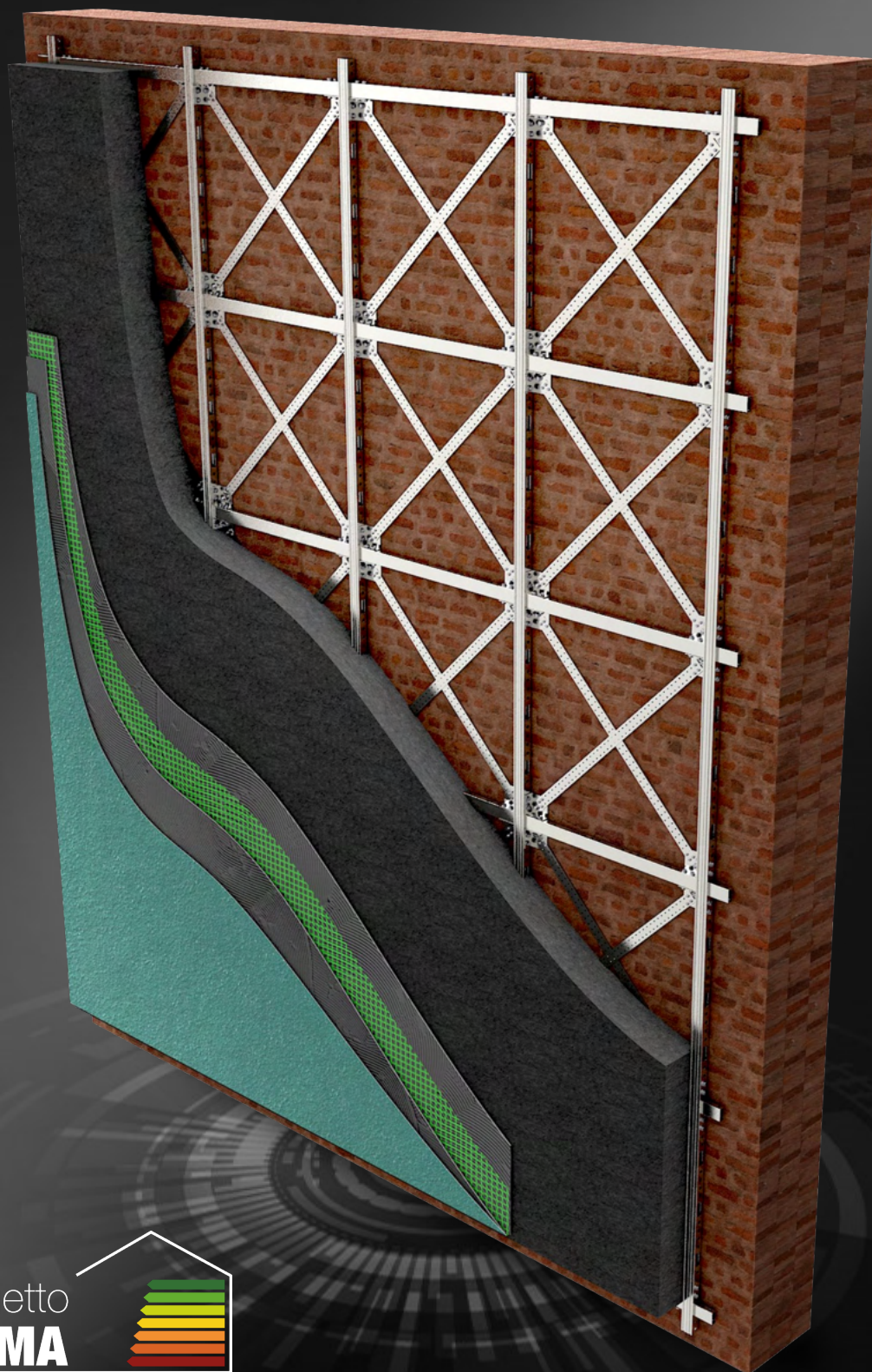


 **RESISTO** ^{tube} 5.9
il cappotto antisismico



INDICE

**Progetto Sisma:
Chi Siamo** | PAG
3 - 4

**Rinforzo Sismico:
Parti strutturali metalliche** | PAG
5 - 7

**Installazione e
collegamento tra elementi** | PAG
8 - 12

**Isolamento Termico:
Materiali Isolanti** | PAG
13 - 14

**Ricerca e Sviluppo:
Linee guida progettuali** | PAG
15

Finiture | PAG
16 - 19

CHI SIAMO

PROGETTO SISMA SRL

Progetto Sisma è **pura innovazione** e **competenza**, concentrate in un **team** di **esperti** del **miglioramento sismico** ed **efficientamento energetico**.

Progetto Sisma si affida a **giovani risorse** che condividono a pieno la filosofia aziendale contribuendo **all'evoluzione dell'azienda** che è costantemente proiettata all'**innovazione**.

Ad oggi contiamo circa **30 persone** tra **dipendenti** e **collaboratori** che fanno parte di quello che noi consideriamo una **famiglia**.

La nostra "casa" sorge nel **cuore dell'industria emiliana**, più precisamente a **Fiorano Modenese**: è' **un'area di 2000 mq**, suddivisa tra una palazzina di **uffici** sviluppata su **3 piani** e **1000 mq di magazzino**.

Sono inoltre presenti un **ambiente** dedicato alla **Ricerca e Sviluppo** che è il **cuore pulsante** dell'azienda, ed una spaziosa sala convegni.



LA NOSTRA MISSION

L'Italia è un Paese ad **alto rischio sismico** a causa della sua particolare **posizione geografica** che la vuole situata nella zona di convergenza tra la zolla africana e la zolla euroasiatica. In 2.500 anni abbiamo subito **30.000 terremoti** di media e **forte intensità**, i più recenti e devastanti a **L'Aquila** nel **2009**, in **Emilia Romagna** nel **2012**, nel **Centro Italia** nel **2016** e all'**Etna** nel **2018**.

È dunque **fondamentale apportare un miglioramento sismico** ai **fabbricati** esistenti per renderli più **sicuri** in caso di evento sismico.

Progetto Sisma nasce con l'intenzione di ideare un **monoprodotto** in grado di **migliorare** sia **sismicamente** che **energeticamente** gli edifici esistenti ed ambisce a divenire il **leader** del **mercato** nel suo segmento.

La **nostra mission** è rispondere alla domanda di **sicurezza ed efficienza** delle **abitazioni** in un Paese che pone sempre più al centro il tema della **prevenzione**.



RESISTO 5.9 TUBE

IL CAPPOTTO ANTISISMICO

Il **SISTEMA RESISTO 5.9 TUBE** è un'innovativa soluzione tecnologica che si propone di garantire un **miglioramento delle prestazioni sismiche combinato ad un efficientamento energetico** degli edifici esistenti secondo le normative vigenti. Il sistema viene disegnato sulla base di un rilievo laser scanner ed in funzione del progetto strutturale sviluppato dal tecnico incaricato, consentendo una serie di vantaggi, tra i quali la **riduzione delle lavorazioni in cantiere**, con conseguente **diminuzione dei tempi di intervento** e **totale eliminazione degli scarti di lavorazione**, che si traduce in **risparmio economico** e **attenzione all'ambiente**.

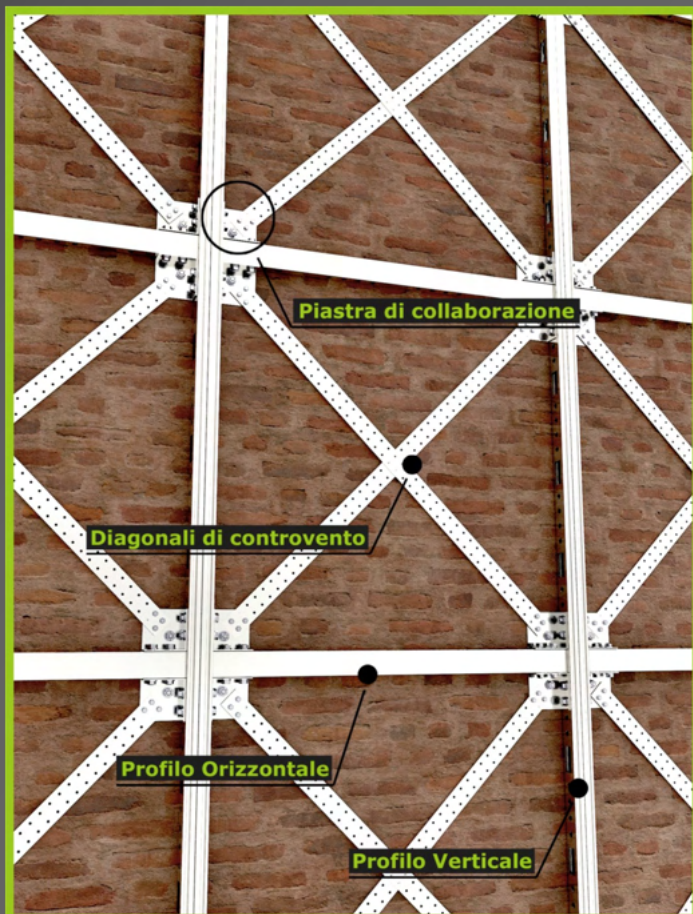
Il **SISTEMA RESISTO 5.9 TUBE** può essere applicato a:

- **edifici in muratura portante**
- **edifici a telaio in cemento armato**

L'intervento è finalizzato al **miglioramento/adequamento sismico** degli edifici in muratura ai sensi dei § 8.4.2 e 8.4.3 delle NTC2018, rientrando in generale nell'ambito degli interventi di tipo globale, con l'obiettivo di **riqualificare l'intero organismo strutturale**.

Il sistema può essere utilizzato anche solo come **intervento locale** ai sensi del § 8.4.1 delle NTC2018 e può riguardare interventi su **singole porzioni o singoli elementi murari**, al fine di concorrere alla **riduzione delle vulnerabilità della struttura** nei confronti dei meccanismi/cinematismi locali.

L'elevato grado di libertà progettuale del **SISTEMA RESISTO 5.9 TUBE** garantisce di **intervenire su quasi tutte le tipologie di edifici** anche attraverso l'integrazione con altre soluzioni di rinforzo strutturale.



RINFORZO SISMICO

RIVESTIMENTO ESTERNO MODULARE

Il rinforzo degli elementi murari viene eseguito mediante elementi strutturali integrativi in acciaio collaboranti sulla superficie. Il **sistema** è composto da **elementi in acciaio opportunamente collegati fra loro e connessi alla muratura**.

Gli elementi sono posizionati in adesione sulla superficie esterna della parete, accostati tra loro e connessi alla muratura tramite ancoraggi non passanti con passo regolare.

L'ancoraggio deve essere di tipo chimico, realizzato mediante iniezione di specifica resina entro fori di opportuno diametro e profondità e successivo inserimento di barre filettate in acciaio di classe 8.8. La presenza di **ancoraggi** in numero minimo pari a 4/m² distribuiti su tutta la superficie della parete in muratura **consente la collaborazione tra la parete esistente e il rinforzo**. Ciascun profilo verrà connesso a quello/i adiacenti in modo da garantire una **continuità degli elementi di rinforzo secondo direzioni verticali, orizzontali e diagonali: piastre in acciaio prezincate sagomate** consentono l'unione tra loro dei profili e dei diagonali, attraverso **bulloni in acciaio zincato** di classe 8.8.

PROFILI METALLICI

ELEMENTI A SEZIONE TUBOLARE

I **profili metallici** sono ottenuti mediante un processo di tranciatura e profilatura a freddo di lamiere di **spessore 2 mm in acciaio S250GD+Z prezincoato**, di **sezione rettangolare** con **dimensioni di 60 mm x 45 mm e 60 mm x 25 mm** rispettivamente in direzione verticale e orizzontale.

Speciali nervature ricavate lungo l'intero sviluppo grazie al particolare processo produttivo, conferiscono ai profili una **maggiore resistenza**. Questa specifica forma di sezione permette di ridurre, a parità di performance, l'utilizzo di acciaio.

La presenza di **fori ed intagli** consente una **modularità** del sistema con un **passo di 250 mm**, garantendo la **continuità degli elementi** verticali ed orizzontali, adattando pertanto l'intervento ad ogni configurazione di parete da rinforzare.

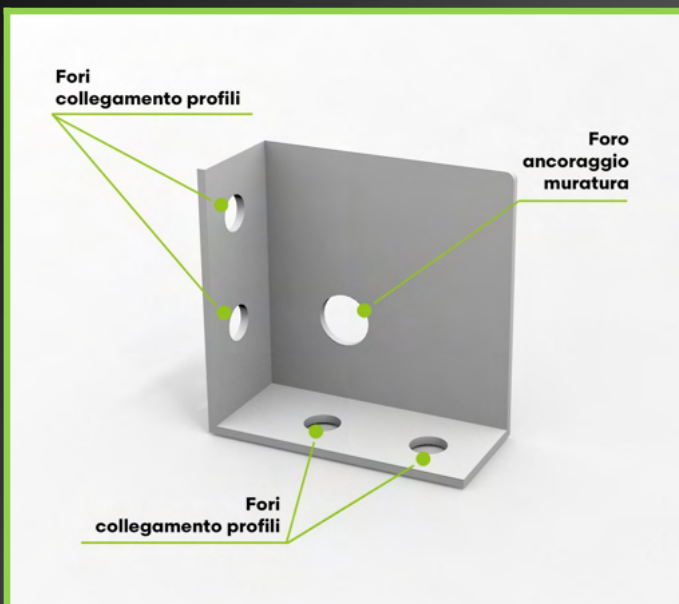


ELEMENTI DI COLLEGAMENTO

PIASTRA DI COLLABORAZIONE

Piastra in **acciaio** ottenuta da taglio al laser e piegatura a freddo di lamiere sottili di **spessore 3 mm** in acciaio S250GD+Z prezinco.

La piastra consente il **collegamento** tra loro di **tutti gli elementi**, permette l'**ancoraggio alla muratura** e la **posa dei diagonali di controvento**.



PROFILI DI RACCORDO

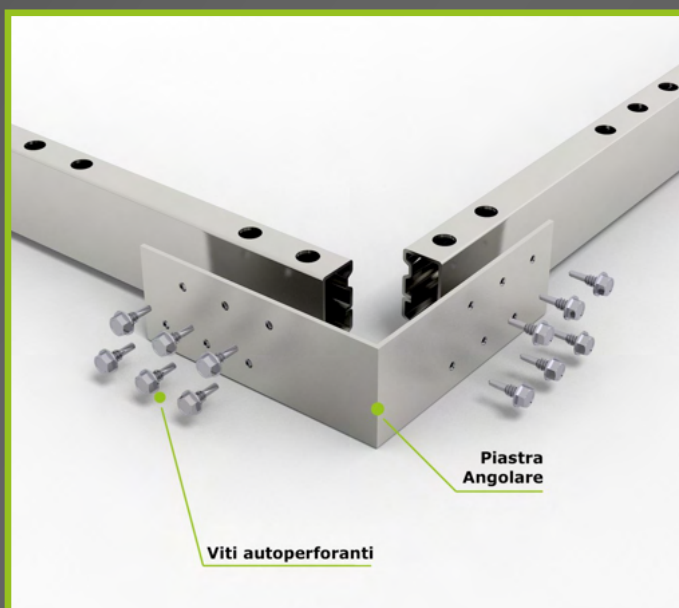
Profili metallici ottenuti mediante taglio al laser di lamiere sottili di spessore 2/3 mm in acciaio S250GD+Z zincato, di sezione **tubolare**.

Il profilo **consente il collegamento** in lunghezza degli **elementi verticali e orizzontali**.



PIASTRA ANGOLARE

Piastra in **acciaio** ottenuta da taglio al laser e piegatura a freddo di lamiere sottili di **spessore 3 mm** in acciaio S250GD+Z zincato. La piastra **consente il collegamento tra loro degli elementi orizzontali in corrispondenza degli angoli o degli spigoli**. Utilizzata anche per **ancorare il sistema in prossimità di tetti o solette balconi**, nonché **superare eventuali ostacoli** quali tubi del gas.



PROGETTAZIONE, PRODUZIONE E POSA

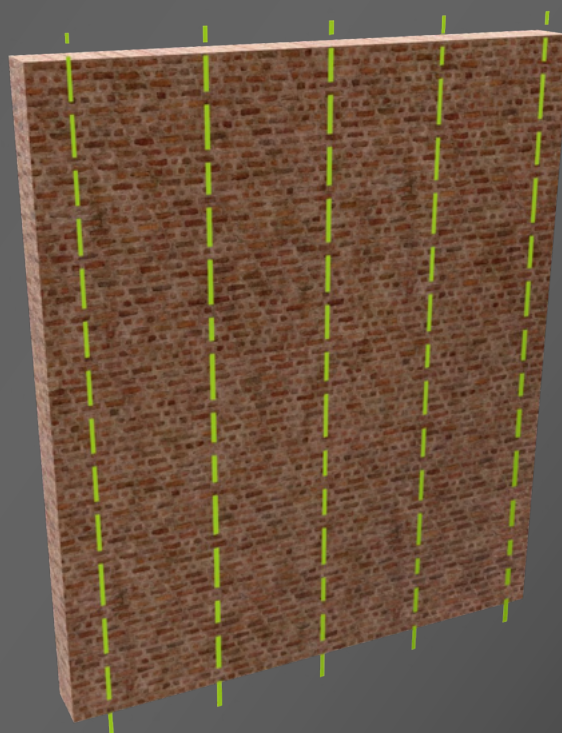
DALLA PROGETTAZIONE ALL'AVVIAMENTO CANTIERE

A seguito di un **rilievo geometrico di precisione** svolto con l'ausilio di **laser scanner**, viene prodotto, in sinergia con il progettista delle opere strutturali, il **modello tridimensionale del sistema Resisto 5.9 TUBE**. Tutte le **informazioni geometriche necessarie e utili alla posa** vengono tradotte nel **disegno di montaggio** che verrà fornito insieme al sistema. Il **disegno ricalca perfettamente le dimensioni e tutte le forometrie del fabbricato oggetto d'intervento**. Sulla base delle specifiche fornite dal progettista, si realizzano i **profili di sezione tubolare**, le **piastre di collaborazione** e i **diagonali di controvento** in acciaio strutturale prezincolato.

FASE 1 - TRACCIAMENTO PROFILI VERTICALI

Il **tracciamento dei profili verticali sulla muratura** avviene **partendo da uno spigolo** del fabbricato. Questa fase è fondamentale per avere un posizionamento corretto del Sistema Resisto 5.9 Tube.

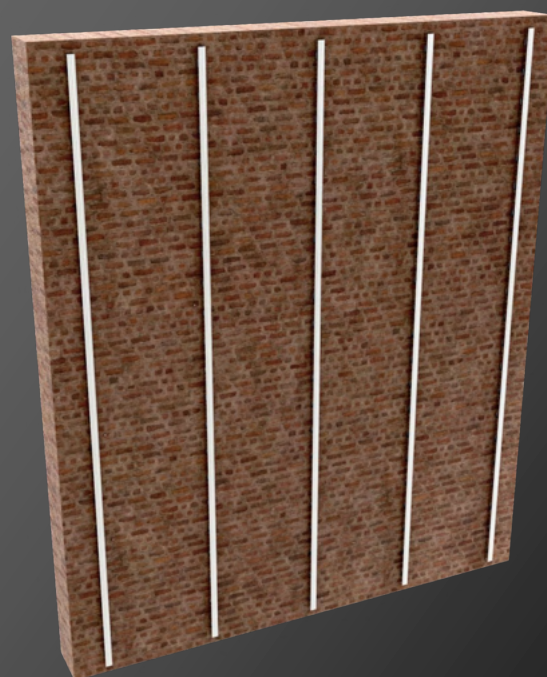
NB: in corrispondenza di **angoli e spigoli**, è necessario mantenere una **distanza** tra profilo verticale e angolo/spigolo **non superiore a 150/200 mm**.



FASE 2 - INSTALLAZIONE DEI PROFILI VERTICALI

Il **posizionamento dei profili verticali** è realizzato in **adesione alla muratura**, solo sul lato esterno, partendo da uno spigolo del fabbricato.

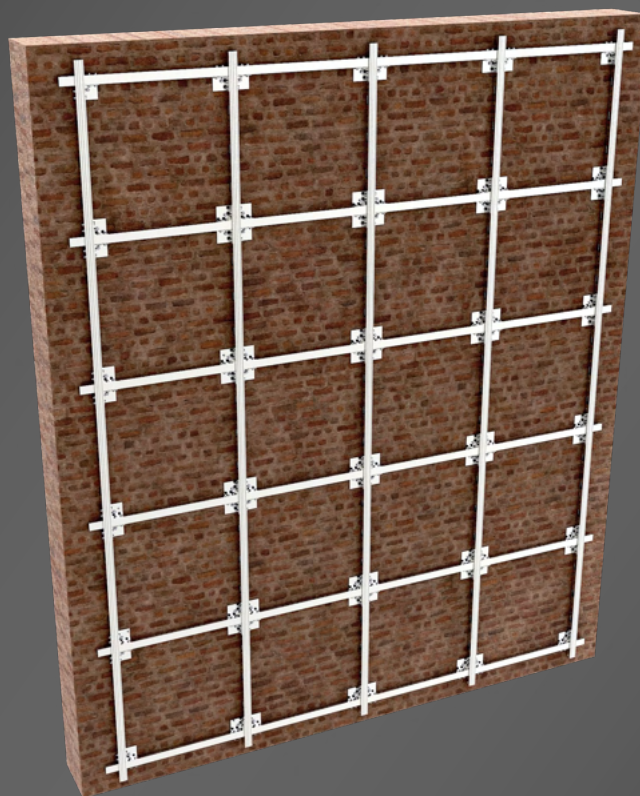
Per fissare i profili verticali alla muratura è necessario utilizzare i tasselli di **fissaggio temporaneo**, posizionandone uno ad ogni estremità della verga.



FASE 3 - INSERIMENTO DEI PROFILI ORIZZONTALI

L'installazione dei profili orizzontali viene effettuata inserendo i profili all'interno degli intagli dei profili verticali.

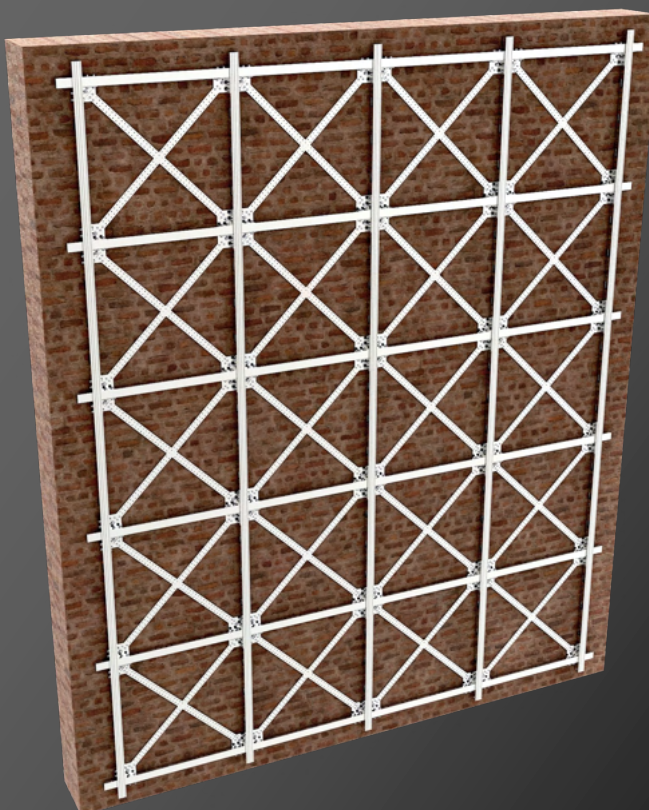
Il collegamento mediante unioni bullonate si realizza in corrispondenza dei **nodi di intersezione**, tra profili verticali e orizzontali, grazie alle **piastre di collaborazione**.



FASE 4 - INGHISAGGI E POSA DIAGONALI DI CONTROVENTO

Le **connessioni alla muratura** sono realizzate tramite le **piastre di collaborazione**. Sono costituite da **ancoraggi chimici non passanti** con passo regolare.

La fase di montaggio della struttura antisismica termina con l'installazione dei **diagonali di controvento**, in corrispondenza delle **piastre di collaborazione**, mediante **viti autopercoranti**.



FASI DI COLLEGAMENTO

FOCUS SU COLLEGAMENTI E ANCORAGGI



COLLEGAMENTO TRA ELEMENTI - PROFILI

Il **collegamento tra profili tubolari** e piastra di collaborazione è realizzato mediante **unioni bullonate**, con elementi M12 in **acciaio zincato in classe 8.8** (fig.1)

I **profili** metallici di lunghezza pari a **3000 mm e 4000 mm** rispettivamente in direzione orizzontale e verticale, vengono **uniti da elementi di raccordo** inseriti internamente alle estremità dei profili e **fissati mediante unioni bullonate**.

CONNESSIONE A PARETE - INGHISAGGI

Le **connessioni alla muratura** sono realizzate attraverso **ancoraggi chimici non passanti con passo regolare**.

Dopo la realizzazione dei fori di adeguato diametro/profondità e soffiaggio/spazzolatura della cavità per eliminazione dei residui, viene iniettata **resina epossidica certificata a partire dal fondo del foro**; completa l'ancoraggio il successivo **inserimento di barra filettata M12/M14 in classe 8.8** e serraggio sulla piastra di collaborazione con dado e rondella (fig. 2)

COMPLETAMENTO - DIAGONALI DI CONTROVENTO

La struttura metallica è ultimata posizionando i **diagonali di controvento**: piatti in acciaio S250GD+Z prezincati di **spessore 3 mm, larghezza 55 mm**. Sono provvisti di **fori a passo modulare**, che consentono il fissaggio **sulle piastre di collaborazione** mediante **viti autoperforanti** in acciaio zincato certificati per il fissaggio (fig.3)

COLLEGAMENTO ANGOLARE

FOCUS SU ANGOLI E SPIGOLI EDIFICIO

COLLEGAMENTO ANGOLARE

Negli edifici in **muratura portante** il sistema verrà completato da **elementi angolari** in piatti metallici per il **collegamento** dei **profili metallici** su tutte le facce murarie dell'edificio ed ottenere una **cerchiatura continua e globale della struttura**.



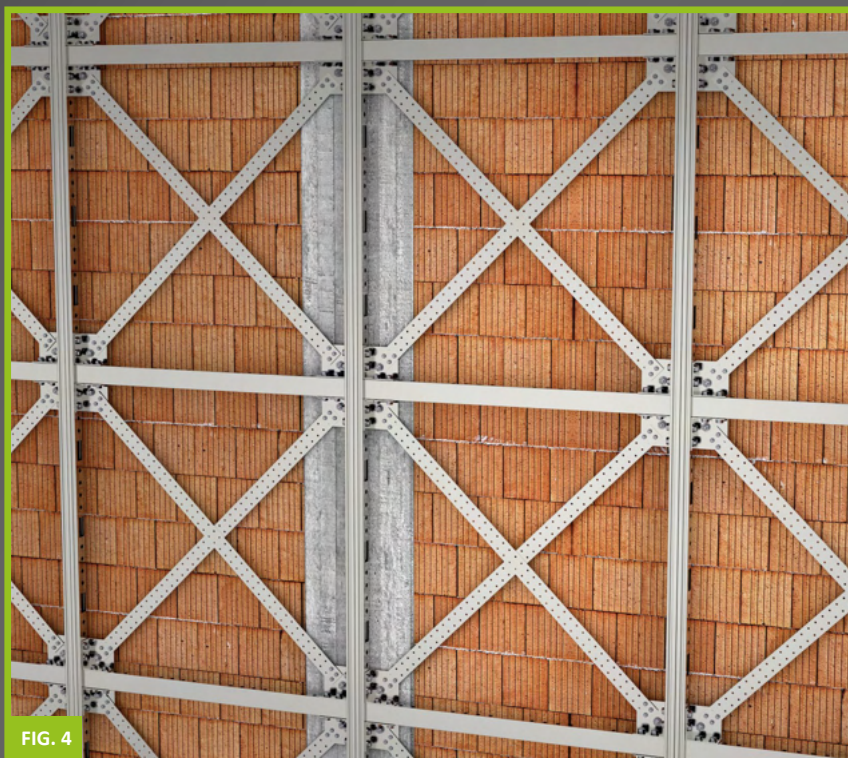
COLLEGAMENTI STRUTTURA C.A.

LINEE GUIDA E ACCORGIMENTI PER STRUTTURE CON TELAIO IN CEMENTO ARMATO E TAMPONAMENTI

Nei fabbricati a telaio in cemento armato i profili metallici vengono connessi ai pilastri e travi in cemento armato al fine di far collaborare gli elementi metallici di rinforzo con il telaio in cemento armato esistente e con le tamponature.

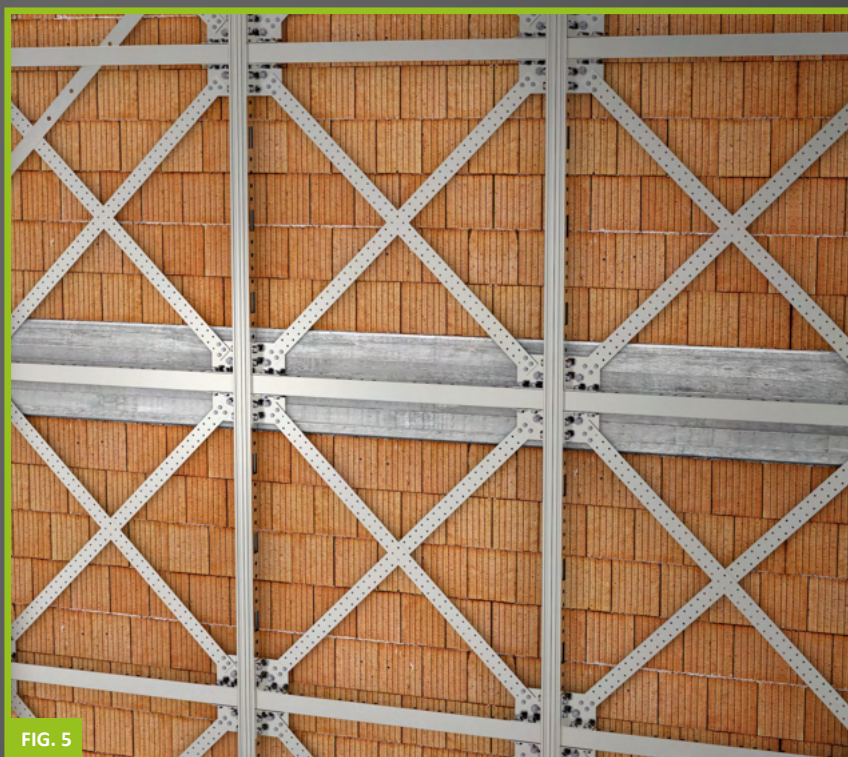
COLLEGAMENTO A PILASTRI

In prossimità di ogni singolo pilastro, è necessario posizionare una fila verticale di piastre di collaborazione ed effettuare l'inghisaggio direttamente sul cemento armato (fig. 4)



COLLEGAMENTO A TRAVI

All'altezza di ogni trave, è importante posare una fila orizzontale di piastre di collaborazione ed ancorare il sistema al cemento armato (fig. 5)



ISOLAMENTO TERMICO

MATERIALI ISOLANTI

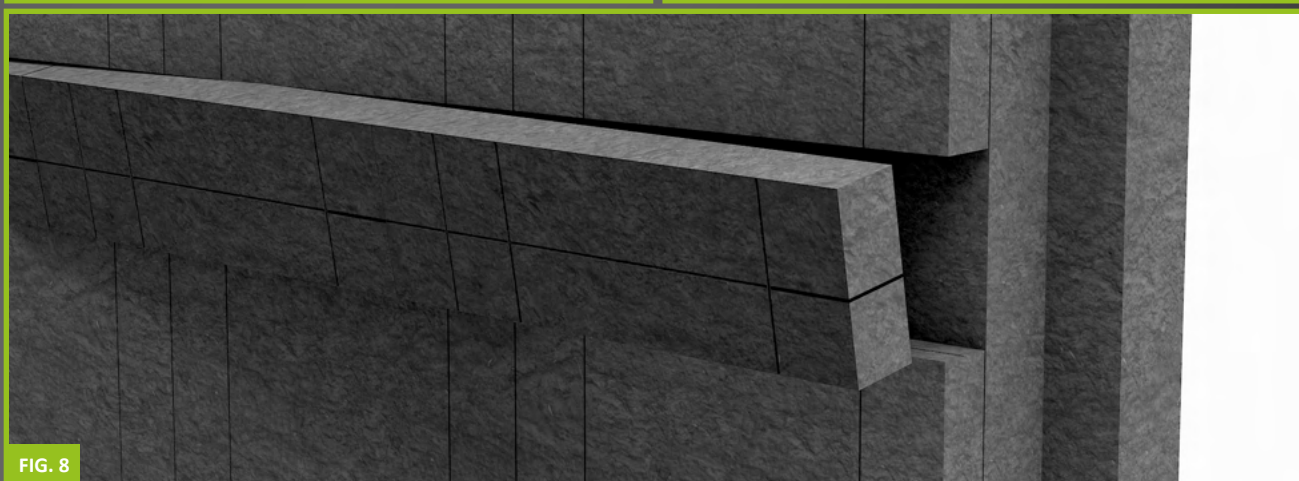
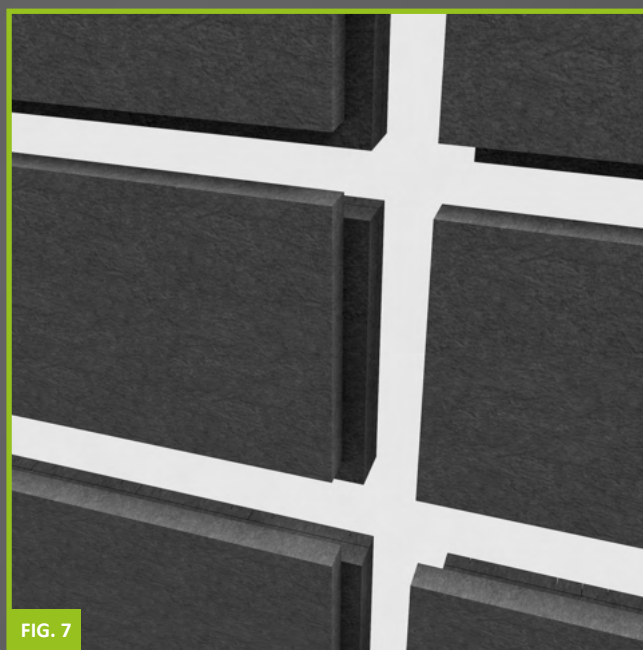
Una volta terminata l'installazione della struttura metallica e dopo aver **verificato il serraggio di tutte le unioni bullonate**, le pareti del fabbricato sono pronte per essere coibentate, al fine di migliorarne le prestazioni termiche.

POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO

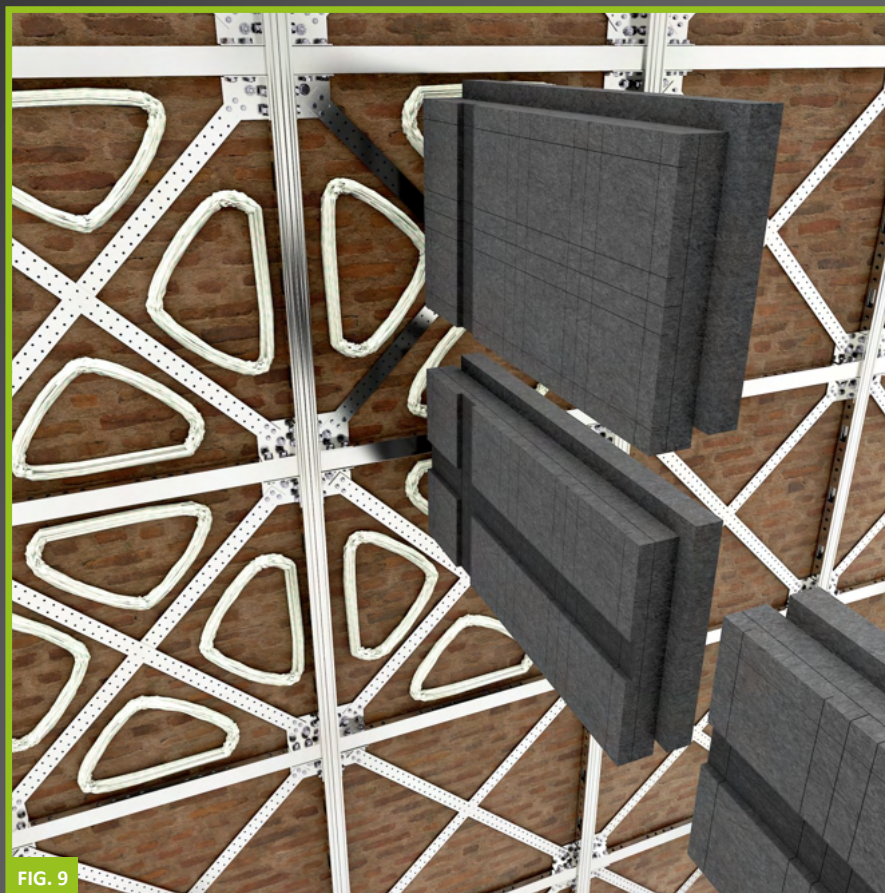
I **pannelli isolanti** misurano **1000x500 mm** (fig. 6)

La presenza di **battentatura perimetrale** sui quattro lati consente una **posa ad incastro** dei pannelli isolanti, **migliorando la planarità** finita del cappotto (fig. 7)

Le **speciali scanalature** create nella parte retrostante del pannello isolante, ad **interasse costante** e quindi **perfettamente modulabili**, permettono una **posa precisa e rapida** lungo tutta la maglia del telaio metallico. Ciò consente di **ridurre lo spessore del pacchetto finito** in quanto si vanno a sfruttare le aree vuote lasciate dai profili metallici (fig. 8)

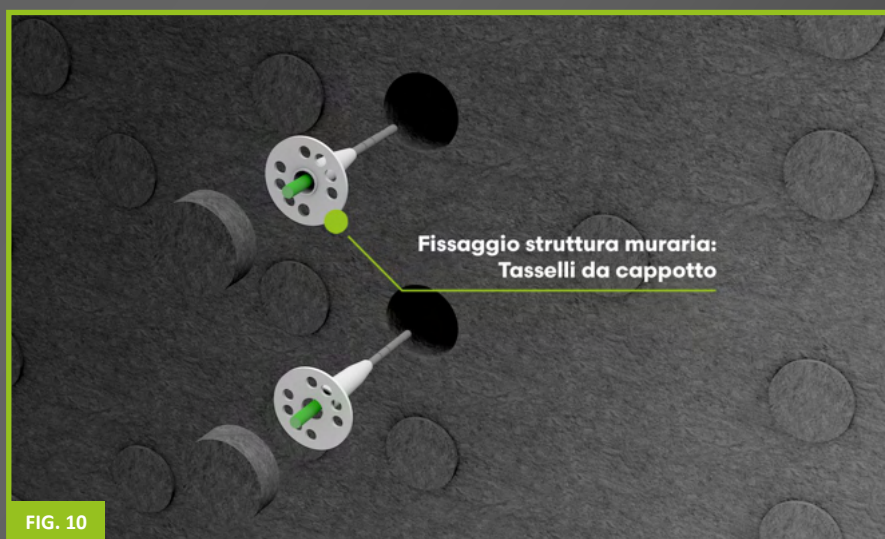


Il fissaggio dei pannelli isolanti alla muratura avviene attraverso l'utilizzo di una particolare schiuma **adesiva poliuretanic**a ad alta densità, che consente di **regolarizzare il pannello** in maniera semplice e precisa, correggendo **irregolarità del muro** fino a 30 mm (fig. 9)



Il **fissaggio permanente** dei pannelli alla muratura viene effettuato mediante tradizionali **tasselli per cappotto**, da disporre a **passo costante** secondo gli **scemi di tassellatura** previsti da **normativa**.

In linea generale, occorre applicare almeno **6 tasselli/m²**. Per le zone di bordo, a seconda del caso d'impiego, il numero aumenta fino a un **massimo di 12 tasselli/m²** (fig. 10)




LINEE GUIDA PROGETTUALI

RICERCA E SVILUPPO

Presso la **Fondazione EUCENTRE** di Pavia e presso il **Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DIST dell'Università degli Studi di Napoli Federico II**, sono state condotte in contemporanea due distinte **ricerche innovative di tipo numerico/sperimentale**, finalizzate alla valutazione del comportamento sismico di pareti in muratura portante e a telaio in c.a. tamponati, rinforzate con il **SISTEMA RESISTO 5.9 Tube di Progetto Sisma**.

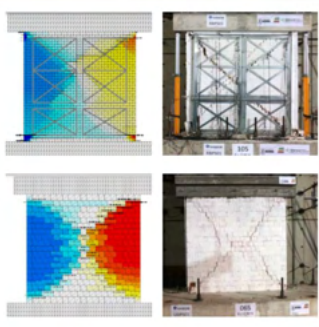
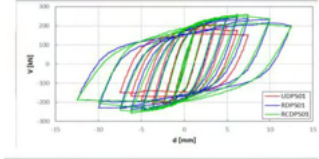
La campagna sperimentale è stata supportata da un **estensivo studio numerico** che ha visto lo sviluppo di **modelli avanzati e l'esecuzione di analisi parametriche**.

Grazie a queste attività, che ci vede impegnati ormai da alcuni anni, è stato possibile definire delle linee **guida progettuali di sistema, utili al progettista** strutturale per condurre facilmente le dovute **analisi e verifiche di strutture** in muratura portante e a telaio in c.a. rinforzati con il sistema di rinforzo **Resisto 5.9**



EUCENTRE
FOR YOUR SAFETY.
Via Ferrata 1, 27100 Pavia, Italy
Tel. +39 0382 516911 Fax. +39 0382 529131
http://www.eucentre.it
email: info@eucentre.it

STUDIO DEL COMPORTAMENTO SISMICO DI MURATURE PORTANTI RINFORZATE CON RIVESTIMENTO ESTERNO MODULARE IN ACCIAIO
 - RAPPORTO NUMERICO -

Luca Albanesi Nicolò Damiani Carlo Filippo Manzini Guido Magenes Paolo Morandi

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Università degli Studi di Napoli Federico II

Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura



Metodologica per il dimensionamento del sistema Resisto 5.9

A. Formisano
Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura - Università degli Studi di Napoli Federico II

Introduzione

L'applicazione di un sistema di rinforzo controventante dipende da una primigenia valutazione della struttura oggetto d'intervento con riferimento ad alcuni aspetti, quali il livello di protezione target, la regolarità in pianta/altezza, il numero e la posizione delle aperture, il comportamento dissipativo del sistema ecc. Tale valutazione può essere efficacemente condotta attraverso l'uso di analisi non-lineari della struttura originale in modo da ottenere informazioni che possano direzionare la tipologia d'intervento. Il metodo che di seguito verrà esposto mira all'individuazione delle caratteristiche meccaniche e geometriche del sistema controventante e la loro distribuzione, lungo lo sviluppo dell'edificio, al fine di migliorare il comportamento sismico globale.

Procedura di design

Step 1 - Fase preliminare all'applicazione della suddetta metodologia è quella dello studio e dell'analisi della struttura oggetto d'intervento. Tale aspetto riguarda tanto considerazioni di tipo geometrico per la distribuzione spaziale del sistema controventante, tanto di tipo capacitivo dal punto di vista del comportamento strutturale. A tal proposito il primo passo da condurre riguarderà l'esecuzione di analisi statiche non-lineari con le combinazioni previste ai sensi delle NTC2018 al fine di ottenere la *curva di capacità* della struttura a più gradi di libertà (sistema MDOF).



importanza l'individuazione dei meccanismi di danno fragili/duttili nella struttura. Verrà evidenziato sulla curva di capacità il primo evento di danno occorrente, che servirà come target per la fase di progettazione. In questo step verranno individuati i parametri fondamentali per la descrizione del comportamento strutturale del modello MDOF, ovvero *rigidezza k*, *resistenza P* e *spostamento ultimo d_u*.


Step 2 - Successivamente alla esecuzione dell'analisi statica non-lineare pushover, si andrà a scegliere, a vantaggio di sicurezza, la curva maggiormente pessimistica del sistema tra quelle derivanti dalle varie combinazioni di carico e distribuzione di forze previste dalla normativa. In questa fase, essendo questa una metodologia per il design capacitivo e, quindi, per la ricerca delle prestazioni di progetto, è di particolare

importanza sarà il fattore di partecipazione Γ_j , generalmente espresso come:

$$\Gamma_j = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \varphi_{i,j}^2}{\sum_{i=1}^n m_i \varphi_{i,j}^2}$$

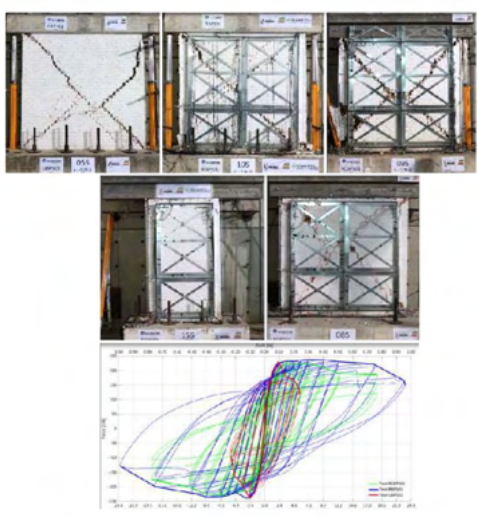
dove $i = \{1...n\}$ rappresentano i diversi livelli di piano della struttura con $i \geq 2$; $j = \{1...m\}$ rappresenta il numero del modo di vibrazione a cui si riferisce il fattore di partecipazione modale; m_j rappresenta la massa del livellante i-esimo della struttura ed infine

Step 3 - Ai fini dell'ottenimento di una serie di parametri necessari alle successive considerazioni meccaniche, oltre l'analisi statica non-lineare, bisognerà eseguire un'analisi dinamica lineare (modale). Da questo tipo di analisi si ricaveranno parametri fondamentali che descrivono il comportamento meccanico del modello MDOF, come modi di vibrare, periodi propri della struttura T , fattori di partecipazione modale Γ_j , distribuzione delle masse partecipanti m_j , distribuzione degli spostamenti interpano Δs_j , forze di piano di tagliante sismico $F_{s,j}$, ecc.



EUCENTRE
FOR YOUR SAFETY.
Via Ferrata 1, 27100 Pavia, Italy
Tel. +39 0382 516911 Fax. +39 0382 529131
http://www.eucentre.it
email: info@eucentre.it

STUDIO DEL COMPORTAMENTO SISMICO DI MURATURE PORTANTI RINFORZATE CON RIVESTIMENTO ESTERNO MODULARE IN ACCIAIO
 - RAPPORTO SPERIMENTALE -



Carlo Filippo Manzini Luca Albanesi Paolo Morandi

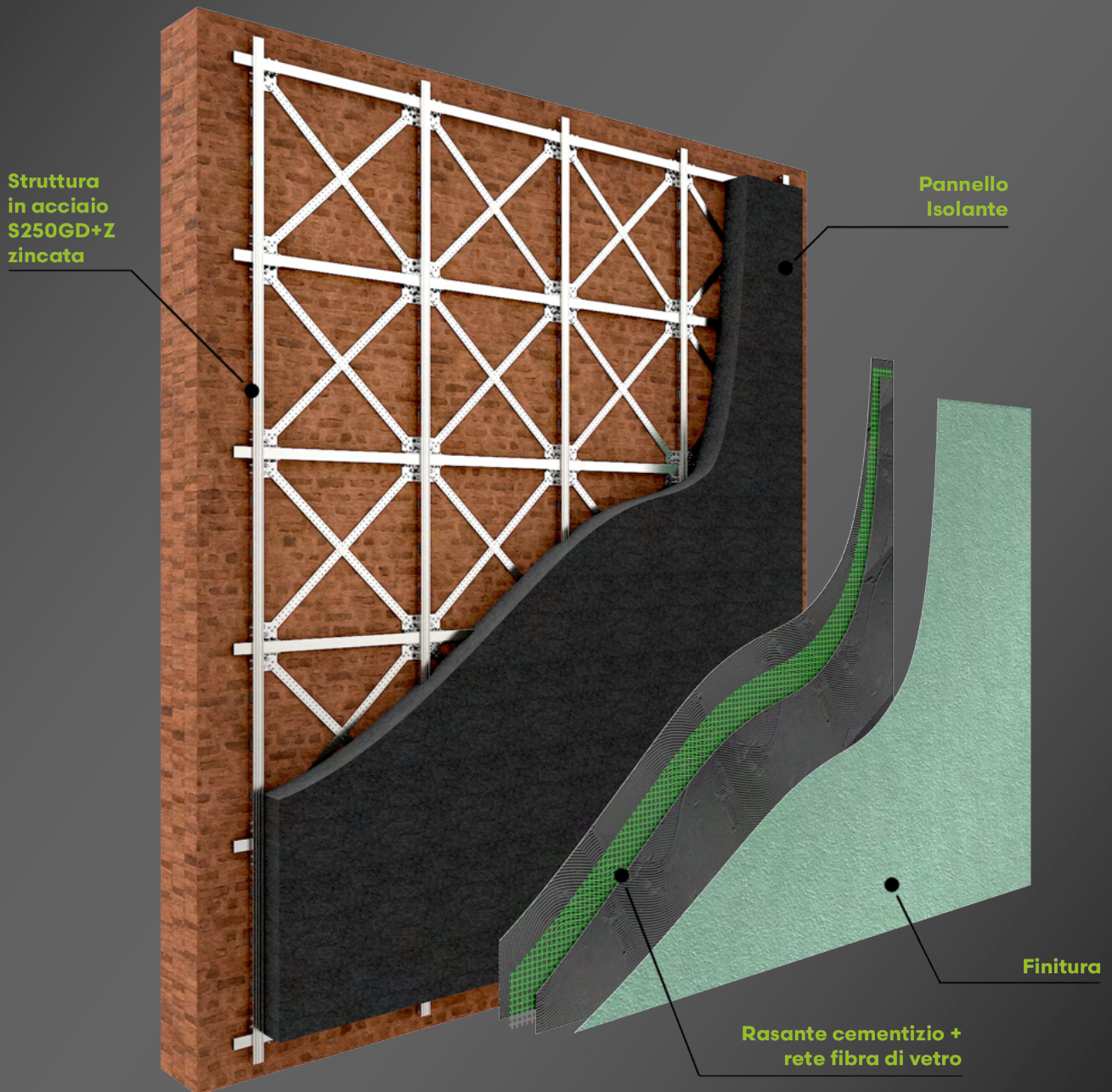
FINITURE

CAPPOTTO, SISTEMI DI CONTROPARETE E PARETE VENTILATA

Oltre al **rinforzo sismico** ed il **miglioramento energetico**, il sistema Resisto 5.9 Tube permette di realizzare un **ampio ventaglio di soluzioni in termini di finitura esterna**.

CAPPOTTO TRADIZIONALE

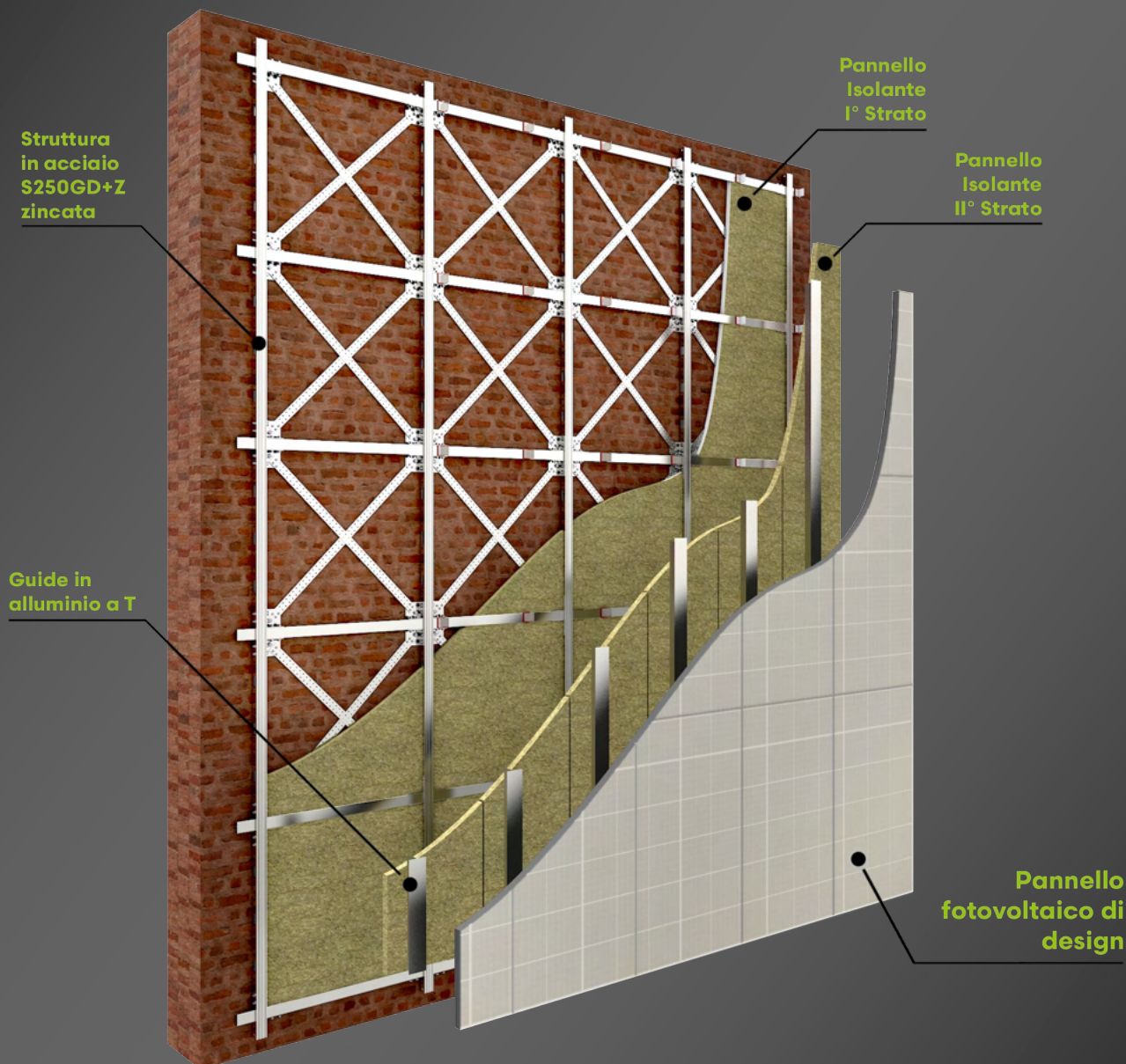
Il **sistema Resisto 5.9 Tube** prevede la **rasatura diretta sul pannello isolante** con malta cementizia ad alta prestazione e rete armata in fibra di vetro. Una tradizionale **finitura** composta da **intonachino** colorato con **granulometria variabile** completa il sistema.



FACCIATA FOTOVOLTAICA

Le **lastre fotovoltaiche** sono installate come **rivestimento esterno** delle **superfici opache** degli edifici tramite sistemi di **facciate ventilate** consentendo sia l'utilizzo dell'involucro edilizio per **produrre energia** sia per **migliorare l'isolamento termico dell'edificio**.

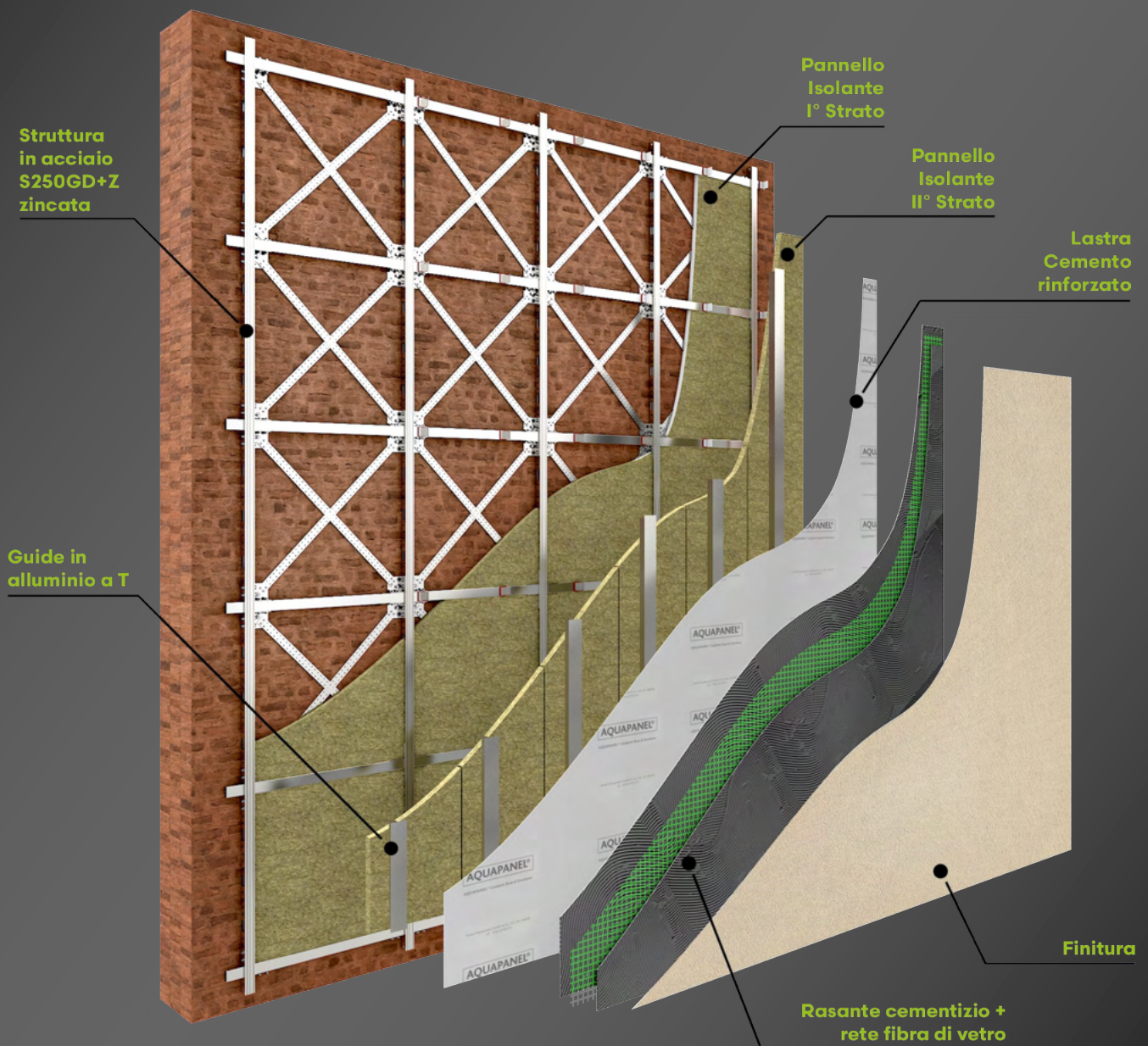
L'impiego di **vetro colorato** nella parte anteriore del pannello, che nasconde parzialmente le celle fotovoltaiche, consente una maggiore integrazione **estetica dell'edificio**.



CONTROPARETE

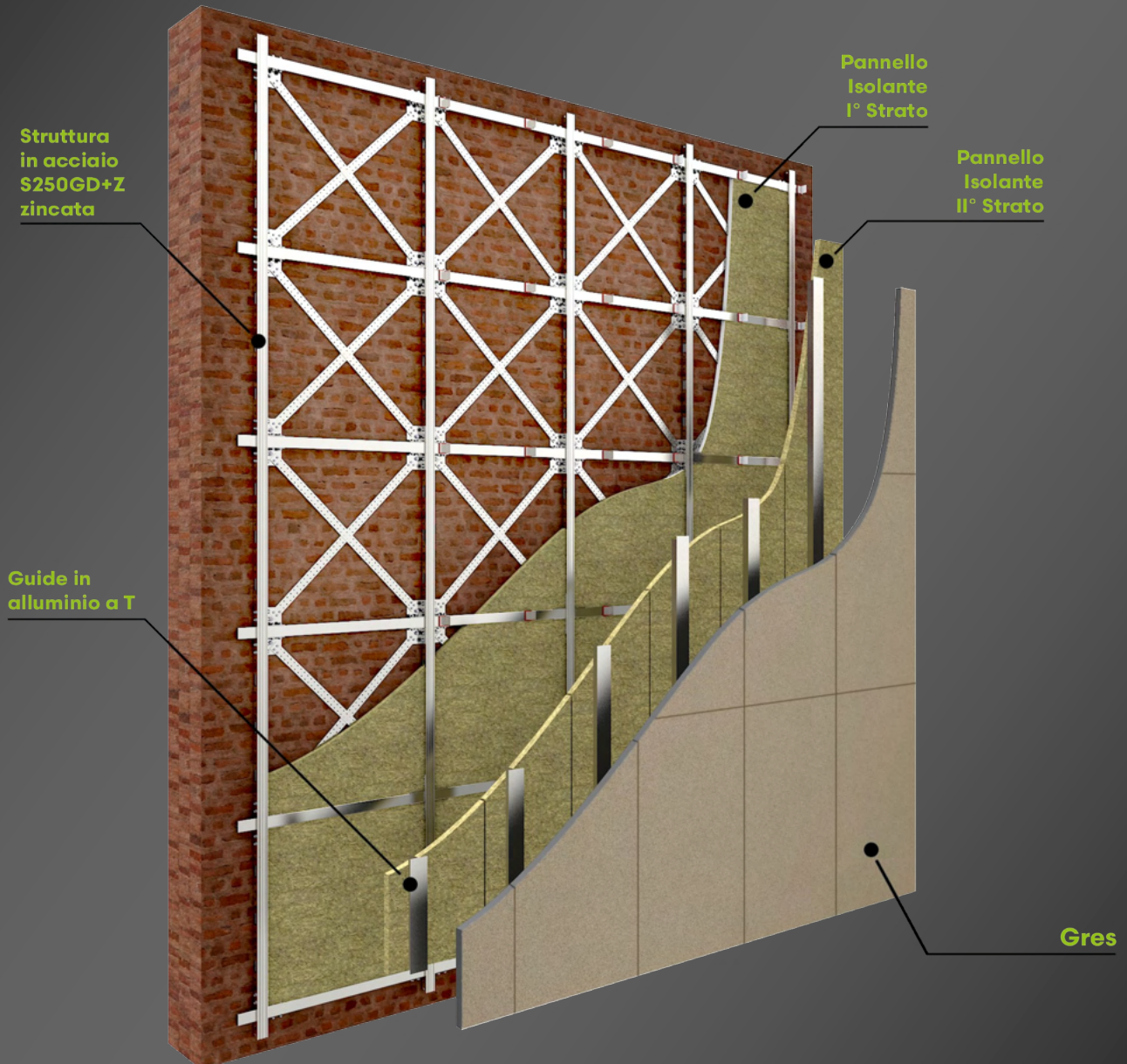
Il sistema a **controparete** è realizzato in sinergia con partner internazionali quali **Hilti** e **Knauf**.

Esso prevede l'implementazione di **mensole** e **montanti a T**, grazie ai quali è possibile realizzare contropareti che permettono **molteplici finiture**.



FACCIATA VENTILATA

Il **Resisto 5.9 Tube** si presta ad essere un adeguato supporto per l'installazione di qualsiasi tipo di **facciata ventilata**, quali ad esempio lastre in **gres** porcellanato di **qualsiasi spessore**, lastre in **fibrocemento** colorato in pasta, **pannelli decorativi** in alluminio.





RESISTO 5.9
il cappotto antisismico



PROGETTO SISMA SRL
Via Marzabotto, 4
41042 Fiorano Modenese (MO)