotto a temperatura di 1290 C°. Incombustibili quindi ignifughe con colori stabili alla luce solare.



LE FINITURE: ESTETICA ED INNOVAZIONE

2) VERSIONE CON SECCO:

D) SEZIONE **SPECIALI** LAMIERE STIRATE TIPO **IMAR**



Lamiere stirate **TIPO IMAR**, possono essere prodotte in alluminio, ferro, ferro zincato, acciaio inox, zinco-titanio, rame, ottone, corten, bronzo, bronzo fosforoso. Su questi prodotti si possono accoppiare moderni trattamenti superficiali come verniciature, anodizzazioni naturale e colorata, galvanizzazione.

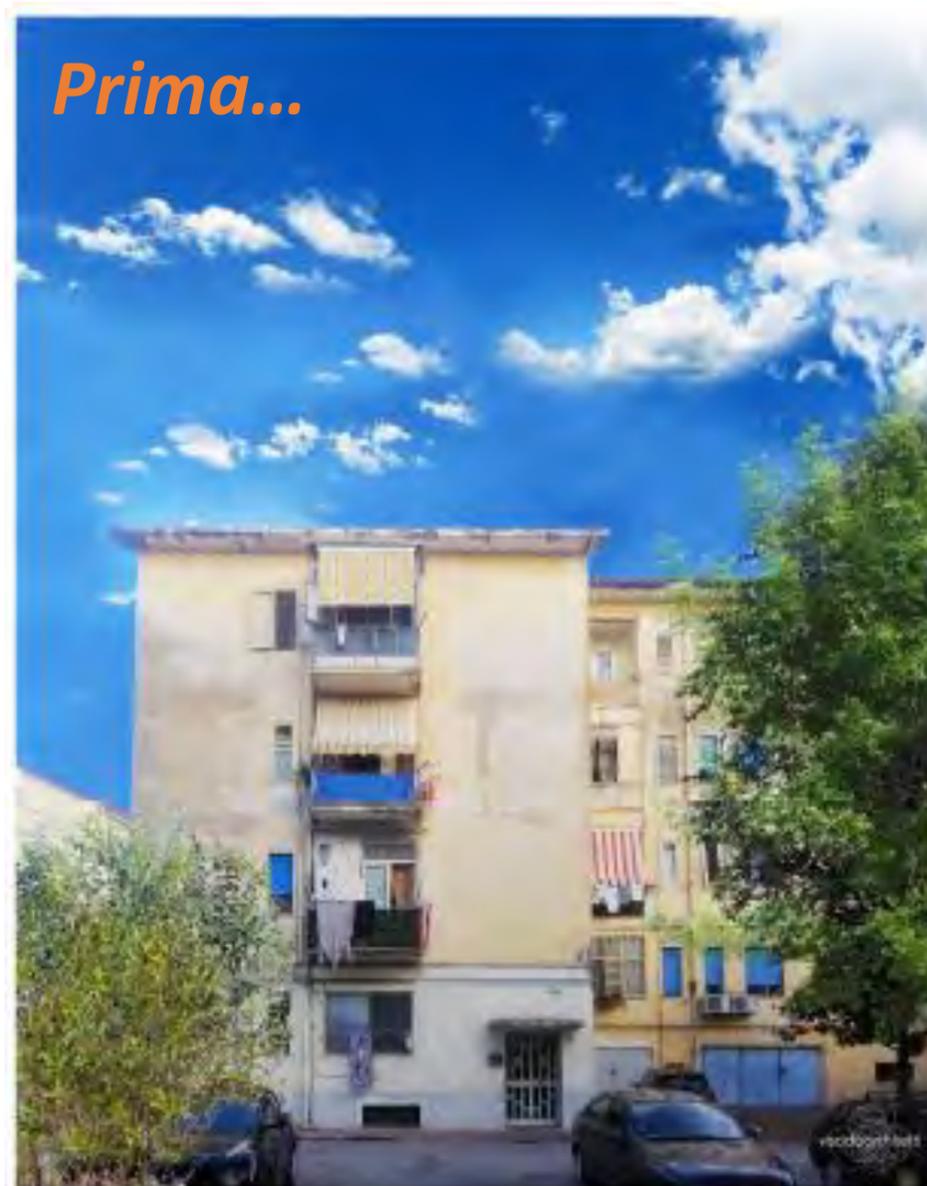


LE FINITURE

Render prodotto dallo studio dell'Architetto Angelo Viscido.

VERSIONI CON RIVESTIMENTO MISTO.

Alcuni rendering di interventi di restyling facciate con il *CAPPOTTO DUO SYSTEM* su Condomini



LE FINITURE

Render prodotto dallo studio dell'Architetto Angelo Viscido.

VERSIONI CON RIVESTIMENTO MISTO.

Alcuni rendering di interventi di restyling facciate con il **CAPPOTTO DUO SYSTEM su Condomini**

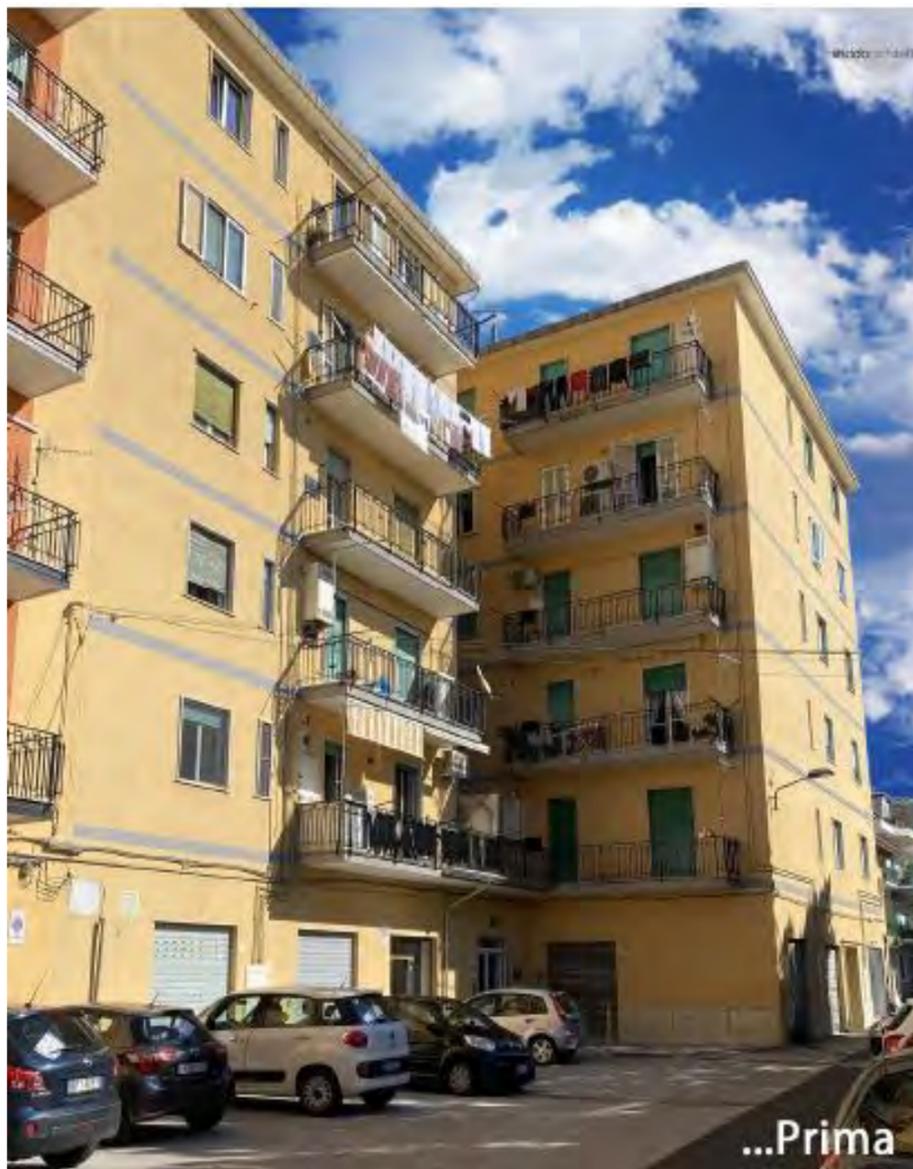


LE FINITURE

Render prodotto dallo studio dell'Architetto Angelo Viscido.

VERSIONI CON RIVESTIMENTO MISTO.

Alcuni rendering di interventi di restyling facciate con il **CAPPOTTO DUO SYSTEM su Condomini**



LE FINITURE

Render prodotto dallo studio dell'Architetto Angelo Viscido.

VERSIONI CON RIVESTIMENTO MISTO.

Alcuni rendering di interventi di restyling facciate con il **CAPPOTTO DUO SYSTEM su Condomini**



CONCLUDENDO...

*...Con un buon rivestimento delle facciate l'idea costruttiva viene amplificata e talvolta enfatizzata per lo più da forme e geometrie appositamente studiate che creano quel ventaglio di **dettagli costruttivi** che ne fanno poi la differenza!*

E come diceva l'arch. Ludwig Mies van der Rohe:

DIO E' NEI DETTAGLI!





ACEN
ASSOCIAZIONE COSTRUTTORI EDILI NAPOLI



WEBINAR
NUOVE FRONTIERE
PER IL
PATRIMONIO
EDILIZIO ESISTENTE

IL CAPPOTTO SISMICO COME SOLUZIONE PER LA SICUREZZA DEGLI EDIFICI ESISTENTI: CRITERI DI PROGETTO ED ESEMPI APPLICATIVI

RELATORE

Prof. Ing. Antonio Formisano



Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura
Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Università di Napoli «Federico II»

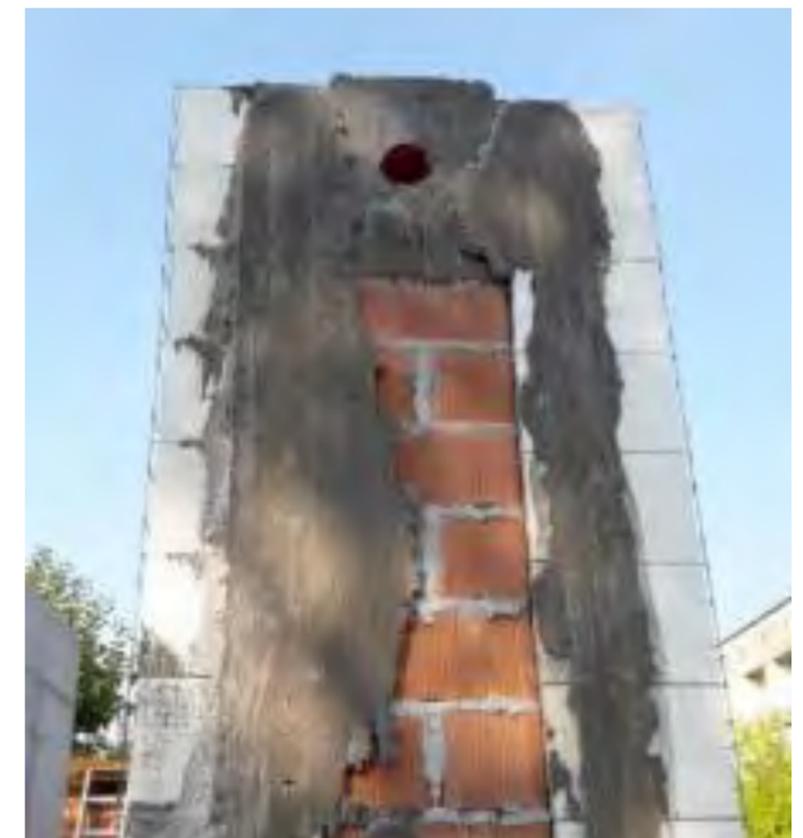
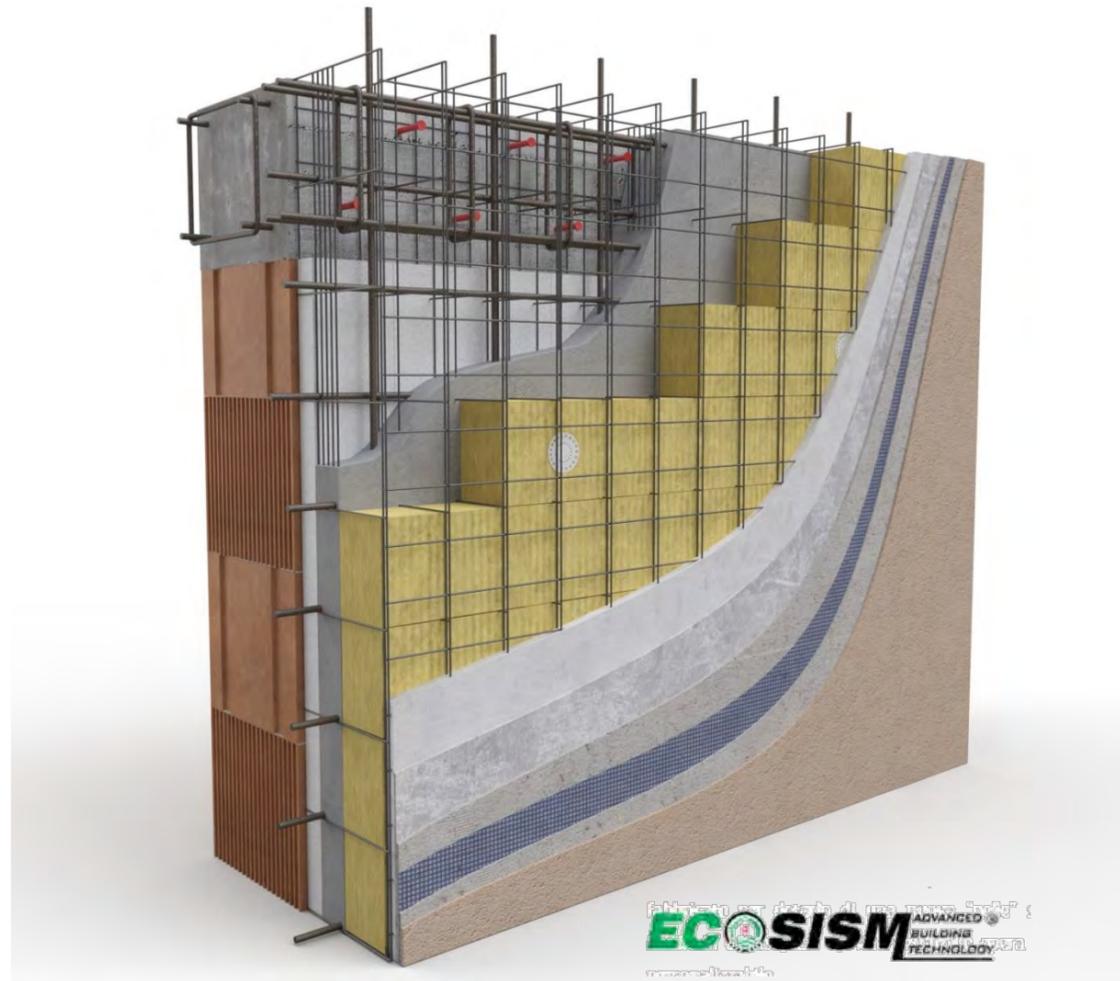


Contenuti

- 1. Tecniche integrate per il retrofit sismo-energetico degli edifici esistenti**
- 2. Una soluzione alternativa: Il cappotto sismico DUO SYSTEM**
- 3. Analisi FEM per la valutazione delle prestazioni sismiche**
- 4. Intervento su un edificio in muratura**
- 5. Intervento su un edificio in c.a.**
- 6. Work in progress**

Tecniche integrate per il retrofit sismo-energetico degli edifici esistenti

GENIALE CAPPOTTO SISMICO



- SOLUZIONE CON LASTRE DI CLS TRA DUE STRATI ISOLANTI CHE FUNGONO DA CASSERO

Tecniche integrate per il retrofit sismo-energetico degli edifici esistenti

SISMA COAT

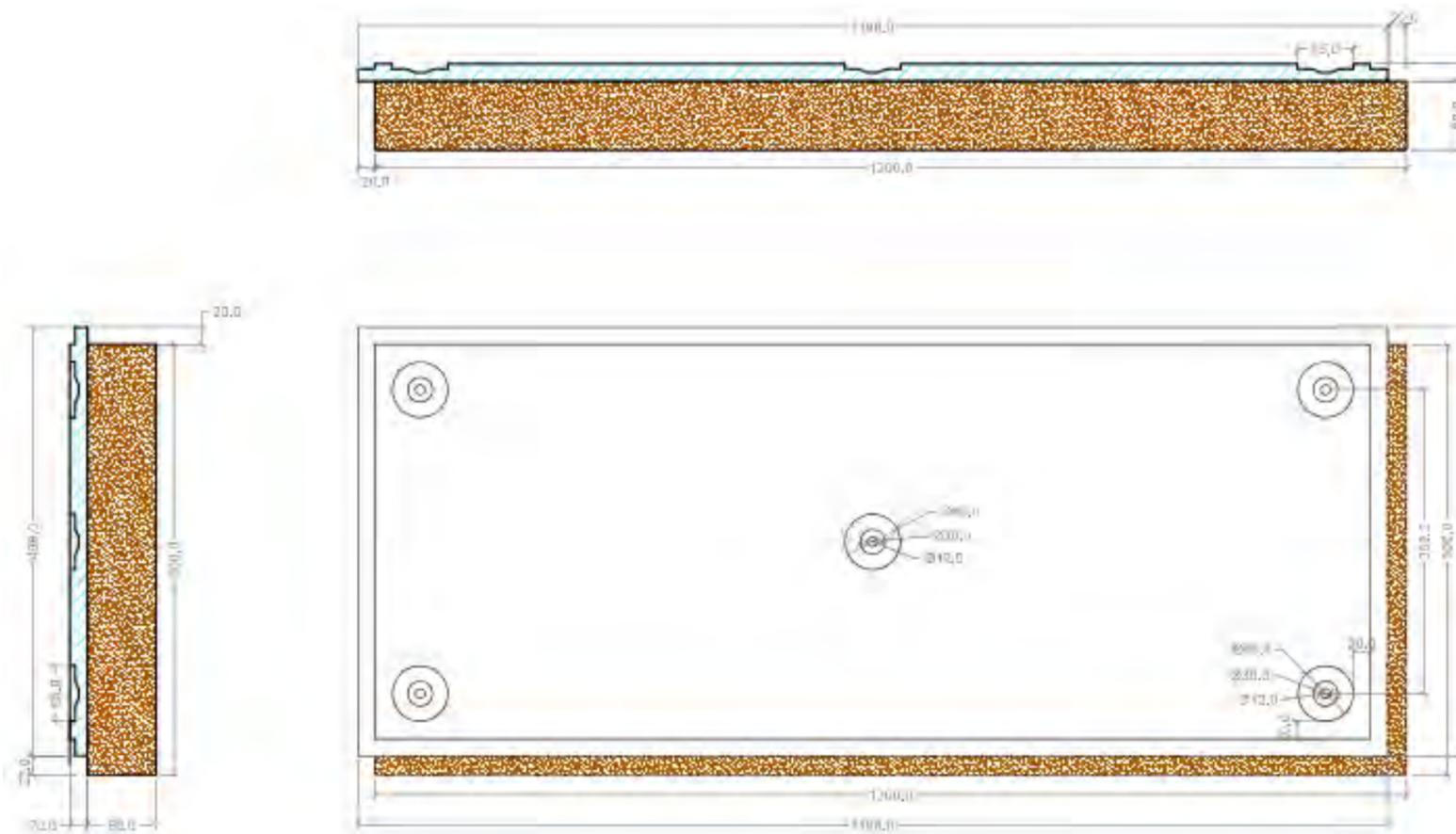


- **SOLUZIONE CON PROFILI COLD-FORMED, BETONCINO STRUTTURALE ARMATO E PANNELLI ISOLANTI**

Tecniche integrate per il retrofit sismo-energetico degli edifici esistenti

BETONTHERM

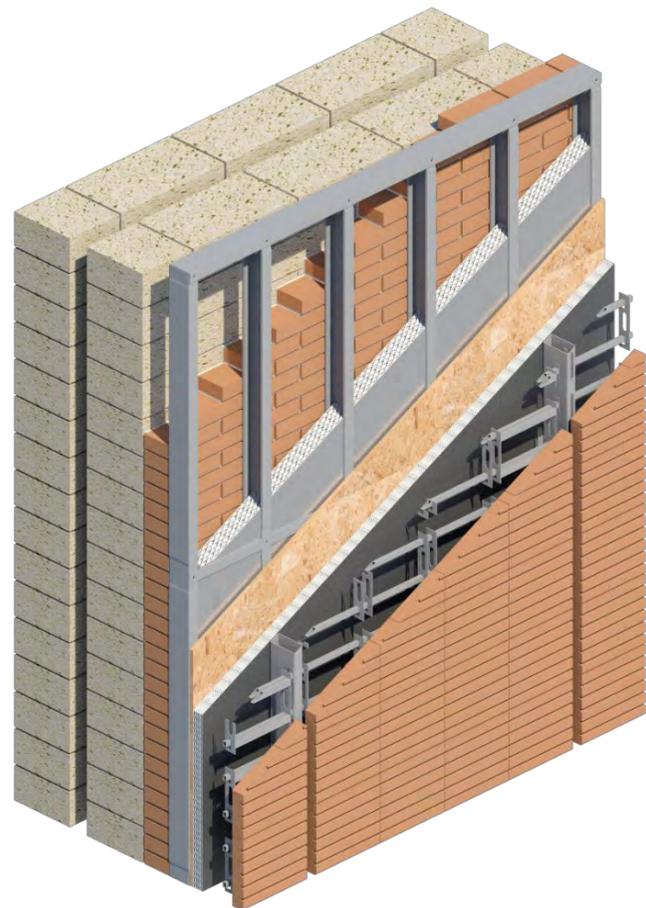
Beton  Wood



- **SOLUZIONE CON PANNELLO IN LEGNOCEMENTO ANTISISMICO E PANNELLO IN FIBRE DI LEGNO NATURALE ISOLANTE**

Una soluzione alternativa: Il cappotto sismico DUO SYSTEM

Come riuscire a coniugare l'incremento della sicurezza sismica e dell'efficienza energetica con un sistema leggero, flessibile ed economico?



Convenzione di Ricerca Scientifica fra il DIST e la
Irondom Srl finalizzata allo studio del cappotto sismico

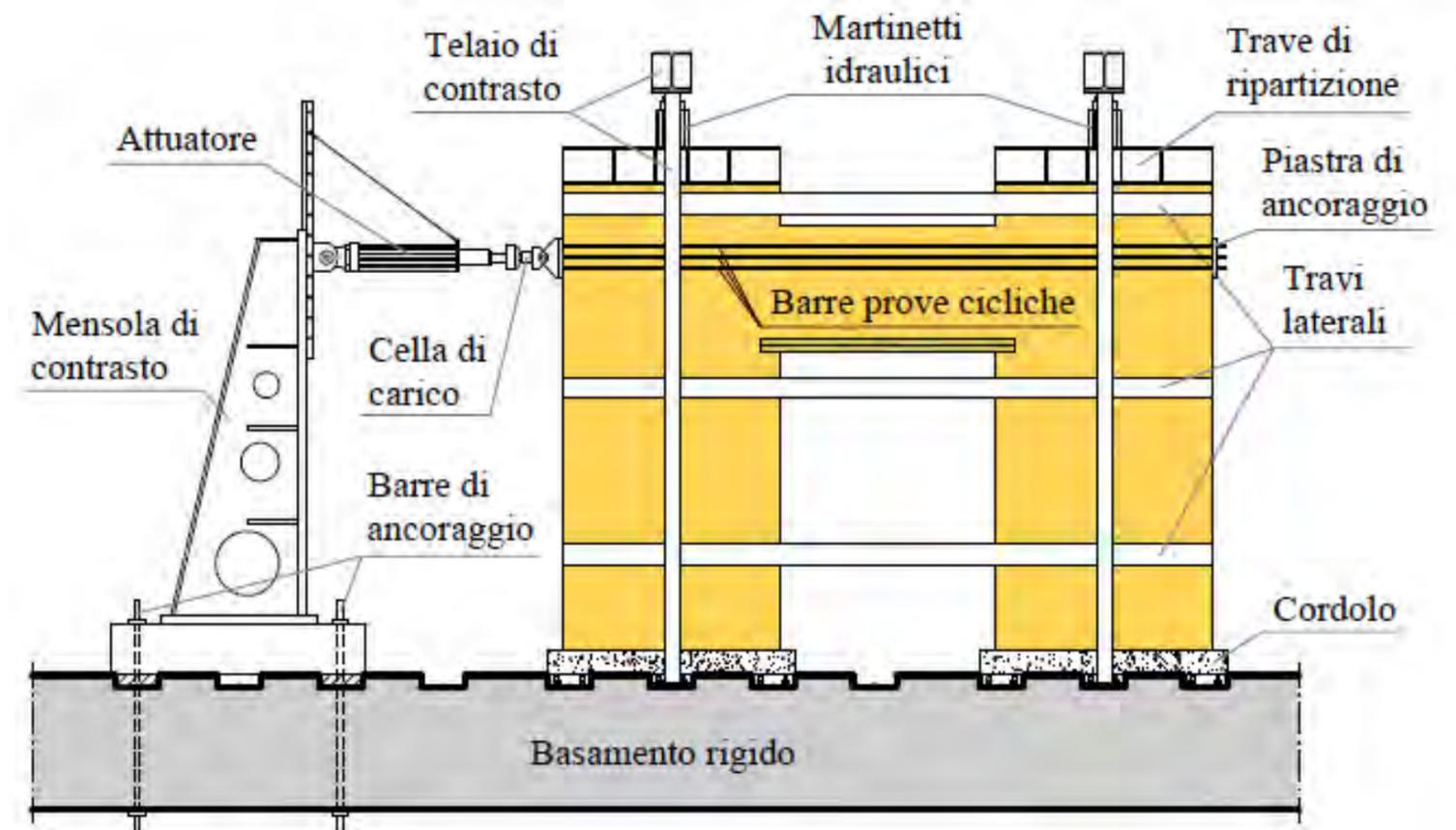
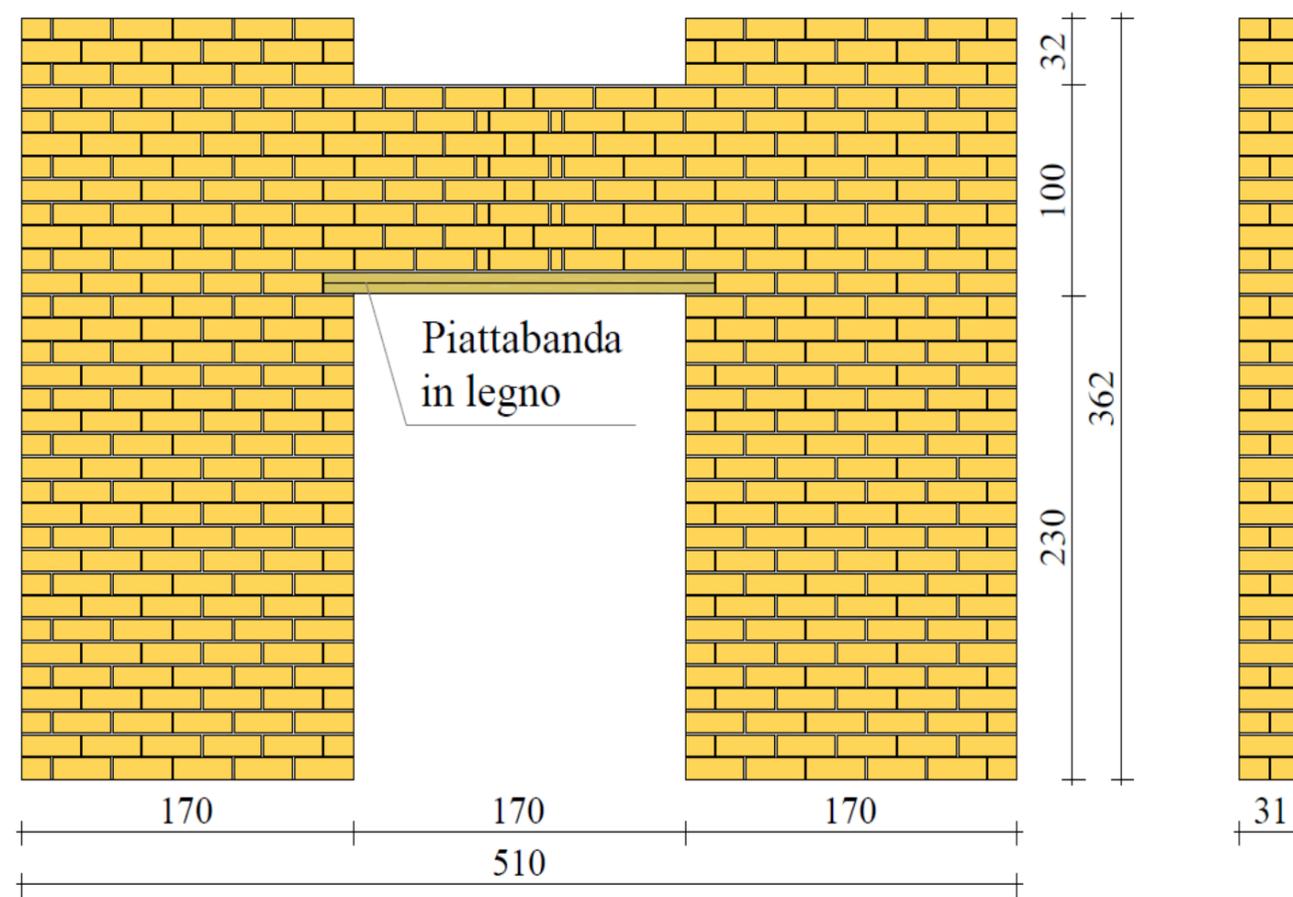
innovativo a secco DUO SYSTEM

Febbraio 2019 – Dicembre 2020

Analisi FEM per la valutazione delle prestazioni sismiche

Calibrazione comportamento sperimentale parete muratura tufo

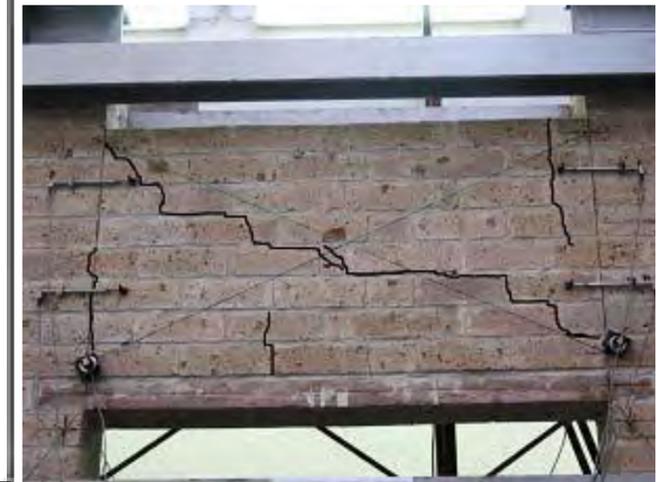
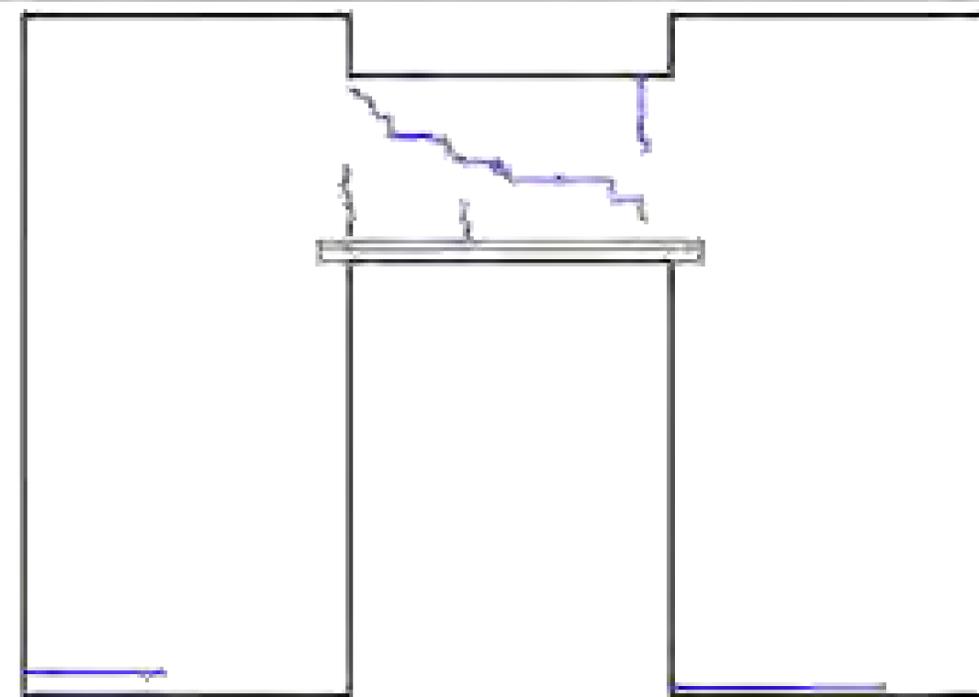
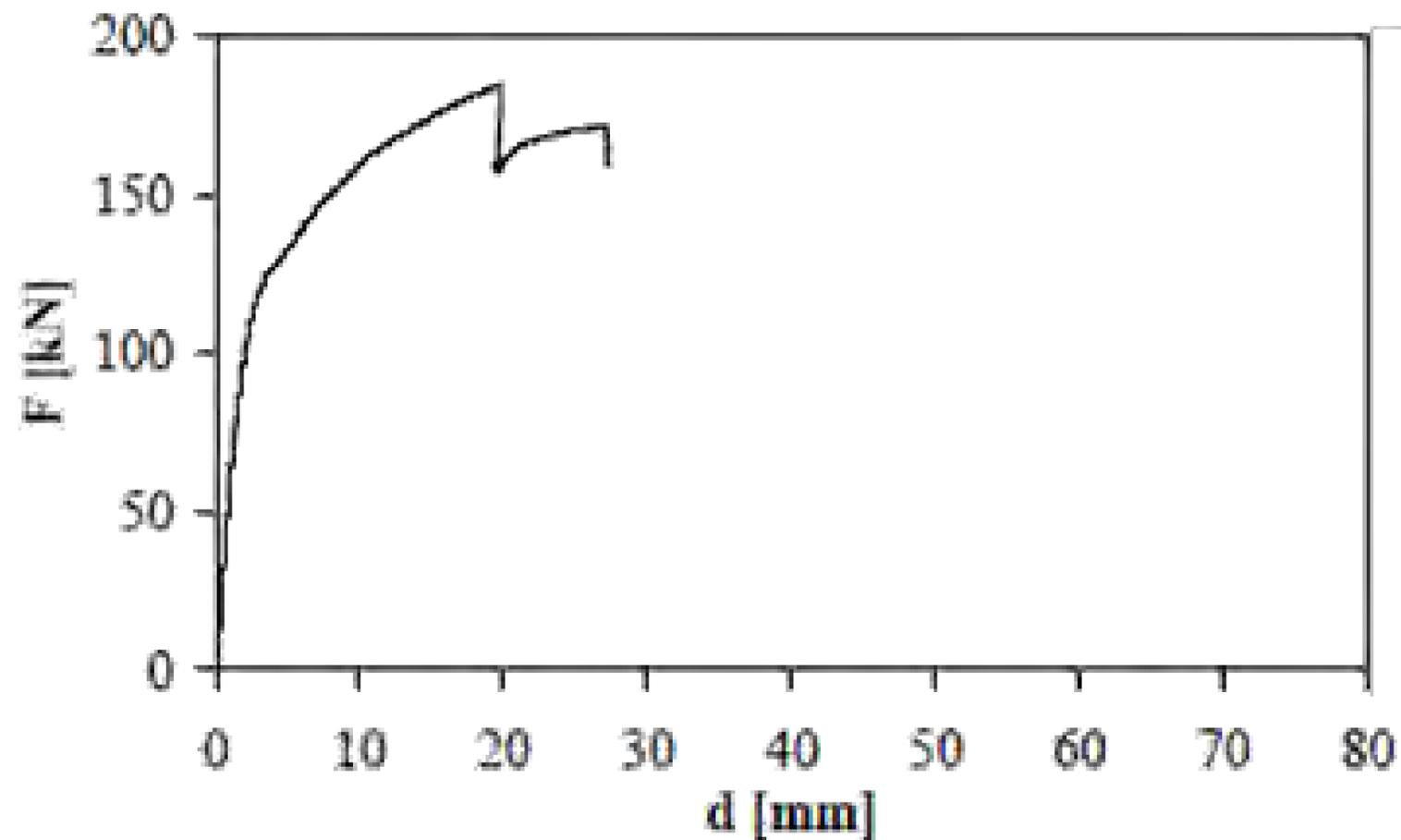
Prove eseguite presso il laboratorio DIST (Augenti et al., 2011)



Analisi FEM per la valutazione delle prestazioni sismiche

Calibrazione comportamento sperimentale parete muratura tufo

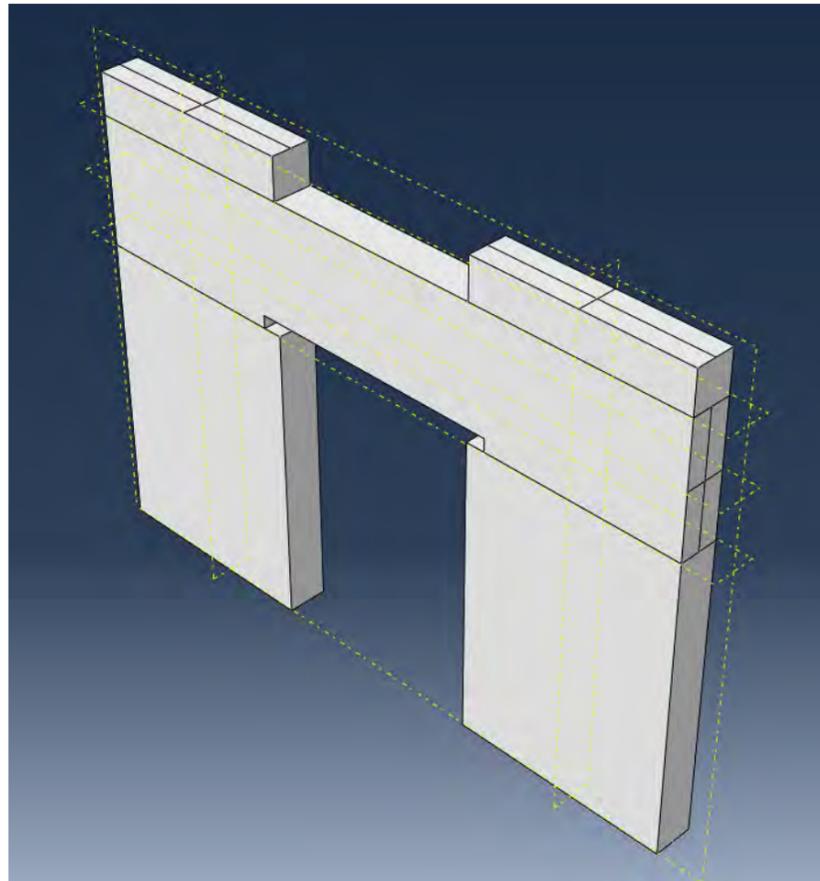
Prove eseguite presso il laboratorio DIST (Augenti et al., 2011)



Analisi FEM per la valutazione delle prestazioni sismiche

Calibrazione comportamento sperimentale parete muratura tufo

Simulazione numerica con software ABAQUS



Compression behaviour

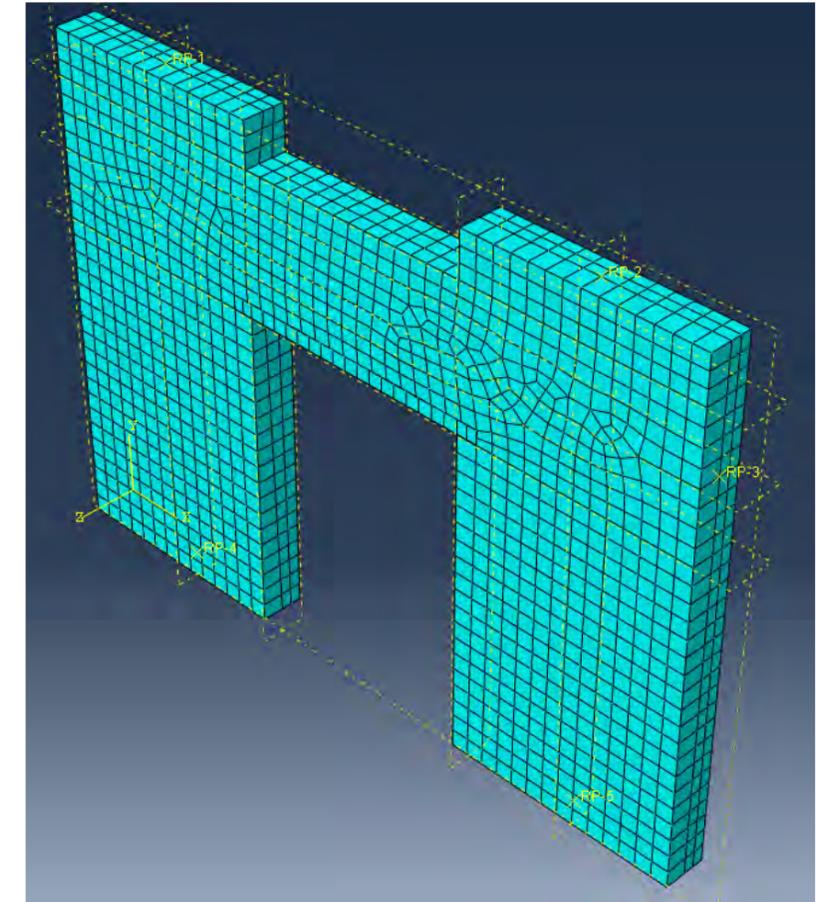
Yielding stress	Inelastic strain
3.96	0
3.96	0,04

Tensile behaviour

Failure stress	Fracture energy
0.1	0.72

Concrete damage plasticity

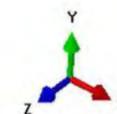
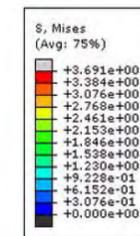
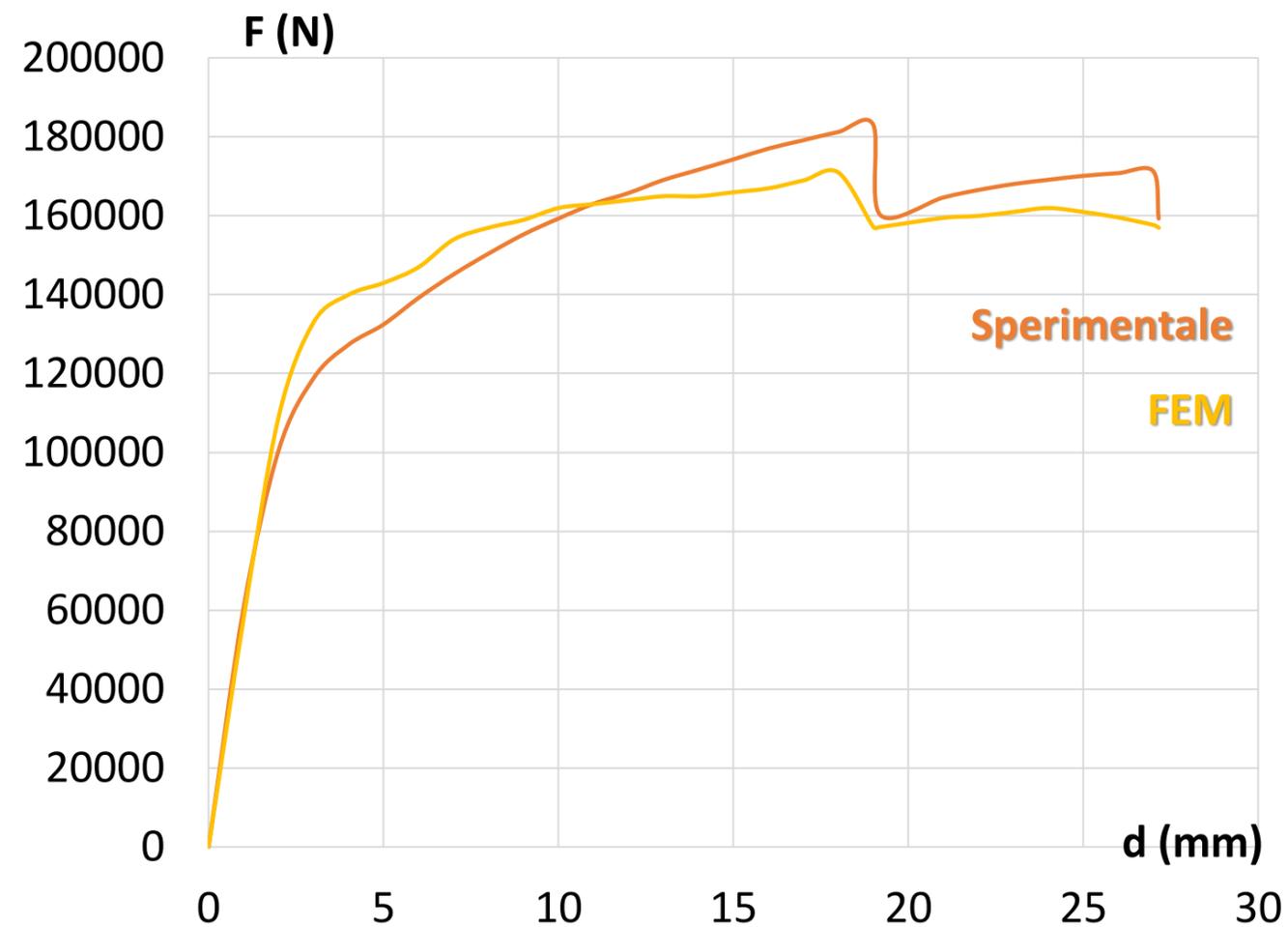
dilatation angle	eccentricity	fb0/fc0	k	viscosity
18	0.1	1.3	1	0.0001



Analisi FEM per la valutazione delle prestazioni sismiche

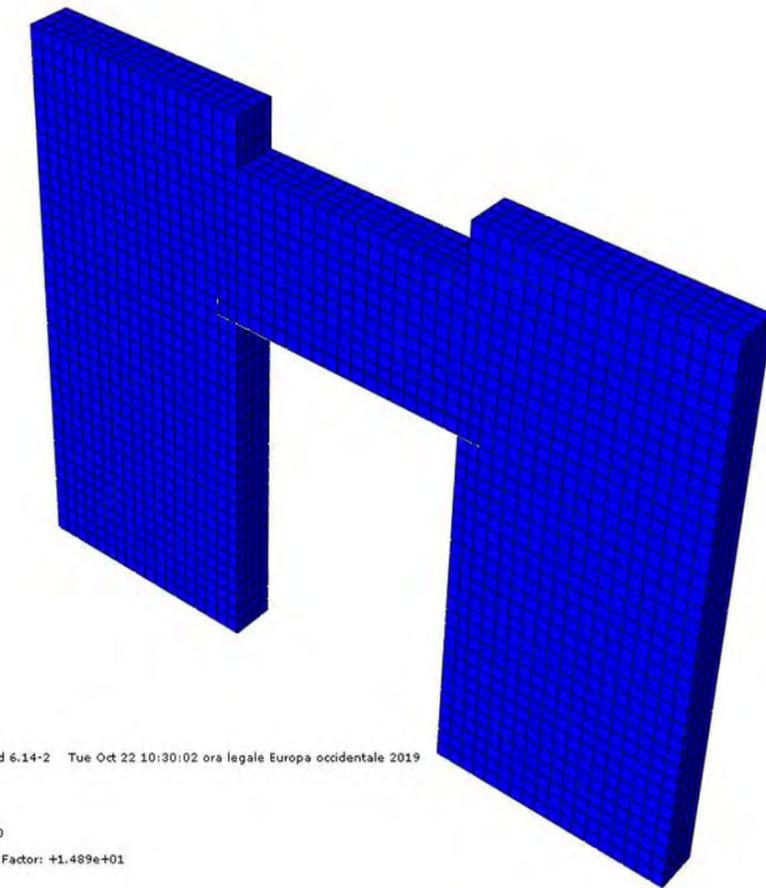
Calibrazione comportamento sperimentale parete muratura tufo

Simulazione numerica con software ABAQUS



ODB: Job-01X.odb Abaqus/Standard 6.14-2 Tue Oct 22 10:30:02 ora legale Europa occidentale 2019

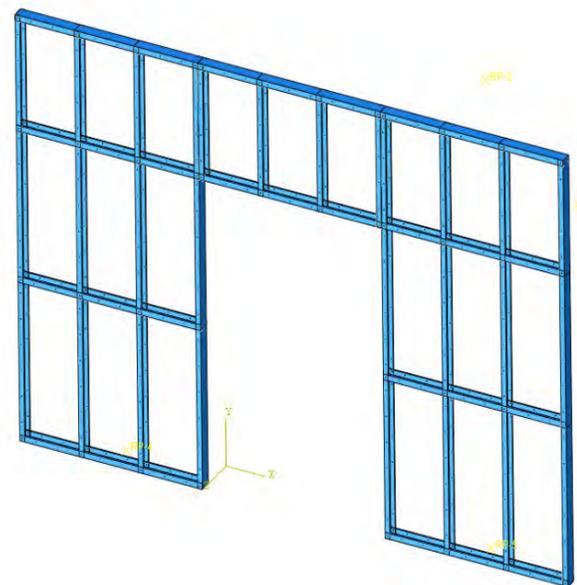
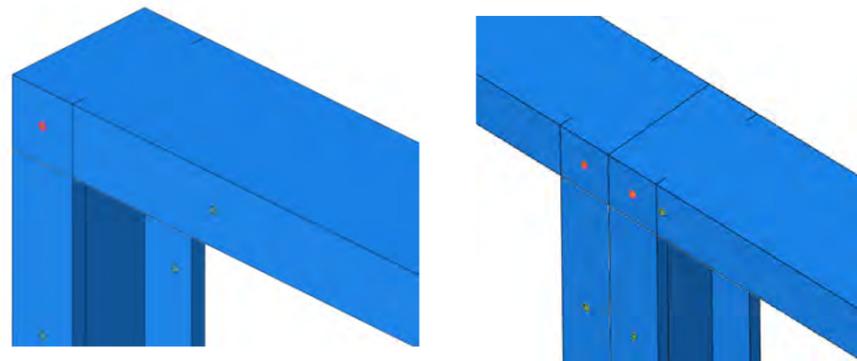
Step: compressione
Increment: 0; Step Time = 0.000
Primary Var: S, Mises
Deformed Var: U, Deformation Scale Factor: +1.489e+01



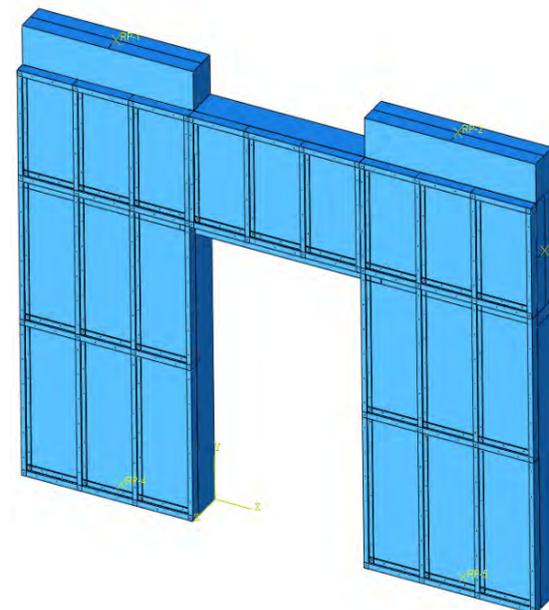
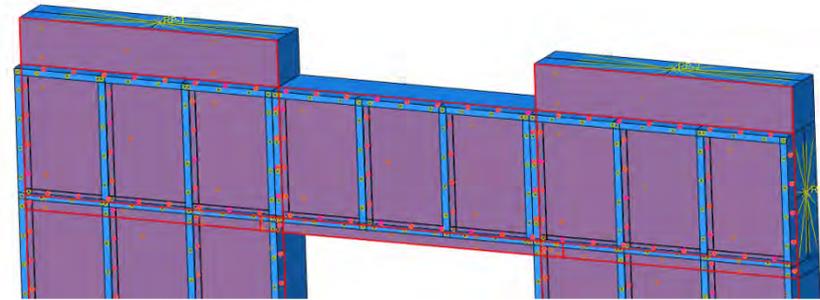
Analisi FEM per la valutazione delle prestazioni sismiche

Applicazione del cappotto sismico DUO SYSTEM

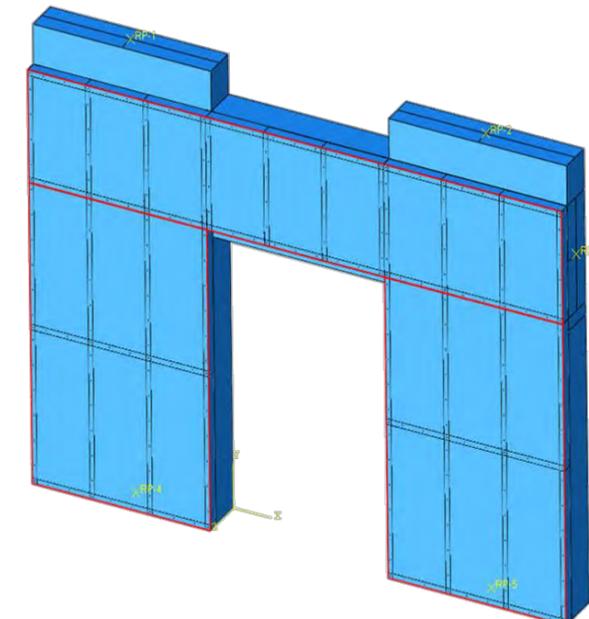
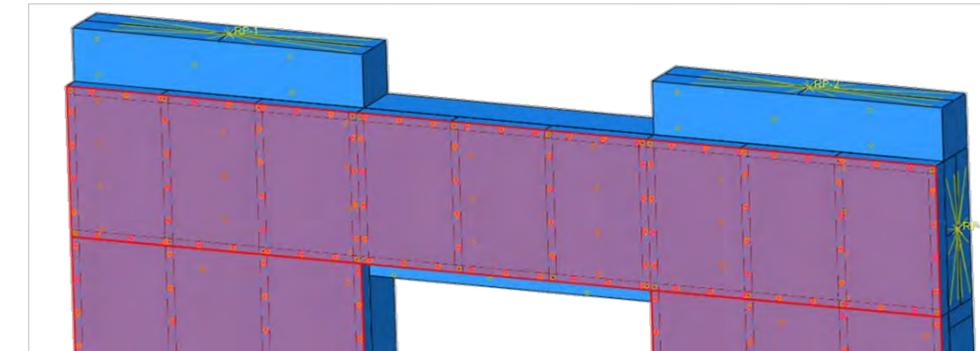
Simulazione numerica con software ABAQUS



Collegamento
montante-
traverso tipo
TIE



Collegamenti
CFS-muratura e
CFS-fondazione
tipo TIE

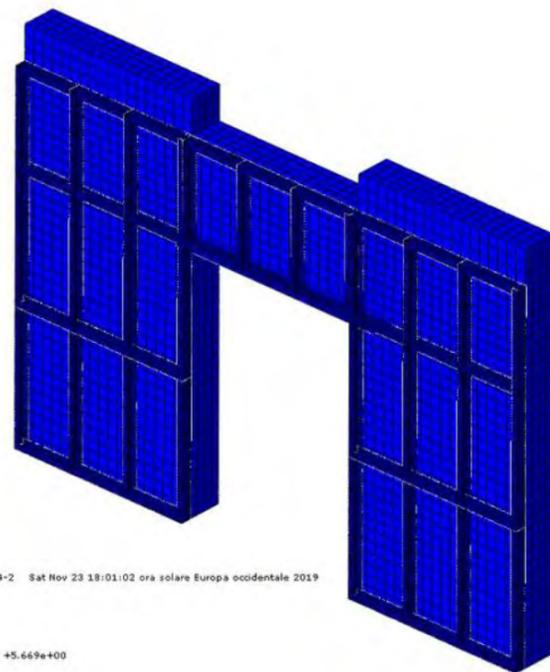
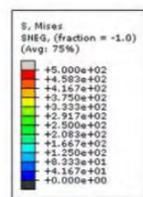


Collegamento
OSB-CFS tipo
TIE

Analisi FEM per la valutazione delle prestazioni sismiche

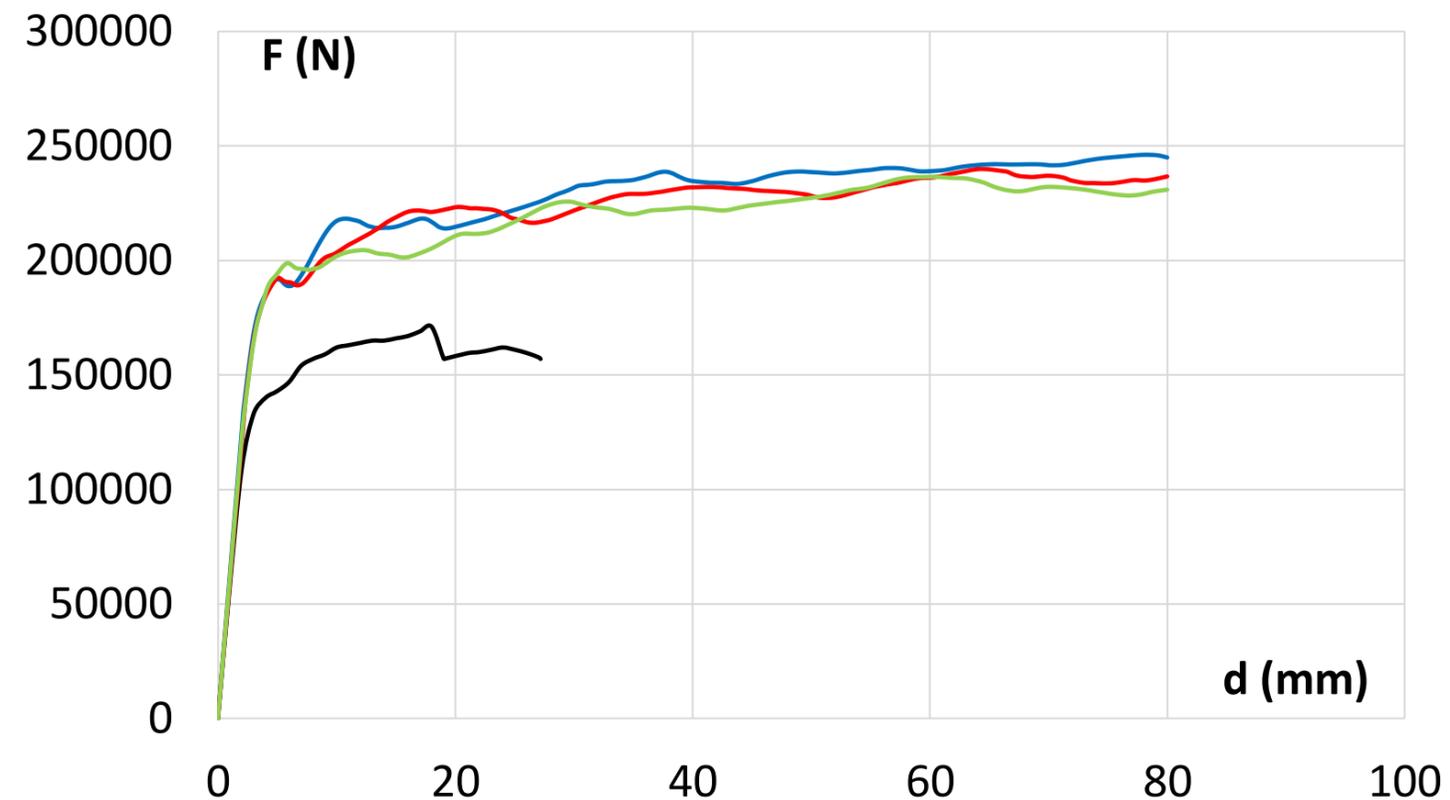
Applicazione del cappotto sismico DUO SYSTEM

Simulazione numerica con software ABAQUS



ODB: 551-200+.odb Abaqus/Standard 6.14-2 Sat Nov 23 19:01:02 ora solare Europa occidentale 2019

Step: spostamento
Increment: 392; Step Time = 1.000
Primary Var: S, Mises
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +5.669e+00



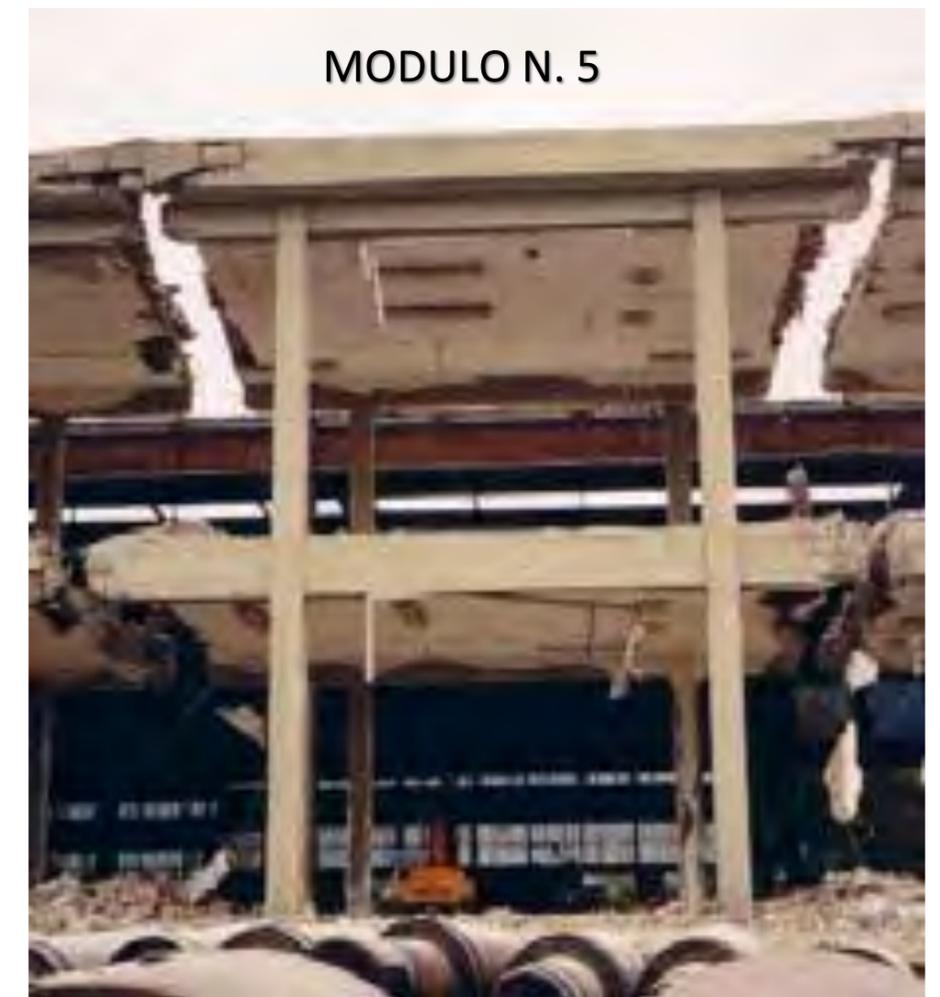
- prova calibrata
- passo CFS 551/passi tasselli 200
- passo CFS 551/passi tasselli 400
- passo CFS 551/passi tasselli 600

Passo		Incremento resistenza
Montanti	Tasselli	(%)
551	200	36
551	400	31
551	600	28

Analisi FEM per la valutazione delle prestazioni sismiche

Calibrazione comportamento sperimentale edificio al vero in c.a.

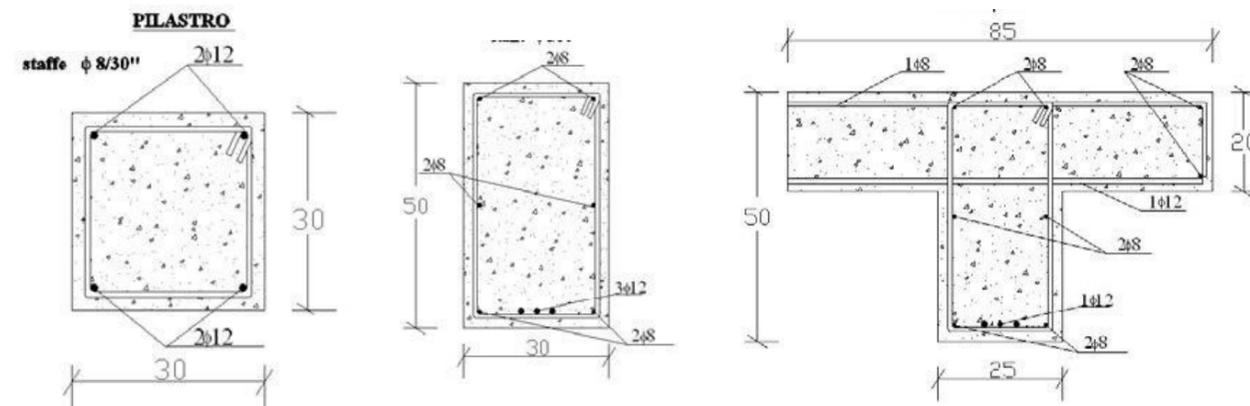
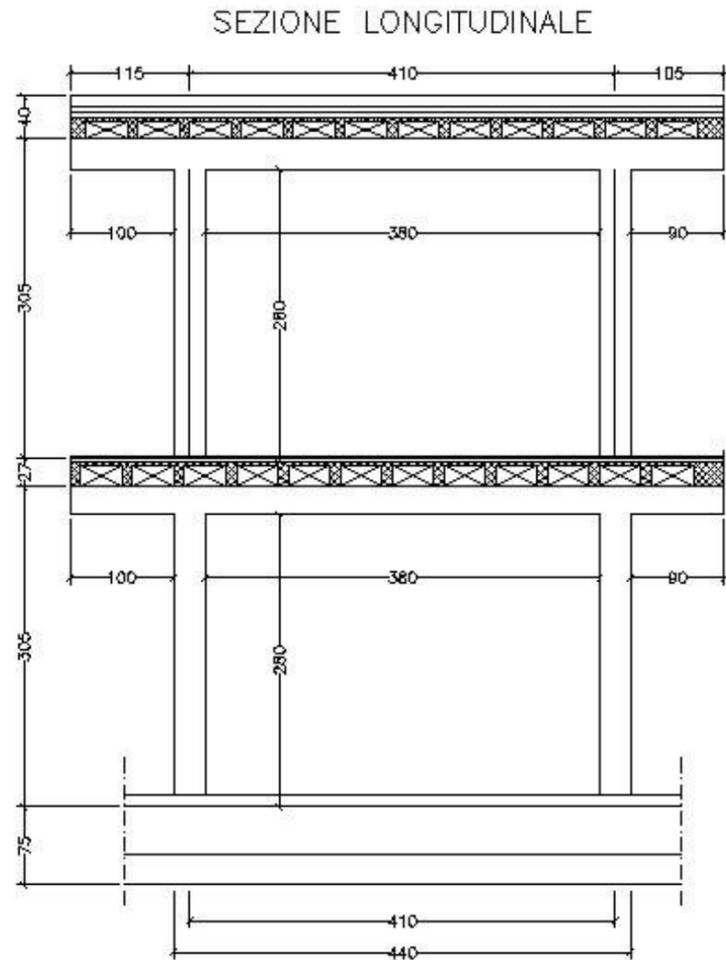
Campagna sperimentale ILVA-IDEM (2000-2005) (Mazzolani, 2005)



Analisi FEM per la valutazione delle prestazioni sismiche

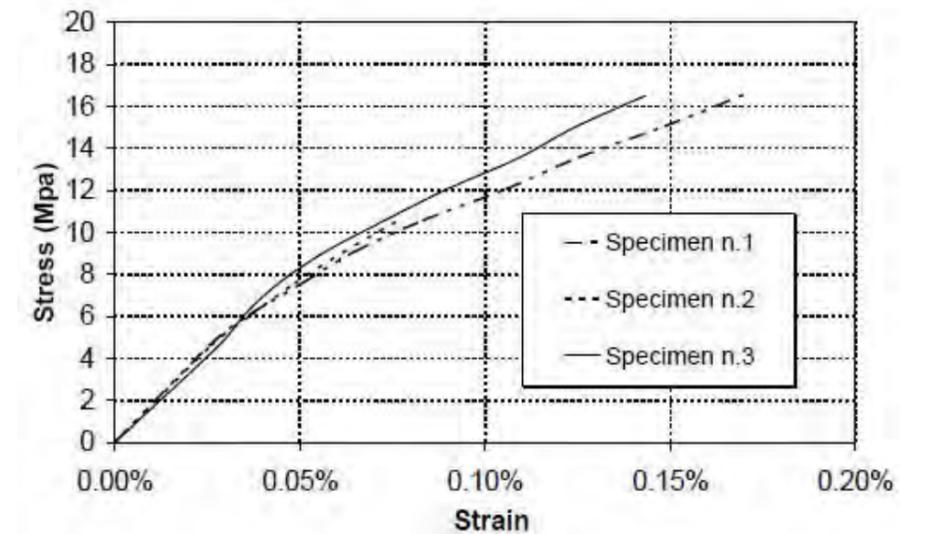
Calibrazione comportamento sperimentale edificio al vero in c.a.

Campagna sperimentale ILVA-IDEM (2000-2005) (Mazzolani, 2005)



Specimens n.	Φ (mm)	Length (mm)	Yielding load (kN)	Ultimate load (kN)	Ultimate Stress (MPa)	Yielding Stress (MPa)
1	8	1040	29.0	33.0	656.5	576.9
2	8	975	-	41.0	815.7	-
3	8	500	23.1	33.4	664.5	459.6
Average					712.2	518.25
4	10	558	39.5	59.2	753.8	502.9
5	10	520	38.9	58.8	748.7	495.3
6	10	485	-	62.7	798.3	-
Average					766.9	499.1
7	12	850	44.1	73.8	652.5	389.9
8	12	570	53.1	82.2	726.8	469.5
9	12	860	53.0	79.0	698.5	468.6
Average					692.6	442.7

RILIEVO STRUTTURE E PROVE SU MATERIALI

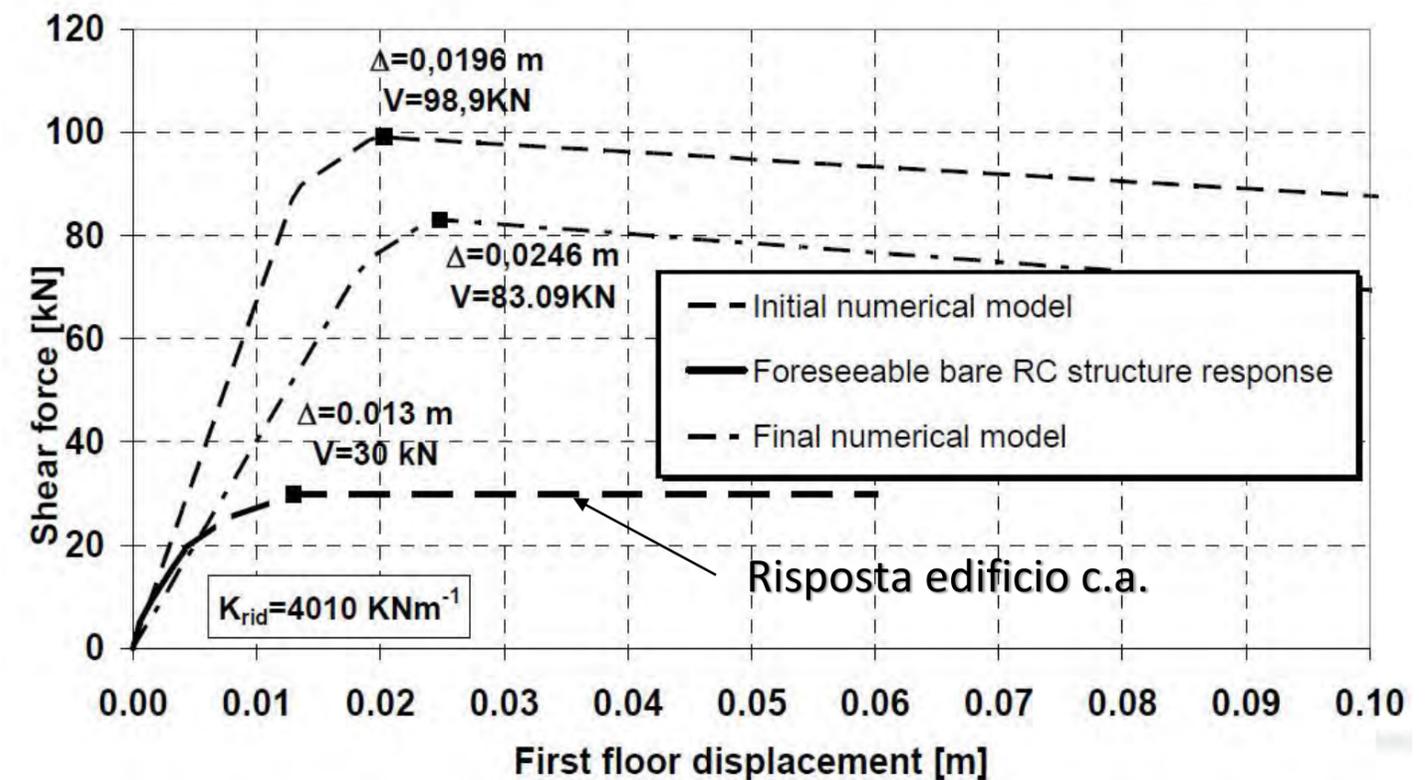


Specimen n.	Unit weight (kg/m ³)	Elastic modulus (MPa)	Strength (MPa)
1	2244	17692.0	20.5
2	-	16666.7	21.0
3	2235	16129.2	19.9
Average	2239	16829.3	20.5

Analisi FEM per la valutazione delle prestazioni sismiche

Calibrazione comportamento sperimentale edificio al vero in c.a.

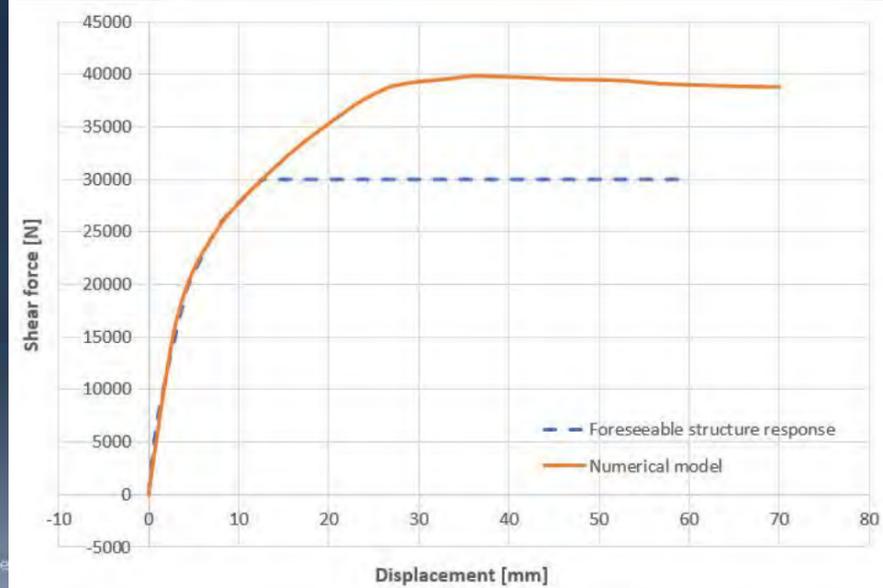
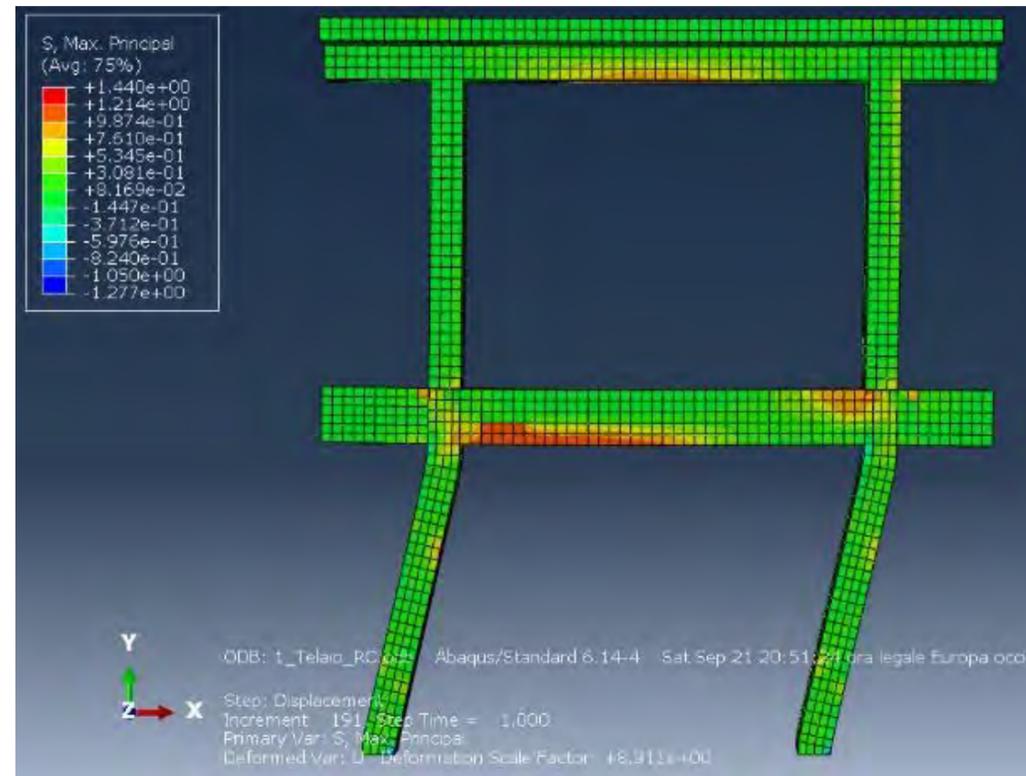
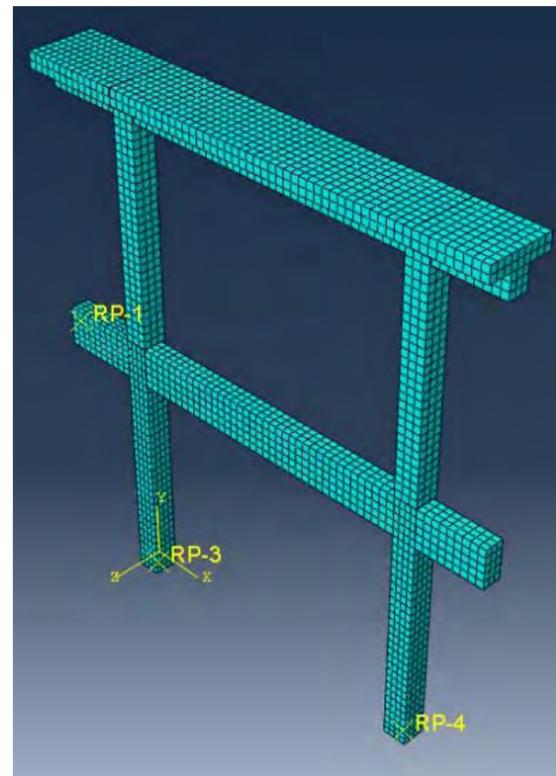
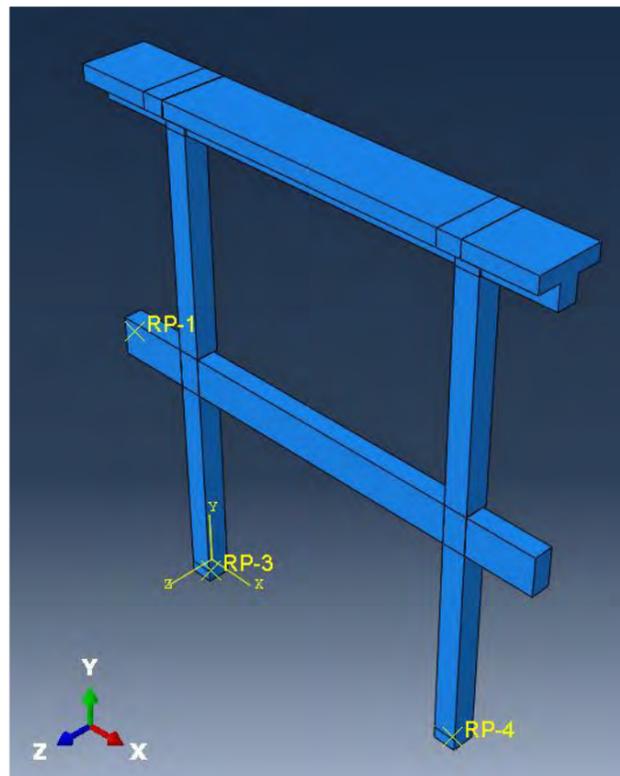
Campagna sperimentale ILVA-IDEM (2000-2005) (Mazzolani, 2005)



Analisi FEM per la valutazione delle prestazioni sismiche

Calibrazione comportamento sperimentale edificio al vero in c.a.

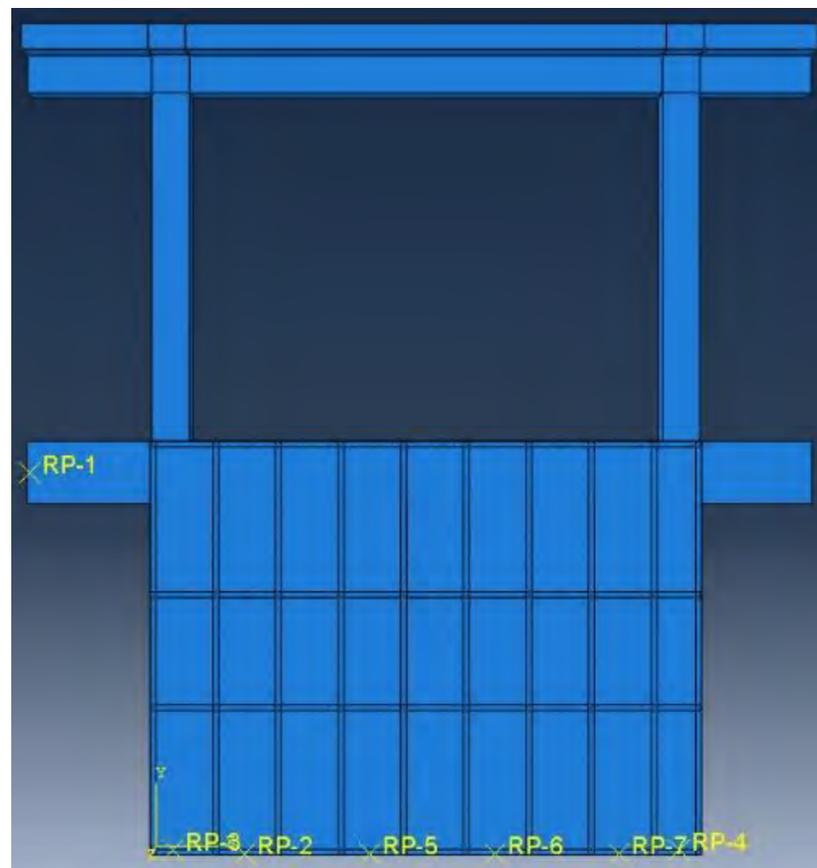
Analisi FEM con software ABAQUS



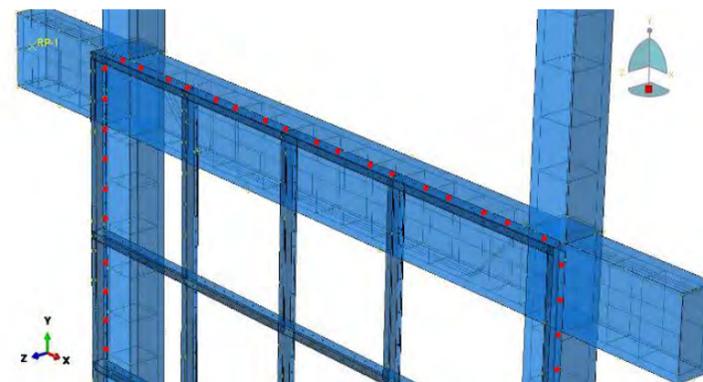
Analisi FEM per la valutazione delle prestazioni sismiche

Calibrazione comportamento sperimentale edificio al vero in c.a.

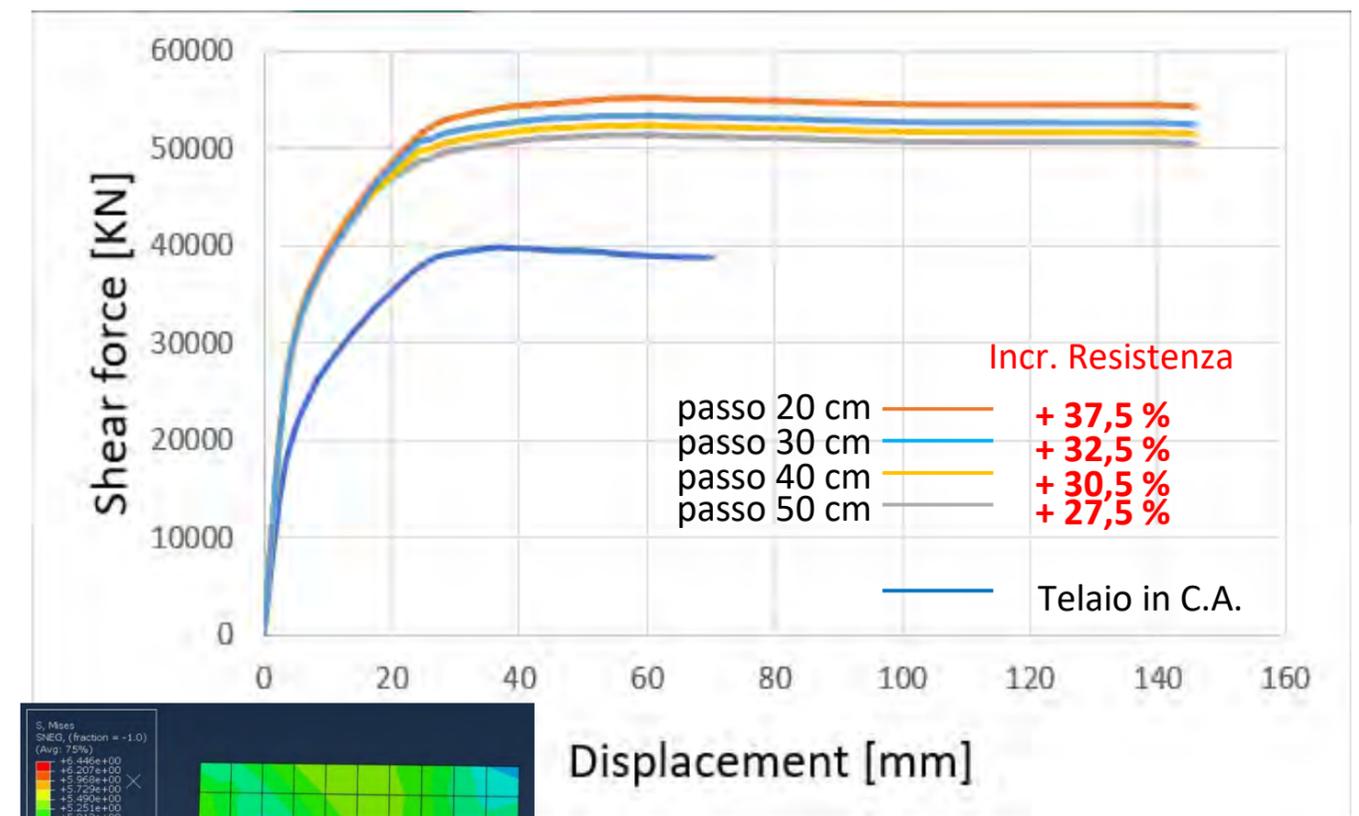
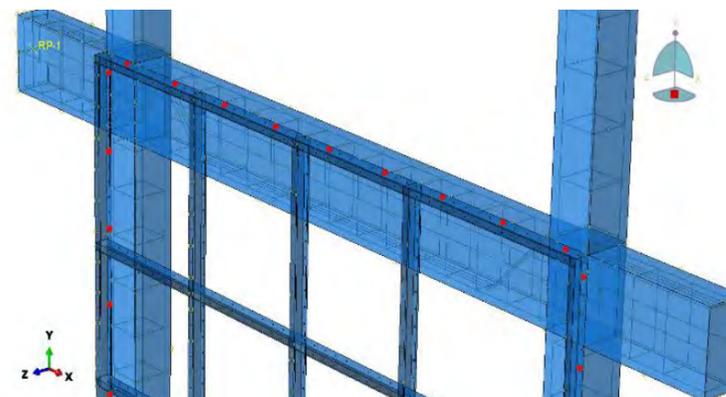
Analisi FEM con software ABAQUS



Passo connettori 20 cm

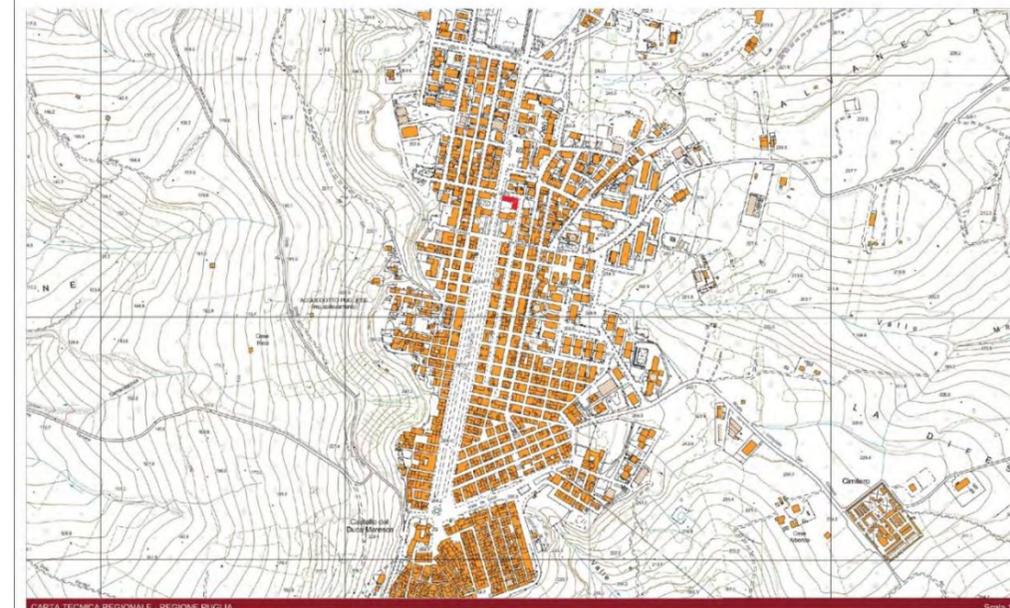


Passo connettori 50 cm



Intervento su un edificio in muratura

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)



Intervento su un edificio in muratura

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

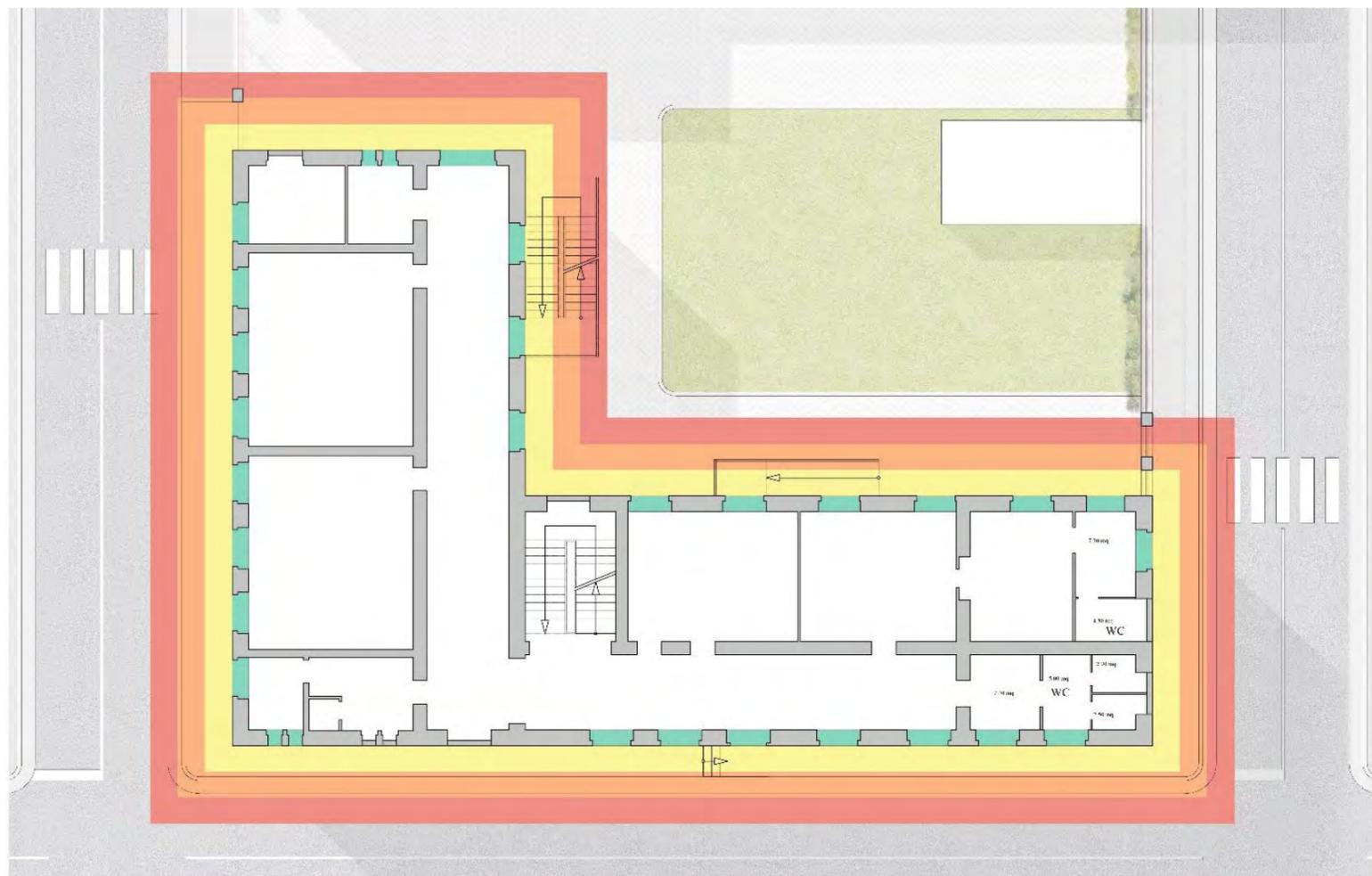
Caso studio: Istituto Leccisotti a Serracapriola (FG)



Intervento su un edificio in muratura

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

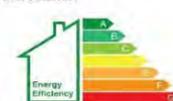
Caso studio: Istituto Leccisotti a Serracapriola (FG)



INTERVENTO ENERGETICO

Sostituzione infissi

La sostituzione degli infissi è un intervento fondamentale per garantire un buon confort termico ingrometrico. Migliora la trasmittanza dell'edificio rendendolo più efficiente dal punto di vista energetico. Gli infissi scelti sono in alluminio a taglio termico, per le aule sono state utilizzate finestre composte da una parte fissa superiore e da una scorrevole inferiore con un doppio vetro da 4 mm con intercapedine da 12 mm riempita di argon che permettono di raggiungere una trasmittanza $U=1,42W/m^2K$. Interventi simili sono stati effettuati su tutti gli infissi dell'edificio.



INTERVENTO SISMICO

Telaio in Colf Formed Steel (CFS)

Il CFS viene utilizzato utilizzato sia per le nuove costruzioni che per interventi di riqualificazione dove vengono utilizzati per la riconfigurazione delle facciate o ancora integrazioni e ampliamenti, sopraelevazioni, per la trasformazione di coperture piane inclinate. Il CFS viene utilizzato soprattutto nelle sopraelevazioni creando strutture leggere e facili da realizzare dal punto di vista costruttivo. Nel caso in questione viene utilizzato per creare un esoscheletro che insieme all' OSB migliora la resistenza globale della struttura all'azione orizzontale. Per verificare l'effettiva efficacia di tale sistema su una struttura in muratura verrà creato un modello con il SAP2000. Per la muratura si crea un telaio equivalente, dove i maschi e le fasce vengono semplificate ad elementi monodimensionali, si procede ad un'analisi push-over confrontandola con quella successiva all'intervento.



INTERVENTO ENERGETICO

Cappotto termico

La riconfigurazione dell'involucro prevedere la realizzazione di un nuovo involucro sovrapposto a quello esistente, essa in generale assicura la riduzione delle inefficienze termiche ed energetiche nel rispetto della normativa esistente, combattendo fenomeni di degrado delle strutture e migliora le caratteristiche estetiche dell'edificio. Il CFS permette infatti di adottare soluzioni tecniche più svariate con l'utilizzo di materiali di natura completamente diversa. Per implementare le prestazioni di isolamento termico e ridurre i fenomeni di dispersione termica si interviene mediante l'inserimento di strati isolanti all'interno delle intercapedini nel CFS e tra OSB e la nuova parete ventilata, che assicura un maggior controllo delle condizioni termo-igrometriche riducendo quindi consumi, raggiungendo con dovuti accorgimenti anche lo standard di passive house.



INTERVENTO ARCHITETTONICO

Riconfigurazione facciata

La parete ventilata svolge un doppio ruolo, da un lato migliora le caratteristiche termiche dell'edificio e dall'altra riconfigura la facciata dandole un nuovo aspetto. Nel rispetto degli edifici esistenti e dell'aspetto odierno, si è deciso di utilizzare nuovamente il laterizio come elemento di facciata che mediante l'alternanza di vuoti e pieni scandisce il ritmo della facciata. La struttura metallica portante è composta da montanti e traversi in acciaio ed è fissata all'osb che mediante il CFS è collegato all'edificio.

Il sistema a facciata ventilata è una delle tecnologie di rivestimento esterno degli edifici più efficace per risolvere le problematiche della protezione dall'umidità e dagli agenti atmosferici e dell'isolamento termico e acustico. Il paramento esterno della parete ventilata protegge la muratura perimetrale dall'azione degli agenti atmosferici, tra cui soprattutto la pioggia, mantenendola asciutta ed eliminando il rischio di distacchi e infiltrazioni. Essa non richiede una particolare manutenzione ma l'utilizzo di elementi modulari rende ancora più facile la sostituzione in caso di danneggiamento delle laste. La parete ventilata permette inoltre di nascondere gli eventuali impianti o pluviali esistenti.

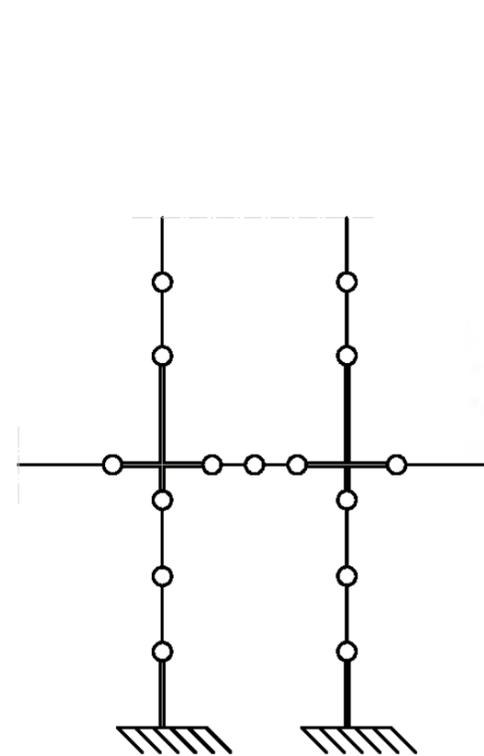


Intervento su un edificio in muratura

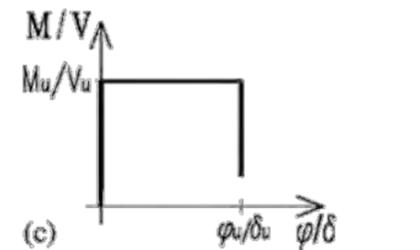
Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

Caso studio: Istituto Leccisotti a Serracapriola (FG) – Analisi FEM con SAP2000 (pannelli OSB)

SAP2000®



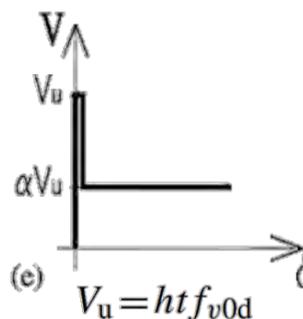
MASCHI



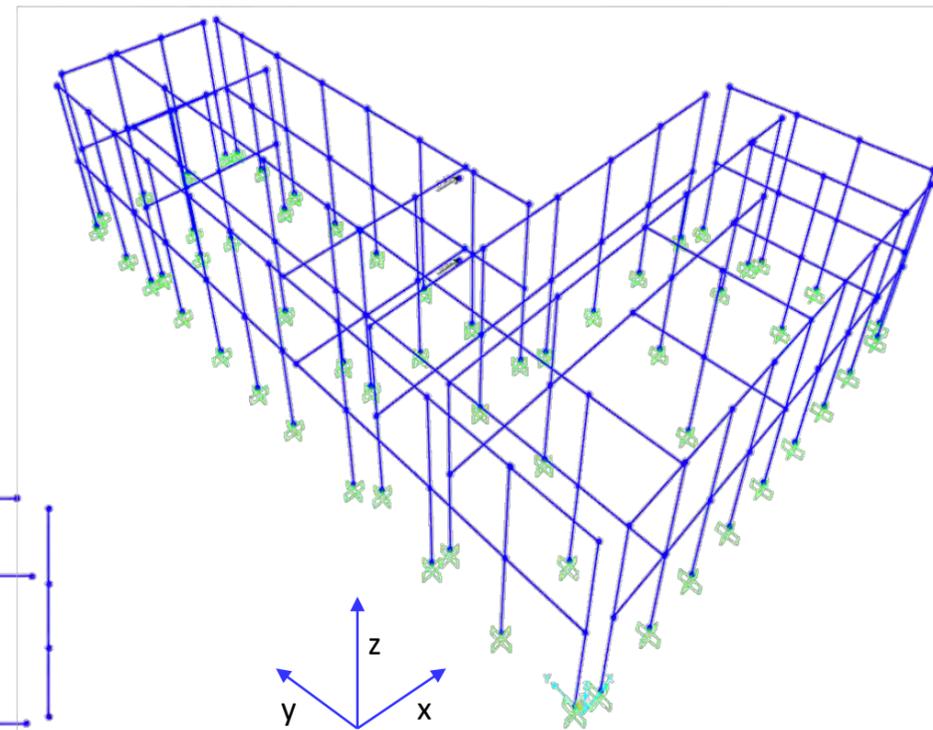
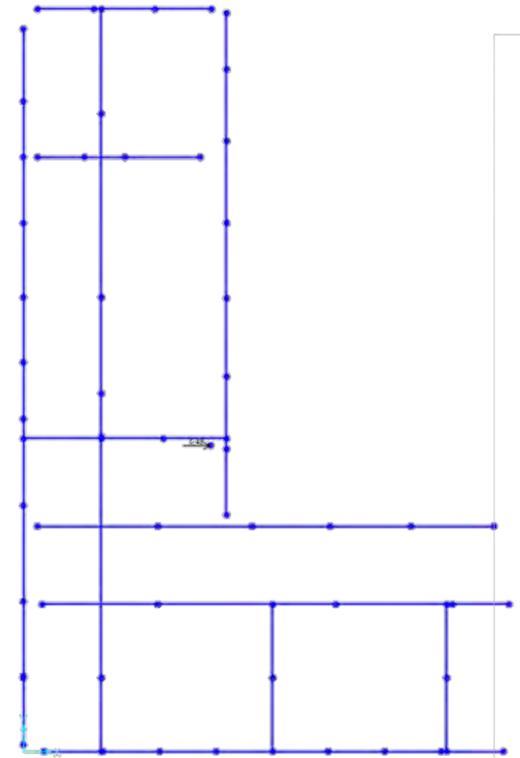
$$V_u^f = \frac{1.5 f_{v0d} D t}{\xi} \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{1.5 f_{v0d}}}$$

$$M_u = \frac{\sigma_0 D^2 t}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{k f_d}\right)$$

FASCE



$$V_u = h t f_{v0d}$$

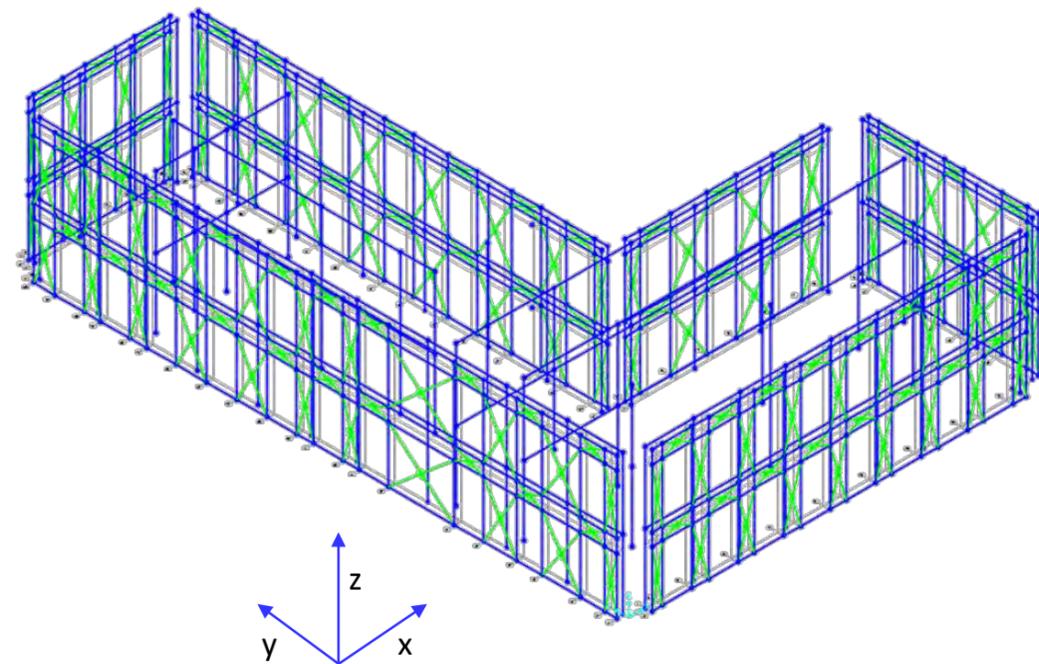


Intervento su un edificio in muratura

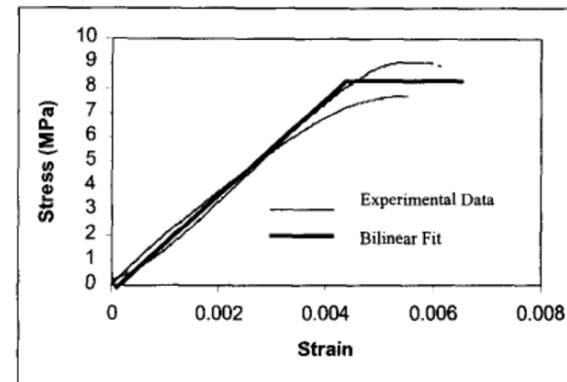
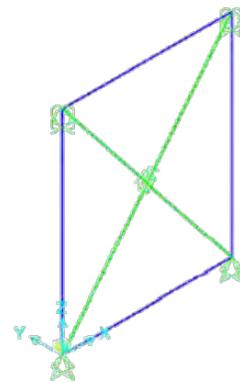
Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

Caso studio: Istituto Leccisotti a Serracapriola (FG) – Analisi FEM con SAP2000 (pannelli OSB)

SAP2000®

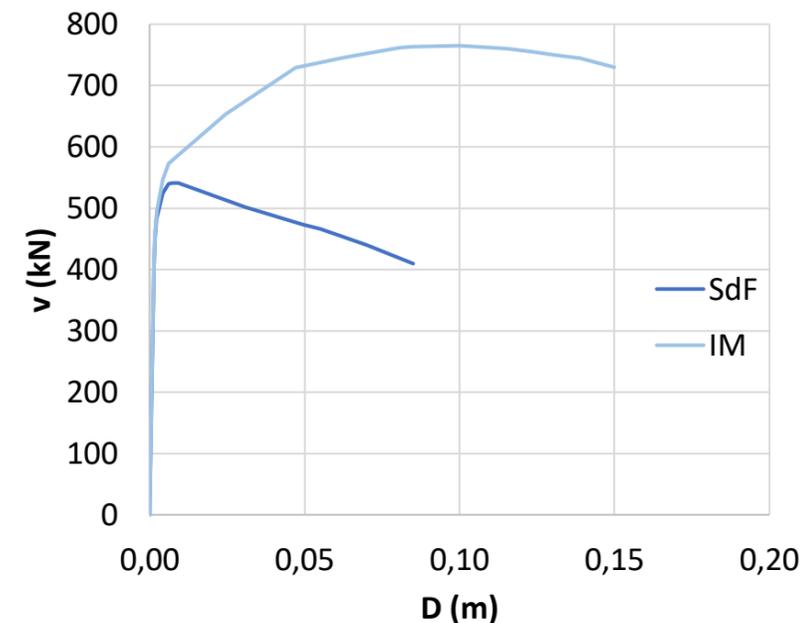


Pannello OSB 2,40m x 3,00m

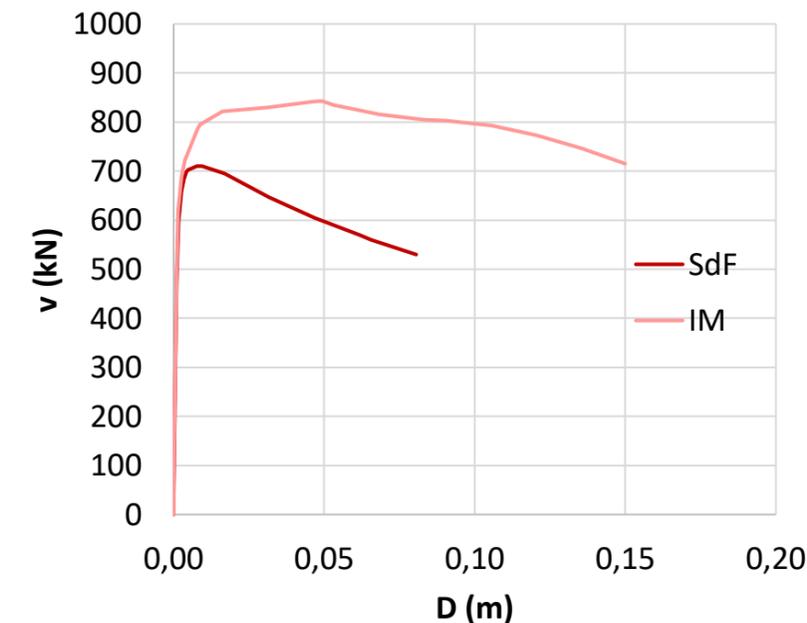


Investigating the buckling behaviour of OSB panels
E.P. Saliklis and A. L. Mussen (1998)

Pushover direzione x



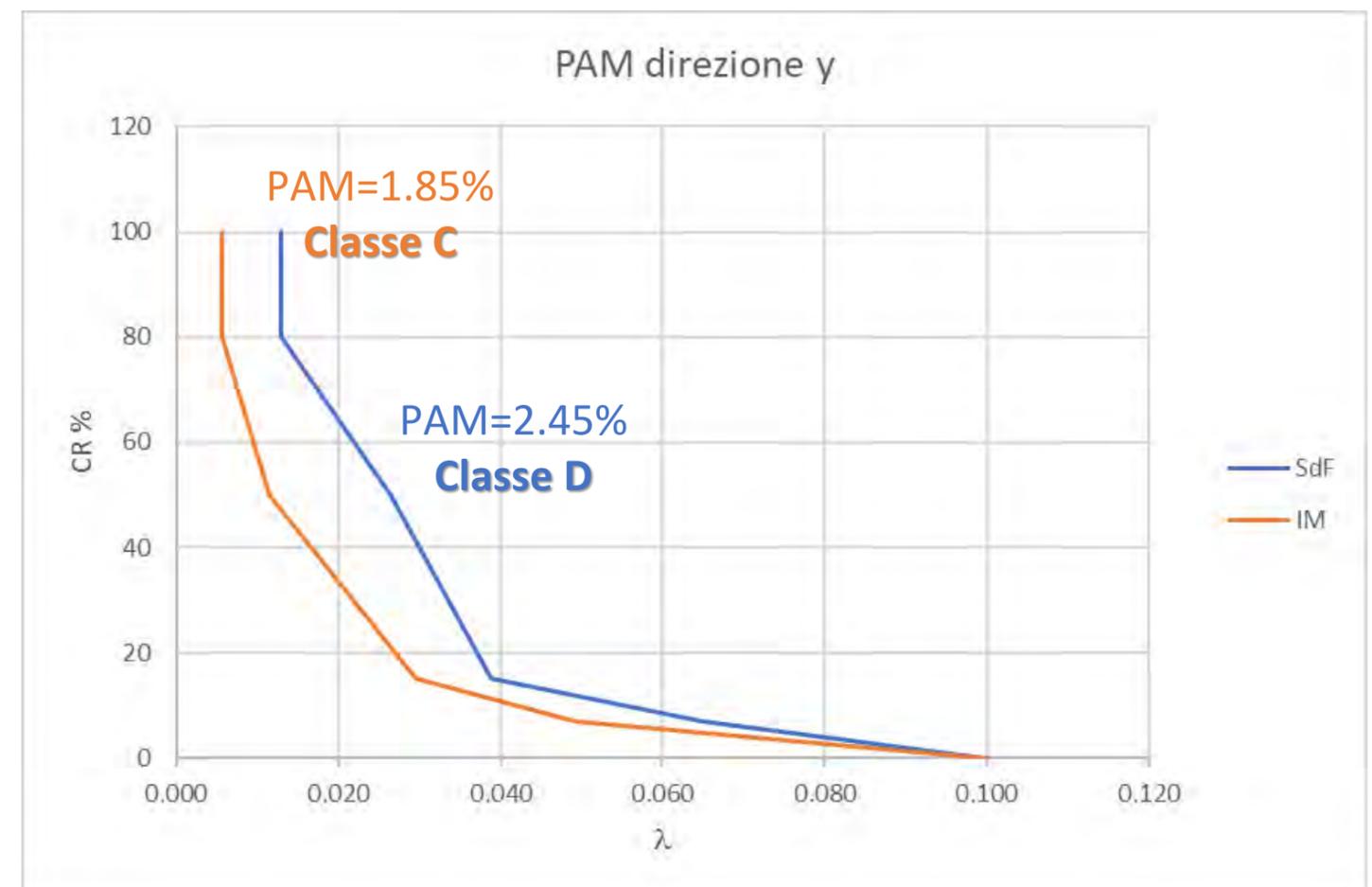
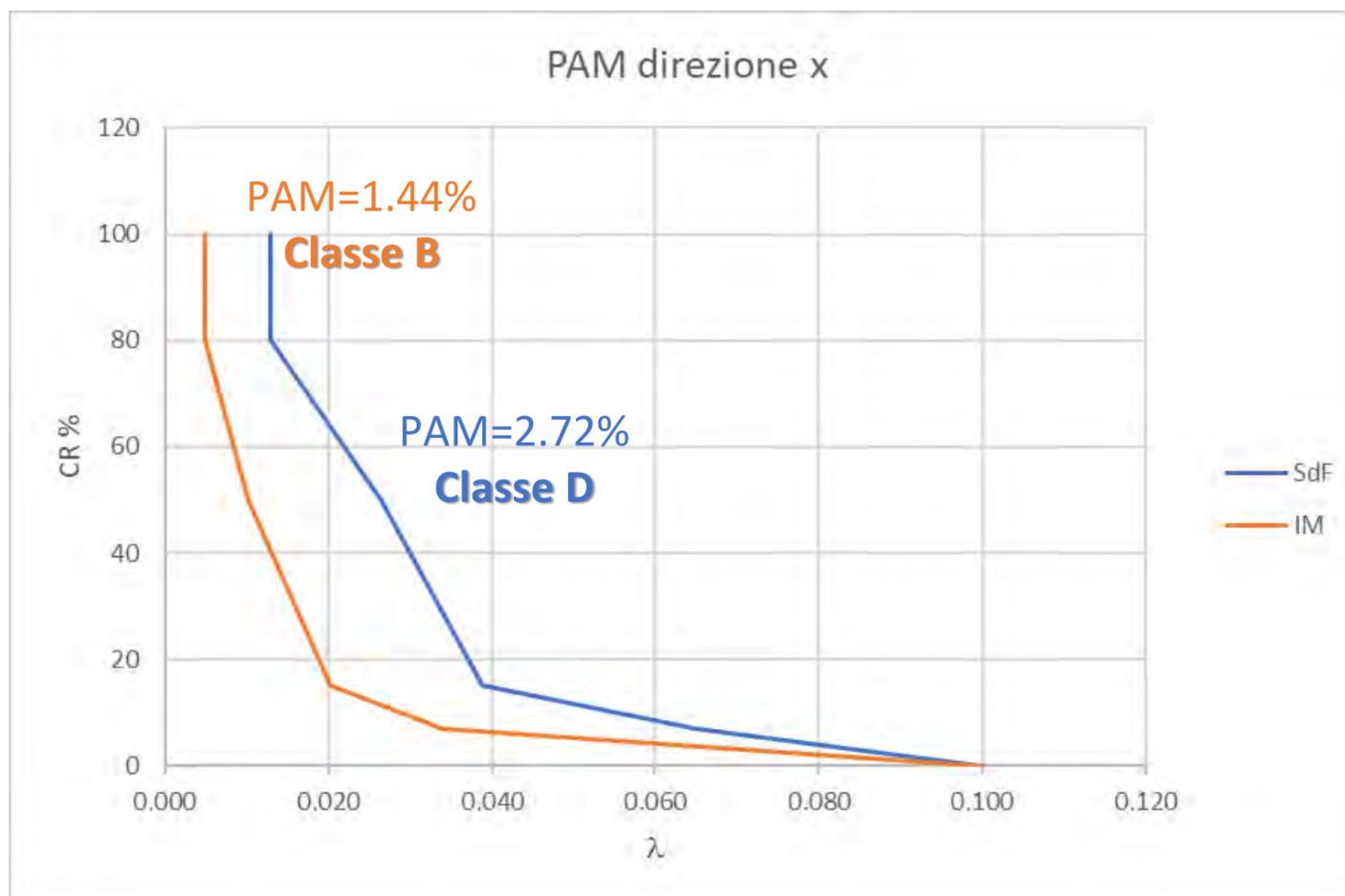
Pushover direzione y



Intervento su un edificio in muratura

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

Caso studio: Istituto Leccisotti a Serracapriola (FG) – Analisi PAM (pannelli OSB)

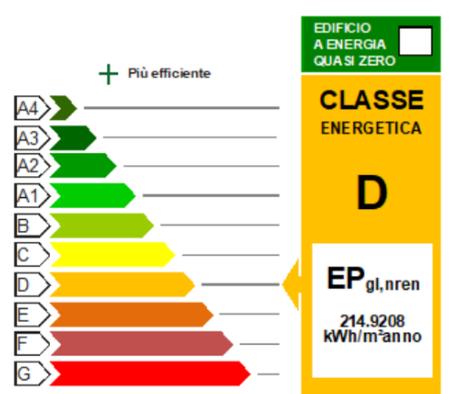
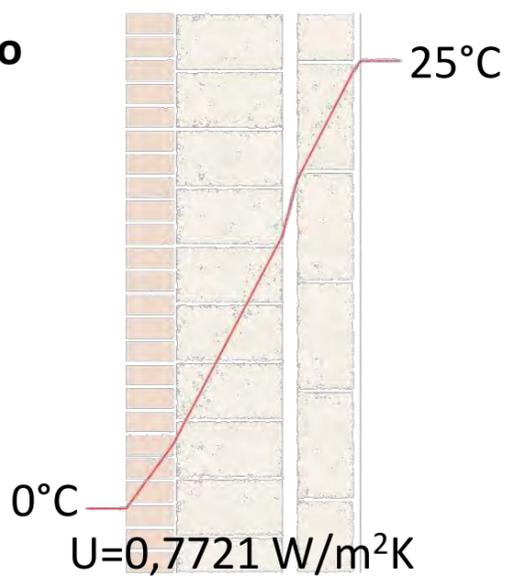


Intervento su un edificio in muratura

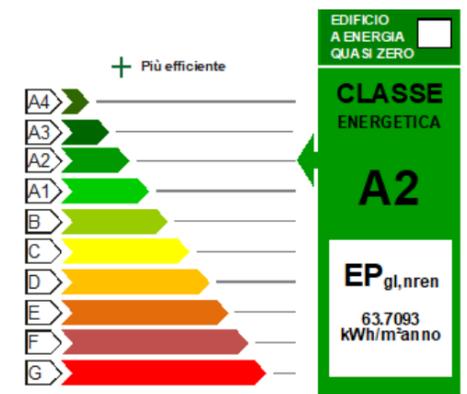
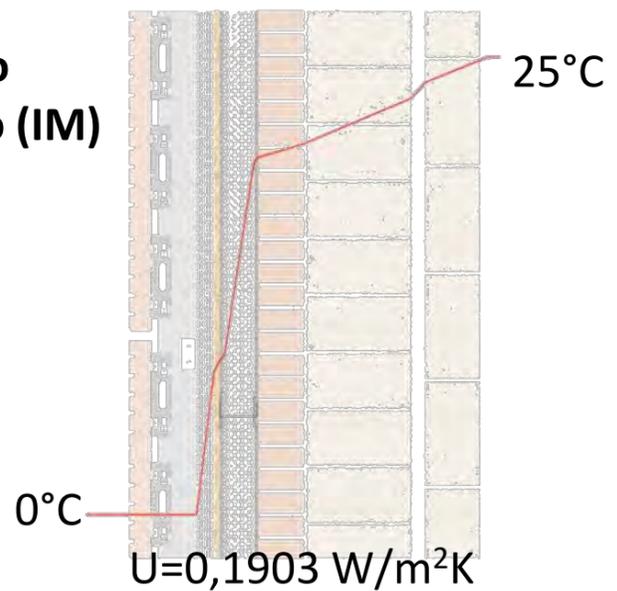
Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

Caso studio: Istituto Leccisotti a Serracapriola (FG) – Analisi energetica

Stato di Fatto (SdF)



Intervento Miglioramento (IM)



$Q_{P,NZEB} = 120 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$



Confronto SdF e IM con nZEB

E_{pgl tot SdF}: 230,32 kWh/m²anno **+177%**

E_{pgl tot_Lim NZEB}: 83,39 kWh/m²anno
+ 3.430€

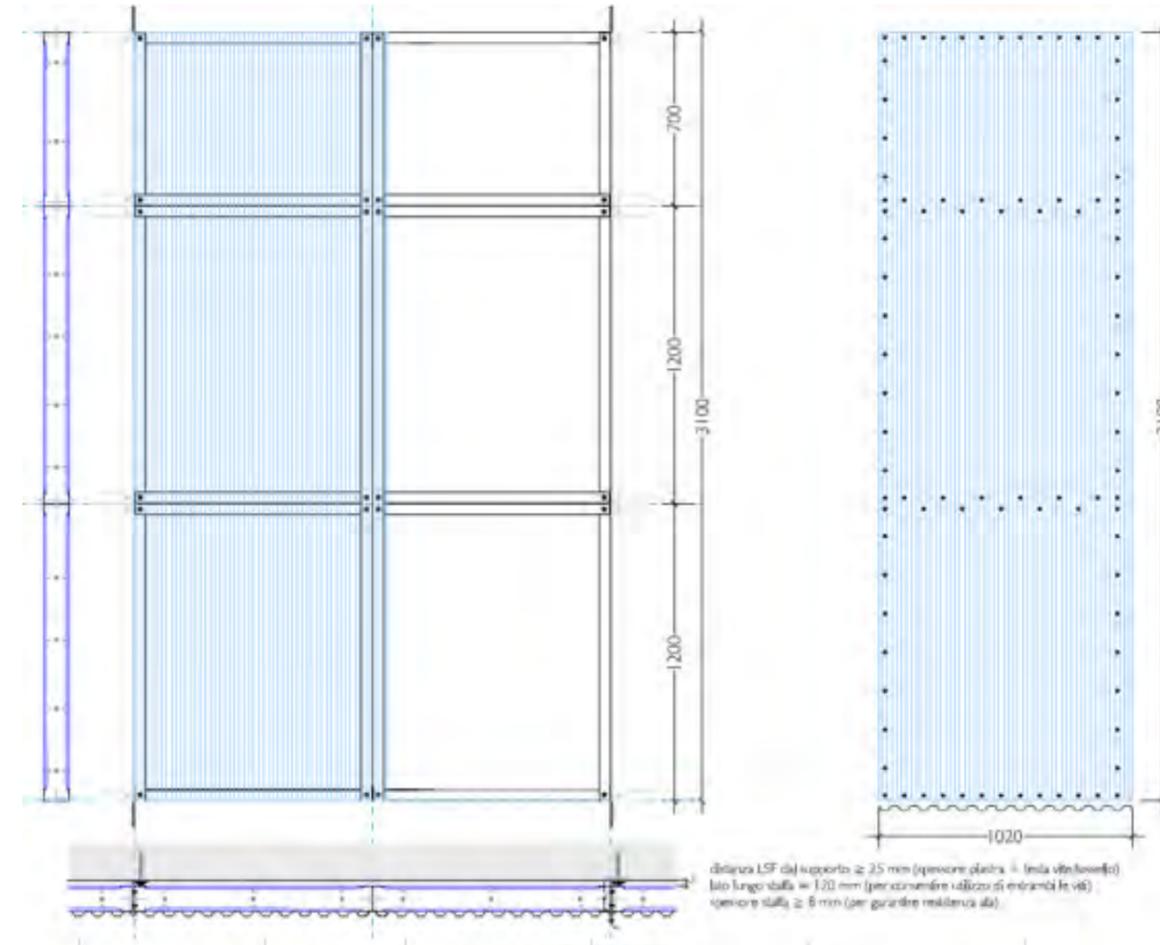
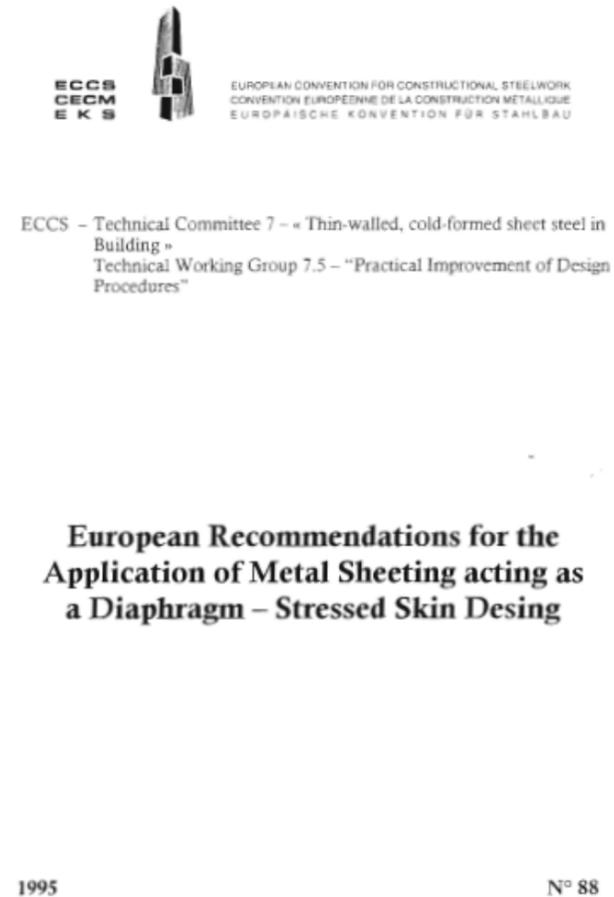
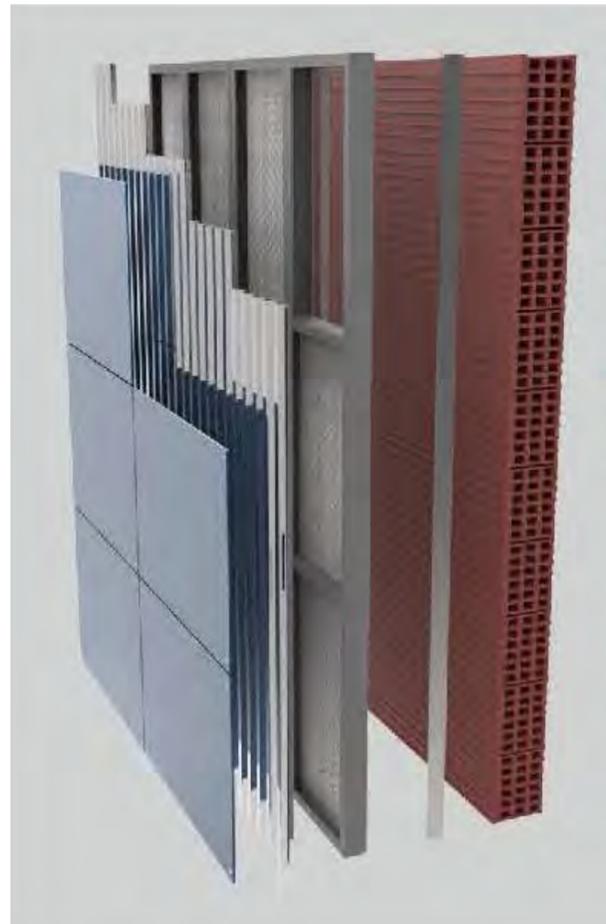
E_{pgl tot IM}: 71,61 kWh/m²anno **+36%**

E_{pgl tot_Lim NZEB}: 51,92 kWh/m²anno
+ 730€

Intervento su un edificio in muratura

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

Caso studio: Istituto Leccisotti a Serracapriola (FG) – Applicazione lamiera grecate in alluminio



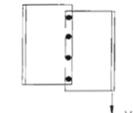
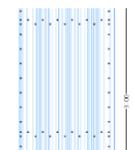
Intervento su un edificio in muratura

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

Caso studio: Istituto Leccisotti a Serracapriola (FG) – Applicazione lamiera grecate in alluminio

Components of shear flexibility	Sheeting spanning perpendicular to the span of the diaphragm	Sheeting spanning parallel to the span of the diaphragm
<i>Sheet deformation</i>		
Profile distortion	$c_{1.1} = \alpha_1 \alpha_4 \frac{ad^{2.5}K}{Et^{2.5}b^2}$	$c_{1.1} = \alpha_5 \frac{ad^{2.5}K}{Et^{2.5}b^2}$
Shear strain	$c_{1.2} = \alpha_2 \frac{2.6a(1+2h/d)}{Etb}$	$c_{1.2} = \frac{2.6a(1+2h/d)}{Etb}$
<i>Fastener deformation</i>		
Sheet to purlin fasteners	$c_{2.1} = \alpha_3 \frac{2as_p}{b^2}$	$c_{2.1} = \frac{2as_p}{b^2}$
Seam fasteners	$c_{2.2} = \frac{2s_s s_p (n_{sh} - 1)}{2n_s s_p + \beta_1 n_p s_s}$	$c_{2.2} = \frac{2s_s s_p (n_{sh} - 1)}{2n_s s_p + \beta_1 n_p s_s}$
Connections to rafters	4 sides fastened $c_{2.3} = \frac{2s_{sc}}{n_{sc}}$ 2 sides fastened $c_{2.3} = \frac{2}{n_p} \left(s_{pr} + \frac{s_p}{\beta_2} \right)$	4 sides fastened $c_{2.3} = \frac{2s_{sc}}{n_{sc}}$ 2 sides fastened $c_{2.3} = s_{pr} + \frac{s_p}{\beta_2}$
Total flexibility in true shear	$c' = c_{1.1} + c_{1.2} + c_{2.1} + c_{2.2} + c_{2.3}$	$c' = \frac{b^2}{a^2} (c_{1.1} + c_{1.2} + c_{2.1} + c_{2.2} + c_{2.3})$
<i>Flange forces</i>		
Axial strain in the edge Members	Diaphragm beam $c_3 = \alpha_3 \frac{n^2 a^3}{4.8EAb^2}$ Cantilever diaphragm $c_3 = \alpha_3 \frac{n^2 a^3}{2EAb^2}$	Diaphragm beam $c_3 = \frac{n^2 a^3}{4.8EAb^2}$ Cantilever diaphragm $c_3 = \frac{n^2 a^3}{2EAb^2}$
Total shear flexibility	$c = c' + c_3$	$c = c' + c_3$

CAPACITA' DI TAGLIO DI PROGETTO DEL PANNELLO (DIAFRAMMA)

$V = \min (V_{ult,1}; V_{ult,2}) \rightarrow$	14,09 kN	Resistenza al limite elastico V
RESISTENZA DELLA CONNESSIONE DI CUCITURA DI DUE FOGLI		
$V_{ult,1} = a/b \cdot (n_s \cdot F_s + \beta_1/\beta_3 \cdot n_p \cdot F_p) =$	14,46 kN	(5.8.1.1)
RESISTENZA DELLE CONNESSIONE SUI MONTANTI LATERALI		
$V_{ult,2} = a/b \cdot (n_{sc} \cdot F_p) =$	14,09 kN	(5.8.1.2)

Affinchè il collasso sia indirizzato nelle connessioni tra le lastre o tra queste ed i montanti laterali occorre verificare/prevedere che non si generino altre tipologie di collasso, pertanto, seguono le seguenti verifiche (5.8.2):

Al fine di tenere conto dell'effetto combinato di taglio e azione distorsiva della lamiera, la capacità dei dispositivi di fissaggio in lamiera / corrente viene ridotta del 40%.

RESISTENZA MASSIMA A TAGLIO DEL PANNELLO (resistenza connessioni correnti di bordo)	
$V_{max,V} = 0,6 \cdot a \cdot F_p / p =$	16,00 kN > 14,09 kN verificato (5.8.3.1)

Al fine di prevenire il collasso o una grave distorsione del profilo alla fine del rivestimento, è necessario osservare la seguente limitazione sulla resistenza al taglio del pannello

Intervento su un edificio in muratura

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

Caso studio: Istituto Leccisotti a Serracapriola (FG) – Applicazione lamiera grecate in alluminio

COLLASSO PER DISTORSIONE DEL PROFILO PERIMETRALE

$$V_{max} = 0,9 \cdot t^{1,5} \cdot a \cdot f_y / d^{0,5} = 21,74 \text{ kN} > 14,09 \text{ kN} \text{ verificato} \quad (5.8.3.2)$$

dove:

$$D_x = E \cdot t^3 \cdot d / (12 \cdot (1-\nu^2) \cdot u) = 1,7601 \text{ kN-mm}$$

$$D_y = E \cdot I / d = 4056,4 \text{ kN-mm}$$

Le sollecitazioni di taglio possono causare (1) instabilità locale nelle ondulazioni (trapezoidali) delle lastre e (2) instabilità globale del diaframma nel suo insieme. L'influenza della deformazione locale sulla capacità portante del rivestimento sotto carico trasversale così come sulla flessibilità del diaframma può essere trascurabile se:

VERIFICA INSTABILITA' LOCALE

$$l/t \leq 2,9 \sqrt{E/f_y} \quad 32,857 < 55,66 \text{ verificato} \quad (5.4)$$

In tal caso il valore di progetto della resistenza globale alla deformazione del taglio può essere calcolato come segue:

VERIFICA INSTABILITA' GLOBALE

$$V_{ult,ig} = 14,4 \cdot a/b^2 \cdot D_x^{1/4} \cdot D_y^{3/4} \cdot (n_p - 1)^2 = 15,14 \text{ kN} > 14,09 \text{ kN} \text{ verificato} \quad (5.8.3.3)$$

Diversamente, a causa dell'influenza della deformazione locale deve essere presa in considerazione la una riduzione della forza di instabilità globale come segue:

$$V_{ult,ig,rid} = V_g \cdot V_l / (V_g + V_l) \quad 14,81 \text{ kN} > 14,09 \text{ kN} \text{ verificato} \quad (5.4)$$

dove:

$$V_l = 4,83 \cdot E \cdot (t/l)^2 \cdot b \cdot t \quad 679,59 \text{ kN-mm}$$

DEFORMABILITA' SOTTO L'EFFETTO DEL TAGLIO (tabella 5.9)

per distorsione del profilo (connessione ogni greca)

$$C_{1,1} = a \cdot d^{2,5} \cdot \alpha_5 \cdot 0,5 \cdot K / E \cdot t^{2,5} \cdot b^2 = 0,014 \text{ mm/kN}$$

per sforzo di taglio

$$C_{1,2} = 2 \cdot a \cdot (1 + \nu) \cdot (1 + (2 \cdot h / d)) / (E \cdot t \cdot b) = 0,050 \text{ mm/kN}$$

per rigidità fissaggio della lamiera (su 4 lati)

$$C_{2,1} = 2 \cdot a \cdot s_p \cdot p / b^2 = 0,005 \text{ mm/kN}$$

per rigidità fissaggi intermedi

$$C_{2,2} = s_s \cdot s_p \cdot (n_{sh}-1) / (n_s \cdot s_p + \beta_1 \cdot s_s) = 0,009 \text{ mm/kN}$$

per rigidità dei fissaggi al bordo (su 4 lati)

$$C_{2,3} = 2 \cdot s_{sc} / n_{sc} = 0,014 \text{ mm/kN}$$

FLESSIBILITÀ TOTALE

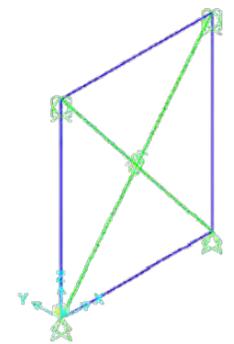
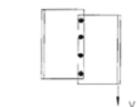
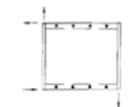
Rigidità $K = 1/C'$

$$C' = (b^2 / a^2) \cdot (C_{1,1} + C_{1,2} + C_{2,1} + C_{2,2} + C_{2,3}) = 0,241 \text{ mm/kN}$$

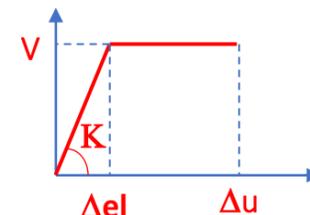
SPOSTAMENTO

Spostamento al limite elastico Δel

$$\Delta = V \cdot C' = 3,400 \text{ mm}$$



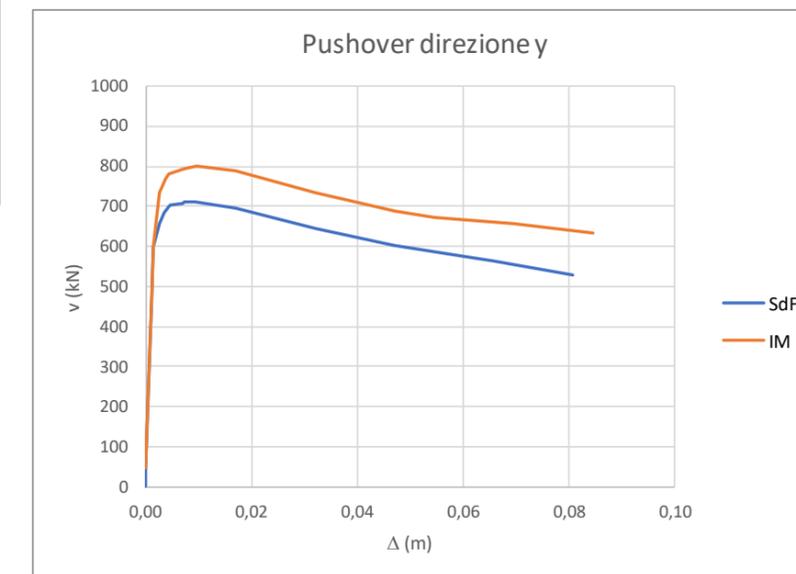
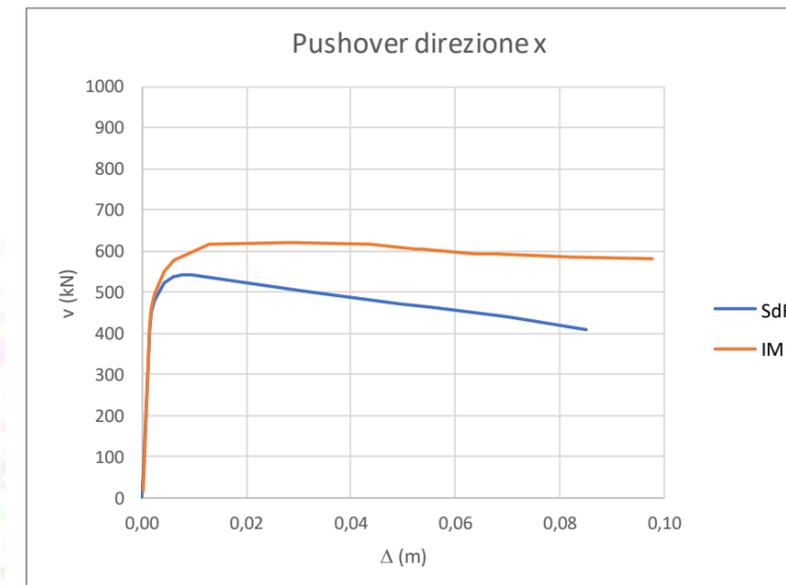
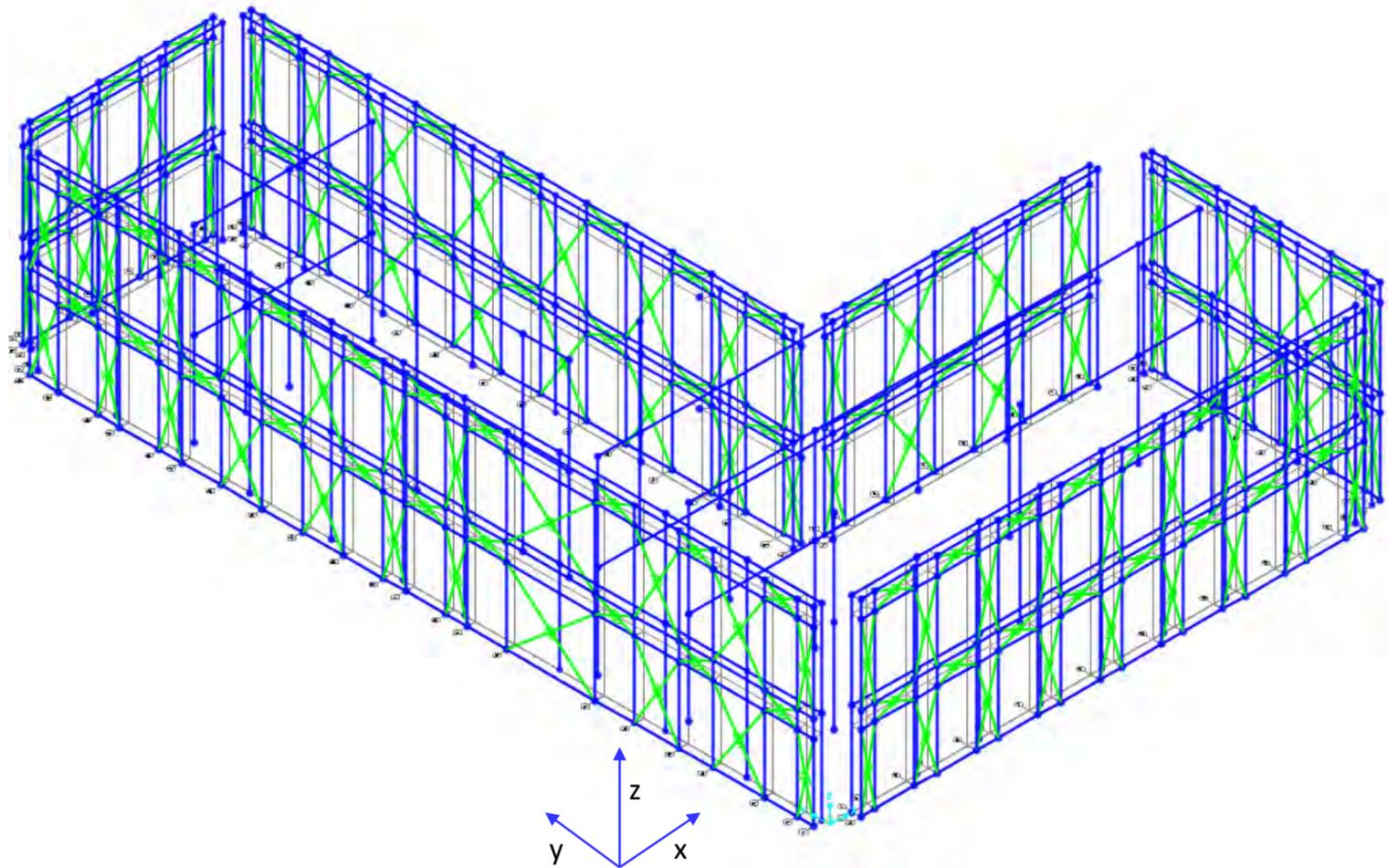
$$\Delta u = 2 \Delta el$$



Intervento su un edificio in muratura

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

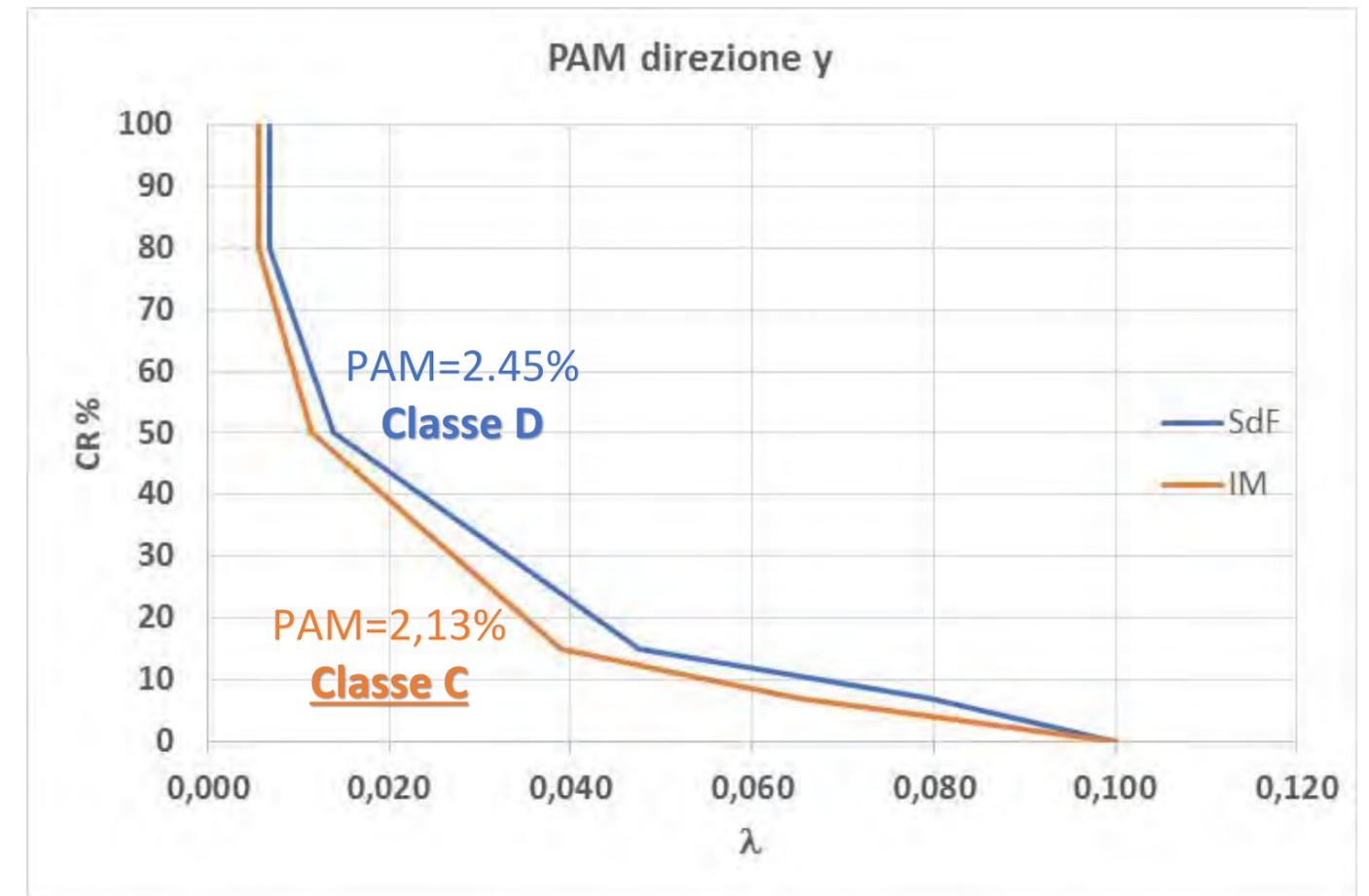
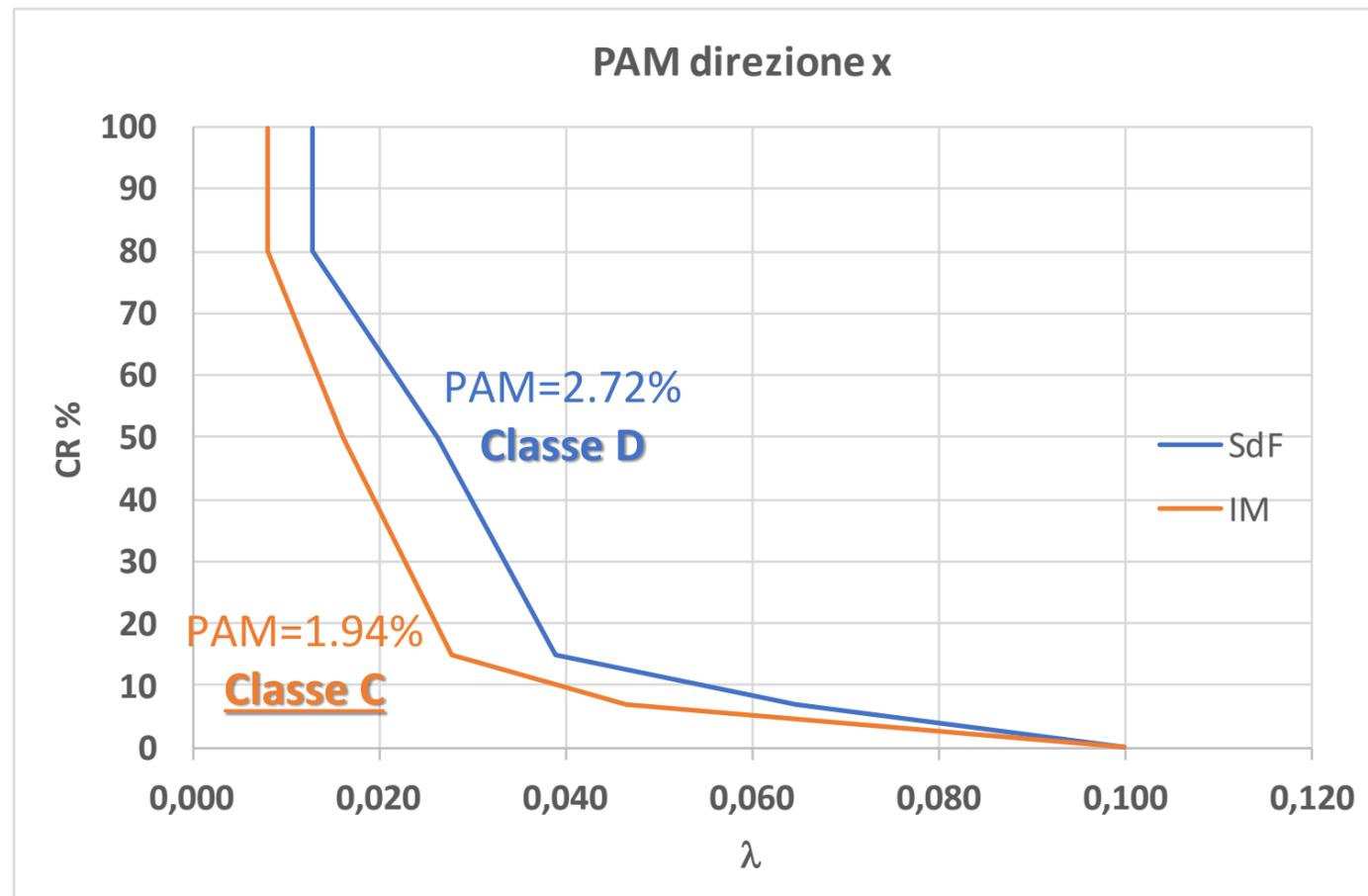
Caso studio: Istituto Leccisotti a Serracapriola (FG) – Analisi FEM con SAP2000 (lamiere AL)



Intervento su un edificio in muratura

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

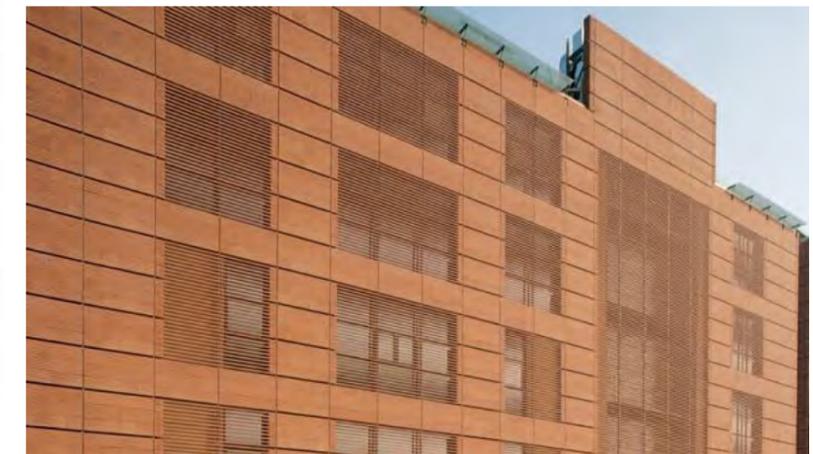
Caso studio: Istituto Leccisotti a Serracapriola (FG) – Analisi PAM (lamiera AL)



Intervento su un edificio in muratura

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin
(Università di Roma La Sapienza)

Caso studio: Istituto Leccisotti a Serracapriola (FG) – Render intervento



Intervento su un edificio in c.a.

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

Caso studio: Liceo scientifico Volta a Foggia



Caso studio:
Liceo scientifico
Volta a Foggia

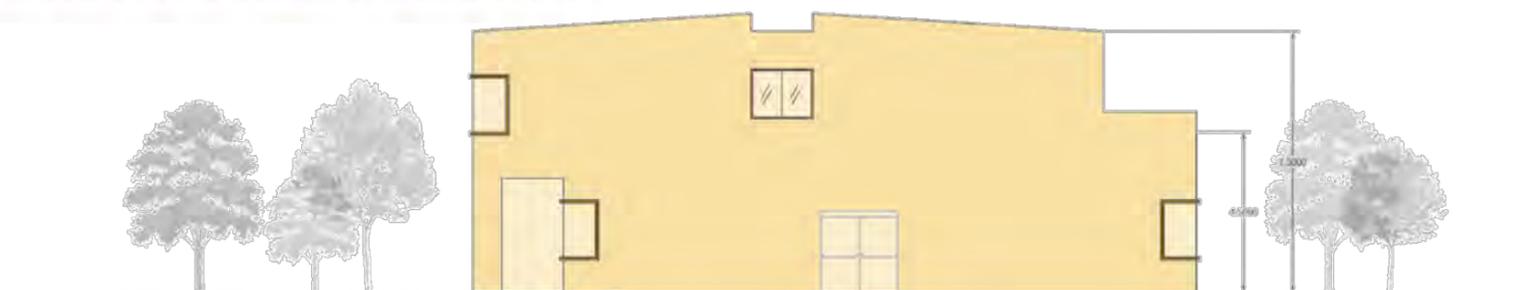
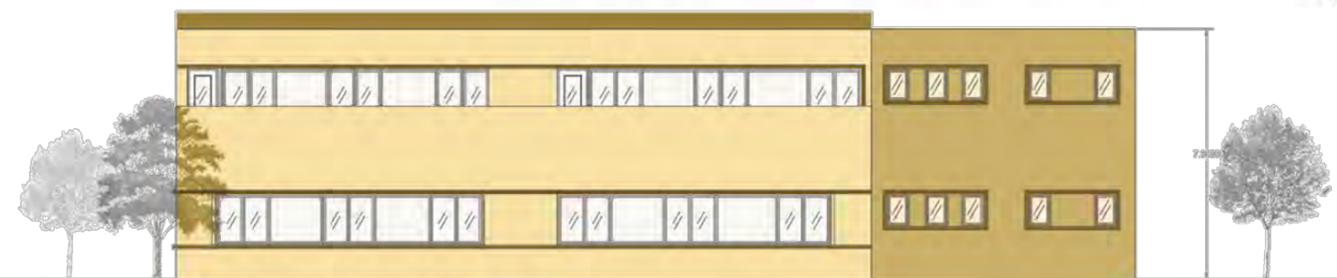


Anno di realizzazione: **1971-72**
6 corpi di fabbrica con struttura
portante in c.a.

Intervento su un edificio in c.a.

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

Caso studio: Liceo scientifico Volta a Foggia



PROSPETTO SUD-OVEST - SCALA 1:100

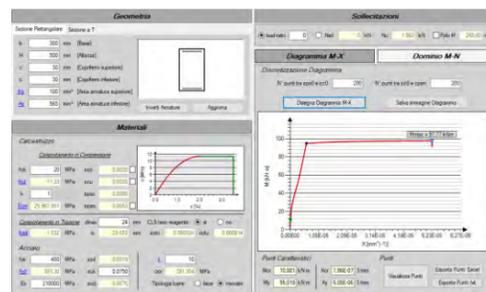
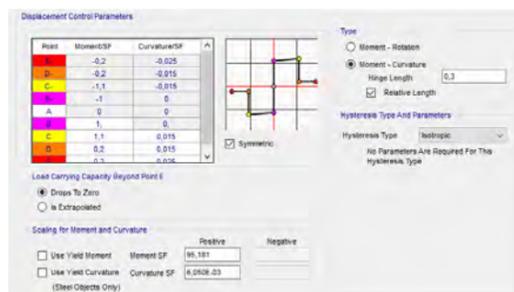
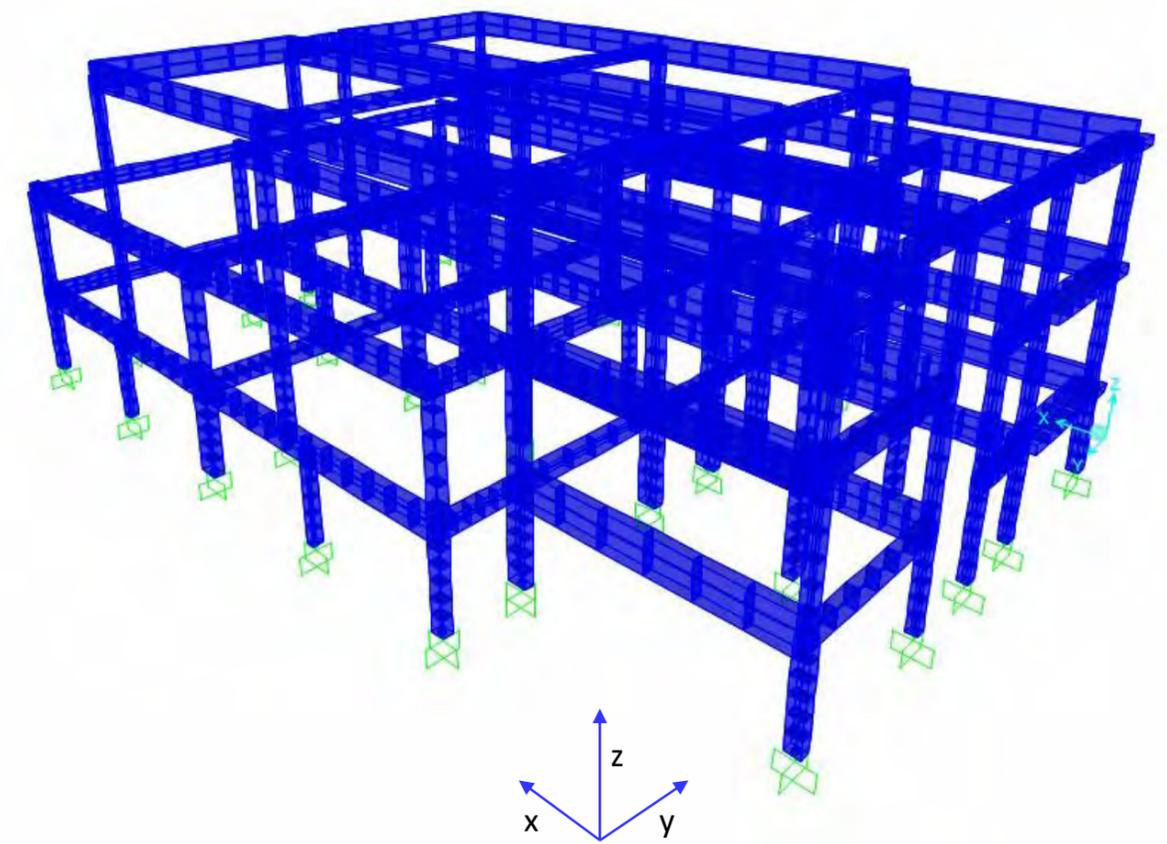
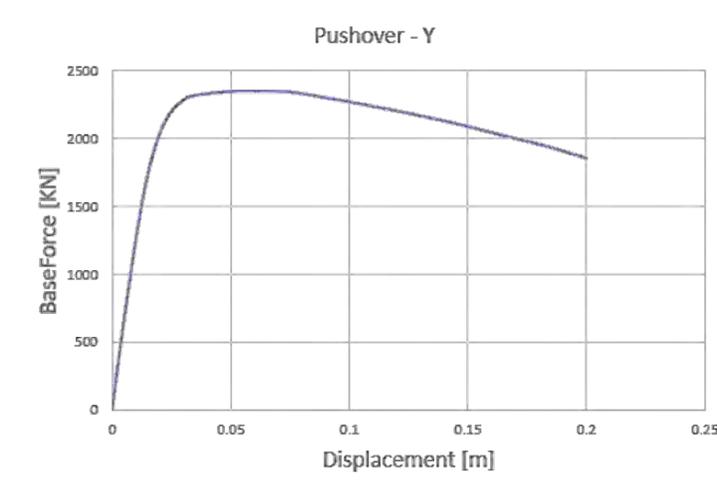
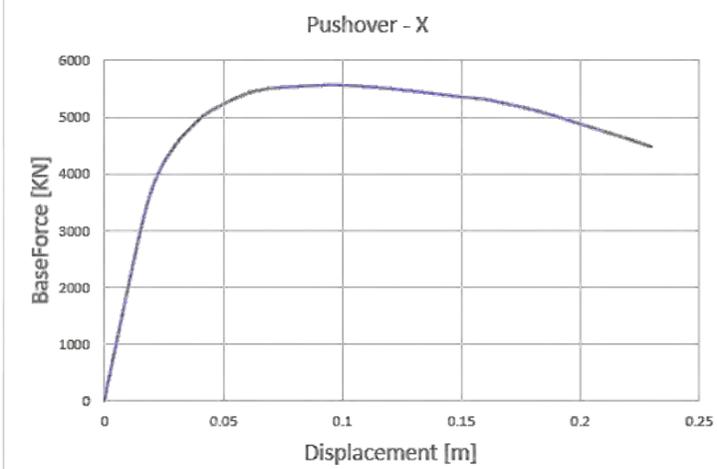
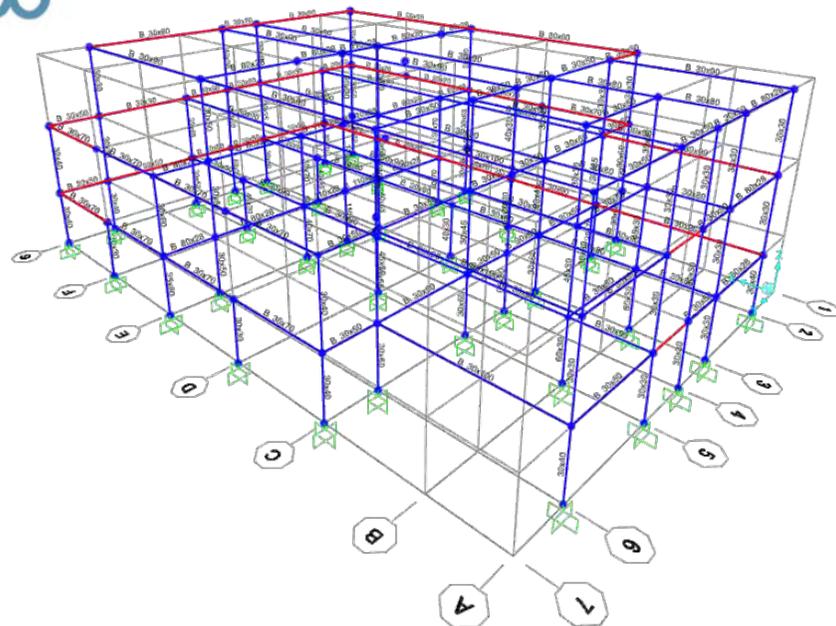
PROSPETTO NORD - SCALA 1:100

Intervento su un edificio in c.a.

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

Caso studio: Liceo scientifico Volta a Foggia – Analisi FEM con SAP2000

SAP2000®



IL CAPPOTTO SISMICO COME SOLUZIONE PER LA SICUREZZA DEGLI EDIFICI
ESISTENTI: CRITERI DI PROGETTO ED ESEMPI APPLICATIVI

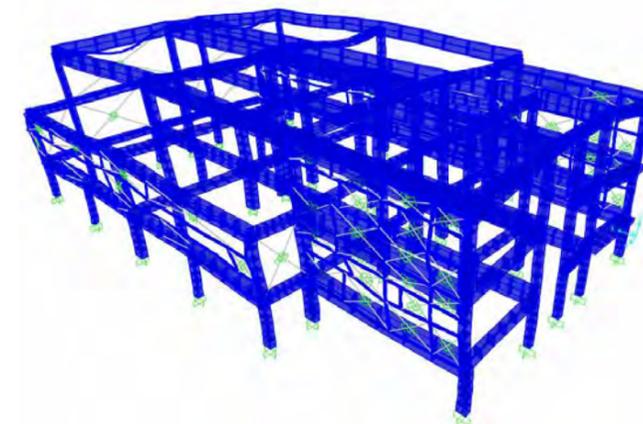
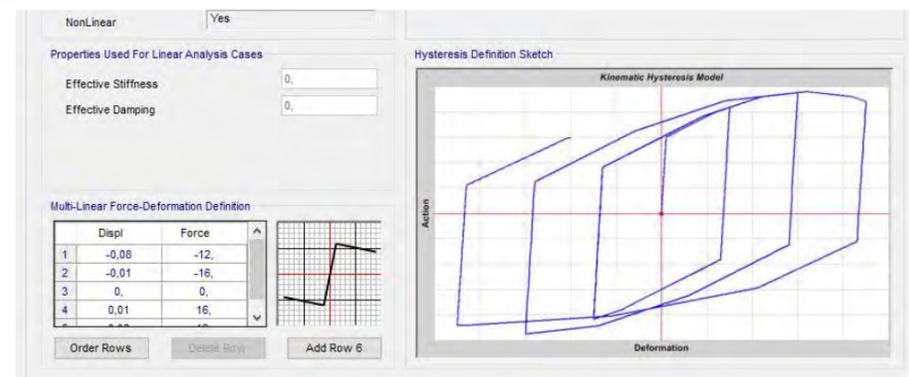
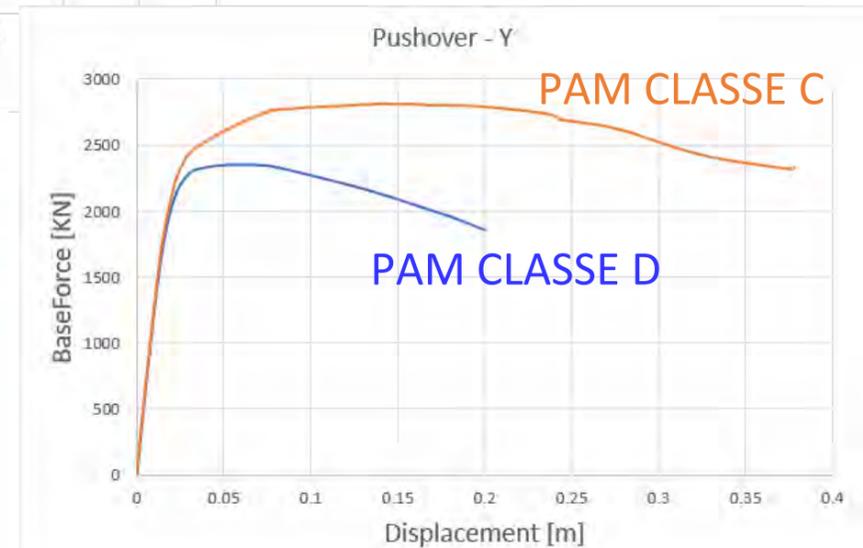
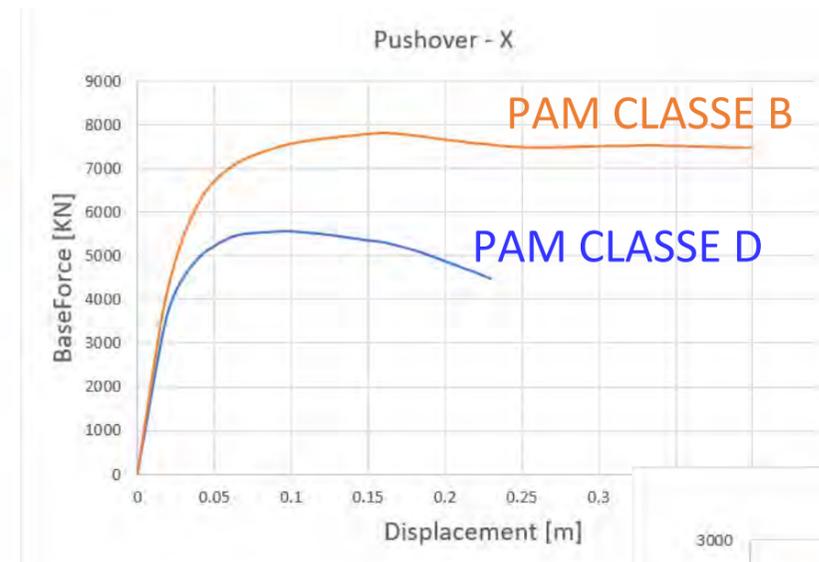
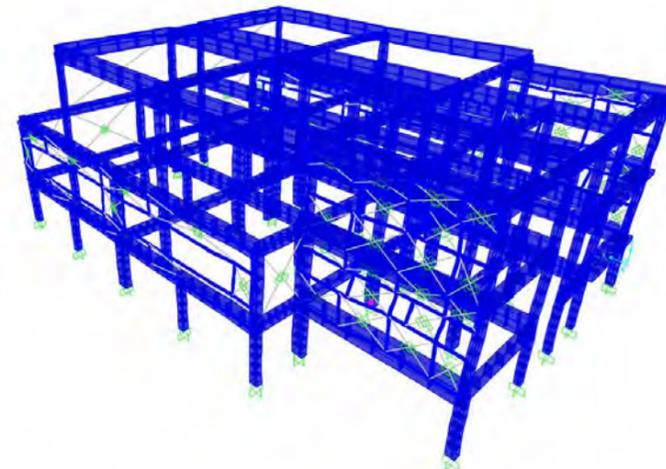
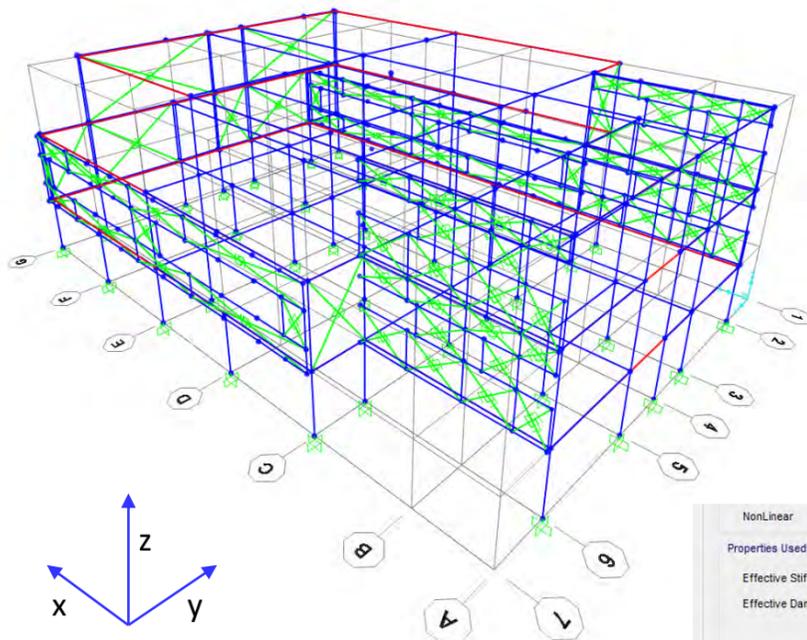
Relatore
Prof. Ing. Antonio Formisano

Intervento su un edificio in c.a.

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

Caso studio: Liceo scientifico Volta a Foggia – Analisi FEM con SAP2000

SAP2000®

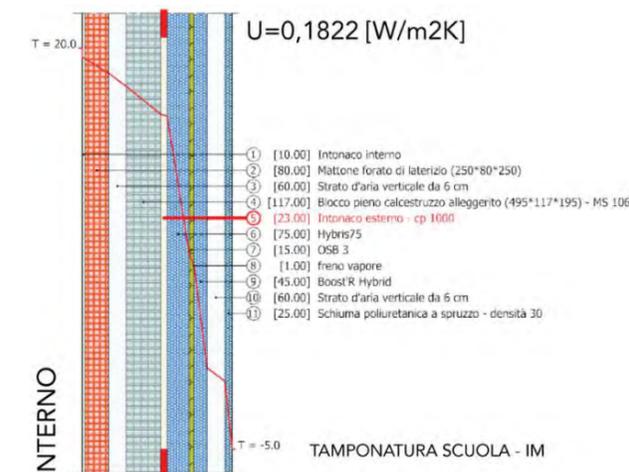
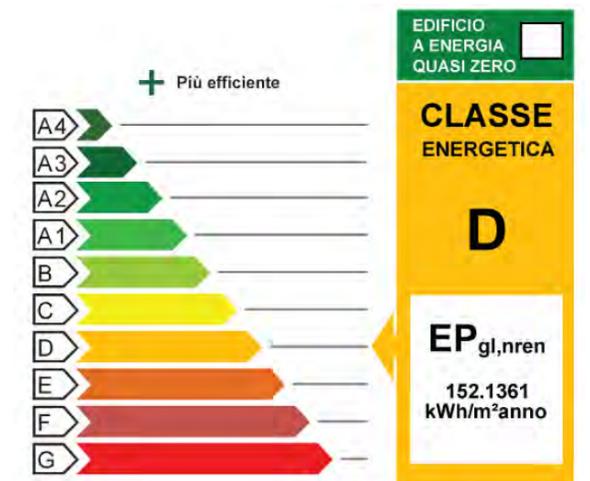
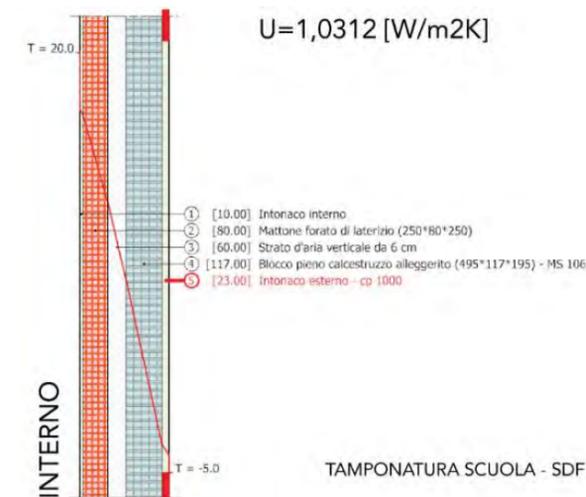
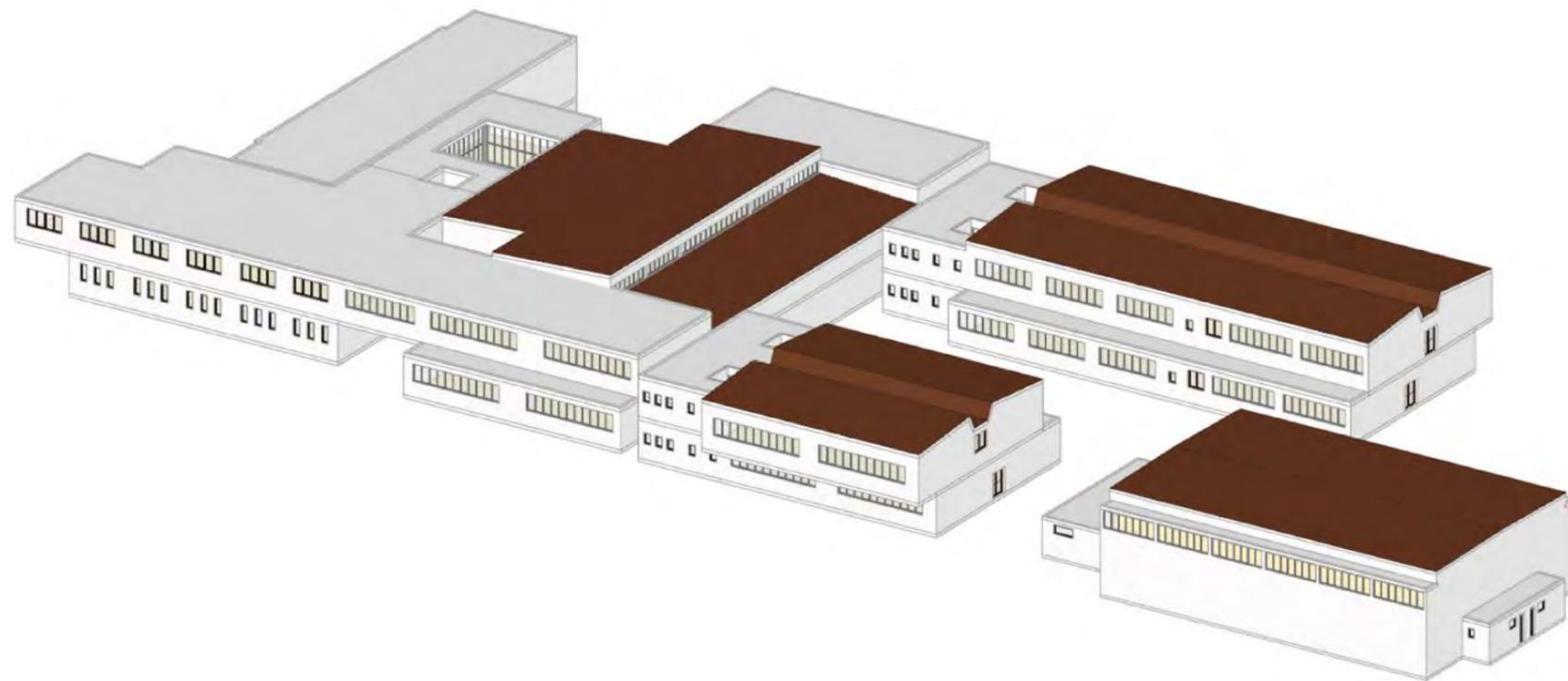


IL CAPPOTTO SISMICO COME SOLUZIONE PER LA SICUREZZA DEGLI EDIFICI
ESISTENTI: CRITERI DI PROGETTO ED ESEMPI APPLICATIVI

Intervento su un edificio in c.a.

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin (Università di Roma La Sapienza)

Caso studio: Liceo scientifico Volta a Foggia – Analisi energetica



Intervento su un edificio in c.a.

Progetto UEFA-ELENA – Interventi integrati su edifici pubblici – Responsabile: Prof. S. Pampanin
(Università di Roma La Sapienza)

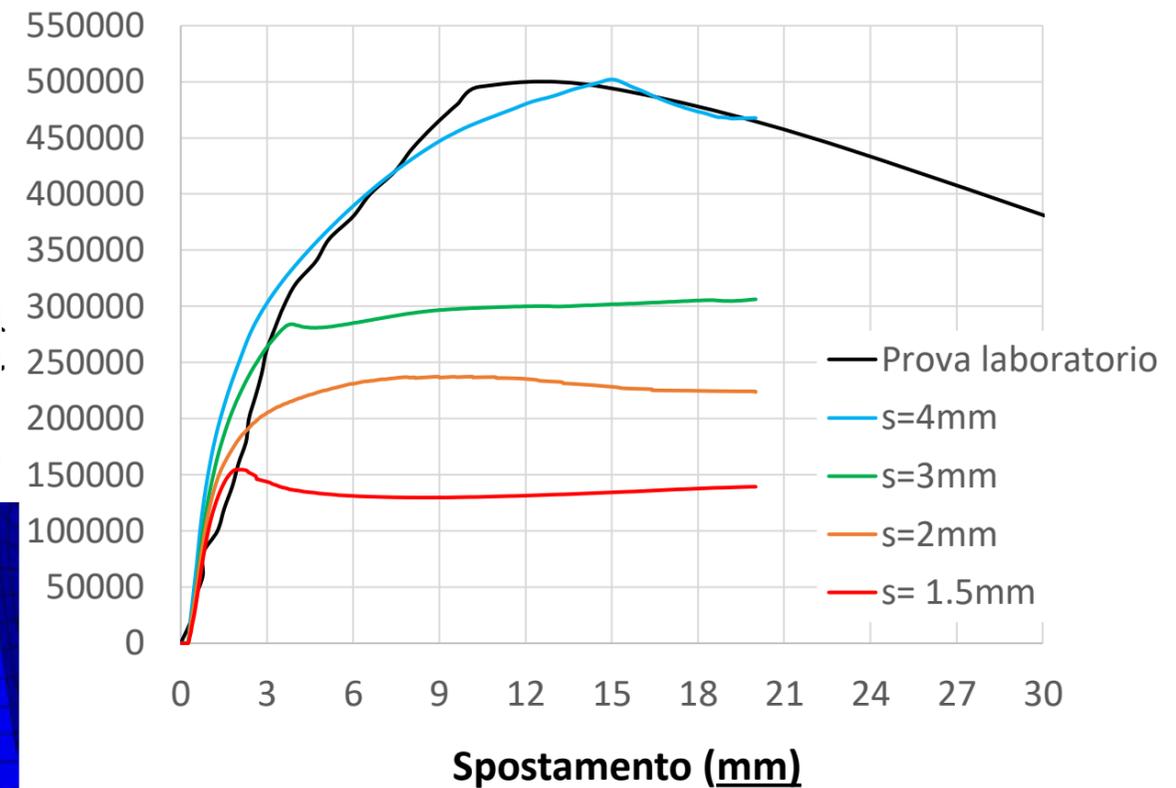
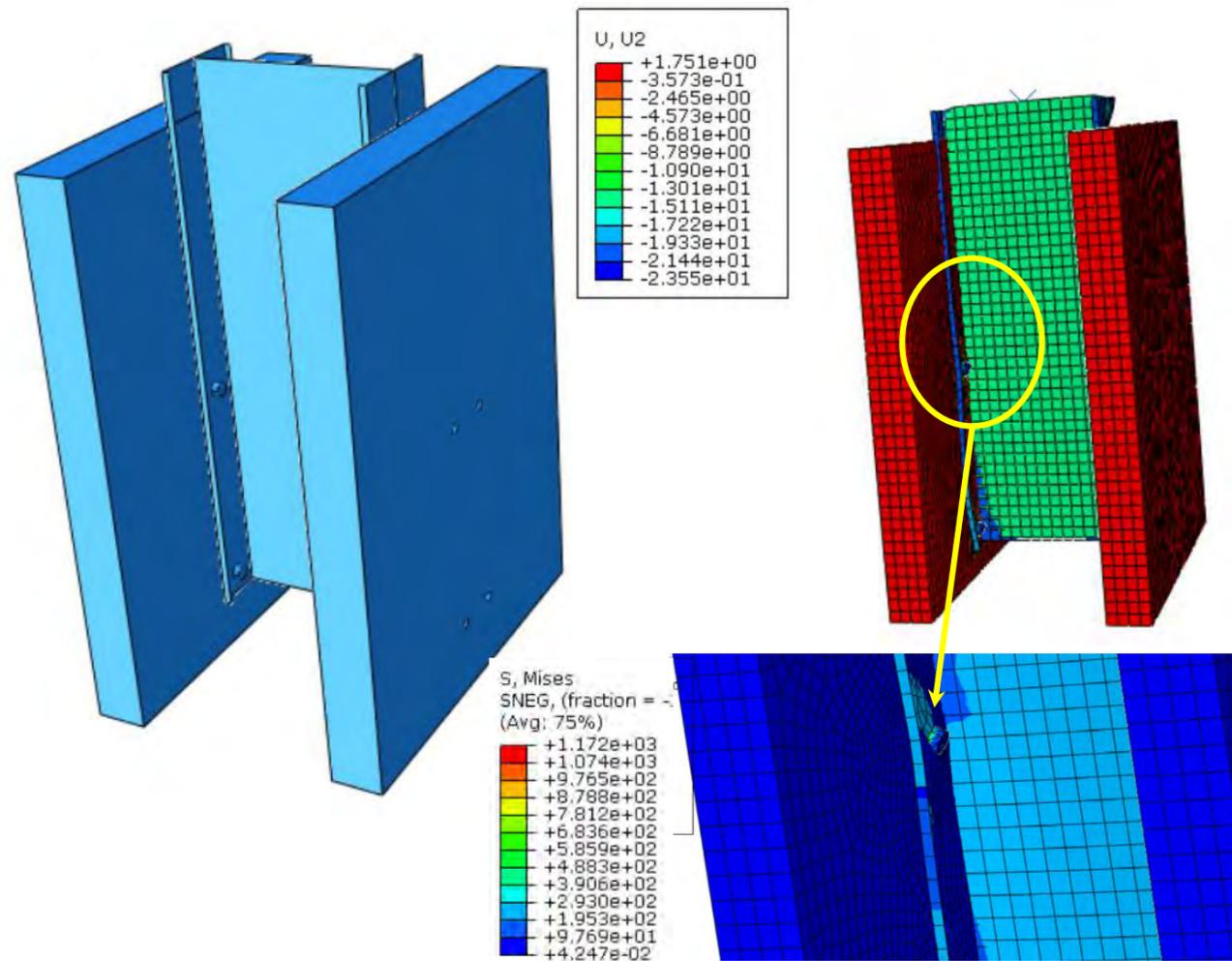
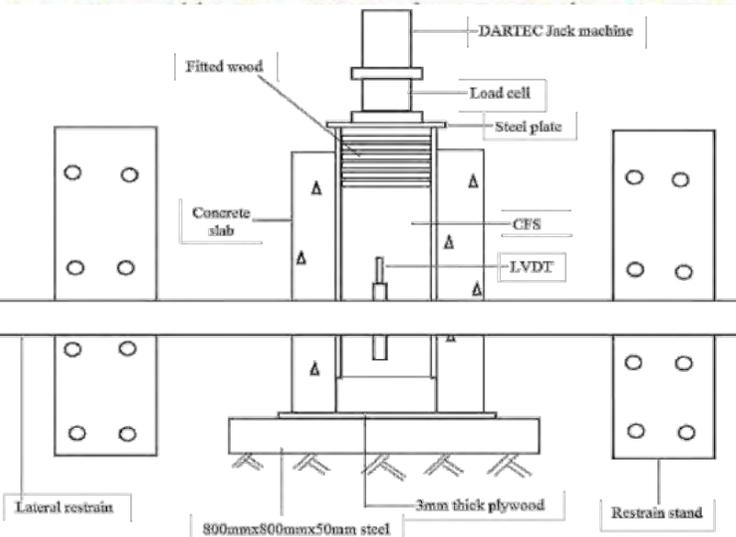
Caso studio: Liceo scientifico Volta a Foggia – Render intervento



Work in progress

Influence of Shear Connector Size on Ultimate Strength in Composite Construction with Cold-Formed Steel Channel Lipped Section (Tahir et al., 2016)

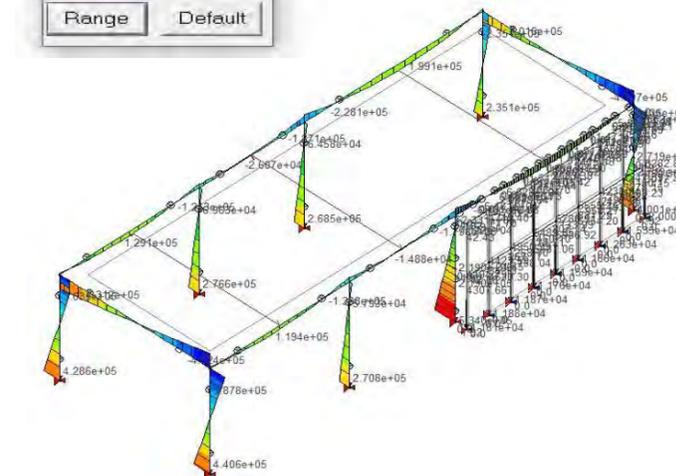
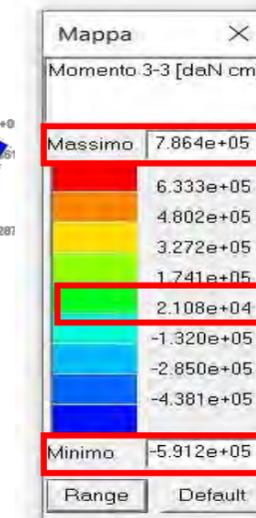
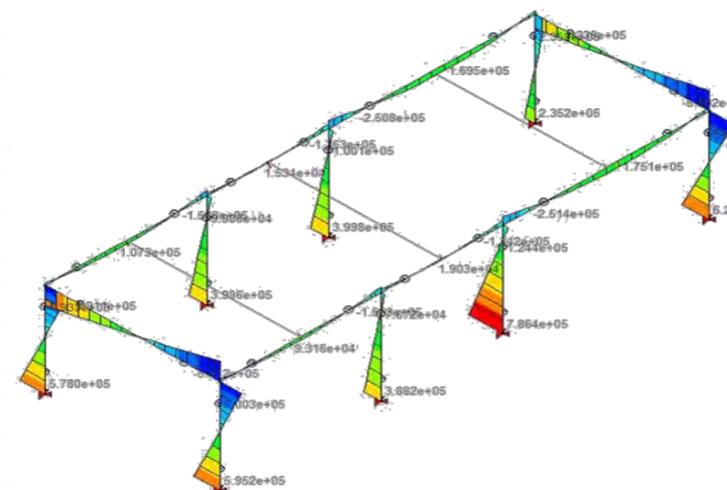
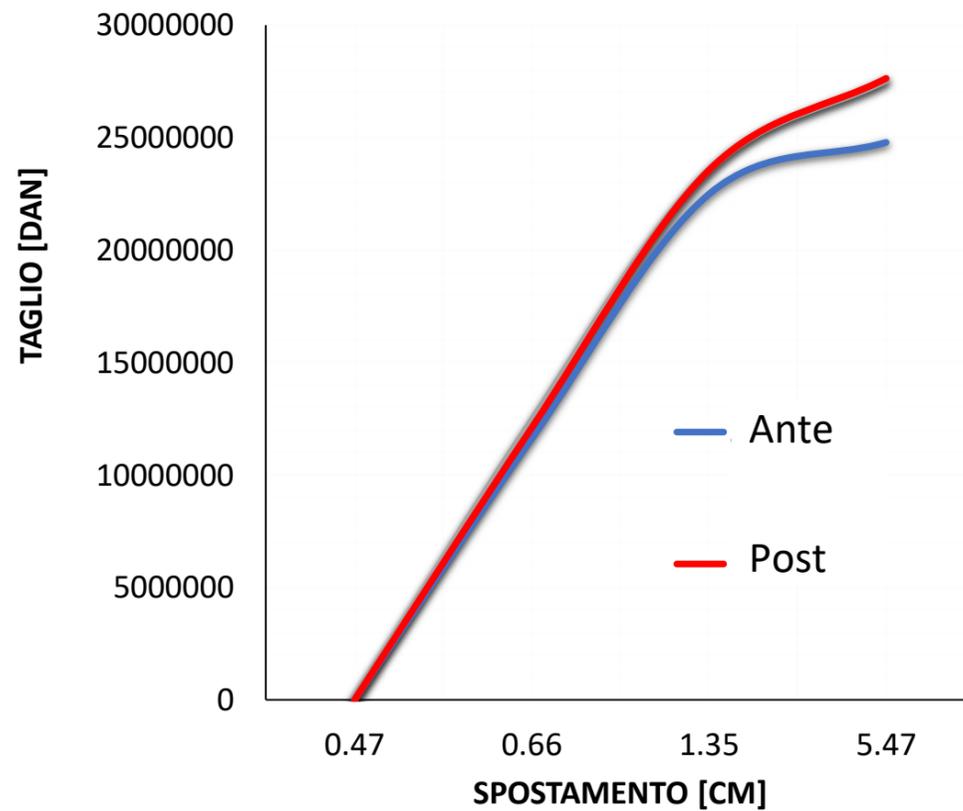
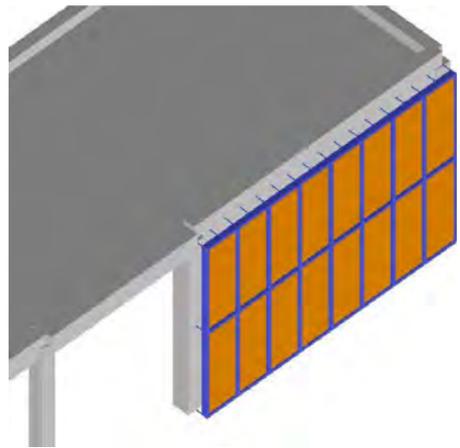
Calibrazione numerica prova sperimentale sui collegamenti CFS-clt ed analisi parametrica (ABAQUS)



Work in progress

Riduzione delle sollecitazioni sugli elementi di una struttura in c.a.

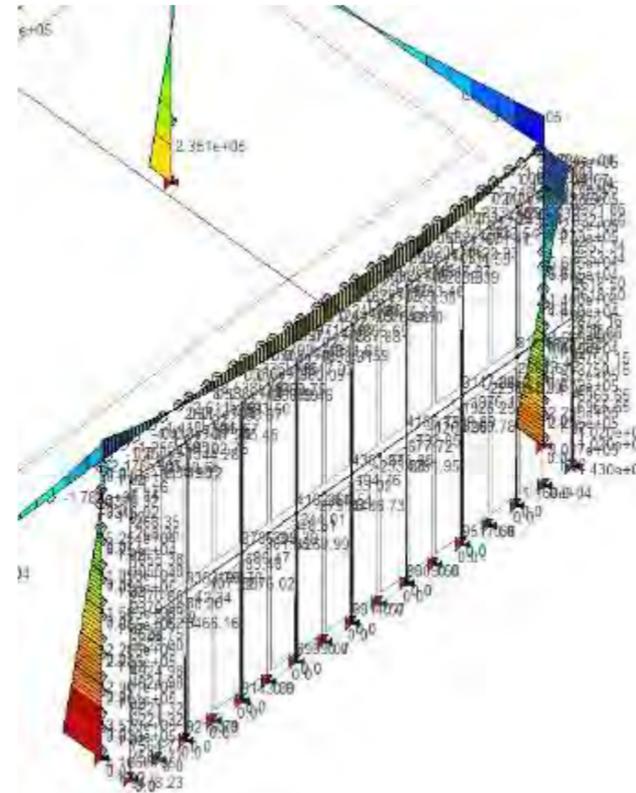
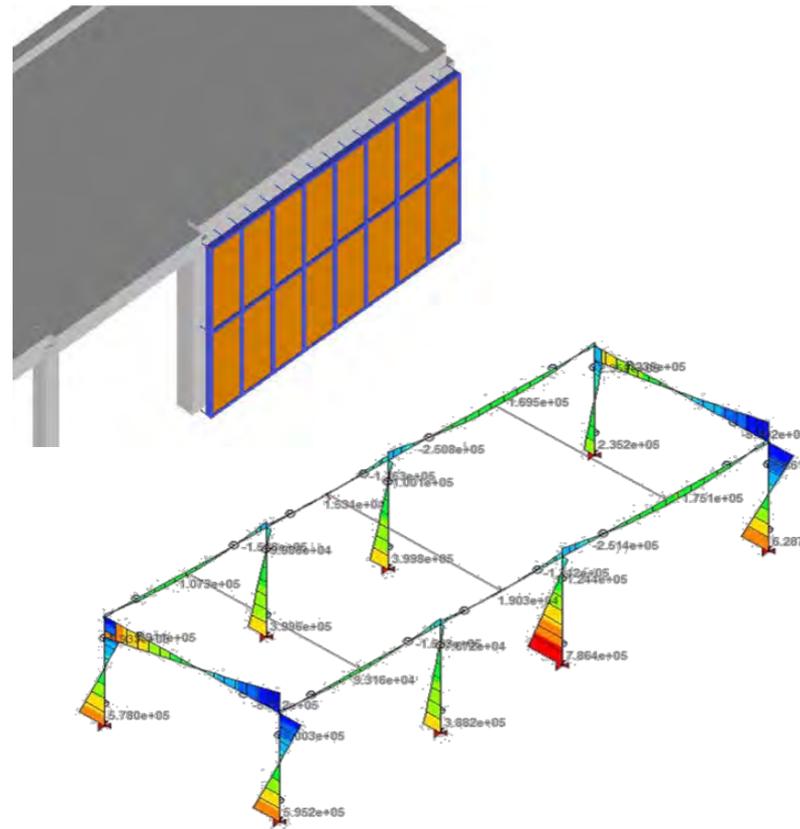
Collegamento del cappotto sismico DUO SYSTEM alla trave di un edificio in c.a. (PRO_SAP)



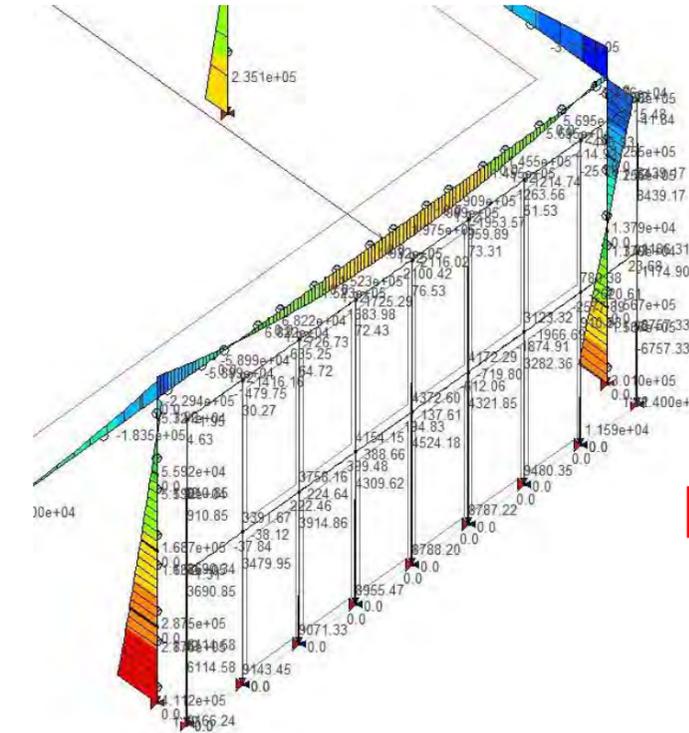
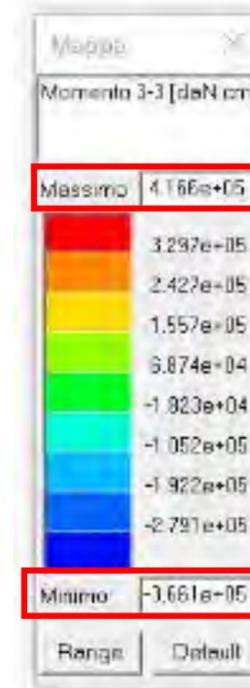
Work in progress

Riduzione delle sollecitazioni sugli elementi di una struttura in c.a.

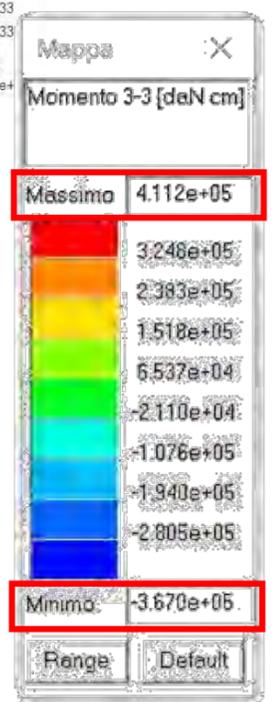
Collegamento del cappotto sismico DUO SYSTEM a trave e pilastri di un edificio in c.a. (PRO_SAP)



PASSO CONNETTORI 30 CM



PASSO CONNETTORI 60 CM



Grazie per la cortese attenzione

Prof. Ing. Antonio Formisano
antoform@unina.it



ACEN
ASSOCIAZIONE COSTRUTTORI EDILI NAPOLI



IL CAPPOTTO SISMICO COME SOLUZIONE PER LA SICUREZZA DEGLI EDIFICI ESISTENTI: DIMENSIONAMENTO DEI PANNELLI

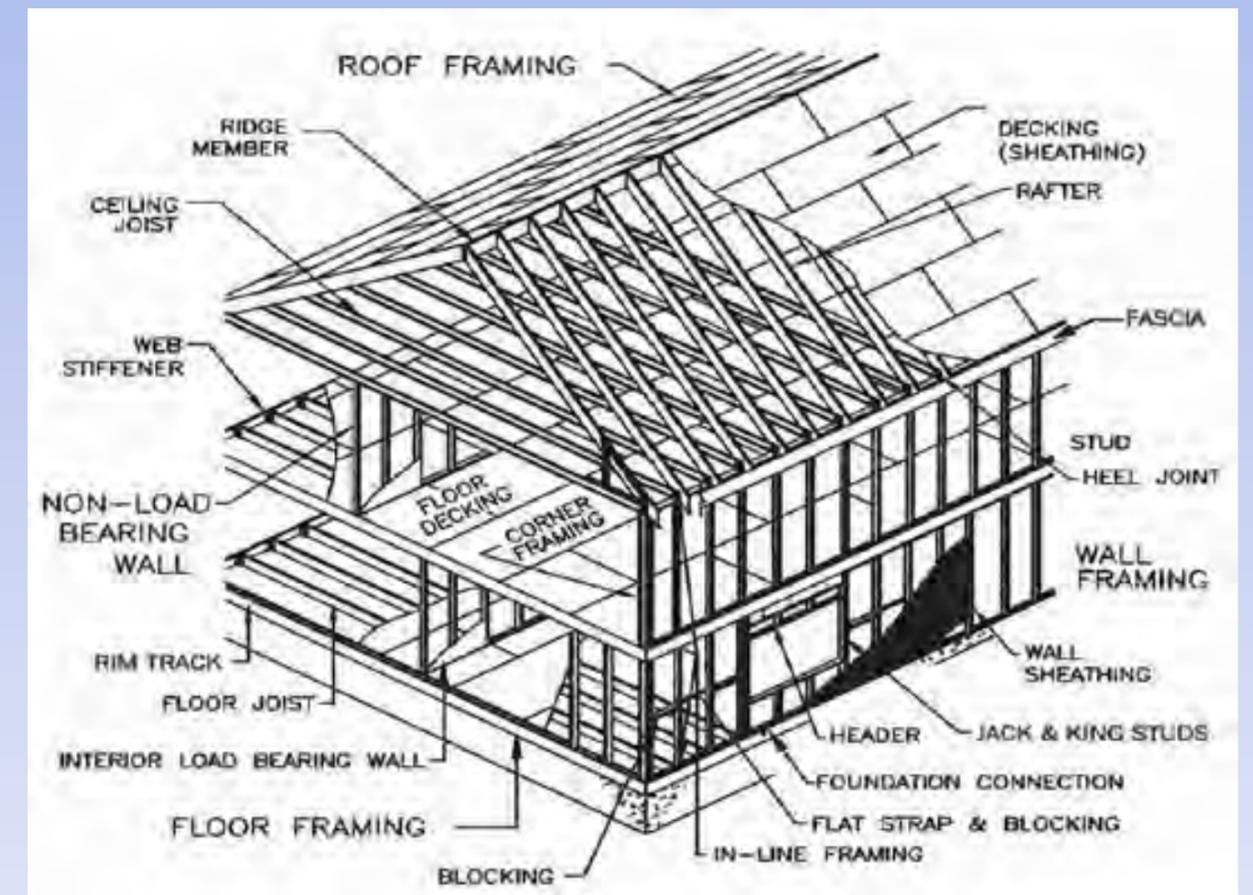
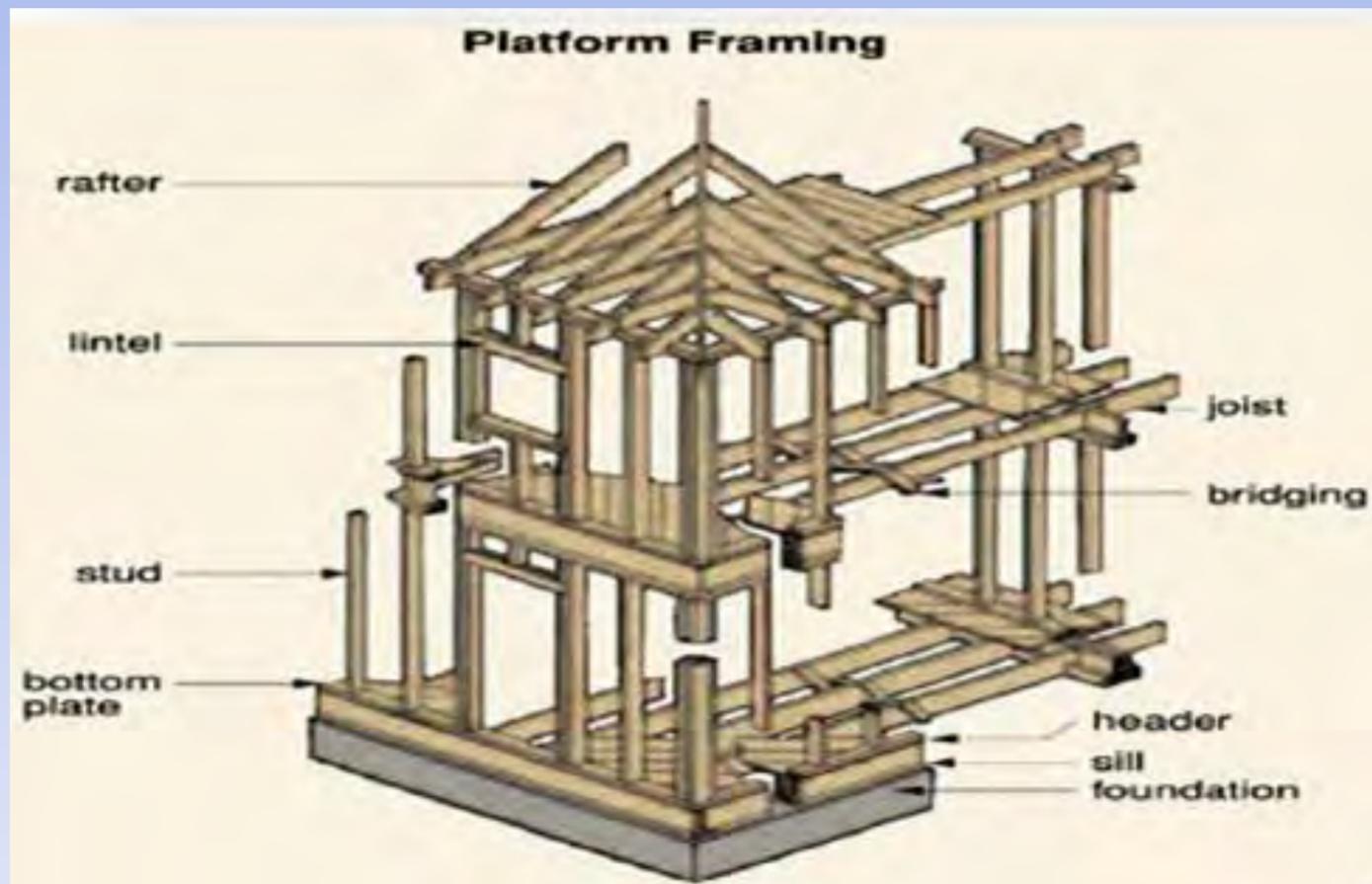
RELATORE

Ing. Feliciano Ricciardelli



PARLIAMO DI LIGHT STEEL FRAMING

Con la denominazione LSF (Light Steel Framing), anche LGS (Light Gauge Steel), si identifica un sistema costruttivo composto da pareti formate da aste in acciaio pressopiegato a freddo CFS (Cold Formad Steel); sistema che, sostanzialmente, deriva da sistema LWF (Light Wood Framing), anche conosciuto come Platform Framing in uso nel mondo da secoli, in particolare nei paesi anglosassoni.



PARLIAMO DI LIGHT STEEL FRAMING

Questa tecnologia se pur poco nota in Italia, è, di fatto, una realtà in molti altri paesi del mondo dove è anche regolata da apposite normative.



Emirati Arabi



New Zealand



Russia



USA

PARLIAMO DI LIGHT STEEL FRAMING

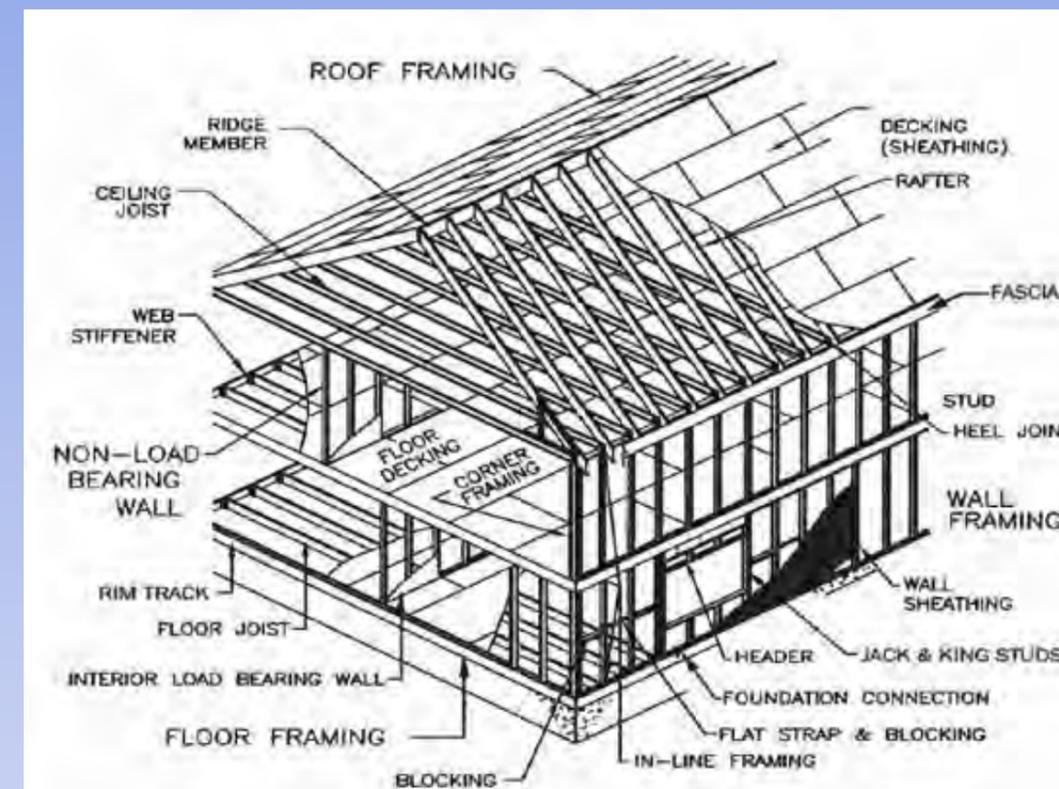
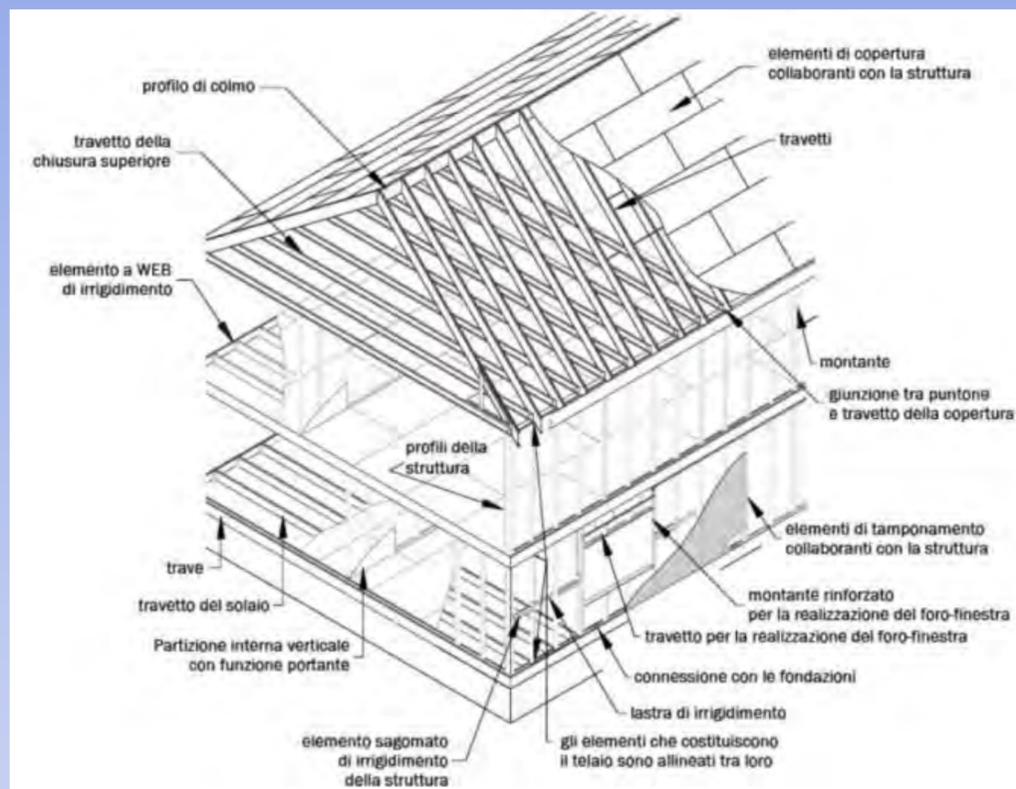
I VANTAGGI ...

- Le strutture di intelaiatura in acciaio leggero hanno il miglior rapporto costo / prestazioni in conseguenza del minor intervento di manodopera specializzata e della bassa percentuale di perdite di materie prime e materiali durante la costruzione.
- Il tempo di costruzione è inferiore rispetto alla costruzione convenzionale.
- Il basso peso delle strutture consente la loro movimentazione in cantiere senza l'ausilio di gru.
- La durata delle costruzioni LSF è elevata anche per le caratteristiche di base dell'acciaio e per la bassa necessità di manutenzione nel corso degli anni.
- Il metodo di costruzione in LSF non utilizza materiali inquinanti e riduce di circa il 70% del consumo di energia.
- Anche le emissioni di CO2 sono inferiori e tutti i materiali utilizzati nella costruzione possono essere riciclati.
- I cantieri offriranno maggiori garanzie di sicurezza anche perché risulteranno sempre puliti.
- Il sistema consente di avere tempi certi di realizzazione.
- Il basso peso delle strutture in LSF comporta una drastica riduzione delle masse gravitazionali e sismiche con evidenti vantaggi nei calcoli delle strutture di fondazione e nello studio sismico.

Si noti che il peso di una struttura in LSF si aggira tra i $0,20 \div 0,45$ kN/mq, quello di una struttura in carpenteria metallica tradizionale tra i $0,45 \div 0,75$ kN/mq, quello di una struttura in c.a. tra i $2,00 \div 3,00$ kN/mq e quello di una struttura in muratura tra i $7,00 \div 11,00$ kN/mq

PARLIAMO DI LIGHT STEEL FRAMING

Quali sono gli elementi base di una struttura LSF?



Gli elementi base sono i profili CFS, che, normalmente, assumono una forma diversa in relazione alla funzione che devono assolvere:

montanti
guide inferiori e superiori delle pareti

elementi di irrigidimento

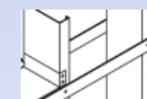
travi



stud



bottom e top track



flat strap e blocking



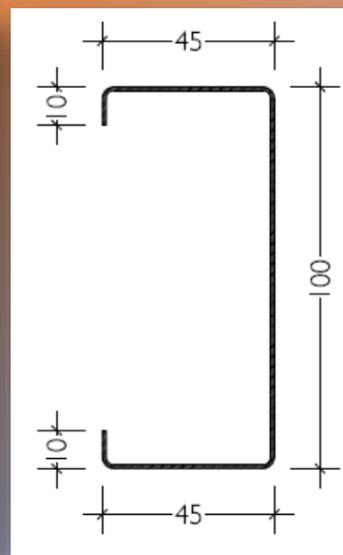
joist

IL SISTEMA IRONDON

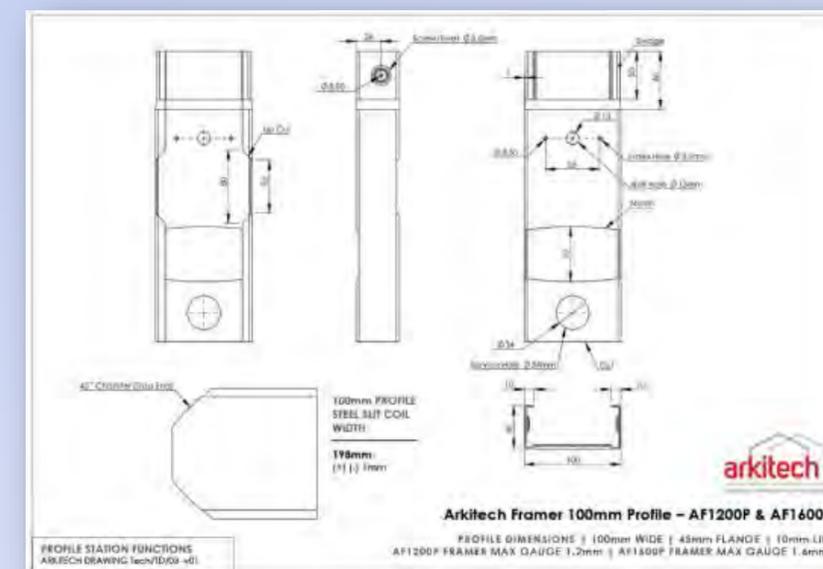
Il sistema Irondom utilizza un solo profilo per la realizzazione di tutti gli elementi principali: montanti, guide, elementi irrigidenti, ...

La sezione è fissa mentre è possibile variare lo spessore da 8/10 a 16/10

L'acciaio utilizzato è il tipo S350GD+z

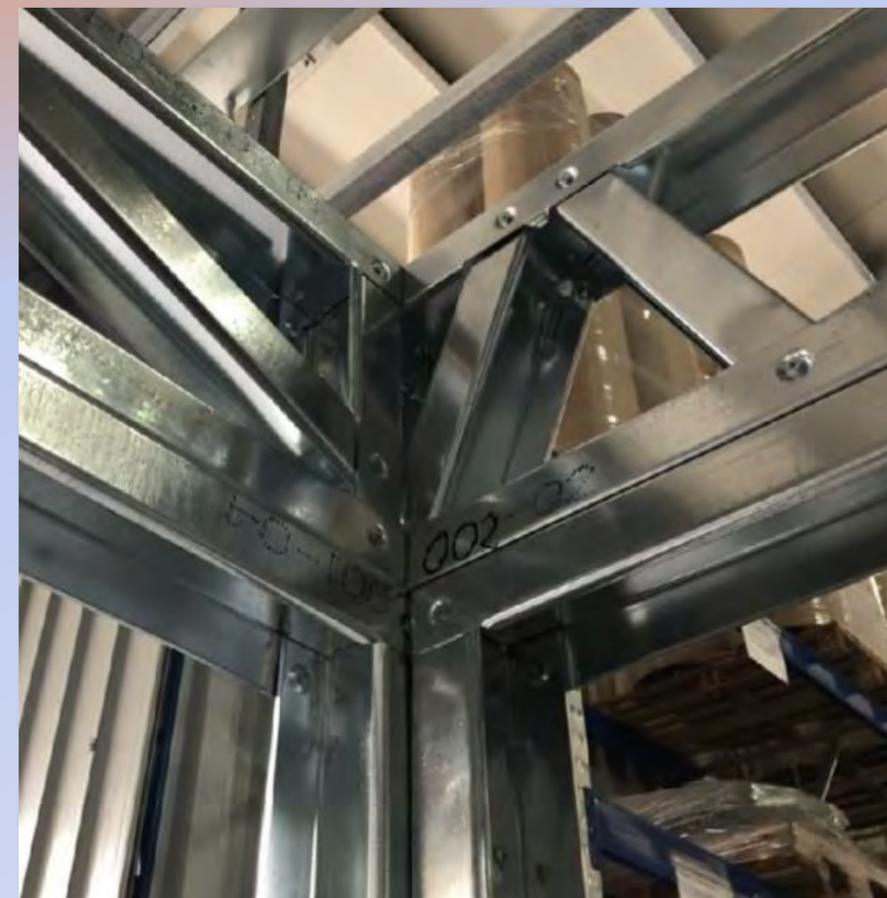
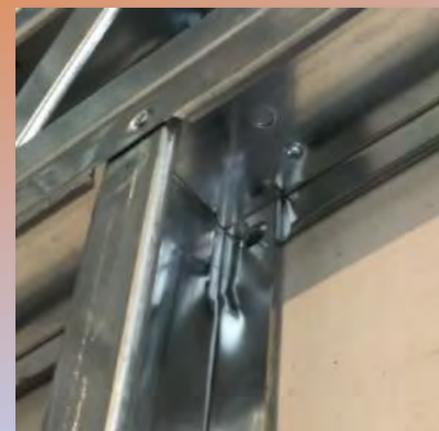
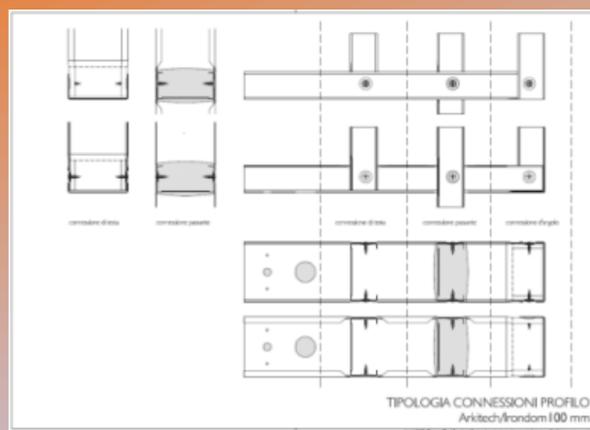
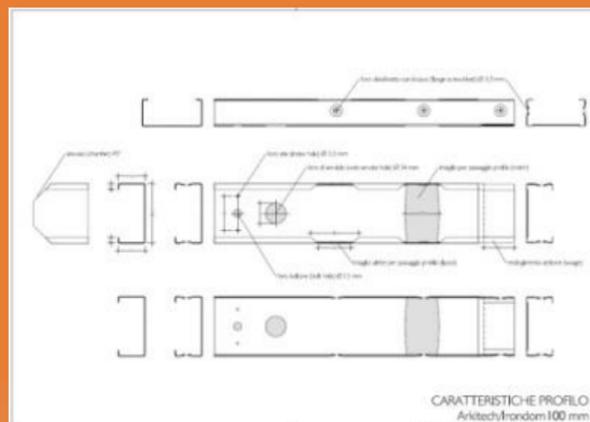


Il profilo viene realizzato in automatico, completo di fori, incassi, scantonature ed altro da una profilatrice Arkitech gestita da un software dedicato che genera file macchina completi di ogni dettaglio, sia di esecuzione che di montaggio.



IL SISTEMA IRONDON

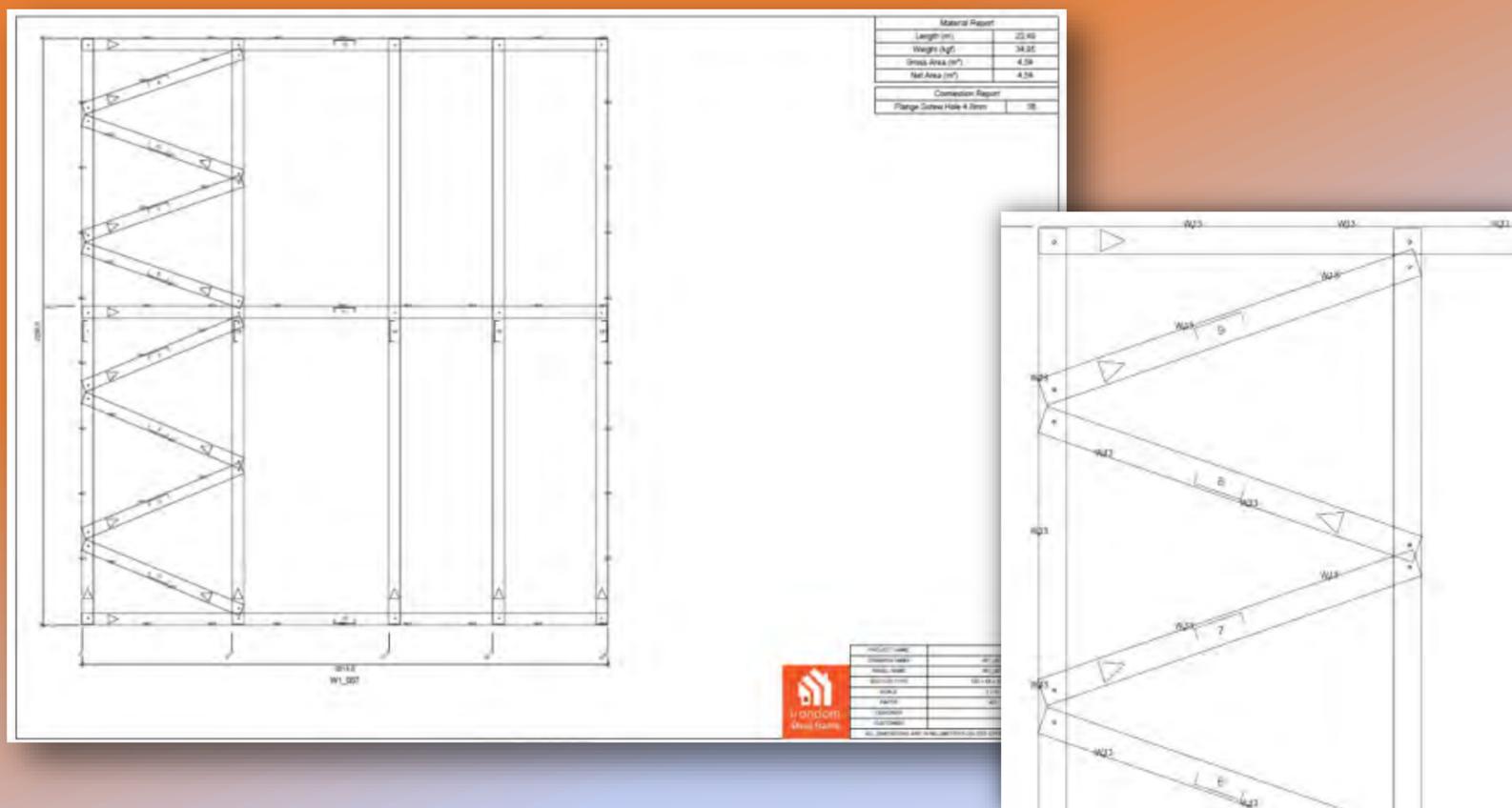
Le possibili lavorazioni al singolo profilo consentono la facile e precisa realizzazioni delle connessioni dei vari componenti strutturali (pareti, travi e solai)



Inoltre, questo sistema garantisce la complanarità delle superfici esterne del componente (prevede anche la realizzazione automatica dell'incavo per accogliere la teste delle viti)

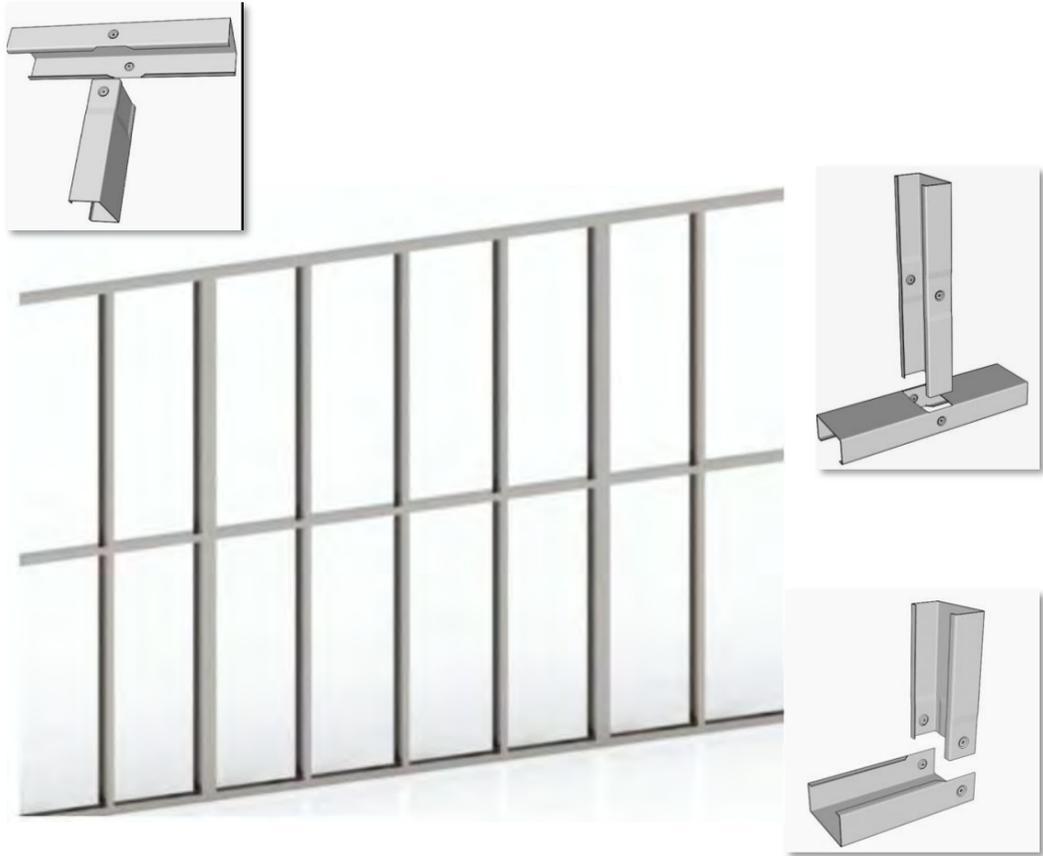
IL SISTEMA IRONDON

Quindi, una volta definita la struttura, con il software Arkitech, si creano i file macchina e le tavole di assemblaggio dei singoli componenti, eseguendo anche la nomenclatura di tutti i componenti con un codice univoco di assemblaggio che, in sede di produzione, verrà stampato su tutti i profili che comporranno la struttura

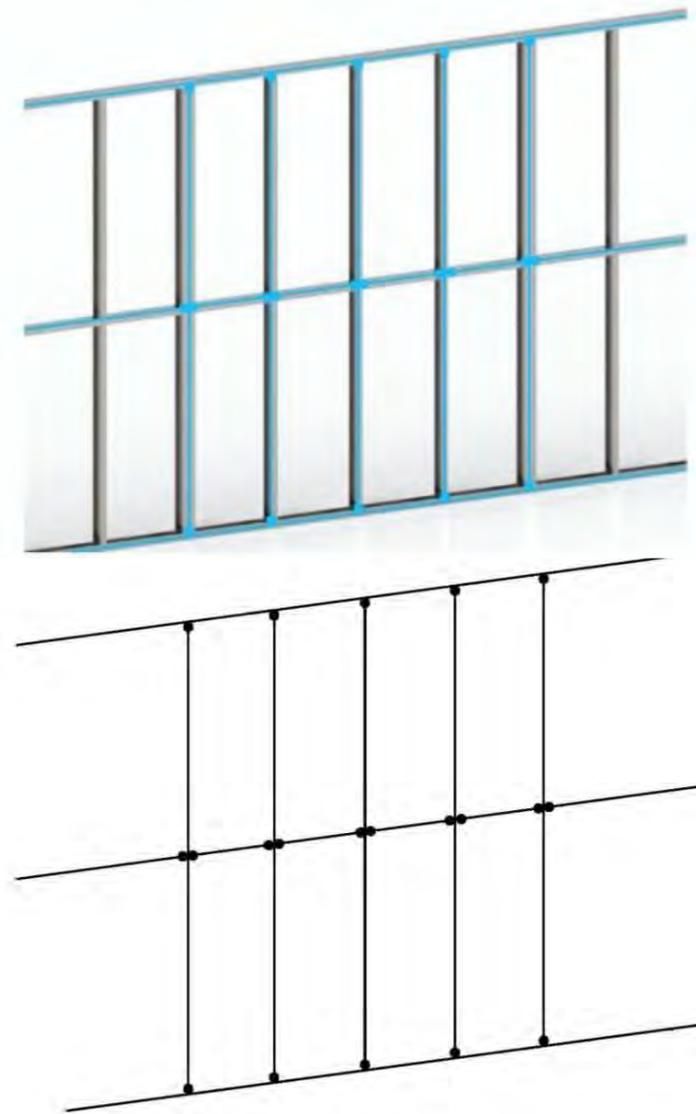


A questo punto l'assemblaggio dei componenti diventa estremamente rapido e preciso (anche tenendo conto di tutte le lavorazioni effettuate in automatico sui profili per le connessioni)

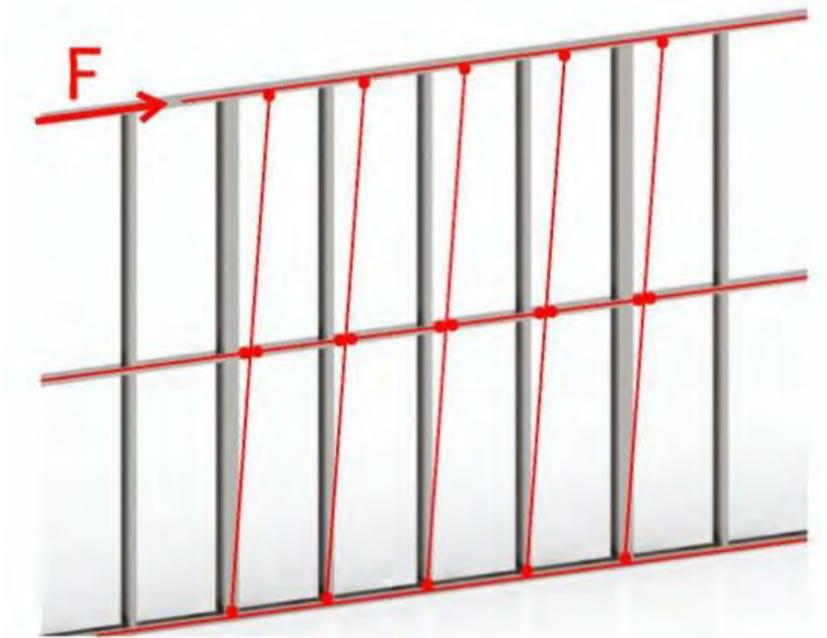
SCHEMA STRUTTURALE PARETI LSF



le connessioni sono realizzate da coppie di viti



da cui deriva che lo schema strutturale è composto da una serie di pendoli

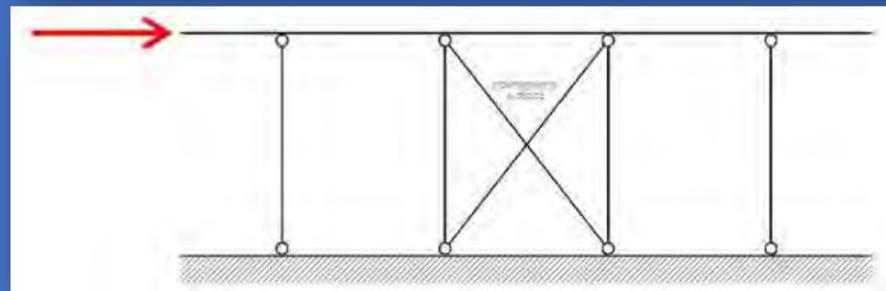


Pertanto, sotto l'effetto di forze orizzontali, il sistema è labile e, quindi, deformabile

RISPOSTA DELLE PARETI LSF ALLE FORZE ORIZZONTALI

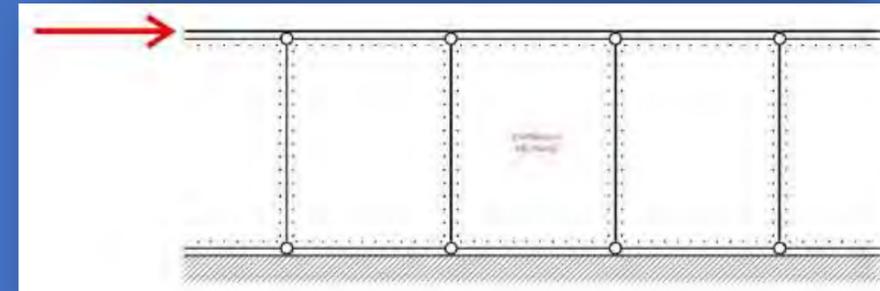
ALL-STEEL DESIGN

la resistenza viene affidata alle sole aste –
controventatura a croce con piatti

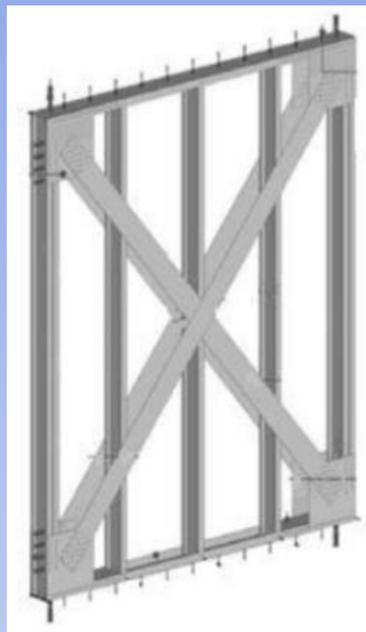


SHEATHING BRACED DESIGN

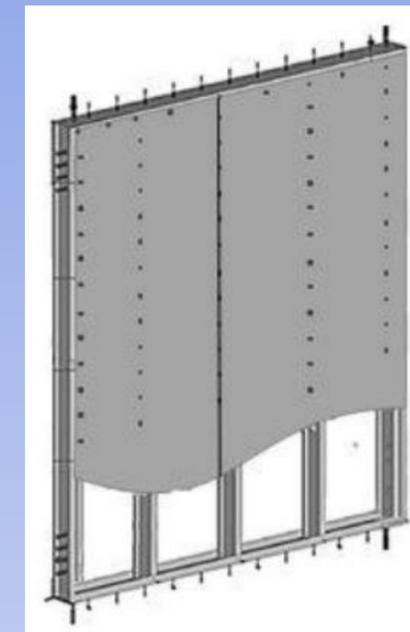
la resistenza viene affidata ai pannelli di
rivestimento – OSB/3, lamiera ...



PROGETTAZIONE PER CARICHI ORIZZONTALI



COMPORTAMENTO DISSIPATIVO DEL SISTEMA



Nel caso di controventatura realizzata con controventi, ALL-STEEL DESIGN, i meccanismi di collasso che si possono attivare sono i seguenti:

- cedimento dei montanti laterali
- cedimento dei profili guida
- cedimento delle connessioni di ancoraggio alla fondazione (hold-down)
- cedimento delle connessioni delle diagonali
- **cedimento delle diagonali (meccanismo più duttile)**

Al fine di controllare il meccanismo di collasso, gli elementi non dissipativi saranno progettati con un'adeguata sovratensione

**IN QUESTO CASO LE NORME ANSI S400 PREVEDONO
UN FATTORE DI COMPORTAMENTO $q = 2,5$**

Nel caso di controventatura realizzata con i pannelli di rivestimento, SHEATHING BRACED DESIGN, i meccanismi di collasso che si possono attivare sono i seguenti:

- cedimento dei montanti laterali
- cedimento dei profili guida
- cedimento delle connessioni di ancoraggio alla fondazione (hold-down)
- **cedimento delle connessioni tra rivestimento e telaio (meccanismo più duttile)**
- cedimento dei pannelli di rivestimento

Al fine di controllare il meccanismo di collasso, gli elementi non dissipativi saranno progettati con un'adeguata sovratensione

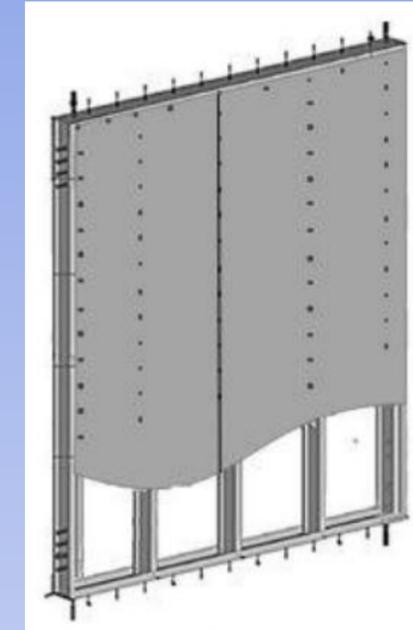
**IN QUESTO CASO LE NORME ANSI S400 CANADA/WOOD PANEL PREVEDONO
UN FATTORE DI COMPORTAMENTO $q = 4,25$**

PROGETTAZIONE PER CARICHI ORIZZONTALI



purtroppo, ad oggi, in Italia, non è possibile progettare strutture LSF dissipative, le norme non lo permettono

tutti meccanismi di collasso vanno evitati operando in campo elastico



cedimento dei montanti laterali
cedimento dei profili guida
cedimento delle connessioni di ancoraggio alla fondazione (hold-down)
cedimento delle connessioni delle diagonali
cedimento delle diagonali (meccanismo più duttile)

cedimento dei montanti laterali
cedimento dei profili guida
cedimento delle connessioni di ancoraggio alla fondazione (hold-down)
cedimento delle connessioni tra rivestimento e telaio (meccanismo più duttile)
cedimento dei pannelli di rivestimento

pertanto, operando in campo non dissipativo, si adotterà un fattore di comportamento $q = 1$,

Con le NTC2018 il valore di q per le strutture non dissipative può arrivare fino a 1,5; questo è importante perché consente di ridurre le azioni sismiche di progetto passando, di fatto, dallo spettro elastico ad uno spettro di progetto con una (seppur piccola) riduzione delle azioni sismiche (ammettendo, in ogni caso, una, se pur minima, azione dissipativa)

PROGETTAZIONE PER CARICHI ORIZZONTALI

PROGETTO/VERIFICA DELLE PARETI A TAGLIO (approccio SHEATHING BRACED DESIGN)

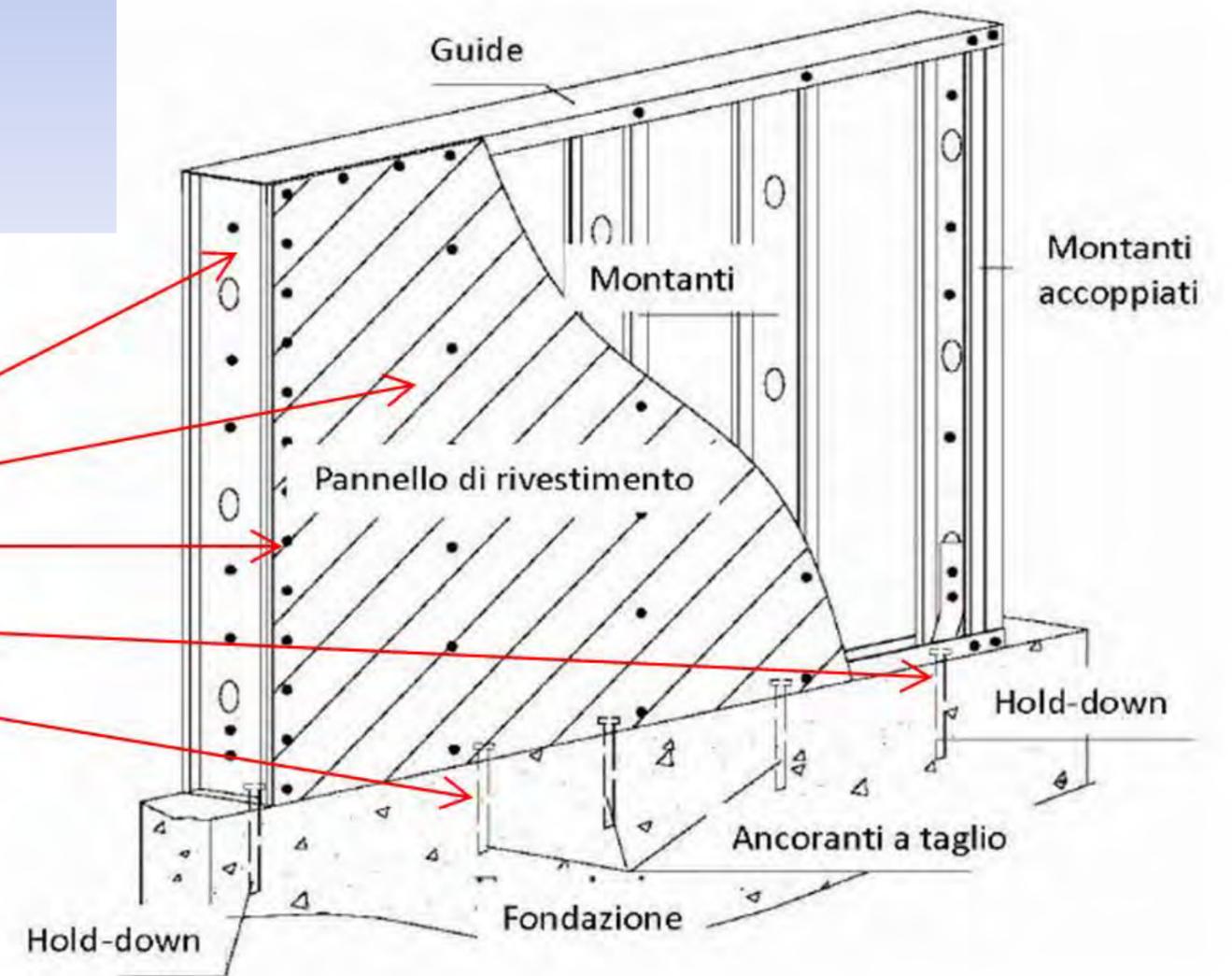
Studiare le pareti a taglio vuol dire determinare le due principali caratteristiche del problema:

- la **RESISTENZA** delle pareti alle azione orizzontali;
- determinare **RIGIDEZZA**, ovvero la deformabilità della parete stessa.

La determinazione della Resistenza e della Rigidezza di una parete LSF, non è immediata, perché, come abbiamo visto, la parete è un sistema complesso composto da elementi e materiali diversi e prevede anche diverse tipologie di connessioni.

Pertanto le variabili che entrano in gioco sono le seguenti:

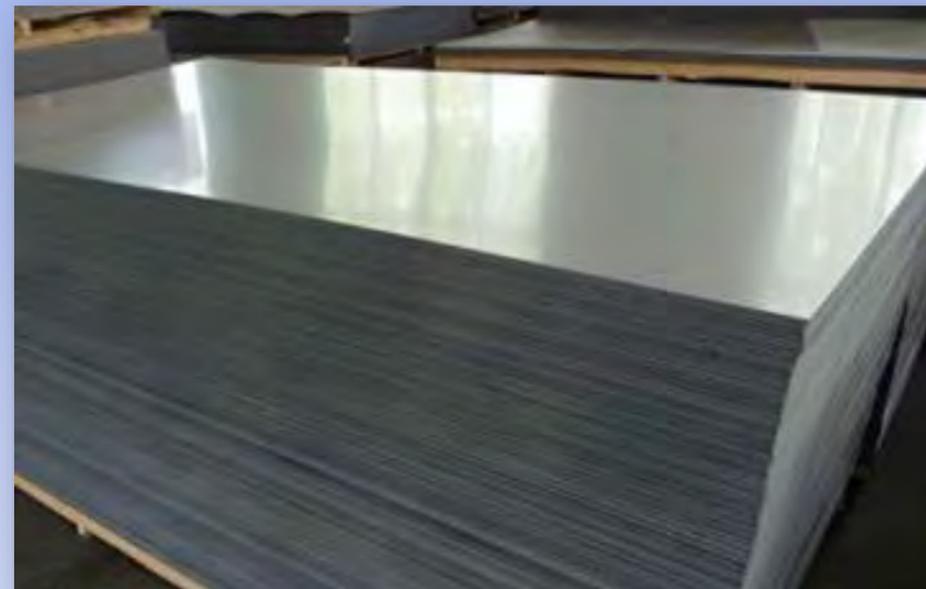
- Caratteristiche del telaio in steel frame
- Caratteristiche pannello rivestimento
- Connessione rivestimento- steel frame
- Connessioni a trazione agli angoli della parete (hold-down)
- Connessioni a taglio alla base della parete



MATERIALI UTILIZZABILI PER IL RIVESTIMENTO (SHEATHING)



OSB (Oriented Strand Board)
tipo 3 o 4



lamiera in acciaio o in alluminio
liscia



lamiera in acciaio o in alluminio
grecata

PROGETTAZIONE PER CARICHI ORIZZONTALI

AL FINE DELLA DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA SI CONSIDERA L'ELEMENTO PIU' DEBOLE DEL SISTEMA CHE NEL CASO IN ESAME È LA CONNESSIONE TRA IL RIVESTIMENTO E IL TELAIO IN STEEL FRAME

In pratica, nella progettazione della parete si procede a sovradimensionare tutti gli altri elementi in modo che realmente, un'eventuale collasso, venga a verificarsi in corrispondenza delle connessioni rivestimento – steel frame

Così facendo il calcolo della Forza orizzontale massima che è in grado di sopportare la parete dipende da formule in cui le variabili principali, una volta definite le altre (mezzo di connessione, tipo di rivestimento, sezione dello steel-frame e caratteristiche dell'acciaio) sono la resistenza al rifollamento ed il numero delle connessioni del rivestimento (o, in modo equivalente la distanza tra di esse).

OSB	$H_{C,s-f} = n \cdot (F_{v,k} / (\gamma_M \cdot \gamma)) \cdot b/c$	<i>Designing CFS structures: The new school bfs in naples L. Fiorino, O. Iuorio e R. Landolfo Università degli Studi di Napoli "Federico II"</i>
lamiera grecata montata in verticale*	$H_{C,s-f} = V_{ult} = a/b \cdot (n_{sc} \cdot F_p)$	<i>ECCS-1995-No-88: ECCSPublication - E.R. for Application of Metal Sheeting Acting as Diaphragm: Parallelum</i>
lamiera grecata montata in orizzontale*	$H_{C,s-f} = V_{ult} = (n_{sc} \cdot F_p)$	<i>ECCS-1995-No-88: ECCSPublication - E.R. for Application of Metal Sheeting Acting as Diaphragm: Perpedicolar</i>

* nel caso le sovrapposizioni delle lamiere avvenga in corrispondenza dei correnti/montanti

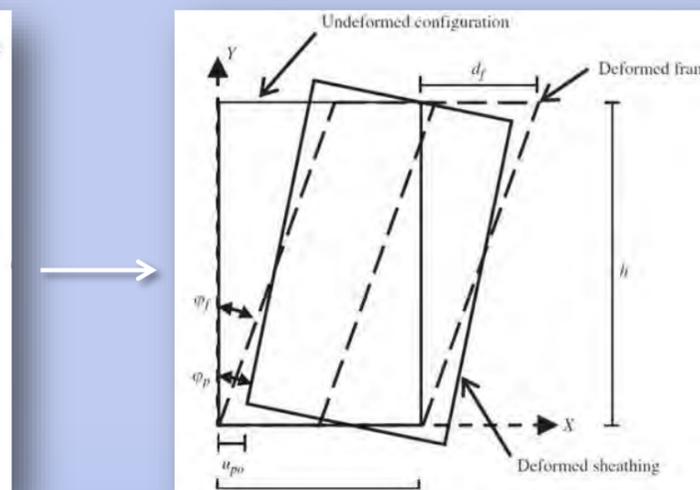
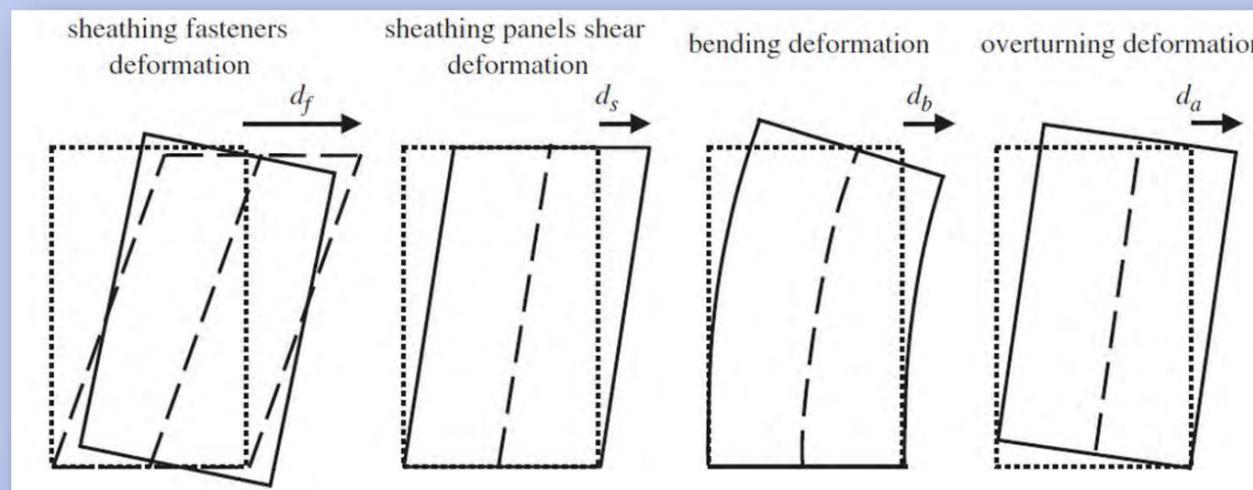
La formula proposta per le pareti in OSB è sostanzialmente uguale a quella presente nelle UNI EN 1995-1-2005 (9.21) per i diaframmi in legno:

$$F_{i,v,Rd} = (F_{f,Rd} \cdot b_i \cdot C_i) / s \quad (\text{dove: } b_i = b; c_i \approx \gamma; s = c)$$

PROGETTAZIONE PER CARICHI ORIZZONTALI

LA DETERMINAZIONE DELLA RIGIDITA' DELLA PARETE È PIU' COMPLESSA

Nel caso di pareti rivestite con pannelli di OSB bisogna tener presente che ogni elemento del sistema (telaio, rivestimento e connessioni) comporta deformazioni che concorrono a determinare la deformabilità della parete



Nel caso di pareti realizzate con lamiera grecate bisogna tener conto della flessibilità delle lamiera delle connessioni



PROGETTAZIONE PER CARICHI ORIZZONTALI

A SECONDA DEL TIPO DI MATERIALE E DELLA SUA POSA IN OPERA LE FORMULE DA UTILIZZARE SONO LE SEGUENTI:

RIVESTIMENTO CON PANNELLI OSB $K = 1 / (K_f^{-1} + K_{s-f}^{-1} + K_s^{-1} + K_a^{-1})$

dove:

$$K_f = 3 \cdot E \cdot A \cdot L^2 / 2 \cdot h^3$$

$$K_{s-f} = n \cdot (k_{fs} / \beta \cdot c) \cdot (b^3 / h^2)$$

$$K_s = n \cdot G \cdot t_p \cdot (b/h)$$

$$K_a = k_{hd} \cdot L^2 / h^2$$

steel framing

connessioni rivestimento

comportamento pannello

ancoraggio fondazione

RIVESTIMENTO CON LAMIERE GRECATE $K = 1/c$

dove:

$$c = (b^2 / a^2) \cdot (c_{1,1} + c_{1,2} + c_{2,1} + c_{2,2} + c_{2,3}) + c_3$$

$$c_{1,1} = \alpha_5 \cdot (a \cdot d^{2,5} \cdot (0,5 \cdot K)) / (E \cdot t^{2,5} \cdot b^2)$$

$$c_{1,2} = 2,6 \cdot a \cdot (1 + (2 \cdot h / d)) / (E \cdot t \cdot b)$$

$$c_{2,1} = 2 \cdot a \cdot s_p \cdot p / b^2$$

$$c_{2,2} = 2 \cdot s_s \cdot s_p \cdot (n_{sh}-1) / (2 \cdot n_s \cdot s_p + \beta_1 \cdot s_s)$$

$$c_{2,3} = 2 \cdot s_{sc} / n_{sc}$$

$$c_3 = \alpha_3 \cdot (n^2 \cdot a^2 / (2 \cdot E \cdot A \cdot b^2))$$

$$c = (c_{1,1} + c_{1,2} + c_{2,1} + c_{2,2} + c_{2,3}) + c_3$$

$$c_{1,1} = \alpha_1 \cdot \alpha_4 \cdot (a \cdot d^{2,5} \cdot (0,5 \cdot K)) / (E \cdot t^{2,5} \cdot b^2)$$

$$c_{1,2} = \alpha_2 \cdot 2,6 \cdot a \cdot (1 + (2 \cdot h / d)) / (E \cdot t \cdot b)$$

$$c_{2,1} = \alpha_3 \cdot 2 \cdot a \cdot s_p \cdot p / b^2$$

$$c_{2,2} = 2 \cdot s_s \cdot s_p \cdot (n_{sh}-1) / (2 \cdot n_s \cdot s_p + \beta_1 \cdot s_s)$$

$$c_{2,3} = 2 \cdot s_{sc} / n_{sc}$$

$$c_3 = (n^2 \cdot a^2 / (2 \cdot E \cdot A \cdot b^2))$$

caso PARALLELUM - CANTILEVER - DECKING

per distorsione del profilo (connessione ogni greca)

per sforzo di taglio

per rigidità fissaggio della lamiera (su 4 lati)

per rigidità fissaggi intermedi

per rigidità dei fissaggi al bordo (su 4 lati)

Per deformazione assiale nei profili del bordo

caso PERPENDICOLAR - CANTILEVER - DECKING

per distorsione del profilo (connessione ogni greca)

per sforzo di taglio

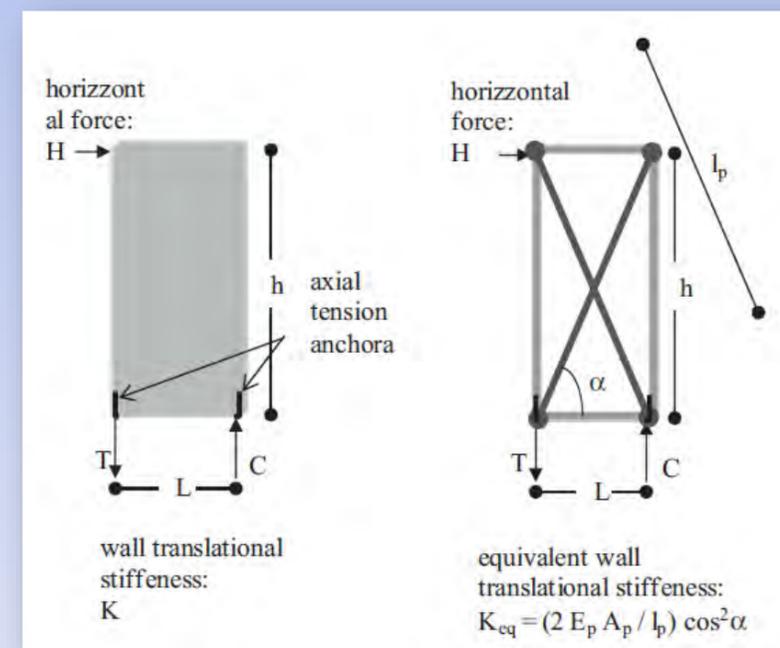
per rigidità fissaggio della lamiera (su 4 lati)

per rigidità fissaggi intermedi

per rigidità dei fissaggi al bordo (su 4 lati)

Per deformazione assiale nei profili del bordo

Il nostro scopo è determinare, una volta scelto il materiale, la sezione di una diagonale equivalente che sia in grado di avere la stessa rigidità del sistema parete



Rif. l'OSB: Designing CFS structures: The new school bfs in naples – Li Fiorino, O. Iuorio, R. Landolfo (UNINA) - 2014

Rif. Lamiere: Developments in stressed skin design - J. Michael Davies - 2007

Analysis of steel plate shear walls - L. Jane Thorburn, G.L.

Kulak e C.J. Montgomery - - 1983

DIMENSIONAMENTO CONNESSIONI RIVESTIMENTO - TELAIO

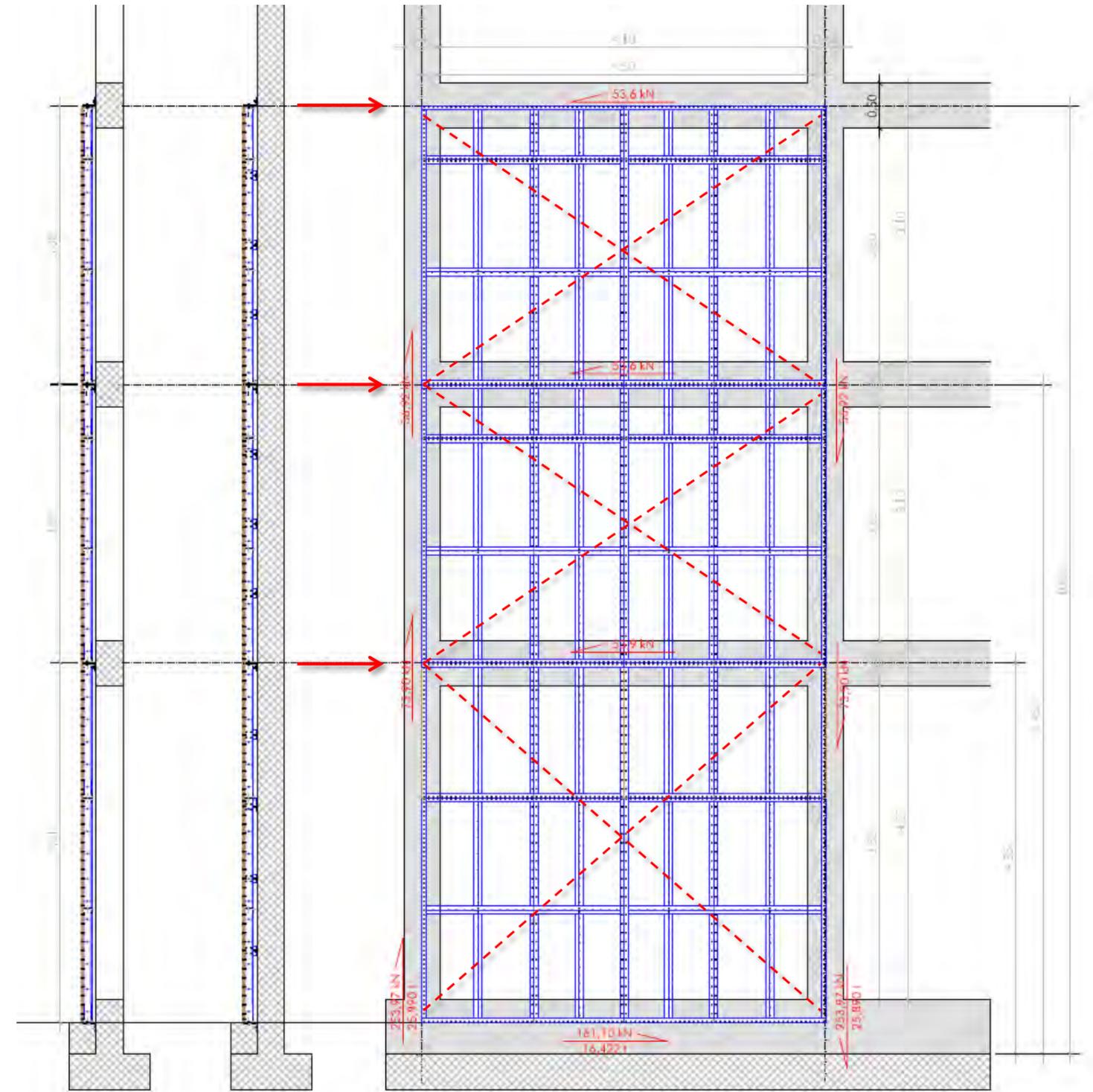
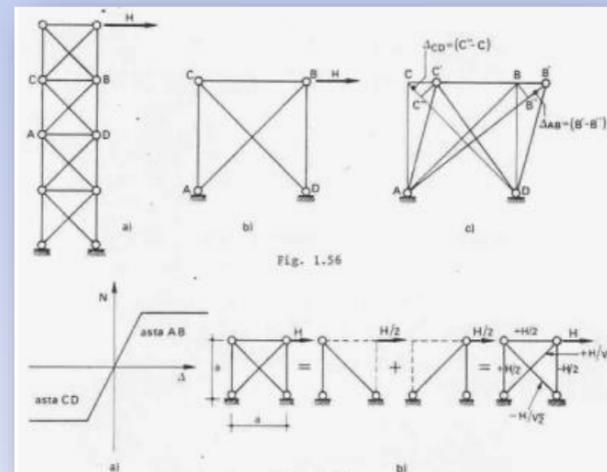
In relazione a quanto visto in precedenza, definita una gerarchia delle resistenze dove l'elemento più debole è la connessione tra il pannello di rivestimento ed il telaio in CFS (questo anche perché andiamo a sovradimensionare le altre connessioni e la sezione dei profili), vediamo come calcolare la resistenza e la deformabilità delle singole connessioni, che, poi, di fatto, ci permetteranno di definire/progettare la resistenza e la deformazione dell'intero pannello.

OSB	UNI EN 1995-1-1 (Eurocodice 5)	CNR-DT 206/2007 (Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Legno)	Designing CFS structures: The new school bfs in Naples - 2013 - (Luigi Fiorino, Ornella Iuorio, Raffaele Landolfo)	Prove sperimentali UNINA maggio 2019
lamiera acciaio	UNI EN 1993-1-3:2006 parte 1.3 (Eurocodice 3)	CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. (Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018) - C4.2.12.1.7.2 Viti autofilettanti e automaschianti		
lamiera alluminio	UNI EN 1999-1-1:2014 (Eurocodice 9)	CNR-DT 208/2011 (Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Alluminio)	ECCS-1995-No-88: ECCS Publication - E.R. for Application of Metal Sheeting Acting as Diaphragm	

COME FUNZIONA?

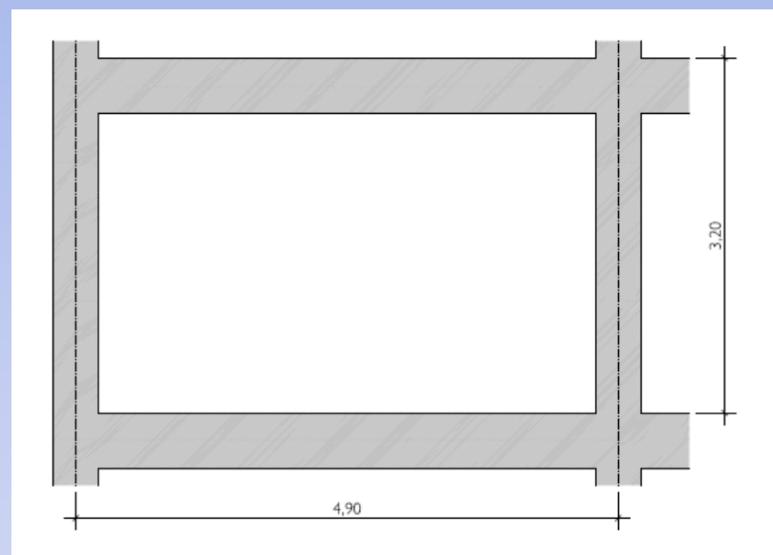
Il sistema è quello di un telaio con controvento a croce sollecitato alla sommità da una forza orizzontale:

1. Nel corrente superiore viene ad agire la forza resistente di verso opposto a quella sollecitante: vincolando opportunamente il corrente alla trave/cordolo di piano trasferisce questa azione di contrasto alla struttura esistente.
2. I montanti laterali saranno sollecitati dalle forze che generano la coppia resistente: $N = F \times h / l$ (dove F è l'aliquota di forza sismica gravante sul telaio/parete, h è l'altezza della parete ed l la sua lunghezza). Forze che alterneranno nel segno in funzione della direzione della forza sismica: questi correnti avranno la funzione trasferire al pannello inferiore, e poi in fondazione, l'aliquota della forza F assorbita dal cappotto.
3. il sistema sarà vincolato al suolo con connessioni a taglio lungo tutto il corrente di base e con connessioni a trazione negli angoli del pannello (hold-down), per evitare fenomeni di ribaltamento.

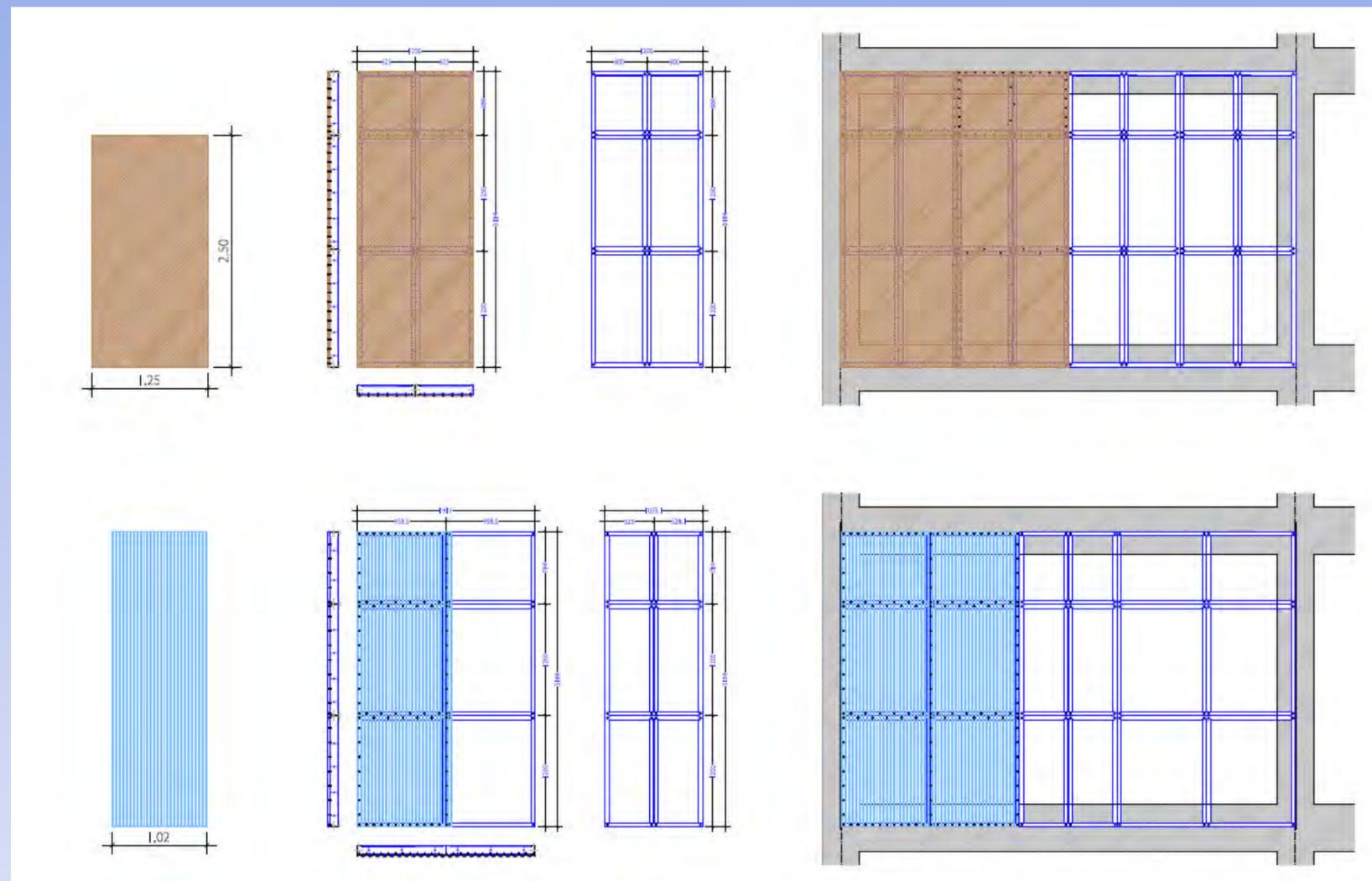


ESEMPI DI INTERVENTO

TELAIO IN C.A.



CAPPOTTO SISMICO CON RIVESTIMENTO IN OSB/3



CAPPOTTO SISMICO CON RIVESTIMENTO IN LAMIERA GRACATA

ESEMPI DI INTERVENTO

EDIFICIO IN C.A.



EDIFICIO IN MURATURA



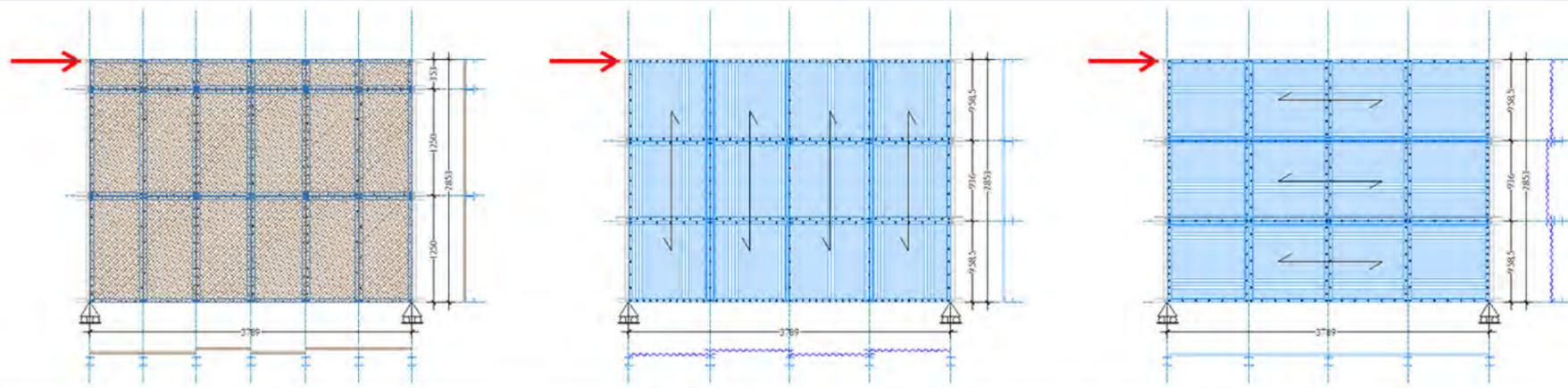
NOTA BENE:

Per gli interventi di miglioramento e di adeguamento l'esclusione di provvedimenti in fondazione dovrà essere in tutti i casi motivata esplicitamente dal progettista, attraverso una verifica di idoneità del sistema di fondazione in base ai criteri indicati nel §8.3

(paragrafo 8.4 NTC 2018)

CASI STUDIO

Tabella di confronto delle caratteristiche di pannelli con dimensioni simili ma con diversi tipo di rivestimento



OSB/3

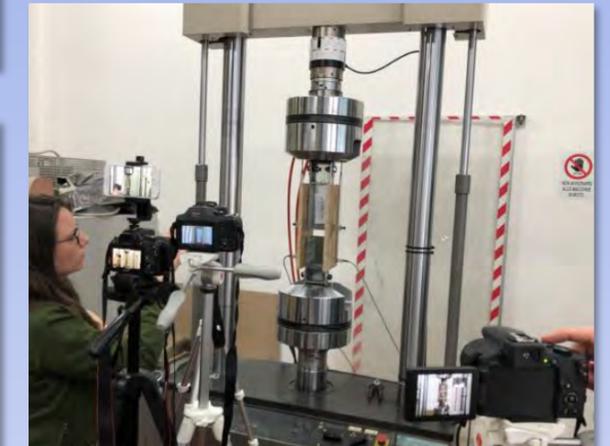
Alubel alluminio/acciaio 21 ↑↑

Alubel alluminio/acciaio 21 ⇌

	OSB/3		alluminio ↑↑		alluminio ⇌		acciaio ↑↑		acciaio ⇌
$F_{v,Rd}$ (kN) =	22,54	+28% →	28,83	+9% →	31,47	+63% →	51,45	+9% →	56,17
K (kN/mm) =	2,421	+357% →	11,070	+31% →	14,521	+73% →	25,065	+23% →	30,929
δ_{max} (mm) =	9,31	-72% →	2,60	-17% →	2,17	-5% →	2,05	-12% →	1,82
$A_{diag,eq}$ (mmq) =	42,85	+357% →	195,90	+31% →	256,95	+73% →	443,53	+23% →	547,30
$\phi_{diag,eq}$ (mm) =	7,4	+114% →	15,8	+15% →	18,1	+31% →	23,8	+11% →	26,4



INDAGINI IN CORSO PER LO STUDIO DELLA DUTTILITÀ



ricordiamo che le norme ANSI s400 Canada/wood panel prevedono un fattore di comportamento $q = 4,25$

attualmente è in corso un programma di prove, sulla base di una convenzione stipulata tra l'Irondom srl e il Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II"

CASI STUDIO

Capacità del cappotto di interagire con le strutture tipo esistenti

Abbiamo verificato la resistenza sismica di Duo System ponendoci nelle seguenti condizioni

Sistemi sismo-resistenti presi in esame:

Telaio c.a.: C20/25

muratura tufo: $f_m = 1,5 \text{ N/mm}^2$; $E_m = 1000 \text{ N/mm}^2$; $G_m = 320 \text{ N/mm}^2$

OSB: tipo 3; spessore 15 mm; connessioni ogni 50 mm

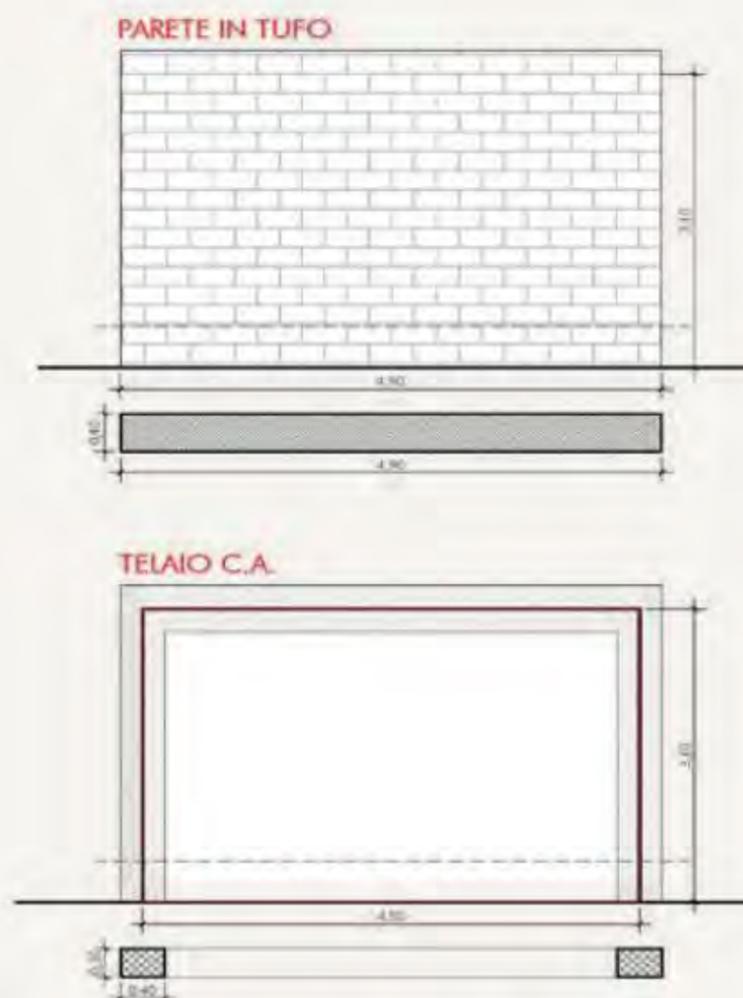
lamiera Alubel 21: spessore 7/10; materiale S250GD x l'acciaio e AW-5754 H46 x l'alluminio

CFS: spessore 15/10; materiale S350GD x l'acciaio e AW-5754 H46 x l'alluminio

Tabella di ripartizione delle azioni sismiche fra il cappotto DUO SYSTEM e sistemi strutturali elementari in muratura e c.a.

tipologia strutturale	rivestimento	OSB/3	alluminio I orditura verticale	alluminio I orditura orizzontale	acciaio I orditura verticale	acciaio I orditura orizzontale
parete tufo comportamento a mensola	muratura	96,18%	90,44%	87,87%	80,38%	77,55%
	DUO System	3,82%	9,56%	12,13%	19,62%	22,45%
parete tufo comportamento a telaio	muratura	97,01%	92,42%	90,33%	84,09%	81,66%
	DUO System	2,99%	7,58%	9,67%	15,91%	18,34%
telaio c.a. comportamento a mensola	telaio c.a.	68,35%	44,82%	38,33%	26,02%	22,87%
	DUO System	31,65%	55,18%	61,67%	73,98%	77,13%
telaio c.a. shear-type	telaio c.a.	89,62%	76,47%	71,32%	58,46%	54,26%
	DUO System	10,38%	23,53%	28,68%	41,54%	45,74%

N.B.: le percentuali riportate nella presente tabella sono riferite esclusivamente alla possibile ripartizione in termini di rigidezza fra i sistemi sismo-resistenti e non al contributo fornito da DUO System in termini di resistenza e duttilità, che andrà valutato caso per caso (nei casi analizzati la lamiera montata verticalmente fornisce valori della resistenza maggiori e i pannelli OSB garantiscono maggiore duttilità)

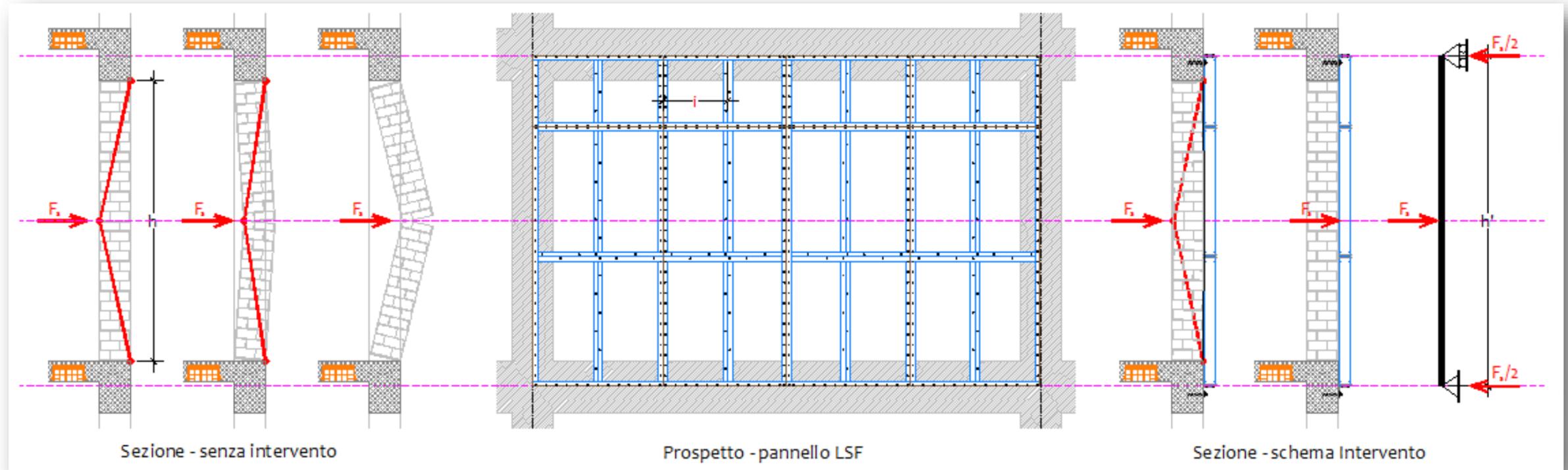


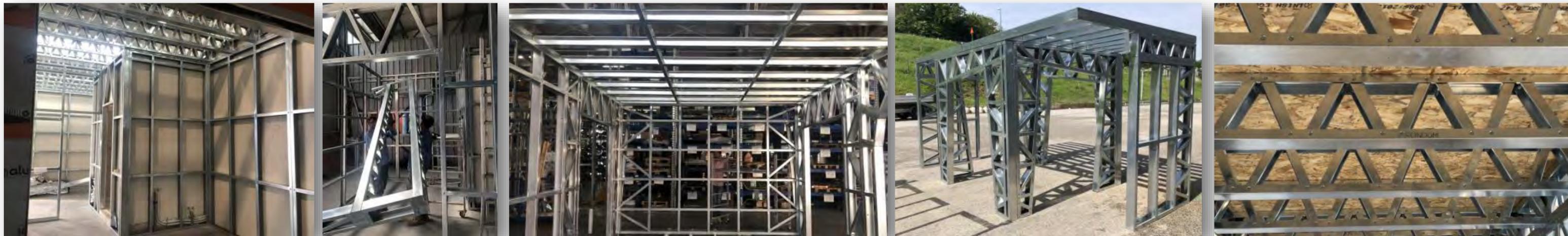
Ovviamente i valori riportati sono riferiti al singolo elemento analizzato; la percentuale di partecipazione totale sarà funzione delle caratteristiche proprie dell'edificio (materiali e geometria) e della diffusione dell'intervento.

SOLUZIONE PREVENTIVA ALL'ESPULSIONE DELLE TOMPAGNATURA



soluzione
DUO System per
prevenire
l'espulsione delle
tompagnature





Grazie per l'attenzione



ing. Feliciano Ricciardelli

titolare studio ESSEdi - ing.ricciardelli@studioessedi.it

Responsabile area Strutturale Irondom srl - strutturale@irondom.it

Responsabile area Strutturale DUO System srl - felicianoricciardelli@duosystem.eu

telefono 335.6957550



WEBINAR
NUOVE FRONTIERE
PER IL
PATRIMONIO
EDILIZIO ESISTENTE

I NUOVI ORIZZONTI DELL'EFFICIENZA IL COMPORTAMENTO **ENERGETICO** DEL CAPPOTTO SISMICO

RELATORE
Ing. Marco di Bartolomeo



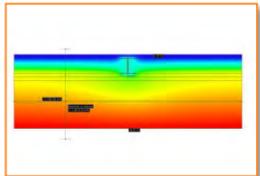
Cosa vedremo oggi



Perché è importante avere una buona coibentazione



Duo System e varianti termiche: Lana Roccia, Canapa e Termoriflettente



Temperatura superficiale con e senza **Duo System**



Esempio di modellazione con doppio salto di classe

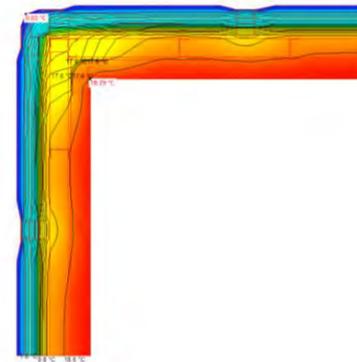
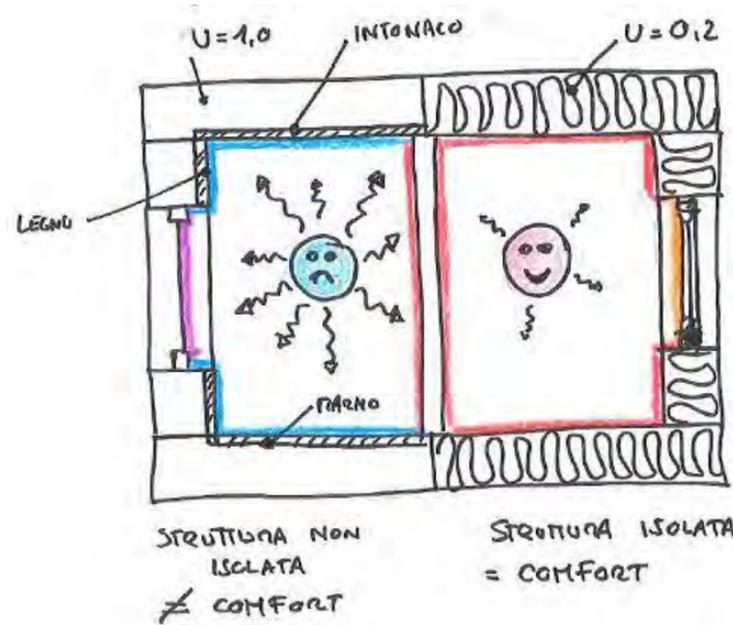


PERCHÉ È IMPORTANTE AVERE UNA BUONA COIBENTAZIONE

PERCHÉ È IMPORTANTE AVERE UNA BUONA COIBENTAZIONE

Diminuzione dei ponti termici: scongiuriamo la formazione di muffa e condensa

Garanzia di comfort: benessere radiativo



Diminuzione delle dispersioni per trasmissione



Potenza minore degli impianti

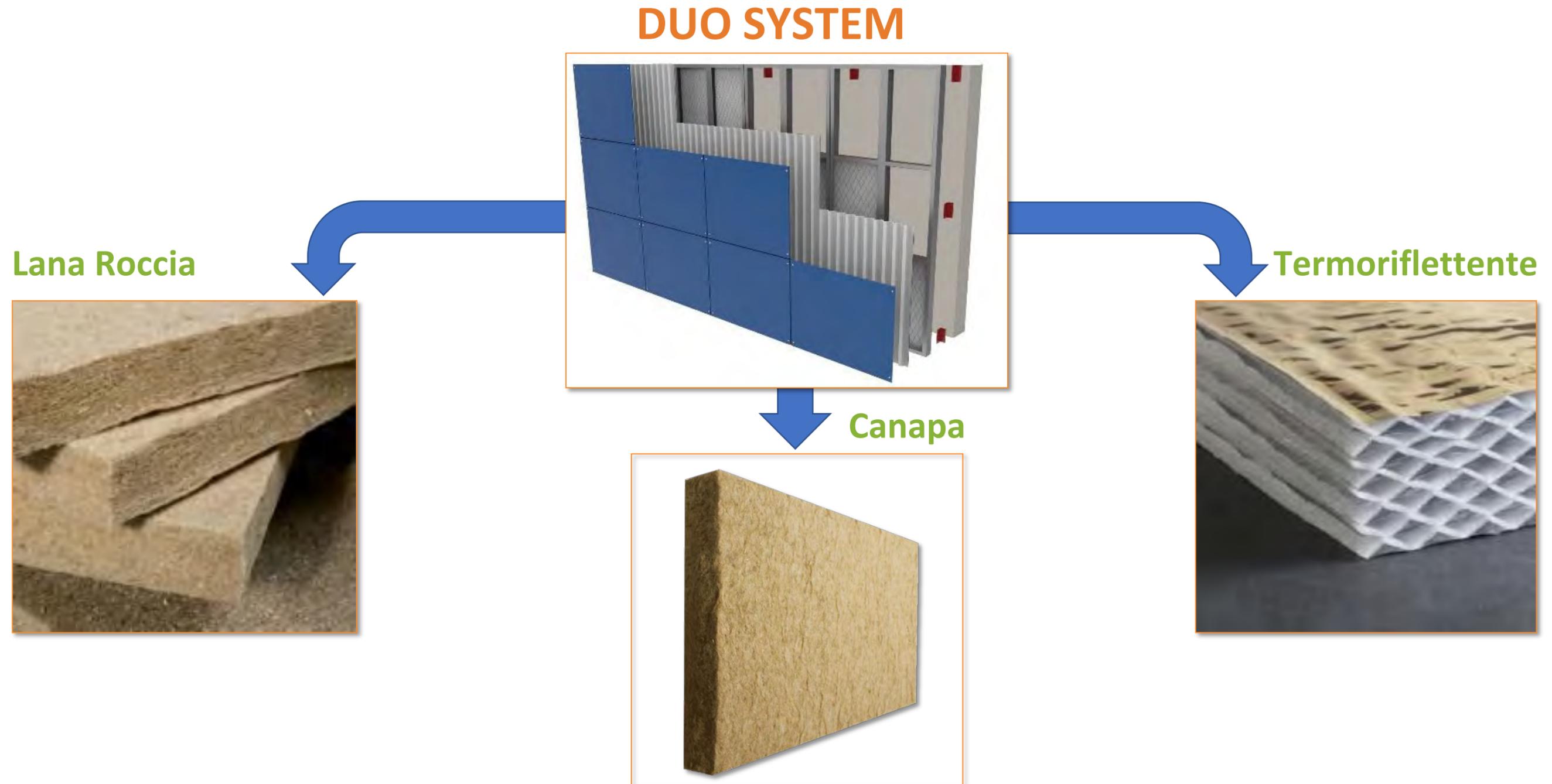


RISPOSTA



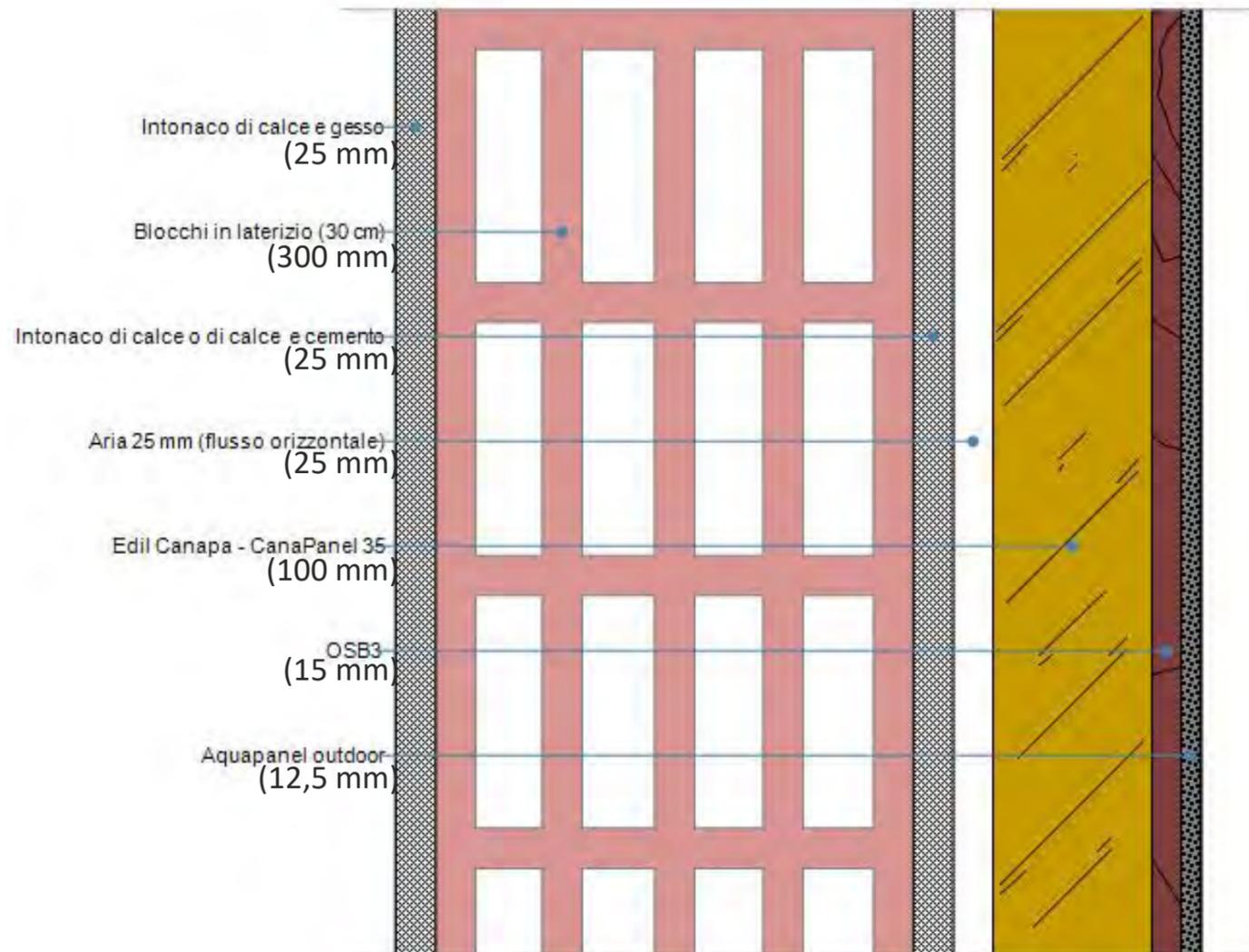
DUO SYSTEM E VARIANTI TERMICHE: LANA ROCCIA, CANAPA E TERMORIFLETTE

DUO SYSTEME E VARIANTI TERMICHE: LANA ROCCIA, CANAPA E TERMORIFLETTENTE



DUO SYSTEME E VARIANTI TERMICHE: LANA ROCCIA, CANAPA E TERMORIFLETTENTE

Sezione verticale



Lana Roccia



λ 0,035 W/mK	Conducibilità termica
C_p 1030 J/kgK	Calore specifico
ρ 40 kg/m ³	Resistenza
φ 1,0	Coef. di resistenza al passaggio del vapore

Risultati di calcolo

Trasmittanza 0,23 W/m²K

Sfasamento 22 ore

Trasmittanza termica periodica 0,02 W/m²K

DUO SYSTEME E VARIANTI TERMICHE: LANA ROCCIA, CANAPA E TERMORIFLETTENTE

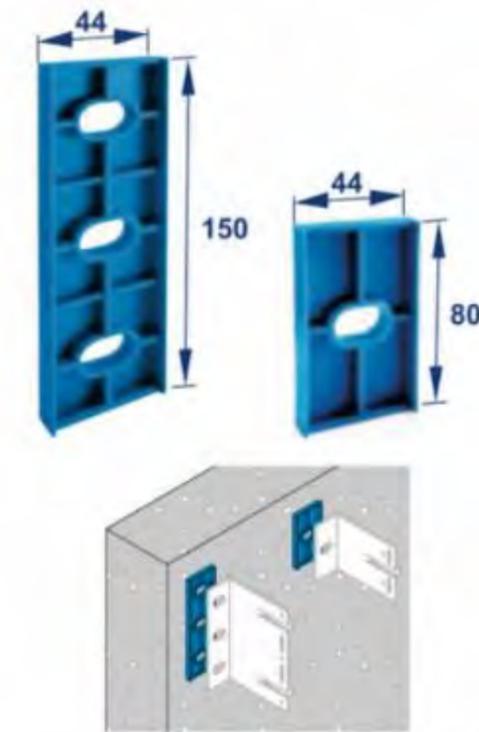
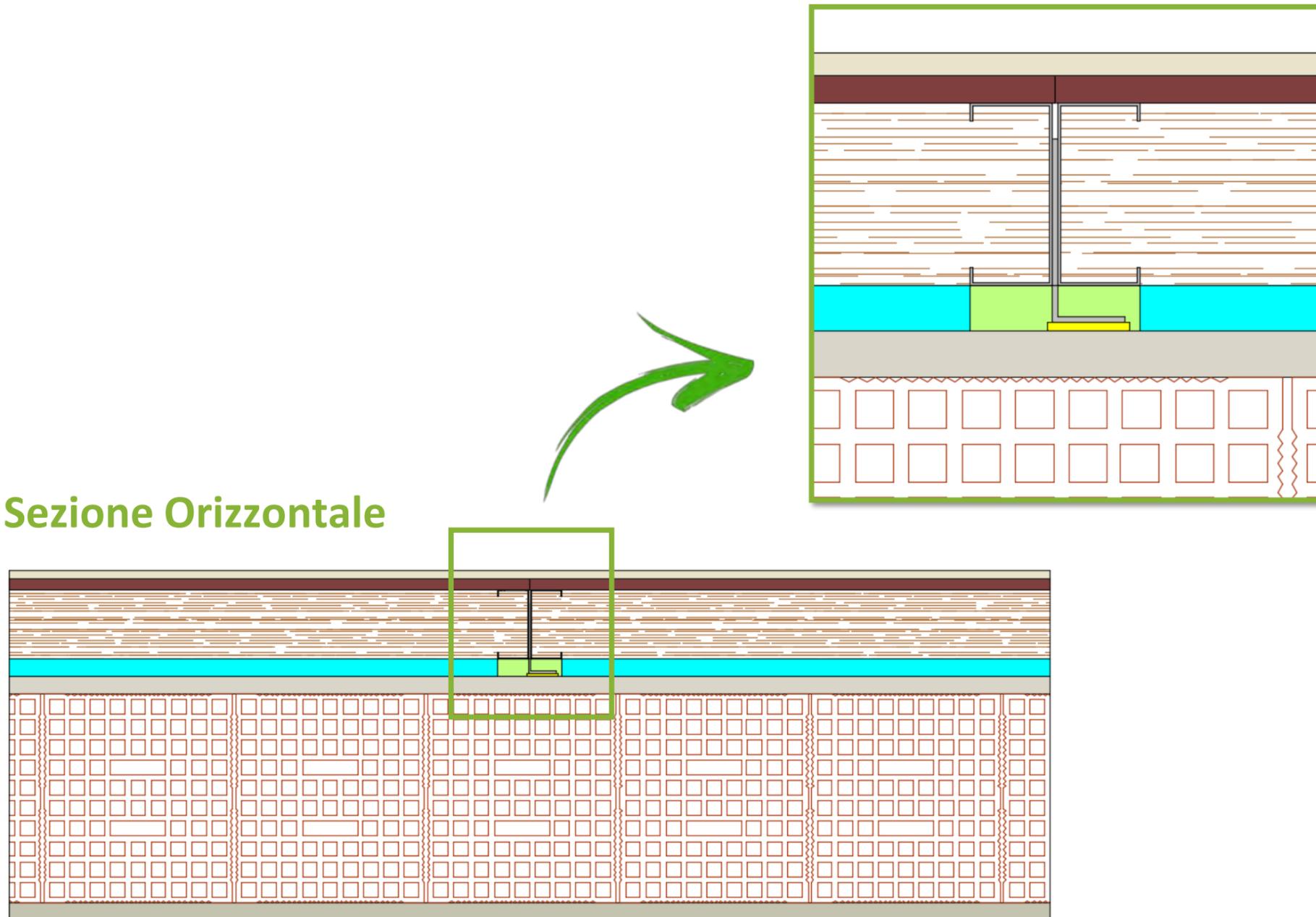
Valori termici tabellati di possibili combinazioni di realizzazione

Tipologia strutturale	Coibentante	Elemento strutturale	Facciata ventilata	Trasmittanza	Trasmittanza termica periodica	Sfasamento	Attenuazione
-	-	-	-	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[h]	-
Muratura in tufo da 40cm	ACTIS	Lamiera grecata	Si	0,25	0,01	16,76	0,01
	ACTIS	OSB	No	0,22	0,01	15,95	0,01
	CANAPA	Lamiera grecata	Si	0,27	0,01	16,27	0,01
	CANAPA	OSB	No	0,26	0,01	15,44	0,01
	LANA ROCCIA	Lamiera grecata	Si	0,25	0,01	16,39	0,01
	LANA ROCCIA	OSB	No	0,24	0,01	15,58	0,01
Telaio in c.a. con tamponatura in laterizio da 30cm	ACTIS	Lamiera grecata	Si	0,24	0,02	23,49	0,09
	ACTIS	OSB	No	0,21	0,02	22,67	0,09
	CANAPA	Lamiera grecata	Si	0,26	0,02	22,99	0,09
	CANAPA	OSB	No	0,26	0,02	22,99	0,09
	LANA ROCCIA	Lamiera grecata	Si	0,24	0,02	23,10	0,09
	LANA ROCCIA	OSB	No	0,23	0,02	22,29	0,09

I valori invernali ed estivi sopra riportati sono stati calcolati tenendo conto dei seguenti valori: parete esistente in tufo da 40cm ($\lambda = 0,55 \text{ W/mK}$) con intonaco civile interno ed esterno; parete esistente in laterizio da 30cm ($R = 0,86 \text{ m}^2\text{K/W}$) con intonaco civile interno ed esterno. Tali dati possono variare in funzione delle caratteristiche termiche della parete reale esistente.

DUO SYSTEME E VARIANTI TERMICHE: LANA ROCCIA, CANAPA E TERMORIFLETTENTE

Sezione Orizzontale



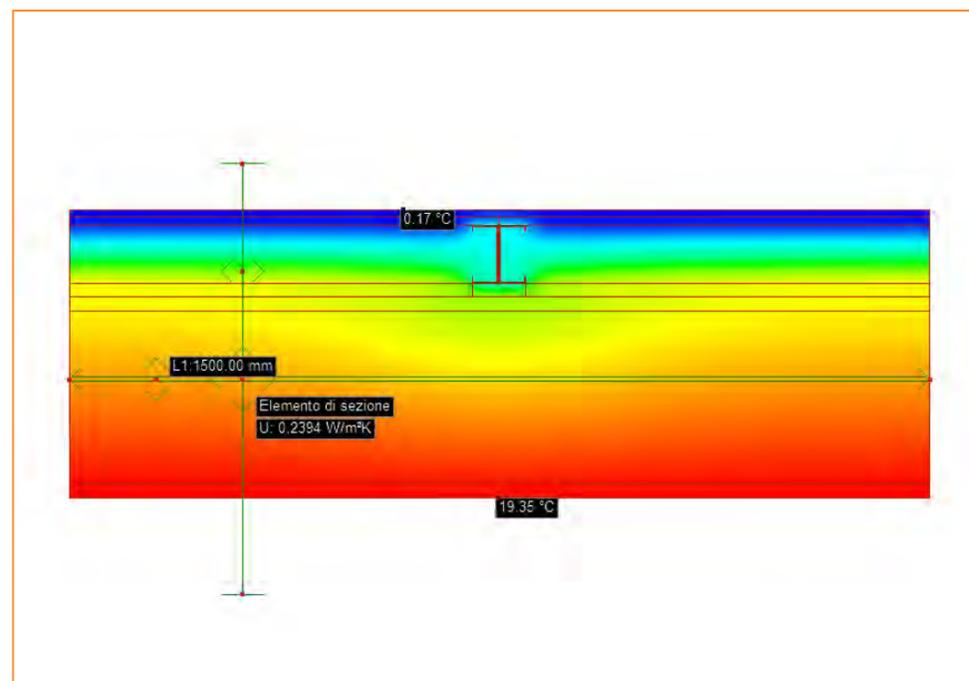
Sottostaffa in **polipropilene** (colore giallo nella sezione) con applicazione di schiuma poliuretanic (colore verde) per mitigare la dispersione di calore verso l'esterno .



RISPOSTA



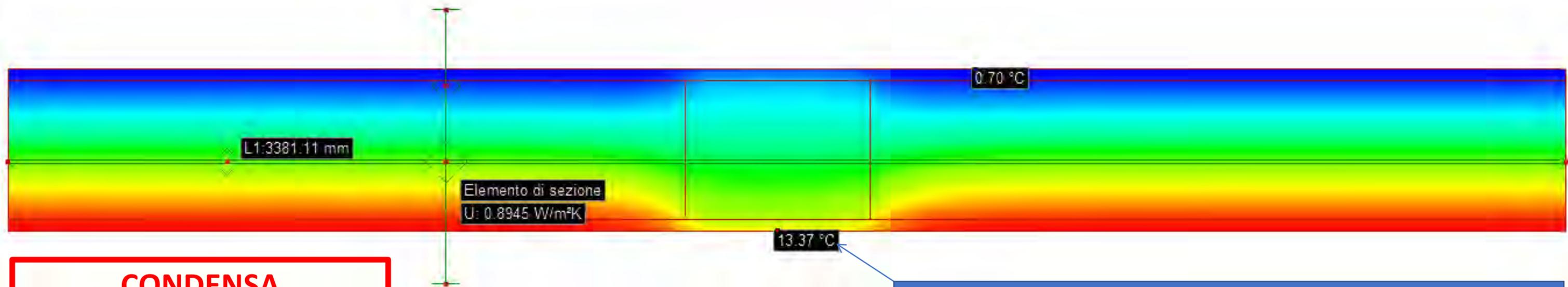
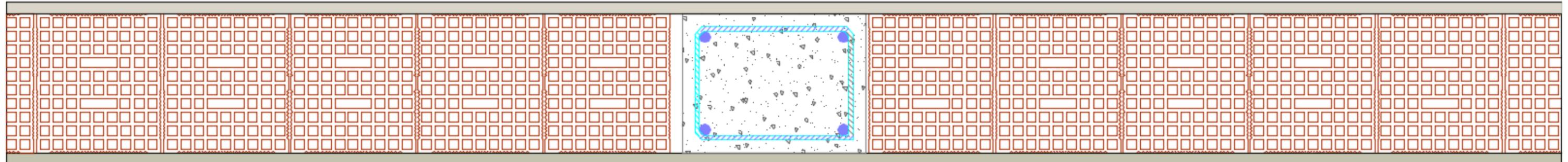
TEORIA



TEMPERATURA SUPERFICIALE CON E SENZA DUO SYSTEM

TEMPERATURA SUPERFICIALE CON E SENZA DUO SYSTEM

Parete in laterizio con pilastro in calcestruzzo armato

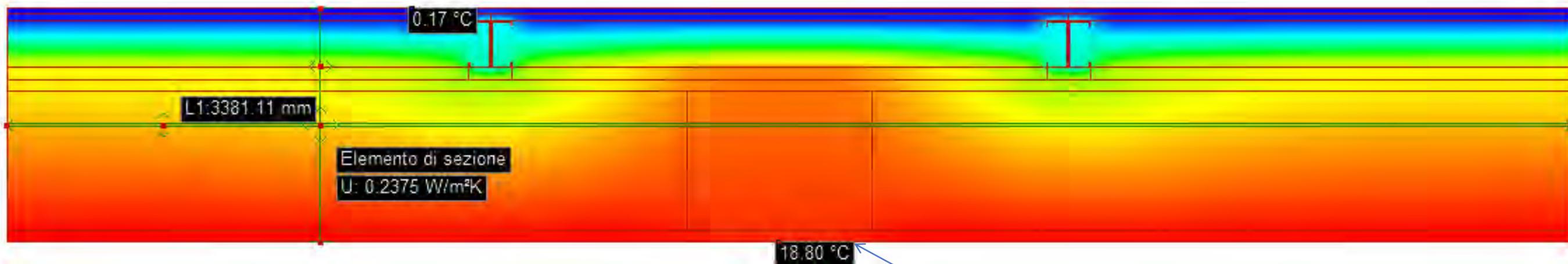
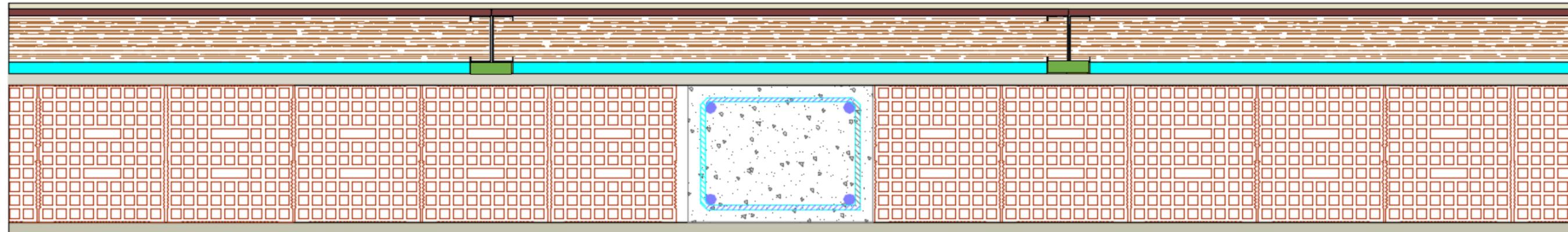


**CONDENSA
SUPERFICIALE PRESENTE**

Temperatura minima superficiale= 13,4°C
Ponte termico $\psi = 0,77 \text{ W/mk}$

TEMPERATURA SUPERFICIALE CON E SENZA DUO SYSTEM

Parete con Duo System

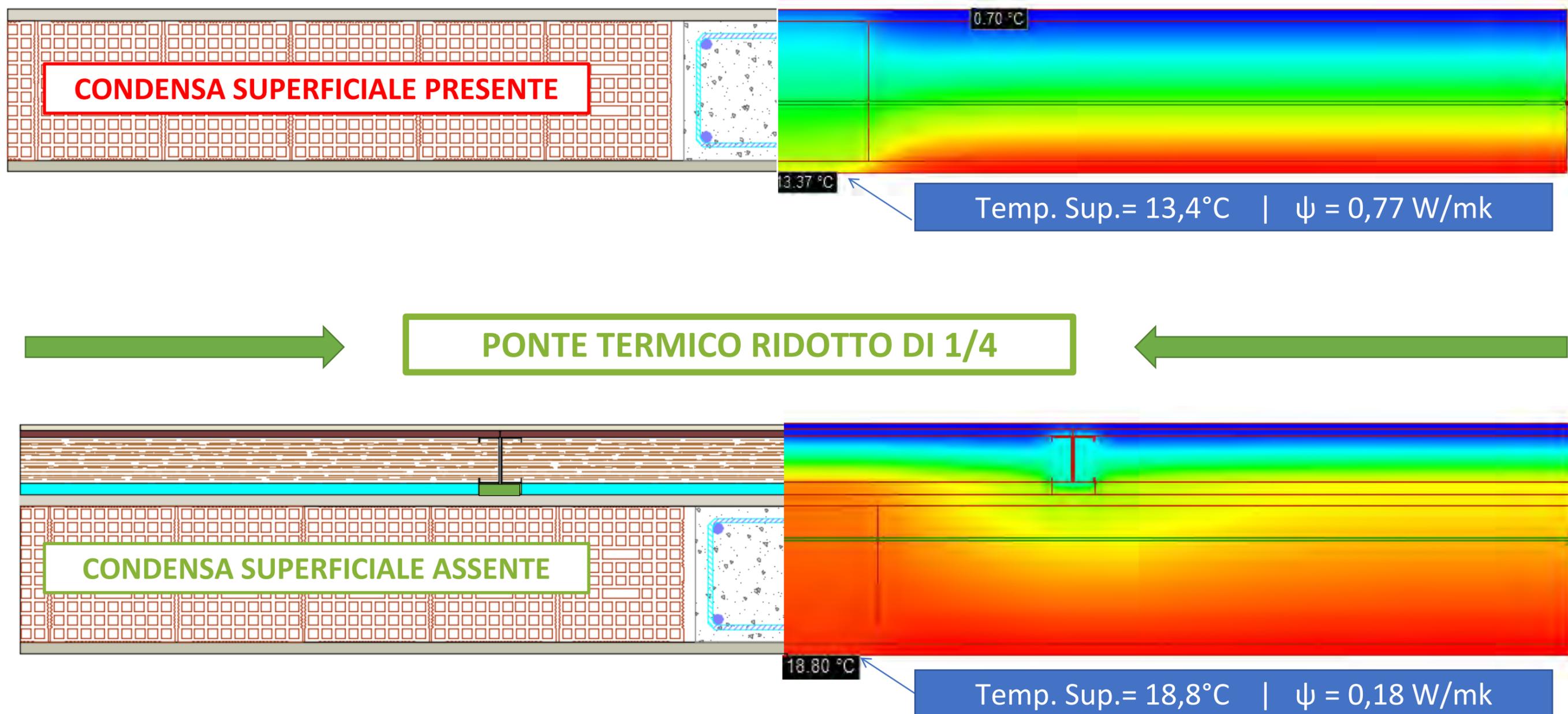


CONDENSA SUPERFICIALE ASSENTE

Temperatura minima superficiale = 18,8 °C
Ponte termico $\psi = 0,18 \text{ W/mk}$

TEMPERATURA SUPERFICIALE CON E SENZA DUO SYSTEM

Confronto della parete prima e dopo l'applicazione di Duo System

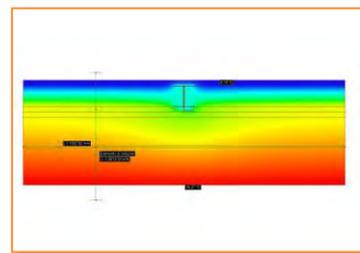




RISPOSTA



TEORIA



PRATICA



ESEMPIO DI MODELLAZIONE CON DOPPIO SALTO DI CLASSE

ESEMPIO DI MODELLAZIONE CON DOPPIO SALTO DI CLASSE



Modellazione con calcolo dinamico

Comune di Napoli

Casa monofamiliare su due livelli

Superficie utile riscaldata = 180 m²

Volume lordo riscaldato = 658,35 m³

Superficie disperdente = 480,75 m²

ESEMPIO DI MODELLAZIONE CON DOPPIO SALTO DI CLASSE

Stato iniziale

Involucro opaco

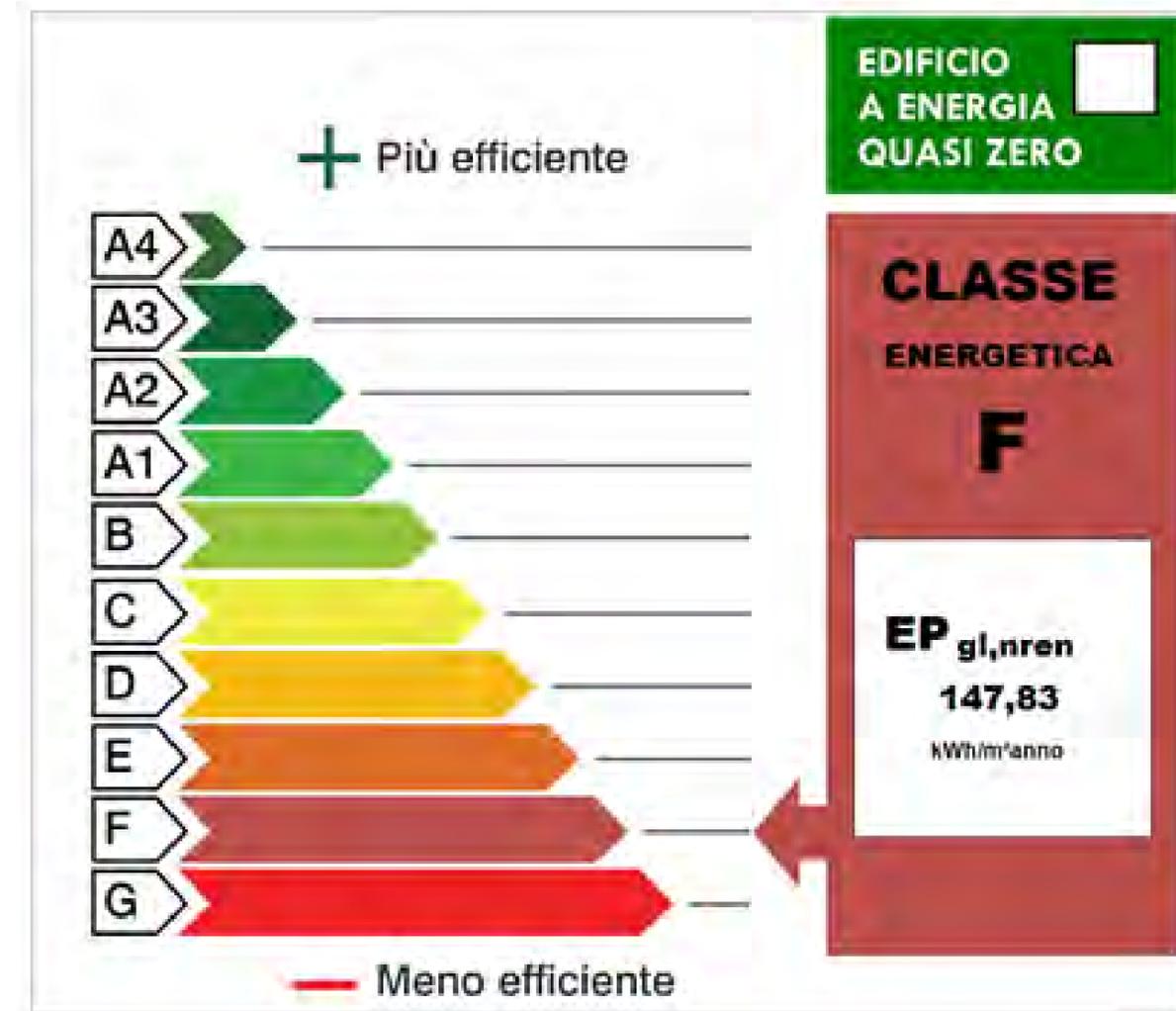
Solaio inferiore = $1,96 \text{ W/m}^2\text{K}$
Solaio superiore = $1,86 \text{ W/m}^2\text{K}$
Parete perimetrale = $0,89 \text{ W/m}^2\text{K}$

Involucro trasparente

Infisso in legno con vetro singolo
 $U_w = 4,72 \text{ W/m}^2\text{K}$ (dimensioni fisse 140x230cm)
 $U_f = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U_g = 5,71 \text{ W/m}^2\text{K}$

Impianti

Generatore: caldaia a metano 26 kW
Emissione: radiatori ad alta temperatura



ESEMPIO DI MODELLAZIONE CON DOPPIO SALTO DI CLASSE

Intervento migliorativo

Involucro opaco

Solaio inferiore = $1,96 \text{ W/m}^2\text{K}$

Solaio superiore = $1,86 \text{ W/m}^2\text{K}$

Parete perimetrale = $0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$

Involucro trasparente

Infisso in PVC con vetro camera bassoemissivo

$U_w = 1,34 \text{ W/m}^2\text{K}$ (dimensioni fisse 140x230cm)

$U_f = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

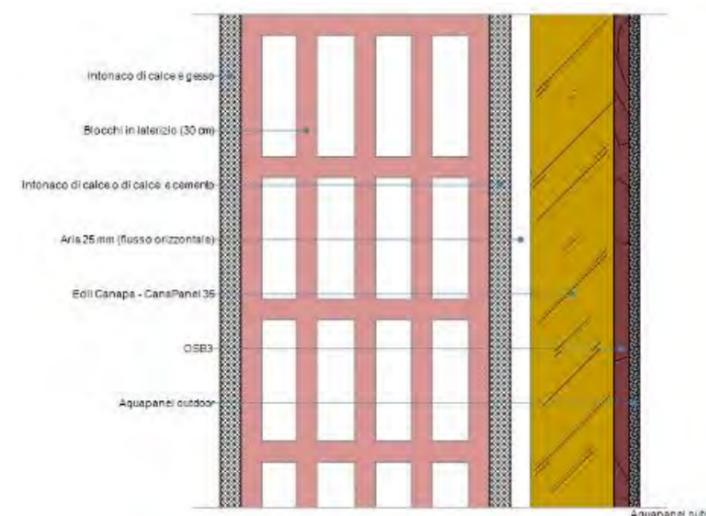
$U_g = 1,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

Impianti

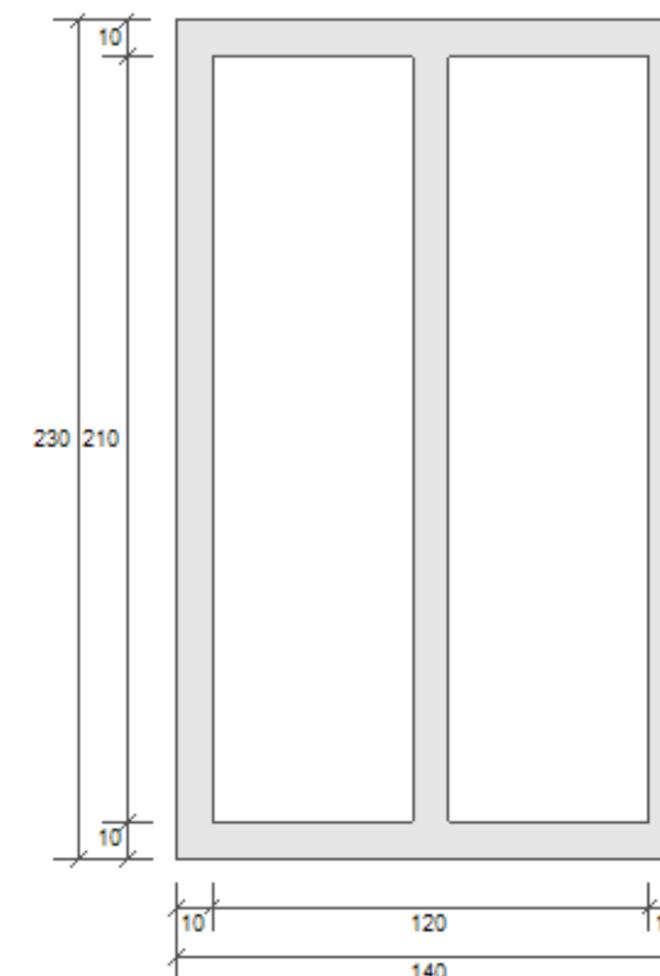
Generatore: caldaia a metano 26 kW

Emissione: radiatori ad alta temperatura

Stratigrafia parete con Duo System



Infisso

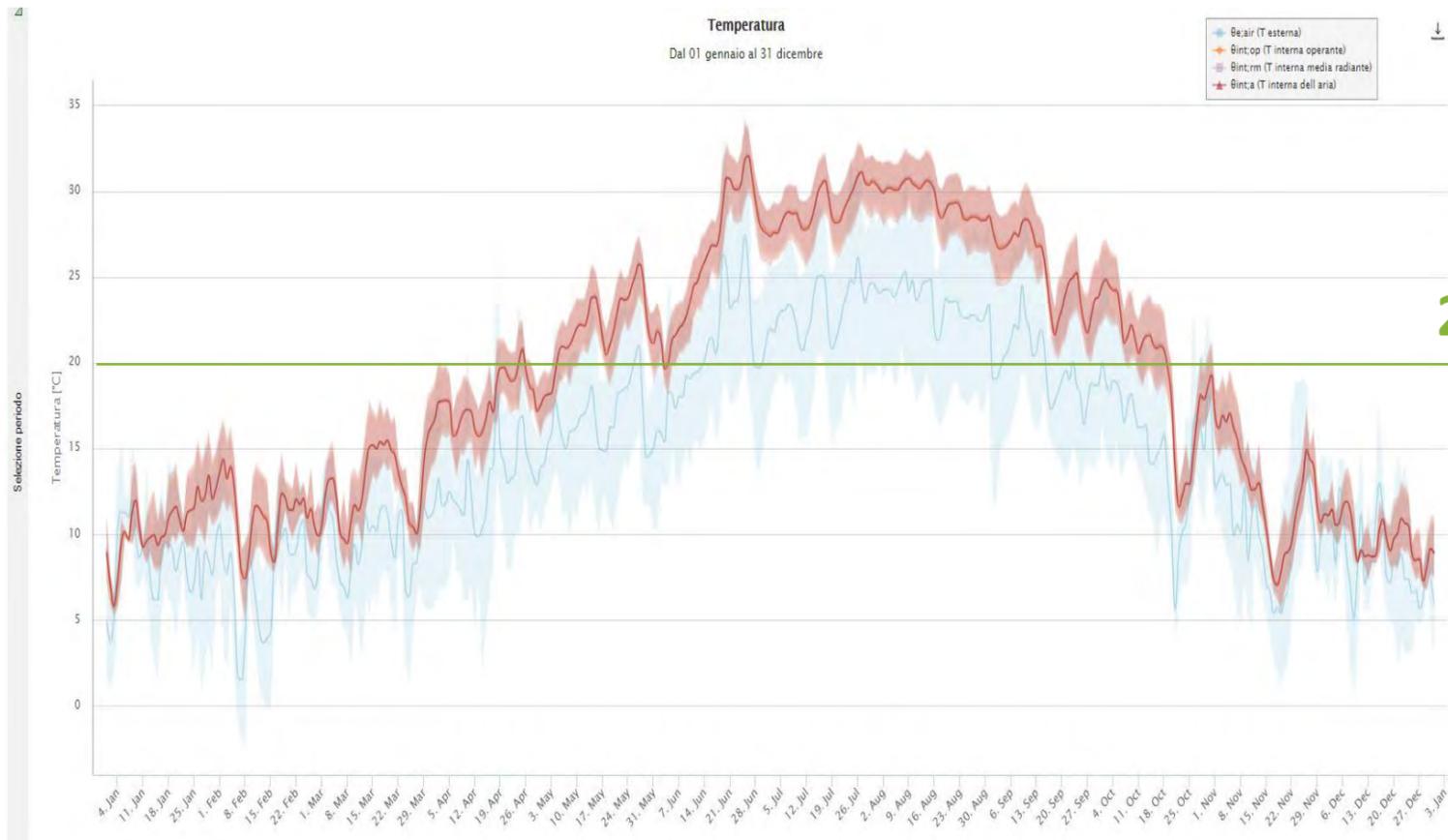


ESEMPIO DI MODELLAZIONE CON DOPPIO SALTO DI CLASSE

Simulazione dinamica

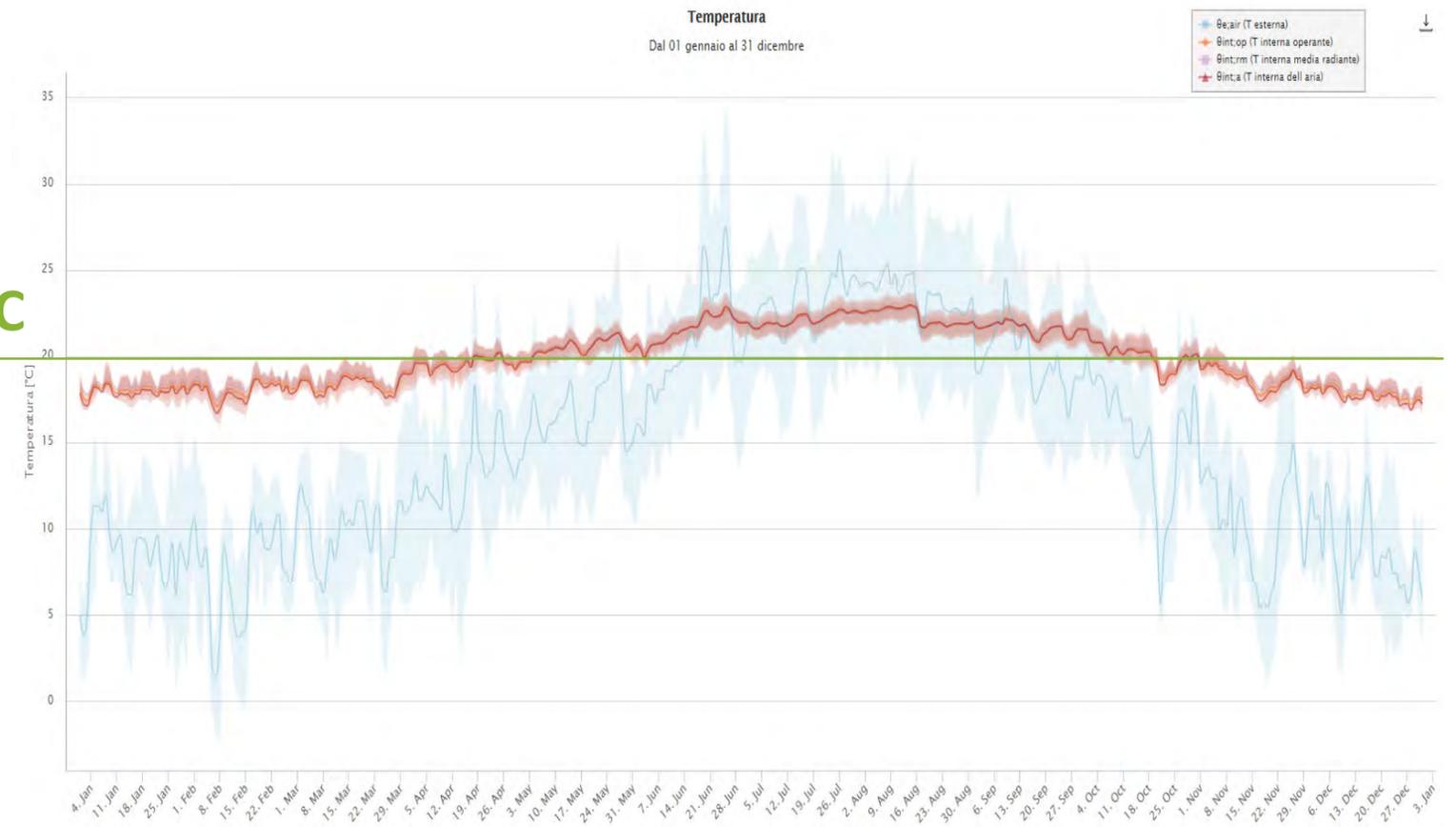
temperatura interna simulata con assenza di impianti (presenza esclusiva di apporti solari)

Stato iniziale



20°C

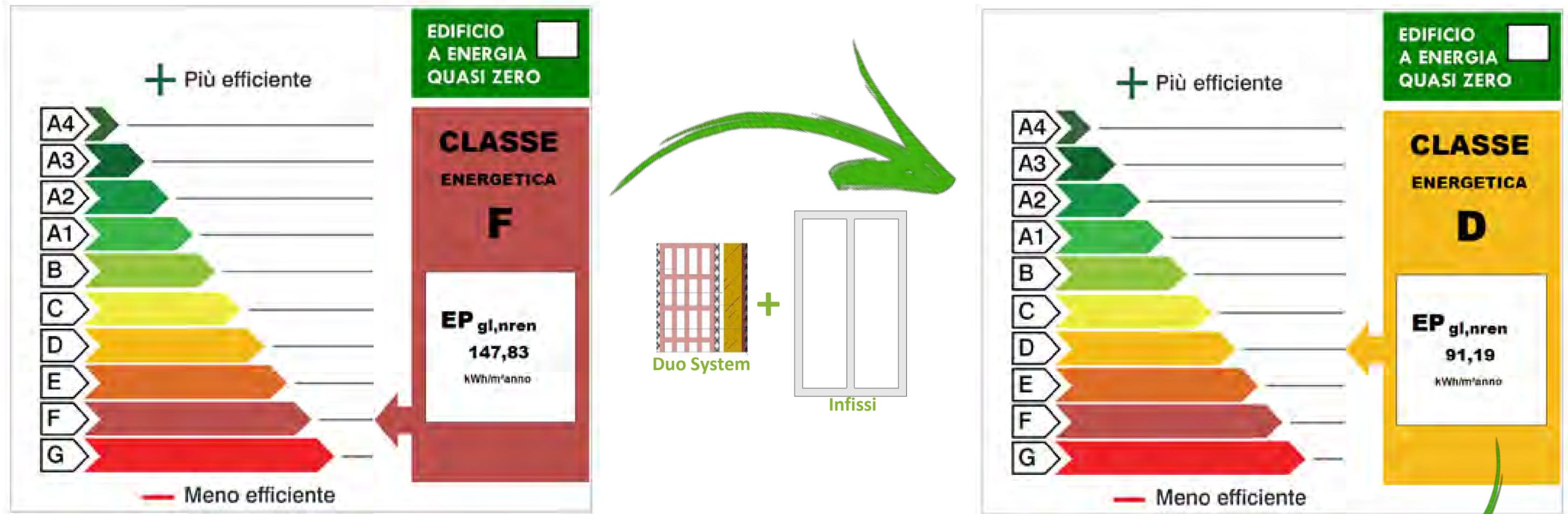
Interventi migliorativi



ESEMPIO DI MODELLAZIONE CON DOPPIO SALTO DI CLASSE

Stato iniziale

Con interventi migliorativi

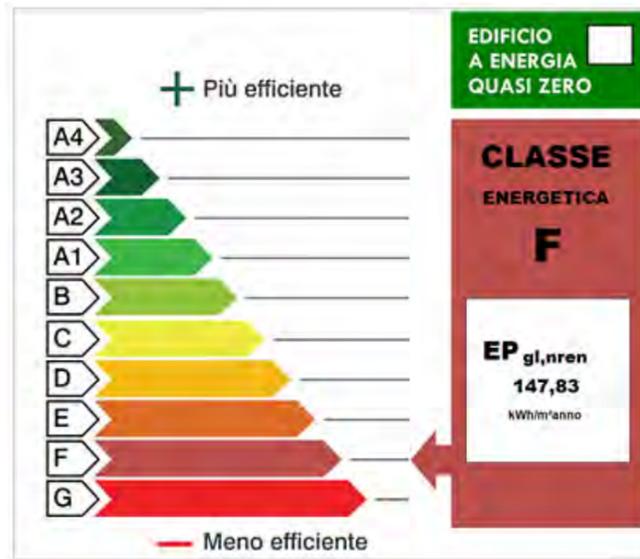


RISPARMIO ECONOMICO SIMULATO DI 915 €/ANNUI

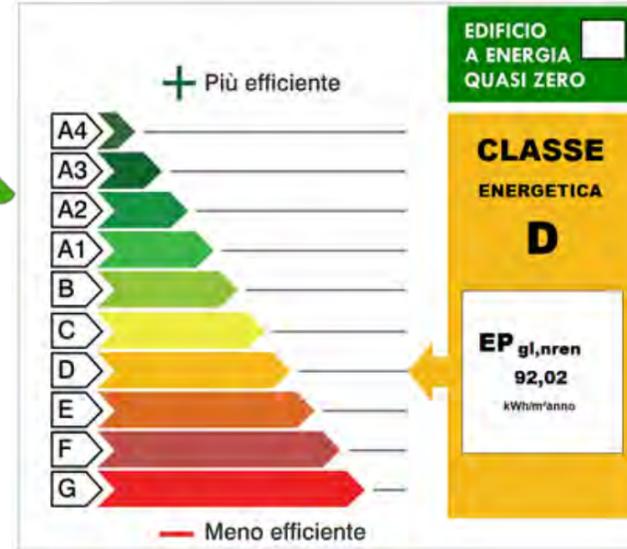
ESEMPIO DI MODELLAZIONE CON DOPPIO SALTO DI CLASSE

NAPOLI Zona Climatica C

Stato iniziale



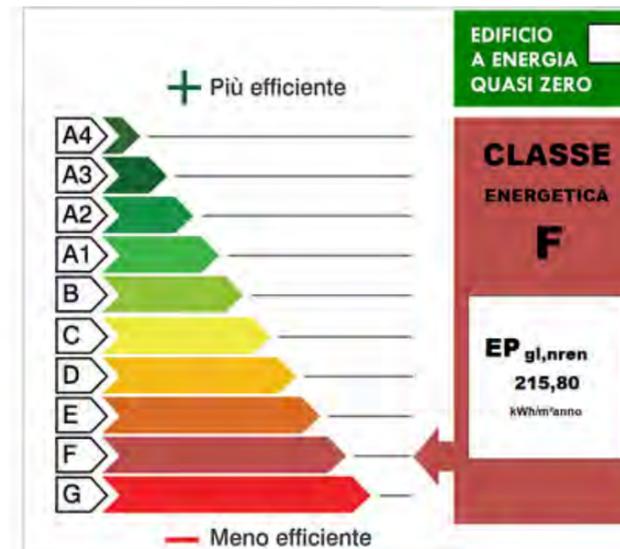
Con interventi migliorativi



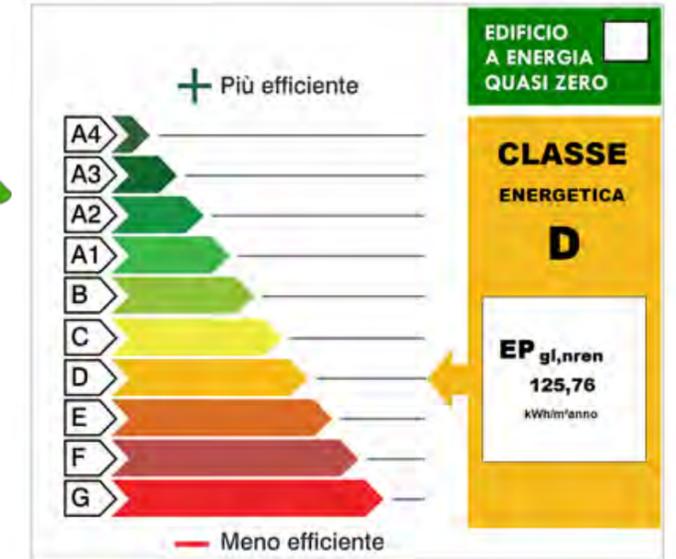
RISPARMIO ECONOMICO SIMULATO DI
915 €/ANNUI

AVELLINO Zona Climatica D

Stato iniziale



Con interventi migliorativi



RISPARMIO ECONOMICO SIMULATO DI
1550 €/ANNUI

CONSIGLIO DELLA GIORNATA

” *Meglio un involucro più performante oggi
che un impianto più energivoro domani*

Ing. Marco Di Bartolomeo

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



PROGETTISTA PASSIVHAUS

Ing. Marco Di Bartolomeo

”

Nel mondo dell'edilizia sono i dettagli a fare la differenza tra un immobile ben fatto ed un immobile di altissimo pregio



WEBINAR
NUOVE FRONTIERE
PER IL
PATRIMONIO
EDILIZIO ESISTENTE



ACEN
ASSOCIAZIONE COSTRUTTORI EDILI NAPOLI



CONCLUSIONI

RELATORE

Dott. Romildo Fragnito

FOUNDER CMS BUILT srl



WEBINAR
NUOVE FRONTIERE
PER IL
PATRIMONIO
EDILIZIO ESISTENTE



QUESTION TIME