

# kerakoll

**2024**

Le informazioni contenute nel presente documento, fatte salve quelle destinate a finalità promozionali per loro stessa natura o per espressa indicazione di Kerakoll Spa, sono riservate e confidenziali; sono vietati qualsiasi uso, copia, condivisione o divulgazione non preventivamente autorizzati.

## Index

1. Gruppo
2. Sistema di offerta
3. ESG

## 1. Gruppo

- Kerakoll Group
- Milestone
- Vision
- Purpose
- Presenza globale
- Luoghi

**Gruppo**

# Kerakoll Group

**Kerakoll Group è una realtà multinazionale attiva nel settore dell'edilizia, con un'offerta integrata di prodotti e servizi per costruire luoghi migliori in cui vivere.**

Nata nel 1968, nel cuore del distretto ceramico di Sassuolo, con la produzione di adesivi per piastrelle, Kerakoll opera oggi attraverso tre Business Unit, focalizzate nel mondo **della Posa, dell'Edilizia e delle Superfici**.

Il Gruppo ha realizzato 744 milioni di euro di fatturato nel 2022 – di cui il 38% sui mercati esteri – e conta circa 2.200 collaboratori **diretti e indiretti**. È presente direttamente in 11 paesi, con 19 stabilimenti produttivi.

**Kerakoll è Società Benefit e** nel 2023 ha ottenuto la certificazione B Corp, a conferma del suo percorso ESG verso un nuovo **modello d'impresa per** generare valore economico, sociale e ambientale.



# Vision

“

**Alla base del nostro sviluppo c'è l'idea di costruire luoghi migliori in cui vivere assieme ai nostri partner, con cui condividiamo la passione per l'eccellenza e per le cose belle e fatte bene.**

Attraverso la nostra offerta integrata di prodotti e servizi, vogliamo essere una piattaforma di fiducia, efficienza ed **eccellenza nell'industria edilizia.**

Lavoriamo con i migliori professionisti per offrire soluzioni costruttive durevoli, efficienti dal punto di vista energetico, sicure, ma anche salubri e belle per coloro che abitano e vivono gli edifici.

”

**Romano, Fabio ed Emilia Sghedoni,  
Azionisti di Kerakoll Group**



## Purpose

To bring together  
passionate  
thinkers and makers  
to build better  
places to live.

Kerakoll vuole offrire al mondo la **possibilità di abitare luoghi** migliori in cui vivere.

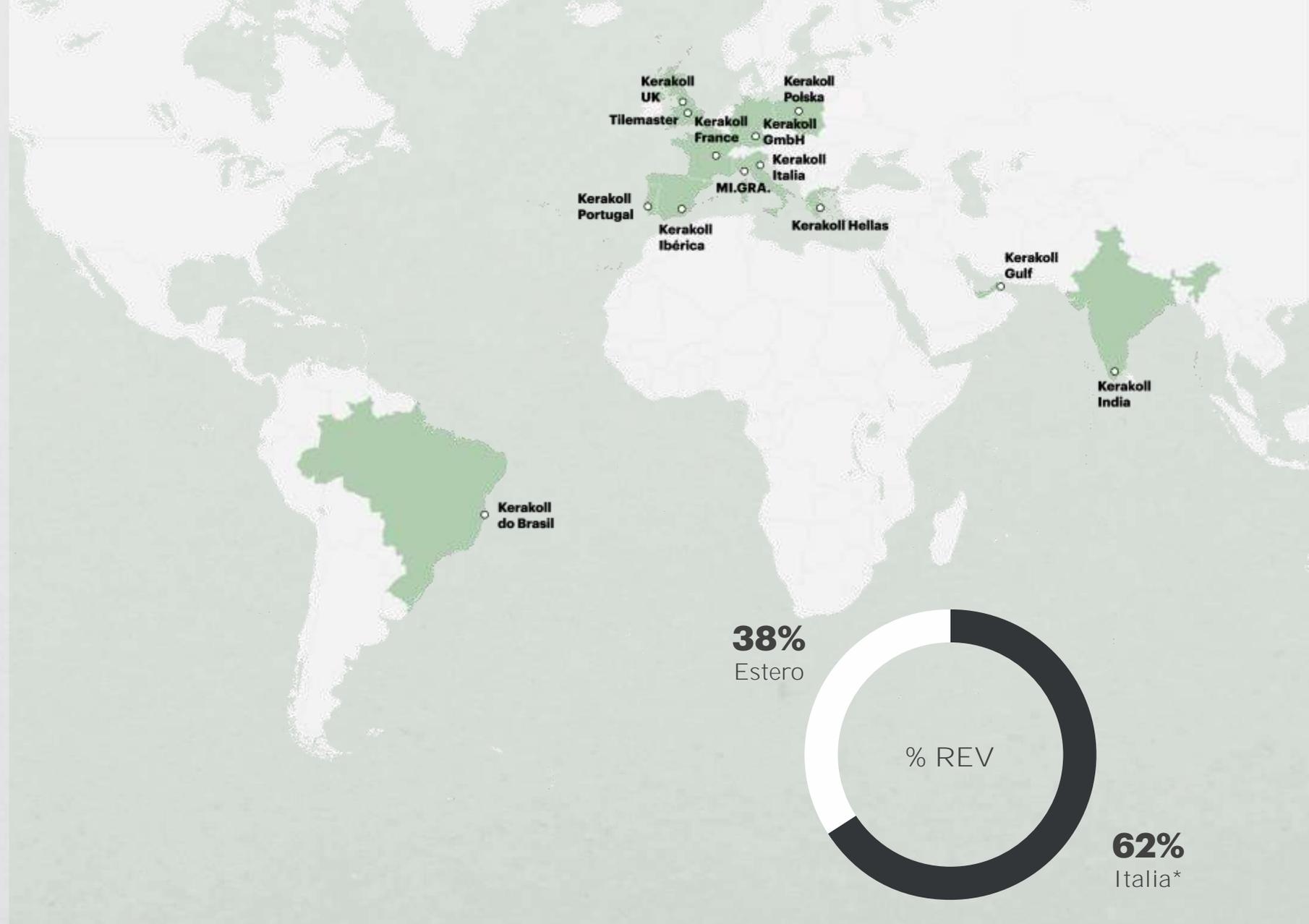
Per farlo, acquisisce il ruolo di aggregatore fra persone accomunate dalla passione per **ciò che fanno**.

Collaboratori, architetti, ingegneri, artigiani ed end-users, che propongono e realizzano ogni giorno idee e progetti innovativi.

# Presenza globale

Il processo di progressiva internazionalizzazione ci ha portato a realizzare il nostro fatturato per una quota del 38% sui mercati esteri, dove siamo presenti direttamente in 11 paesi.

- Stabilimenti produttivi: Italia, Spagna, Polonia, Grecia, Francia, Regno Unito, India, Brasile e Portogallo;
- **Società commerciali:** Germania e Emirati Arabi.



## Luoghi



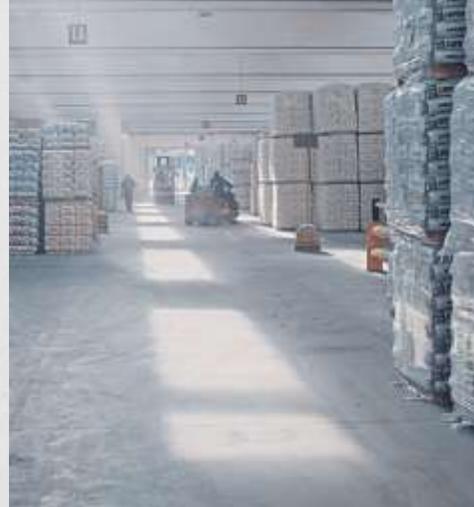
### Headquarter

Gli uffici sono concepiti all'insegna di sostenibilità ambientale e benessere delle persone e favoriscono la contaminazione e collaborazione con spazi confortevoli e multifunzionali.



### GreenLab

Il centro ricerche, dedicato alla ricerca e allo sviluppo tecnologico nel campo dei materiali da costruzione, accentra in un unico polo i laboratori scientifici del Gruppo.



### Stabilimenti produttivi

I 19 stabilimenti del Gruppo sono realizzati nel rispetto di importanti standard di sostenibilità e di risparmio energetico tipici dell'industrial footprint di Kerakoll.



### Campus

Le scuole di formazione e aggiornamento che promuovono e diffondono una nuova cultura del costruire, attraverso corsi a diversi livelli di specializzazione, sia teorici che pratici.



### Showroom

Gli spazi espositivi di Kerakoll nel cuore di Milano e a Sassuolo, dove scoprire le proposte del mondo design.

## 2. Sistema di offerta

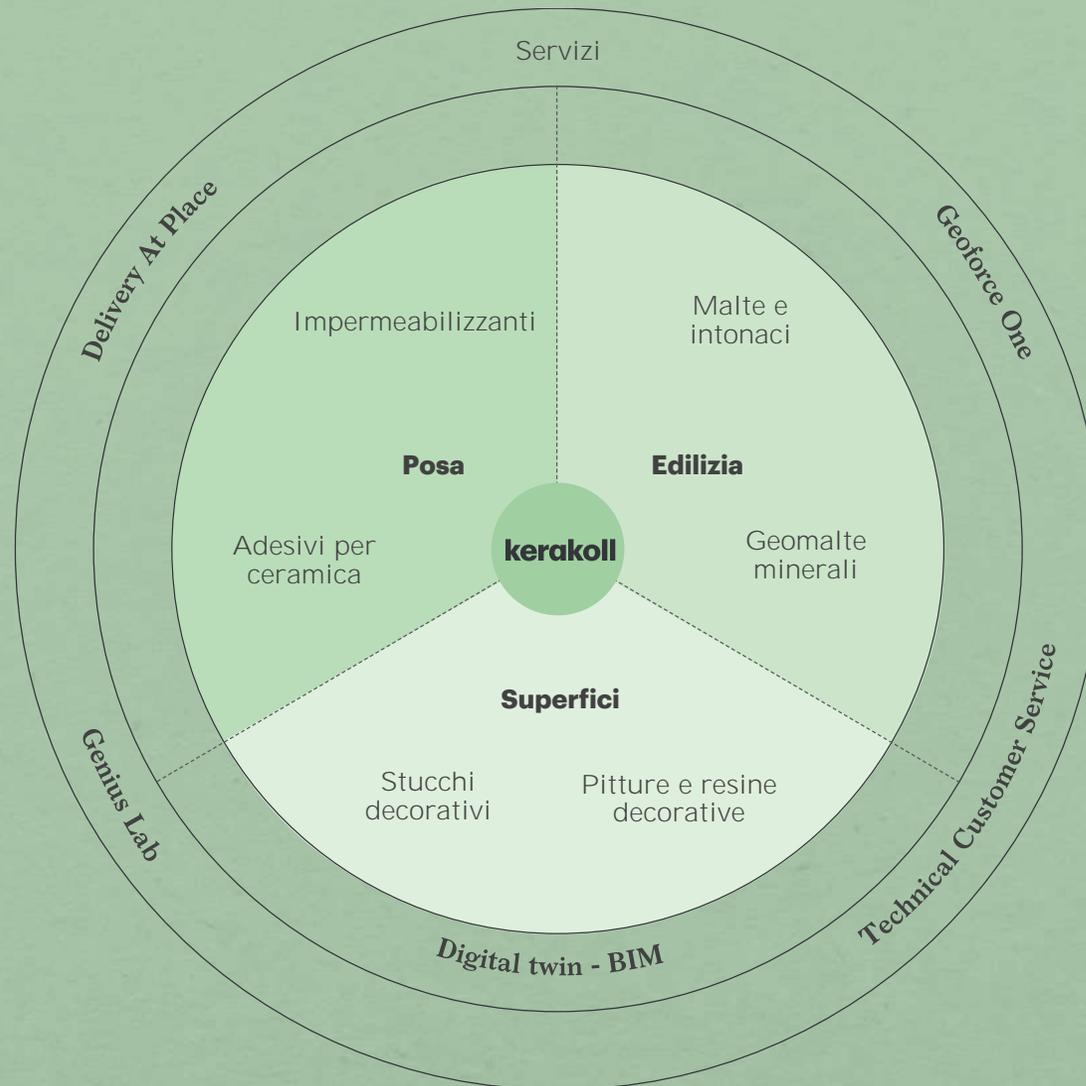
- Architettura
- Business Unit
- Servizi

## Sistema di offerta

# Architettura

**Kerakoll è una piattaforma integrata** che crea valore e porta efficienza **all'interno del settore edile**, abilitando relazioni di fiducia e coinvolgendo gli attori della filiera costruttiva attraverso:

- Una gamma completa di prodotti per la **Posa**, l'**Edilizia** e le **Superfici**
- Un'offerta di soluzioni integrate ed esclusive
- Un servizio di consulenza e assistenza tecnica



## Sistema di offerta

# Business Unit



### Posa

- Massetti
- Autolivellanti e livellanti
- Primer e preparatori
- Impermeabilizzanti
- Adesivi per posa ceramica



### Edilizia

- Ripristino, consolidamento e rinforzo strutturale
- Rasanti minerali
- Rasanti
- Malte traspiranti e per la deumidificazione
- Sistemi per l'isolamento termico
- Sigillanti da costruzione



### Superfici

- Design: Color Collection
- Colore: Decorazione per interni ed esterni
- Stucchi per ceramica e pietre naturali
- Resine industriali
- Adesivi per parquet e resilienti

## Sistema di offerta

### Servizi



#### D.A.P.

D.A.P. (Delivery At Place), sistema di trasporto che garantisce un servizio di consegna veloce, affidabile e sicuro alle rivendite clienti.



#### T.C.S.

T.C.S. (Technical Customer Service), servizio online di assistenza tecnica, richiesta di sopralluogo o prenotazione di una visita nei nostri showroom.



#### Genius Lab

Piattaforma digitale che permette ai nostri consulenti e progettisti di gestire i progetti in un unico ambiente di lavoro ed entrare in contatto con i professionisti della zona.



#### Geoforce One

Software di calcolo per dare agli ingegneri un supporto nella progettazione di interventi di rinforzo, attraverso l'utilizzo di tecnologie e materiali sviluppati e certificati Kerakoll.

## 3. ESG

→ B Corp

→ ESG Pillar

## B Corp

**Dopo la trasformazione nel 2021 in Società Benefit, nel 2023 Kerakoll ha ottenuto la certificazione B Corp, entrando così a far parte di un movimento globale di leader catalizzatori di cambiamento positivo.**

Una milestone ulteriore nel nostro percorso ESG, che rappresenta l'evoluzione da una tradizione basata sul **green building a un nuovo modello d'impresa, in cui il nostro business diventa una forza positiva per generare valore economico, sociale e ambientale e ispirare l'intero settore dell'edilizia.**

**Certified**



**Corporation**

# Pillar

Nel percorso di certificazione è stato considerato l'impatto generato dal Gruppo in queste aree:



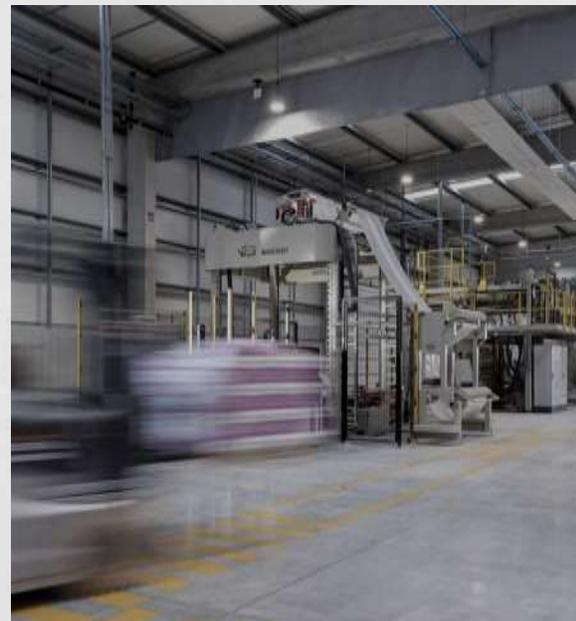
## Sostenibilità di prodotto

Sviluppiamo i migliori prodotti per l'edilizia per costruire luoghi sicuri, salubri e belli.



## Persone

Costruiamo luoghi di lavoro come contenitori di relazioni basate su flessibilità, fiducia, autonomia.



## Processi e partnership strategiche

Portiamo valore ed efficienza a tutta la filiera, collaborando con chi condivide la passione per l'eccellenza e le cose fatte bene.



## Civic engagement

Generiamo impatti positivi nella società, sostenendo progetti in campo sportivo, artistico, culturale.

# Consolidamento, ripristino e rinforzo strutturale del patrimonio edilizio

**Milano, XX.XX.XXXX – Relatore: xxxxxx xxxxxxxx**

The information contained in this document is classified and confidential, except for that intended for promotional purposes by their very nature or by express indication of Kerakoll S.p.A.; any use, copying, sharing or disclosure not previously authorized is prohibited.

| **kerakoll**

## Agenda

1. Contesto settore costruzioni
2. Sistemi certificati per il rinforzo strutturale
3. Certificazione, progettazione, accettazione e collaudo
4. Strumenti per la progettazione e per il cantiere
5. Dalla progettazione al cantiere: approfondimento di casi studio reali

# 1. Contesto settore costruzioni

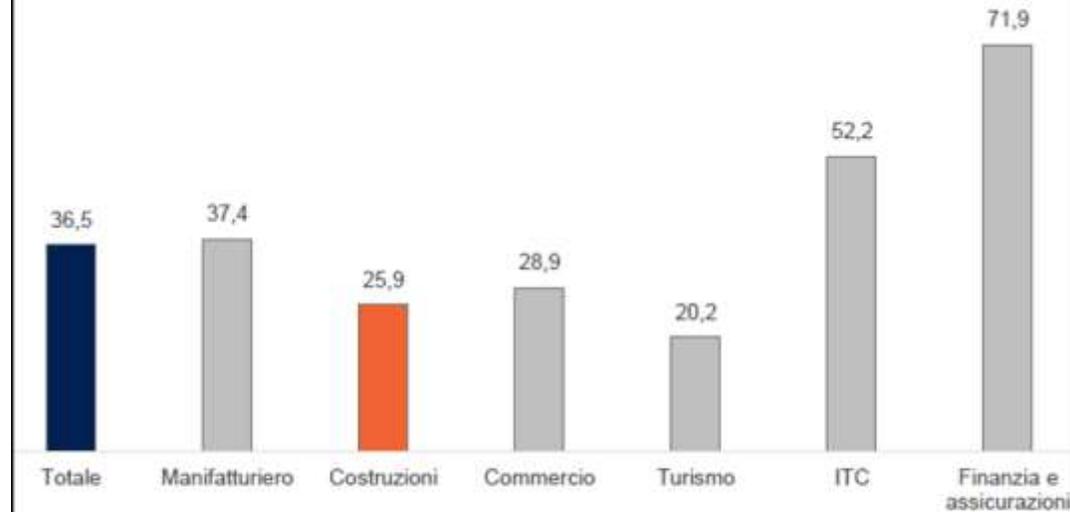
## Produttività e sostenibilità

Il settore delle costruzioni **non è produttivo**, nonostante il cambio di tendenza trainato dai bonus edilizi

→ **La produttività del settore delle costruzioni aumenta arrivando a 25,90 €**, ma non raggiunge ancora i livelli medi degli altri settori **dell'economia**

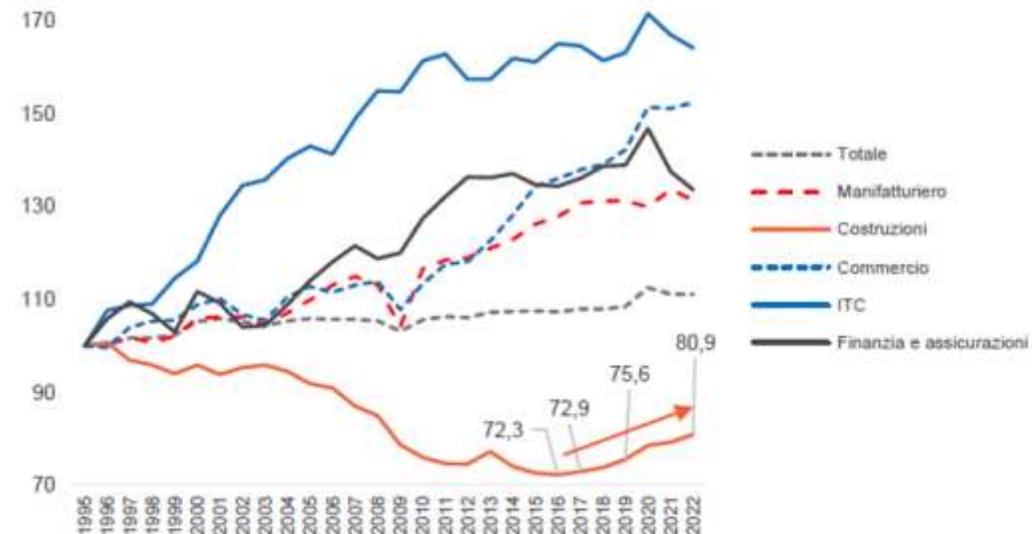
→ Nel 2022, rispetto alla media del triennio 2017-2019, il valore aggiunto per ora lavorata nel settore delle **costruzioni è aumentato del 9,2%** grazie ai bonus fiscali per le ristrutturazioni

Produttività oraria nel 2022 (euro per ora lavorata a valori costanti 2015)



Fonte: elaborazioni Cresme su dati Istat, contabilità nazionale

Trend di lungo termine della produttività oraria in Italia (1995=100, a prezzi costanti)



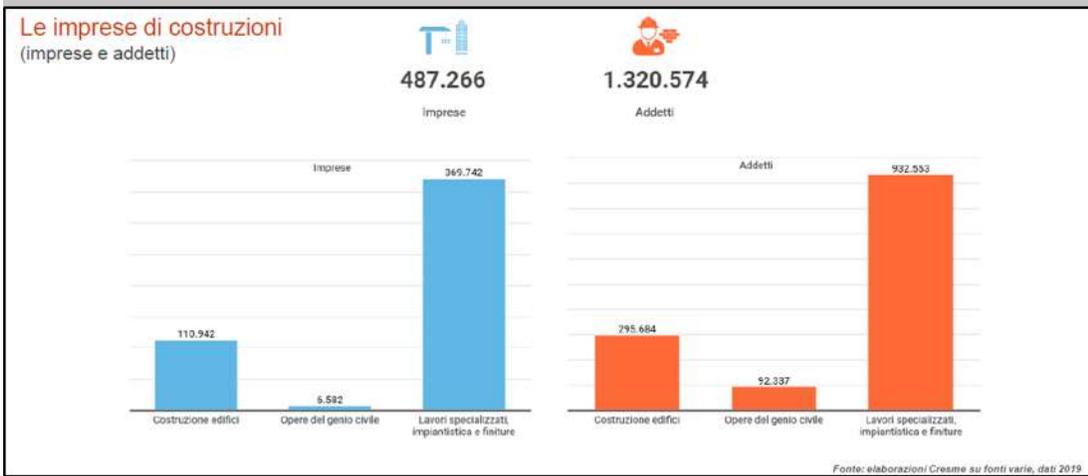
Fonte: elaborazioni Cresme su dati Istat, contabilità nazionale

# Produttività e sostenibilità

## Cause principali:

- **Complessità e frammentazione** della filiera
- Mancanza di integrazione tra progettazione ed esecuzione
- Flusso di informazioni tra i professionisti inefficiente
- Stime inaccurate dovute ad analisi tecnico-economiche preliminari poco realistiche.
- Scarsa adozione e **formazione all'utilizzo** di strumenti digitali

**Portare l'edilizia al livello di efficienza delle imprese del genio civile, significherebbe aumentare il valore aggiunto del settore fino a 5 miliardi di euro**



## Produttività e sostenibilità

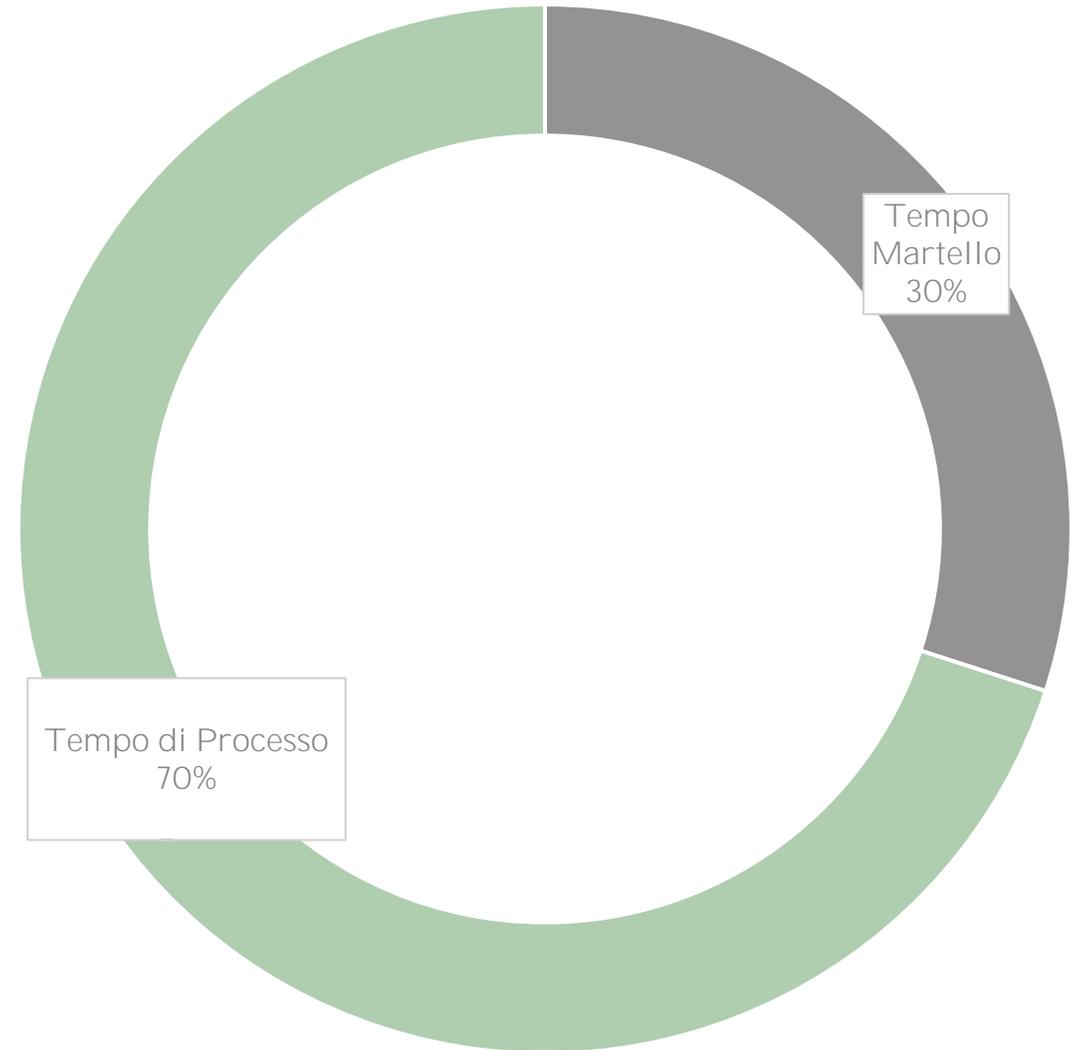
Il Tempo di Processo occupa il 70% delle risorse – in gran parte dei **progetti è lì che si creano errori ed inefficienze**

### → Tempo Martello

- ✓ Allestimento cantiere
- ✓ Lavorazioni
- ✓ Stoccaggio materiali
- ✓ Smaltimento rifiuti

### → Tempo di Processo

- ✓ Comunicazione
- ✓ Coordinamento
- ✓ Raccolta documentale
- ✓ Gestione progetto
- ✓ Consuntivazione

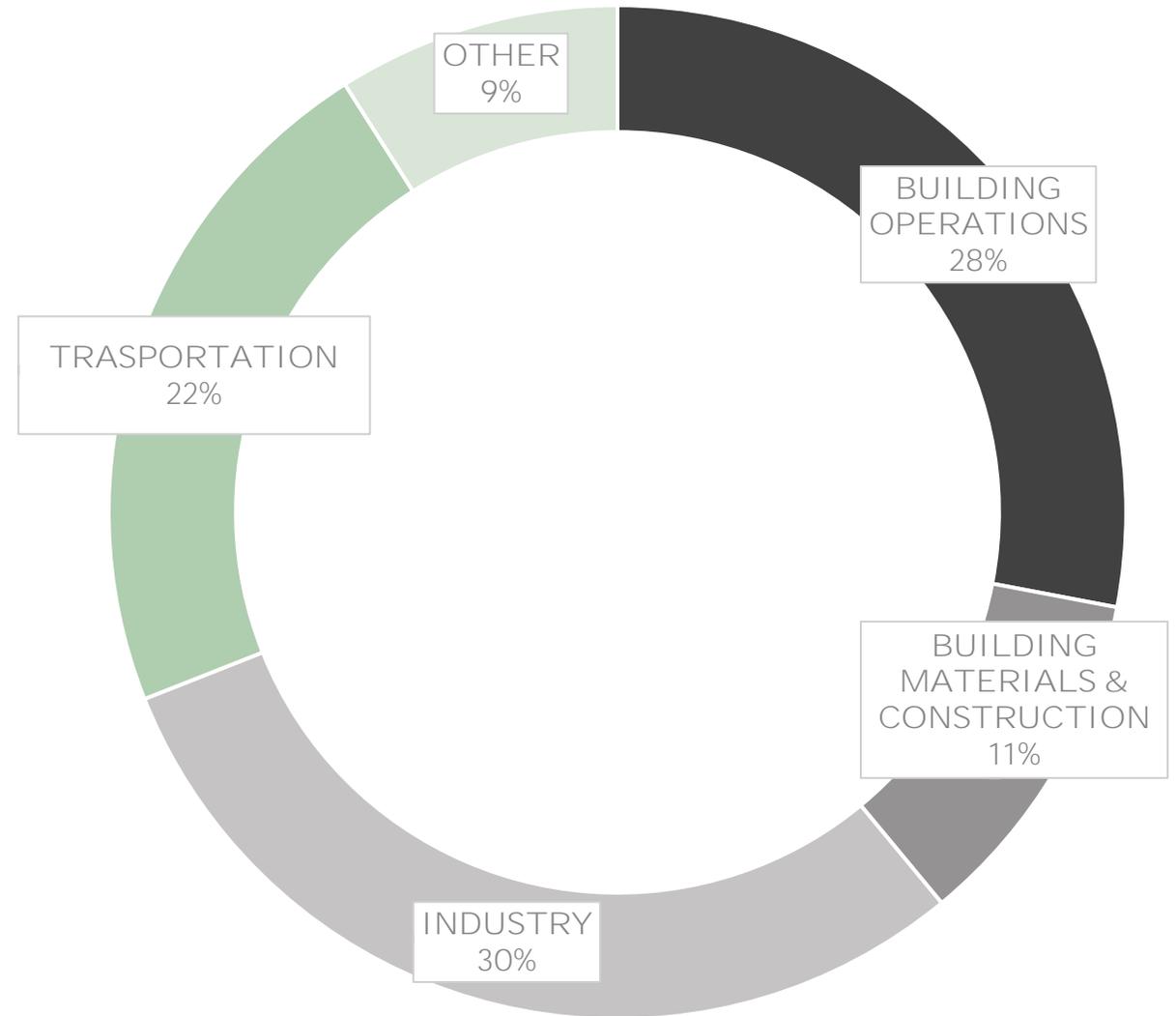


## Produttività e sostenibilità

Complessivamente, il 39% dei consumi di CO2 nel mondo sono legati alla vita degli edifici

→ 28 % gestione degli edifici

→ 11 % costruzione degli edifici



# Problematiche delle costruzioni

## Degrado dei materiali



### Muratura

- Chimico
- Fisico
- Meccanico



### Calcestruzzo

- Chimico
- Fisico
- Meccanico

## Rinforzo strutturale



### Azioni statiche

- Degrado dei materiali
- Incremento dei carichi
- Danni strutturali



### Azioni sismiche

- Degrado dei materiali
- Gerarchia delle resistenze
- **Riduzione vulnerabilità sismica**

# Le soluzioni Kerakoll

## Le soluzioni Kerakoll



### Servizi per la progettazione e per il cantiere

- Manuale tecnico
- Strumenti digitali
- Technical Customer Service
- Field service



### Prodotti e sistemi

- Gamma completa per ripristino, risanamento e rinforzo
- **Facilità e velocità di utilizzo**
- Certificazioni di prodotto e di sistema
- Certificazioni ambientali

## Certificazioni ambientali



### Gev Emicode

- **La più rigorosa certificazione** ambientale VOC
- **Igiene dell'aria in ambienti interni**
- Sicuramente un **criterio di sostenibilità**



### Environmental Product Declaration

- **Impatto ambientale del prodotto lungo l'intero ciclo di vita**
- **Dalla produzione all'uso allo smaltimento**
- Certificazione propedeutica ai requisiti CAM per le **gare pubbliche**
- **Comunica l'impegno dell'azienda sui temi della sostenibilità**



Aticelca® 11137-0006

### Aticelca 501 (sacchi da 25 kg)

- Certificazione che vale solo per la carta
- Sacchi prodotto **riciclabili come carta**
- **Percentuale di riciclabilità > 80%**
- **Anche sporco**

## 2. Sistemi certificati per il rinforzo strutturale

# Calcestruzzo

# Sistemi di rinforzo per il calcestruzzo



## Sistema SRG

- Geolite
- Geosteel G600/1200

Spessore 1-2 cm

## Sistema SRP

- Geolite Gel
- Geosteel G600/1200/2000/3300

Spessore 0.5-1 cm

## Sistema FRC

- Geolite Magma Xenon
- Steel Fiber

Spessore 1,5 – 4 cm

## Ringrosso tradizionale

- Geolite Magma
- Armatura integrativa

Spessore > 5 cm

- Incremento delle prestazioni
- Incremento di rigidezza

# Tessuto in acciaio UHTSS per sistemi SRP e SRG



## Acciaio Perlitico

Resistenze elevate

<b>Resistenza a trazione dei fili di acciaio</b>	<b>&gt; 2900 MPa</b>
Modulo elastico dei fili di acciaio	> 190 GPa
Deformazione a rottura	> 1.5 %
Area Filo	0.1076 mm <sup>2</sup>



## Trefolo 3x2

Perfetto ingranamento



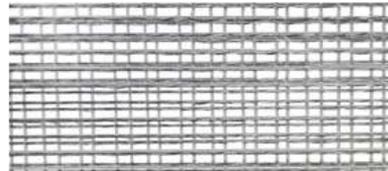
## Galvanizzazione protettiva

**Durabilità elevata**

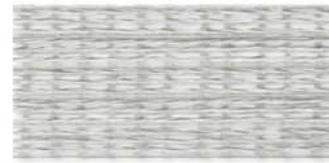
# Tessuto in acciaio UHTSS per sistemi SRP e SRG



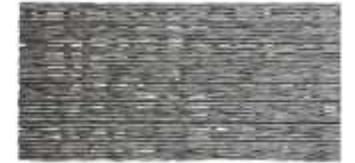
GeoSteel G600



GeoSteel G1200



GeoSteel G2000



GeoSteel G3300



SRG e SRP

kerakoll

SRP

Geolite, matrice minerale per i sistemi SRG

# Matrice minerale per strutture in calcestruzzo

→ Marcatura:

EN 1504-2 (protezione delle superfici)

EN 1504-3 (ricostruzione e rasatura)

EN 1504-6 (ancoraggi)

EN 1504-7 (passivazione barre)

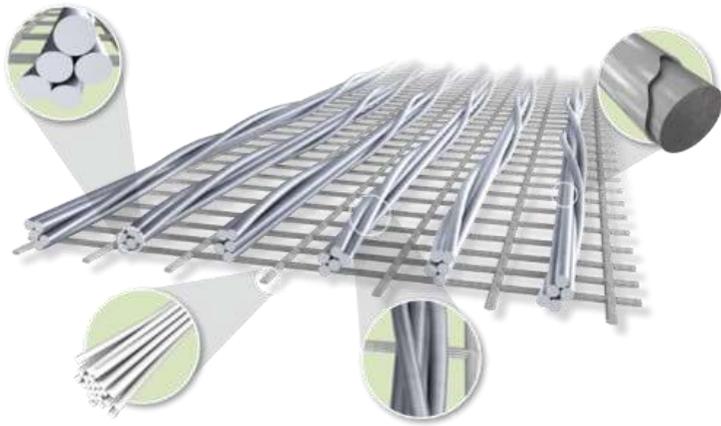
→ Elevata **tixotropia**

→ **Elevata reattività con stabilità dimensionale**

→ Superiori **resistenze chimico-meccaniche** senza uso di additivi



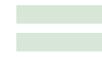
## SRG = Steel Reinforced Grout



Tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato UHTSS



Matrice minerale per il rinforzo di strutture in c.a. e c.a.p.



Struttura in calcestruzzo armato

**Geolite Gel, matrice epossidica per i sistemi SRP**

# Matrice organica per strutture in calcestruzzo

→ Marcatura:

CE – EN 1504-4 (adesivi strutturali)

→ EC1 PLUS – GEV EMICODE

→ Reazione al Fuoco Euroclasse C-s2,d0

→ Elevata Tg (59°C)

→ **Lunga lavorabilità in cantiere**

90 min a 20°

40 min a 30°

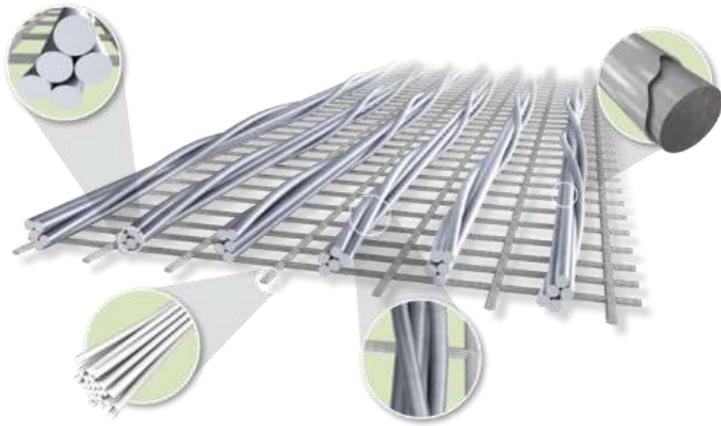
30 min a 35°

→ **Ottima bagnabilità del supporto: non richiede l'uso del Primer**

**kerakoll**



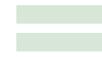
## SRP = Steel Reinforced Polymer



Tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato UHTSS



Resina epossidica bicomponente



Struttura in calcestruzzo armato

# Fibre corte in acciaio

- Marcatura:  
EN 14889-1 (fibre di acciaio per uso strutturale)
- Acciaio ad alta resistenza e alto indice di carbonio.
- Per sistemi certificati FRC in abbinamento a Geolite Magma Xenon o Geolite Magma
- Migliorano il comportamento duttile e le caratteristiche meccaniche di malte e calcestruzzi ad alta resistenza



# Matrice minerale per strutture in calcestruzzo

→ Marcatura:

EN 1504-7 (passivazione barre)

EN 1504-3 (ricostruzione classe R4)

EN 1504-6 (ancoraggi)

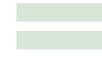
→ Colabile ad altissima prestazione

→ Elevata reattività con stabilità dimensionale

→ Superiori resistenze chimico-meccaniche senza uso di additivi



# FRC = Fiber Reinforced Concrete



Micro fibre di acciaio ad altissima resistenza

Matrice minerale fluida per il ripristino del cls

Solai in latero-cemento e strutture in cls

## Sistema di presidio antiribaltamento delle tamponature



Rete biassiale in fibra di basalto  
Geo Grid 120



Intonaco-rasante per sistemi di  
presidio antisfondellamento



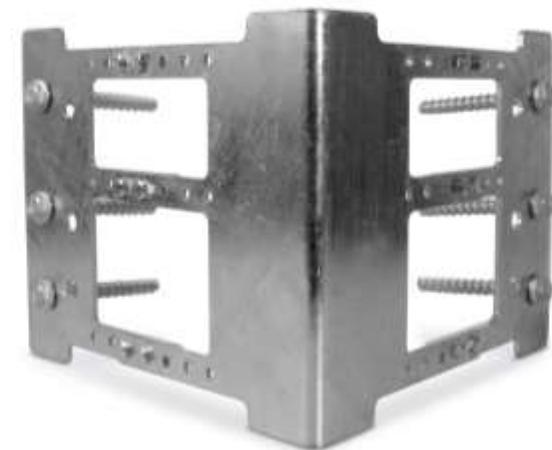
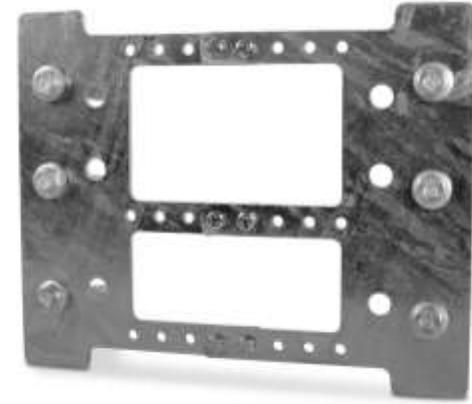
Sistema antiribaltamento  
tamponature

**\*\*Anche su intonaco esistente purché ben adeso ed in buono stato di conservazione**

## Steel Combo

Moduli standard

- Acciaio S355 marcato CE (UNI EN 1090-2)
- Conforme requisiti CAM
- Classe di esecuzione EXC3
- Zincatura a caldo
- Spessore 5 o 8 mm
  
- Adatto per ogni tipologia e geometria dei nodi
- Assemblabili in situ
- Ancoraggio a secco
- Ciclo completo rapido senza nessuna interruzione



## Moduli Steel Combo



### Facciata

"FX-YYY"  
Es: F5-500

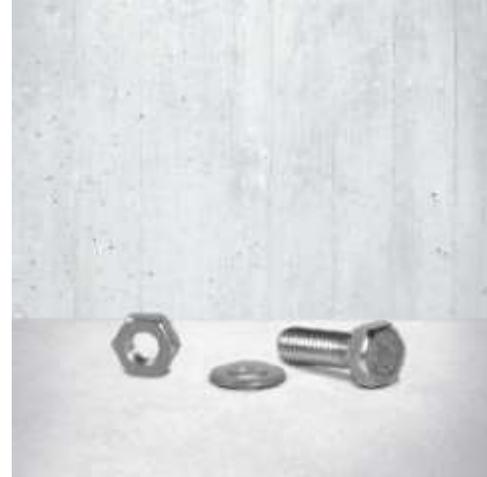
Spessore: 5, 8 mm = X  
Altezza: 200, 300, 500, 700 mm =  
YYY



### Angolo

"AX-YYY"  
Es: A5-500

Spessore: 5, 8 mm = X  
Altezza: 200, 300, 500, 700 mm =  
YYY



### Bullone-dado- rondella

"Bullone-d8"  
"Dado-d8"  
"Rondella-d8"

Diametro: 8 mm

- Classe 8.8
- Marcate CE



### Viti da cls

"MMS-plus SS 16x130"

Diametro: 16 mm  
Lunghezza: 130 mm

- Marcate CE
- Categoria sismica C2
- Connessione a secco

## Moduli Steel Combo



### Prolunghe

"PX"  
Es: P5

Spessore: 5, 8 mm = X



### Distanziali

"DX"  
Es: D8

Spessore: 5, 8 mm = X



### Prolunghe verticali

"PV5-ZZZ"  
Es: PV5-125

Spessore: 5 mm  
Lunghezza: 125, 160 mm = ZZZ



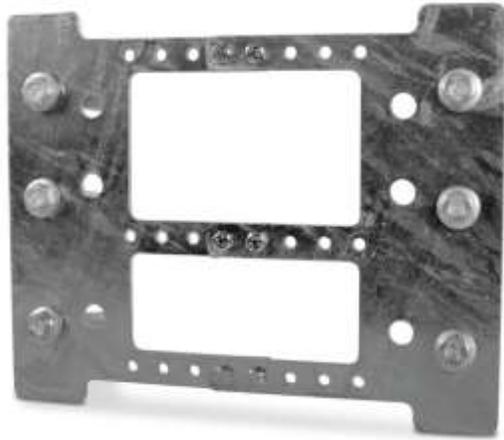
### Angoli diversi 90°

«C-AX-YYY»  
Es: C-A5-500

\*\* 65° ≤ **angolo Custom** < 180°

Spessore: 5, 8 mm = X  
Altezza: 200, 300, 500, 700 mm =  
YYY

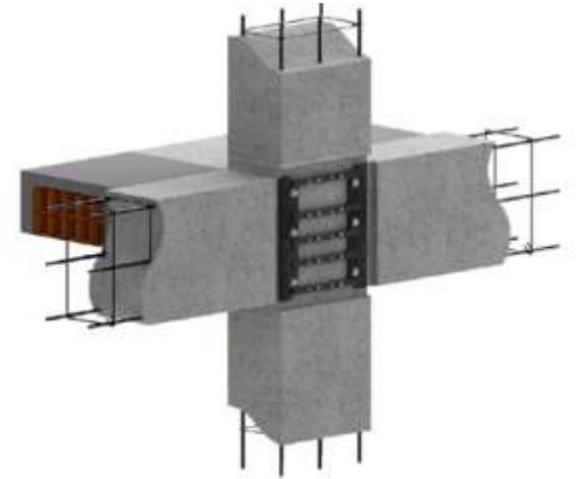
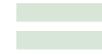
## Steel Combo



Moduli standard zincati e ancoraggio a secco con viti da c.a.



Matrice minerale per il ripristino di strutture in c.a. e c.a.p.



Confinamento nodi struttura in c.a. **dall'esterno**

# Solai

## Sistemi di consolidamento e rinforzo estradossale dei solai



### Rinforzo tradizionale

- Geolite Magma
- Armatura integrativa



### Rinforzo a flessione con FRC

- Geolite Magma Xenon
- Steel Fiber



### Piano rigido con FRC

- Geolite Magma Xenon
- Steel Fiber
- Steel Connect Wall

# Connettore perimetrale per diaframma di piano

→ Marcatura:

EN 1090-1 (componenti strutturali in acciaio)

→ Acciaio galvanizzato

→ Idoneo per la realizzazione di diaframma di piano con sistemi Geolite FRC e calcestruzzi tradizionali o alleggeriti

→ Assicura il collegamento del solaio alle pareti perimetrali garantendo il corretto trasferimento delle azioni sismiche alle strutture verticali



## Sistemi di consolidamento e rinforzo intradossale dei solai



### Riparazione

- Blocchi EPS
- Keraklima Eco Granello



### Rinforzo a flessione con SRG-SRP

- Geolite/Geolite Gel
- Geosteel G600/1200/2000/3300



### Antisfondellamento

- Geocalce multiuso/Geocalce Tenace
- Geo Grid 120
- Steel Dryfix 8/10
- Tassello Steel Dryfix 8/10

## Sistema di presidio antisfondellamento



Rete biassiale in fibra di basalto  
Geo Grid 120



Intonaco-rasante per sistemi di  
presidio antisfondellamento



Ripristino solaio e presidio  
antisfondellamento

**\*\*Anche su intonaco esistente purché ben adeso ed in buono stato di conservazione**

# Muratura

# Sistemi di consolidamento e rinforzo per la muratura



## Iniezioni

- Geocalce FL Antisismico

## Connessioni trasversali

- Diatoni Geosteel G600/1200
- Geocalce FL Antisismico
- Steel Helibar 6
- Steel Dryfix 8/10/12

## Sistema SRG

- Geocalce F Antisismico
- Geosteel G600/1200
- Geocalce FL Antisismico
- Iniettore&Connettore Geosteel

## Sistema FRM

- Geocalce F Antisismico
- Geosteel Grid 200/Geosteel Grid 400/Rinforzo ARV 100
- Geosteel G600/1200
- Geocalce FL Antisismico
- Steel Dryfix 8/10/12
- Tassello Steel Dryfix 8/10

# Geomalta strutturale traspirante fluida

→ Marcatura:

EN 998-2 (classe di resistenza M15 – malta strutturale )

→ Alta resistenza con **basso modulo elastico** che conferisce **elevata compatibilità** tra le resistenze delle malte e le resistenze caratteristiche delle **murature di ogni natura**

→ Elevata **traspirabilità**

→ EC1 PLUS – GEV EMICODE



Connessioni trasversali

# Diatoni Geosteel

Inghisati con Geocalce FL Antisismico

Connettore trasversale con apertura a fiocco

Reticolato

→ Lungo sfiocco nascosto tra i giunti di malta

→ Invisibile dopo ristilatura

**kerakoll**



## Connessioni trasversali

Barre elicoidali in acciaio inox AISI 304 e 316

→ Installazione a secco

→ Risultato invisibile



Ristilatura armata

→ Steel Helibar 6

Connessione trasversale

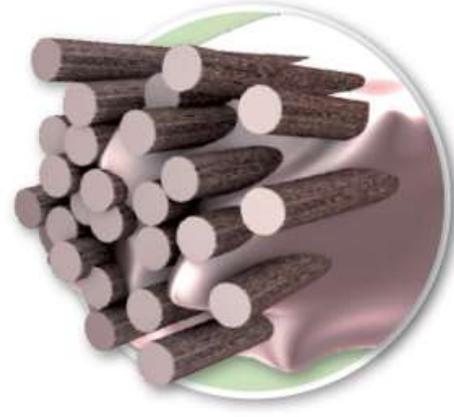
→ Steel Dryfix 8/10/12

→ Prova di pull out

**kerakoll**



# Rete biassiale in fibra di basalto e acciaio inox



## Basalto e acciaio inox AISI 304

Basalto	
Tensione media a trazione	> 3000 MPa
Modulo elastico	≥ 87 GPa

Acciaio Inox	
Tensione caratteristica a trazione	> 750 MPa
Modulo elastico	≥ 200GPa

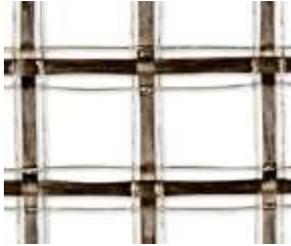
## Trattamento protettivo

- Impregnazione del basalto con resina **all'acqua priva di solventi**
- Elevata resistenza agli alcali

## Elevata tenacità della rete

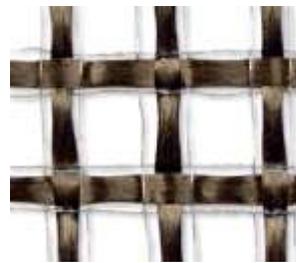
- **Elevata tenacità e resistenza al taglio**
- **Elevata duttilità e stabilizza il tessuto**
- Ottenuta dalla fusione di una roccia vulcanica

## Reti bidirezionali per sistemi FRCM



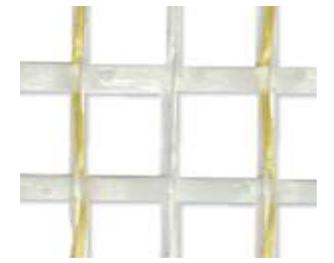
### Geosteel Grid 200

Rete biassiale in fibra di basalto e acciaio inox



### Geosteel Grid 400

Rete biassiale in fibra di basalto e acciaio inox



### Rinforzo ARV 100

Rete biassiale in fibra di vetro e aramide

## Geocalce F Antisismico, matrice minerale per i sistemi SRG e FRCM

# Matrice minerale per strutture in muratura

→ Marcatura:

EN 998-2 (classe di resistenza M15 – malta strutturale )

EN 1504-3 (ricostruzione e rasatura)

→ Alta resistenza con **basso modulo elastico** che conferisce **elevata compatibilità** tra le resistenze delle malte e le resistenze caratteristiche delle **murature di ogni natura**

→ Elevata **traspirabilità**

→ EC1 PLUS – GEV EMICODE



# FRCM = Fiber Reinforced Cementitious Mortar



Rete biassiale in fibra di **basalto** e **acciaio inox**

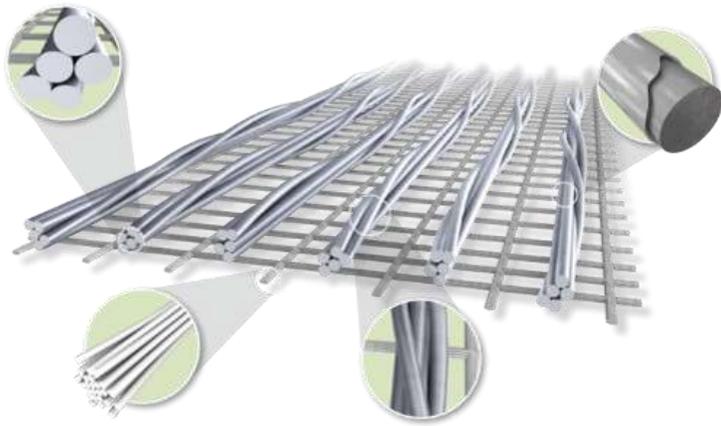


Matrice minerale per il rinforzo di strutture in muratura



Struttura in muratura di **laterizio**, **tufo** e **pietra**

## SRG = Steel Reinforced Grout



Tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato UHTSS



Matrice minerale per il rinforzo di strutture in muratura



Struttura in muratura di laterizio, tufo e pietra

# Le soluzioni kerakoll

Intera gamma di rinforzi strutturali certificati



# 3. Certificazione, progettazione, accettazione e collaudo

# Certificazione

## Certificazione dei sistemi di rinforzo: quadro normativo

# NTC 2018 cap. 11 par. 1

I materiali ed i prodotti per uso strutturale devono essere:

→ In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

A) .....

B) .....

C) materiali e prodotti per uso strutturale non ricadenti in una delle tipologie A) o B).

In tali casi il fabbricante dovrà pervenire alla **Marcatura CE** sulla base della pertinente **“Valutazione Tecnica Europea” (ETA)**, oppure dovrà ottenere un **“Certificato di Valutazione Tecnica”** rilasciato dal **Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**, previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale, anche sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ove disponibili; con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, su conforme parere della competente Sezione, sono approvate Linee Guida relative alle specifiche procedure per il rilascio del **“Certificato di Valutazione Tecnica”**.

## NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI E CIRCOLARE ESPLICATIVA

DM Infrastrutture 17 gennaio 2018

Circolare 21 gennaio 2019, n. 7/C.S.LL.PP.

In un unico volume  
Decreto e Circolare  
raffrontati paragrafo  
per paragrafo

kerakoll

Adel  
INGEGNERIA DEL GENIO CIVILE

DOWNLOAD

Nel contenuto extra  
la Banca Dati di tutte  
le norme antecedenti  
su  
[www.build.it](http://www.build.it)

## Principali differenze tra CVT (Italia) e Marcatura CE (Europa)

### CVT

- Valida in **ITALIA**
- Valido solo per i sistemi riconosciuti dalla LL.GG. Ministeriale
- **Accettazione in cantiere obbligatoria perché CVT non garantisce stesso livello di controllo e qualità proprio della Marcatura CE**

### Marcatura CE

- Valida in **EUROPA**
- **Prove aggiuntive** qualificanti per i sistemi Kerakoll
- **Accettazione in cantiere a discrezione della DL, supportata da un controllo qualità di produzione di fabbrica garantito e certificato proprio dalla Marcatura CE**

# Certificato CVT dei sistemi FRC

## FRC calcestruzzo

- Geolite Magma + Steel fiber
- Geolite Magma Xenon + Steel fiber

Linee guida italiana Aprile 2019



→ IT Dicembre 2020

kerakoll

<b>CERTIFICATO DI VALUTAZIONE TECNICA</b> ai sensi del Cap.11, punto 11.1 lett. c) del D.M. 17.1.2018	
<b>Denominazione commerciale del Prodotto</b>	Sistemi GeoLite FRC: - "GeoLite Magma & Steel Fiber" - "GeoLite Magma Xenon & Steel Fiber"
<b>Oggetto della certificazione e campo di impiego</b>	FRC (Fiber Reinforced Concrete) - malte fibrorinforzate per il rinforzo esterno di strutture esistenti in c.a., c.a.p. e solai di qualsiasi natura.
<b>Titolare del Certificato</b>	KERAKOLL SpA Via dell'Artigianato, 9 41049 - Sassuolo (MO)
<b>Centro di distribuzione e Stabilimento di produzione</b>	KERAKOLL 1: Via dell'Artigianato, 9 41049 - Sassuolo (MO) KERAKOLL 2: Via Pedemontana, 25 41049 Sassuolo (MO) KERAKOLL 3: Via Corradini, 6 42048 Rubiera (RE)
<b>Validità del Certificato</b>	Anni 5 a decorrere dalla data di protocollo sopraindicata
Il presente Certificato è emesso in formato digitale ed è riproducibile solo nella sua interezza	

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici  
Servizio Tecnico Certificazioni



VIA NOBENTANA, 2 - 00161 ROMA  
TEL. 06-4412.5430  
[www.cislup.it](http://www.cislup.it)

# Marcatura CE dei sistemi SRP

## SRP calcestruzzo

- Geosteel G600 + Geolite Gel
- Geosteel G1200 + Geolite Gel
- Geosteel G2000 + Geolite Gel
- Geosteel G3300 + Geolite Gel

I primi sistemi di rinforzo a matrice epossidica marcati CE

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE  
Istituto per le Tecnologie della Costruzione  
ITC

 CPR NB n. 0970  
ITC - CNR  
Via Lombardia, 49  
20098 San Giuliano Milanese (MI) - Italia

**CERTIFICATO DI CONFORMITÀ  
DEL CONTROLLO DELLA PRODUZIONE IN FABBRICA  
0970-CPR-0133/CE/FPC19**

In conformità al Regolamento 305/2011/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 (Regolamento Prodotti da Costruzione o CPR) questo certificato si applica al prodotto da costruzione

**“GeoSteel SRP  
(GeoSteel G600 e GeoLite® Gel, GeoSteel G1200 e GeoLite® Gel,  
GeoSteel G2000 e GeoLite® Gel, GeoSteel G3300 e GeoLite® Gel)”**

**Kit SRP (Steel Reinforced Polymer) composto da micro-trefoli in acciaio,  
rete in fibra di vetro e adesivo epossidico**

**PAC 34: KIT PER EDIFICI, UNITÀ, ELEMENTI PREFABBRICATI**

impresso sul mercato da  
**Kerakoll S.p.A.**  
Via Artigianato n. 9 - 41049 Sassuolo (MO) - Italia

e prodotto nelle Fabbriche di  
**(KK1) Via dell'Artigianato, 9 - 41049 Sassuolo (MO) - Italia**  
**(KK2) via Pedemontana n. 25 - 41049 Sassuolo (MO) - Italia**  
**(KK4) via dell'Industria, 19 - 35020 Brugine (PD) - Italia**

Questo certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la valutazione e la verifica della costanza della prestazione descritta nei documenti

**ETA 18/0314 rilasciato il 19/06/2020**  
ed  
**EAD 340210-00-0104**

nell'ambito del sistema 2+ sono applicate e che  
**il controllo di produzione in fabbrica è conforme ai requisiti applicabili.**

Questo certificato è stato rilasciato la prima volta il 12/04/2019 ed ha validità sino a che l'ETA, l'EAD, il prodotto da costruzione, i metodi di AVCP o le condizioni di produzione in fabbrica non siano modificate significativamente, a meno che non sia sospeso o ritirato dall'Organismo notificato di certificazione del controllo della produzione in fabbrica.

San Giuliano Milanese, 23 giugno 2020  
Revisione n. 2

   
EUROPEAN TECHNICAL  
ASSESSMENT  
**n° 18/0314**

*Il Direttore Tecnico*  
*Ing. Antonio Bonati*  
BONATI  
ANTONIO  
23.06.2020  
15:37:25 UTC

## Marcatura CE dei sistemi FRCM e SRG

### SRG calcestruzzo

- Geosteel G600 + Geolite
- Geosteel G1200 + Geolite

### SRG muratura

- Geosteel G600 + Geocalce F Antisismico
- Geosteel G1200 + Geocalce F Antisismico

### FRCM muratura

- Geosteel Grid 200 + Geocalce F Antisismico
- Geosteel Grid 400 + Geocalce F Antisismico
- Rinforzo ARV 100 + Geocalce F Antisismico

**kerakoll**

 CPR NB n. 0970  
ITC - CNR  
Via Lombardia, 49  
20098 San Giuliano Milanese (MI) - Italia

**CERTIFICATO DI CONFORMITÀ  
DEL CONTROLLO DELLA PRODUZIONE IN FABBRICA**  
**0970-CPR-0152/CE/FPC21**

In conformità al Regolamento 305/2011/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 (Regolamento Prodotti da Costruzione o CPR) questo certificato si applica al prodotto da costruzione

**“GeoSteel FRM - GeoSteel Grid 200 e GeoCalce F Antisismico - GeoSteel Grid 400 e GeoCalce F Antisismico - GeoSteel ARV 100 e GeoCalce F Antisismico”**

**Sistemi compositi a matrice inorganica incollati esternamente per il rinforzo di strutture in calcestruzzo e muratura**

**PAC 34: KIT PER EDIFICI, UNITÀ, ELEMENTI PREFABBRICATI**  
immeso sul mercato da  
**Kerakoll S.p.A.**  
Via Artigianato 9 - 41049 Sassuolo (MO) - Italia  
e prodotto nelle Fabbriche di  
**(KK1) via dell'Artigianato, 9 - 41049 Sassuolo (MO) - Italia**  
**(KK3) via Corradini n. 6, 42048 Rubiera (RE) - Italia**

Questo certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la valutazione e la verifica della costanza della prestazione descritta nei documenti

**ETA 19/0326 rilasciato il 13/07/2022**  
ed  
**EAD 340275-00-0104**

nell'ambito del sistema 2+ sono applicate e che

**il controllo di produzione in fabbrica è conforme ai requisiti applicabili.**

Questo certificato è stato rilasciato la prima volta il 29/06/2021 ed ha validità sino a che l'ETA, l'EAD, il prodotto da costruzione, i metodi di AVCP o le condizioni di produzione in fabbrica non siano modificate significativamente, a meno che non sia sospeso o ritirato dall'Organismo notificato di certificazione del controllo della produzione in fabbrica.

San Giuliano Milanese, 11 agosto 2022  
Revisione n. 1

    
EUROPEAN TECHNICAL ASSESSMENT  
**n° 19/0326**

*Il Direttore Tecnico*  
Ing. Antonio Bonati  
  
antonio bonati  
11.08.2022  
07:44:06  
GMT+01:00

 CPR NB n. 0970  
ITC - CNR  
Via Lombardia, 49  
20098 San Giuliano Milanese (MI) - Italia

**CERTIFICATO DI CONFORMITÀ  
DEL CONTROLLO DELLA PRODUZIONE IN FABBRICA**  
**0970-CPR-0151/CE/FPC21**

In conformità al Regolamento 305/2011/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 (Regolamento Prodotti da Costruzione o CPR) questo certificato si applica al prodotto da costruzione

**“GeoSteel SRG - GeoSteel G600 e GeoCalce F Antisismico/GeoCalce FL Antisismico/ Geolite/ Geolite Magma - GeoSteel G1200 e GeoCalce F Antisismico/GeoCalce FL Antisismico/ Geolite/ Geolite Magma”**

**Sistemi compositi a matrice inorganica incollati esternamente per il rinforzo di strutture in calcestruzzo e muratura**

**PAC 34: KIT PER EDIFICI, UNITÀ, ELEMENTI PREFABBRICATI**  
immeso sul mercato da  
**Kerakoll S.p.A.**  
Via Artigianato 9 - 41049 Sassuolo (MO) - Italia  
e prodotto nelle Fabbriche di  
**(KK1) via dell'Artigianato, 9 - 41049 Sassuolo (MO) - Italia**  
**(KK3) via Corradini n. 6, 42048 Rubiera (RE) - Italia**

Questo certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la valutazione e la verifica della costanza della prestazione descritta nei documenti

**ETA 19/0325 rilasciato il 13/07/2022**  
ed  
**EAD 340275-00-0104**

nell'ambito del sistema 2+ sono applicate e che

**il controllo di produzione in fabbrica è conforme ai requisiti applicabili.**

Questo certificato è stato rilasciato la prima volta il 29/06/2021 ed ha validità sino a che l'ETA, l'EAD, il prodotto da costruzione, i metodi di AVCP o le condizioni di produzione in fabbrica non siano modificate significativamente, a meno che non sia sospeso o ritirato dall'Organismo notificato di certificazione del controllo della produzione in fabbrica.

San Giuliano Milanese, 11 agosto 2022  
Revisione n. 1

    
EUROPEAN TECHNICAL ASSESSMENT  
**n° 19/0325**

*Il Direttore Tecnico*  
Ing. Antonio Bonati  
  
antonio bonati  
11.08.2022  
07:44:06  
GMT+01:00

Pubblicazione EAD sulla gazzetta ufficiale europea: luglio 2020

Marcatura CE ottenuta il 30 giugno 2021, i primi sistemi FRCM e SRG certificati in Italia e in Europa

## Differenze tra CVT (Italia) e Marcatura CE (Europa) nei sistemi SRG e FRCM

### CVT

Requisiti standard

- Gelo & Disgelo
- Ambienti umidi
- Ambienti salini
- Ambiente alcalino
- Sollecitazioni termiche

### Marcatura CE

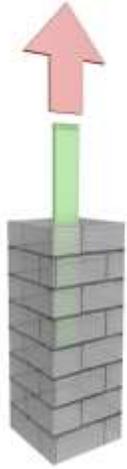
Requisiti standard

- Gelo & Disgelo
- Ambienti umidi
- Ambienti salini
- Ambiente alcalino
- Sollecitazioni termiche

Requisiti aggiuntivi

- Alkali soil
- Resistenza al carburante
- Pull-out
- Over-lap
- Prove cicliche di fatica
- Prove di creep
- Pull-off

## Requisiti aggiuntivi: ancoraggi mediante prova di pull-out



### Pull-out test

SRP

- CNR-DT 200: 200 mm
- Test marcatura: 150 mm

SRG

- CNR-DT 200: 300 mm
- Test marcatura : 250 mm



### SRG-SRP su supporto in cls

- Geolite Magma
- Geolite Gel



### SRG su supporto in laterizio

- Geocalce FL Antisismico



### SRG su supporto in tufo

- Geocalce FL Antisismico

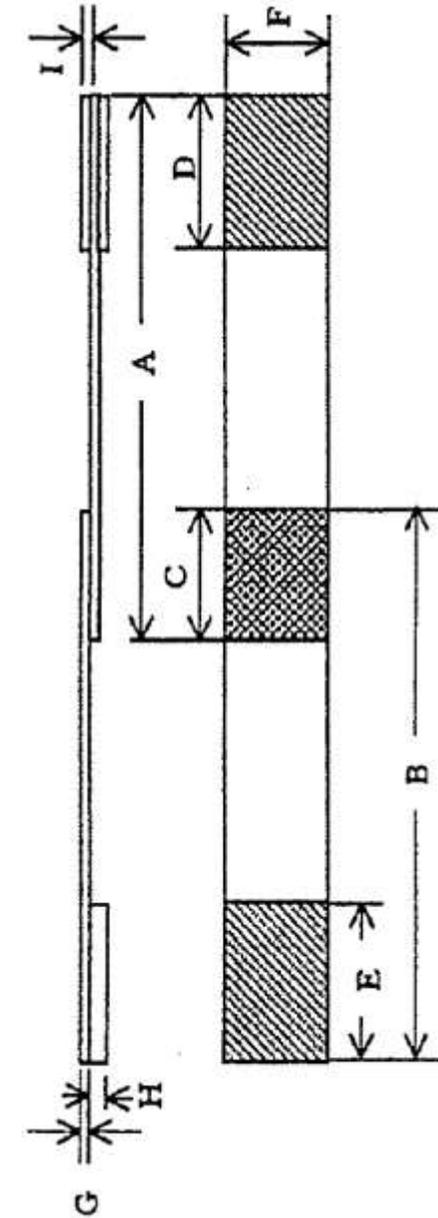
## Requisiti aggiuntivi: lunghezza di sovrapposizione

### Over-lap test

→ SRP = 20 cm

(i CVT non riportano alcuna informazione a riguardo)

→ SRG/FRCM = 30 cm

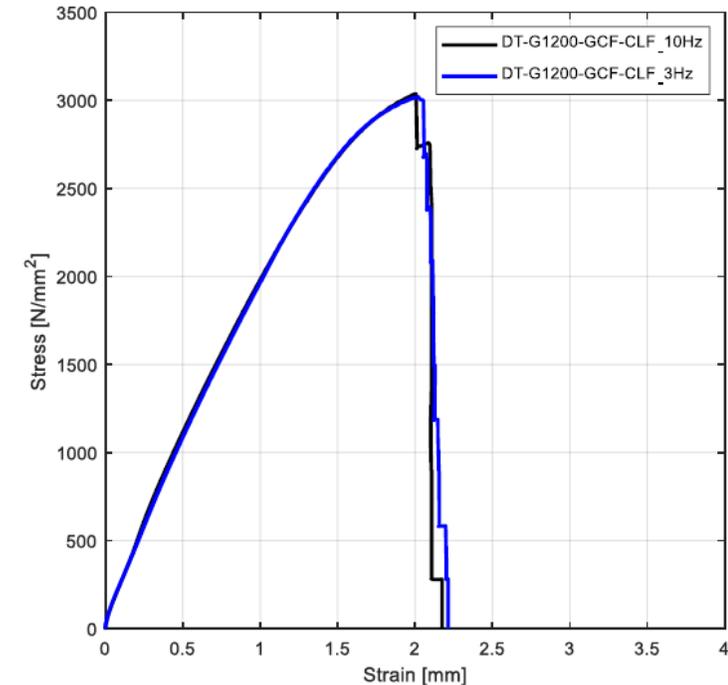
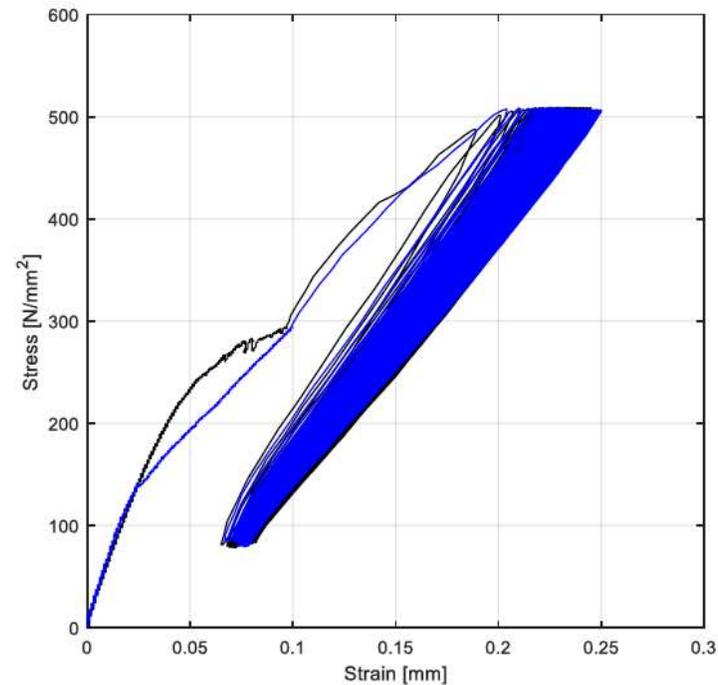


## Requisiti aggiuntivi: resistenze meccaniche

### Prove cicliche di fatica

Carichi ciclici ripetuti nel tempo

- **Intensità: 60% resistenza ultima**
- Durata: 2 milioni di cicli con frequenza 3 Hz
- Grafico 1: sforzo-deformazione durante i cicli
- Grafico 2: prova di trazione diretta al termine dei cicli



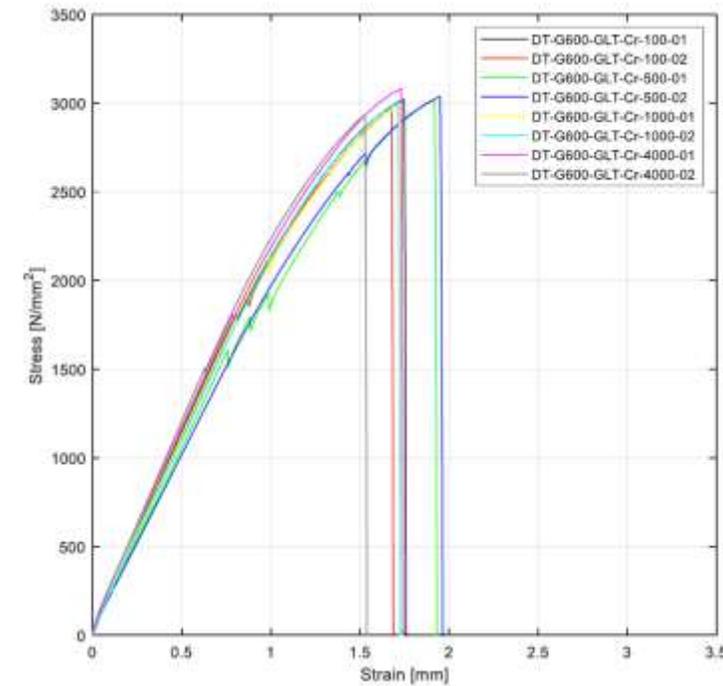
## Requisiti aggiuntivi: resistenze meccaniche

### Prove di creep

Carichi significativi, costanti e prolungati nel tempo

→ Intensità: 70% resistenza ultima

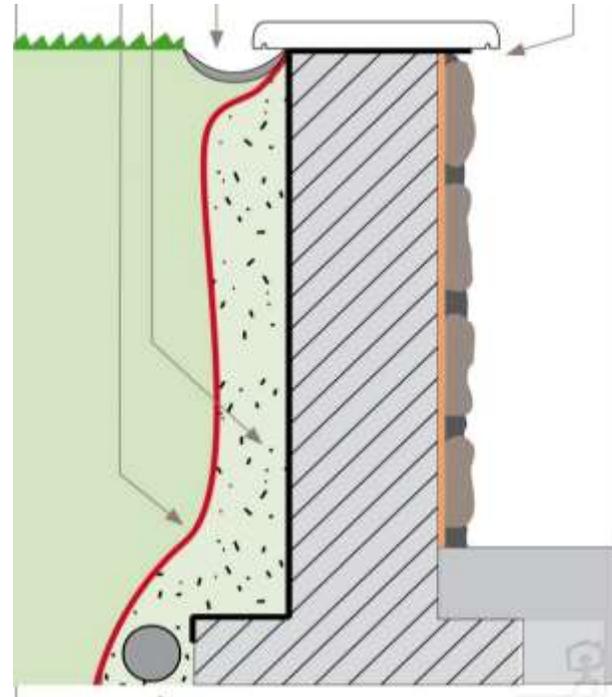
→ Durata: carico costante per 100, 500, 1000 e 4000 ore



Requisiti aggiuntivi: durabilità

## Alkali soil

- Temperatura:  $35^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$
- Terreno con pH 6,5-7,5 e umidità 25-30%
- Durata: 1000 ore
- Test trazione diretta



Requisiti aggiuntivi: durabilità

Resistenza al carburante

- Immersione provino in una soluzione con carburante diesel
- Test trazione diretta



# Accettazione

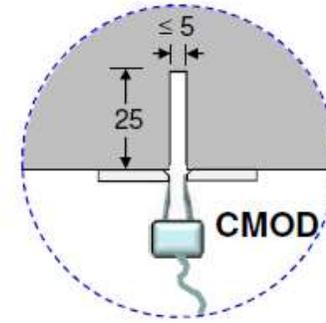
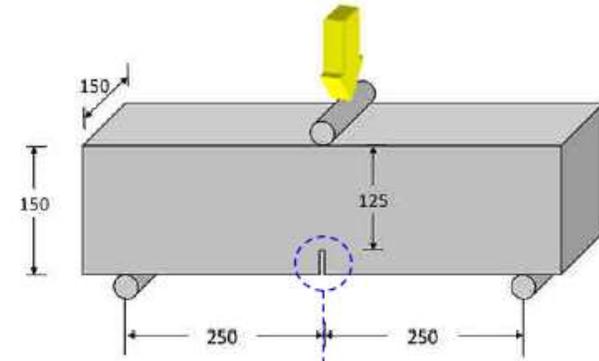
## Accettazione in cantiere: sistemi FRC soggetti a CVT

### Comportamento di un sistema FRC

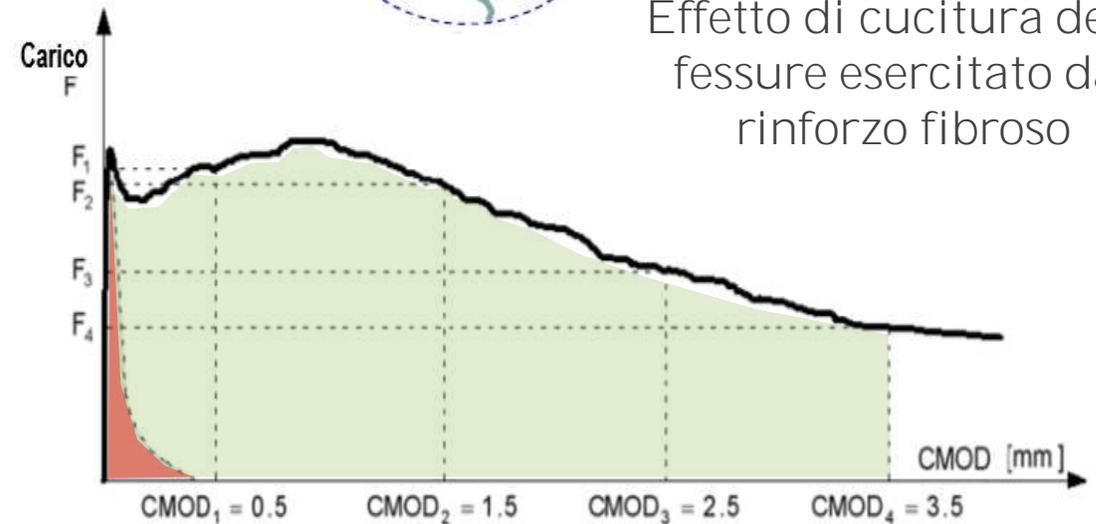
Test di flessione

CMOD = Crack Mouth Opening Displacement

→ Per ogni miscela omogenea di FRC è obbligatorio fare almeno un prelievo di 2 campioni ogni 100 m<sup>3</sup> di getto, da sottoporre a prova di flessione secondo la EN 14651.



Effetto di cucitura delle fessure esercitato dal rinforzo fibroso



Misuro il carico a determinate aperture della lesione

## Accettazione in cantiere: sistemi FRP & FRCM

### CVT

- I controlli di accettazione sono **obbligatori** sotto la **responsabilità del DL**
- Devono essere eseguiti prima o contestualmente alla messa in opera del sistema di rinforzo
- **La richiesta di prove è sottoscritta dalla DL**
- Acquisizione preventiva di una copia del CVT del sistema
- Controllo di marcatura CE e DOP per ogni singolo prodotto utilizzato

### Marcatura CE

- Organismo di certificazione di parte terza (Ente Notificato) che grazie al Sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione (AVCP 2+) **garantisce l'applicazione da parte del** produttore dei controlli di produzione previsti da EAD.
- Accettazione a **discrezione della DL** in quanto andrebbero a rideterminare prestazioni che il legislatore europeo con il Regolamento, ritiene **siano già garantite e regolate con il processo di** marcatura CE



*Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*

*Servizio Tecnico Centrale*

## Aggiornamento febbraio 2022

- Specifica la richiesta di acquisizione preventiva di una copia del CVT del sistema
- Modifica condizioni ambientali e manodopera campioni accettazione
- Modifica confronto risultati accettazione e CVT

*Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica(FRCM) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti*

## Accettazione in cantiere: sistemi FRP & FRCM

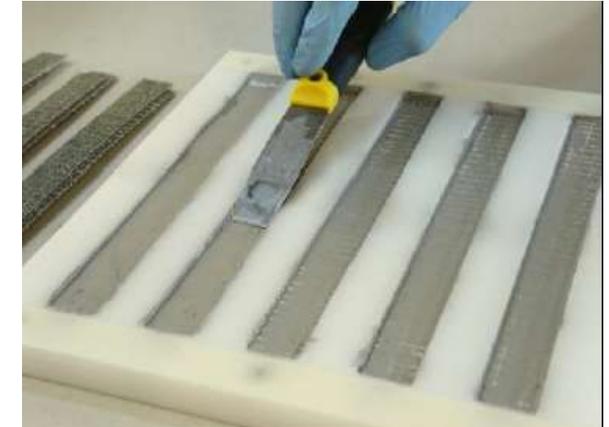
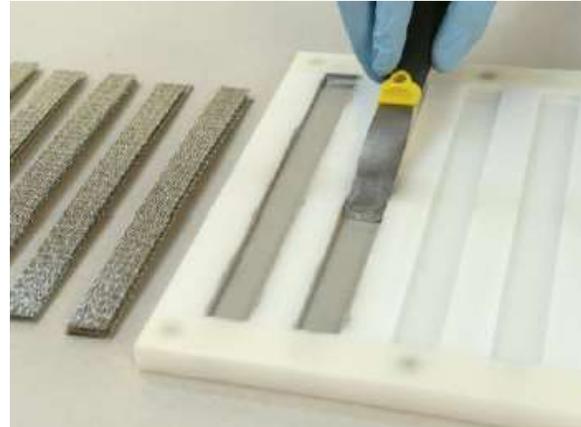
### FRP/SRP

- N°3 provini per ogni tipologia di resina per la determinazione della temperatura di transizione vetrosa.  $T_{g,media} (test) \geq T_g$
- N° 6 campioni per ogni tipo di rinforzo
- Realizzati in cantiere impiegando gli stessi addetti, stesse condizioni ambientali
- Impiegando gli stessi addetti del cantiere
  
- $\sigma_{u,media} (test) \geq 85\% \sigma_{u,caratteristica}$

### SRG/FRCM

- N° 6 campioni per ogni tipo di rinforzo
- Realizzati in condizioni standardizzate, nello stesso cantiere o, in alternativa, presso un Laboratorio abilitato
- Impiegando lo stesso personale del cantiere o, in alternativa, personale qualificato del laboratorio
  
- $\sigma_{u,media} (test) \geq \sigma_{u,caratteristica}$

# Accettazione in cantiere: sistemi FRP & FRCM



## Materiali

- Matrice
- Tessuto/rete
- Cassero apposito
- Accessori

## 1° strato matrice

- Geolite Gel
- Geolite
- Geocalce F Antisismico

## Stesura rete

- Geosteel G
- Geosteel Grid
- Rinforzo ARV100

Leggera pressione per assicurare  
**l'ingranamento tra fibra e matrice**

## 2° strato matrice

- Geolite Gel
- Geolite
- Geocalce F Antisismico

SRP-FRCM-SRG



# Collaudo

## Accettazione in cantiere: sistemi FRP/SRP e SRG/FRCM

### Prove non distruttive

- Prova di «battitura»
- Prove di tipo acustico stimolato
- Prove ultrasoniche ad alta frequenza
- Prove termografiche
- Prove in emissione acustica

### Prove semi-distruttive

- Prova di strappo a taglio (single lap shear)
- Prova di strappo normale (pull-off)

**Predisporre zone aggiuntive (“testimoni”) di rinforzo in zone non critiche**

Capitolo 6.2 (CNR-DT 200) e 8.2 (CNR-DT 215)

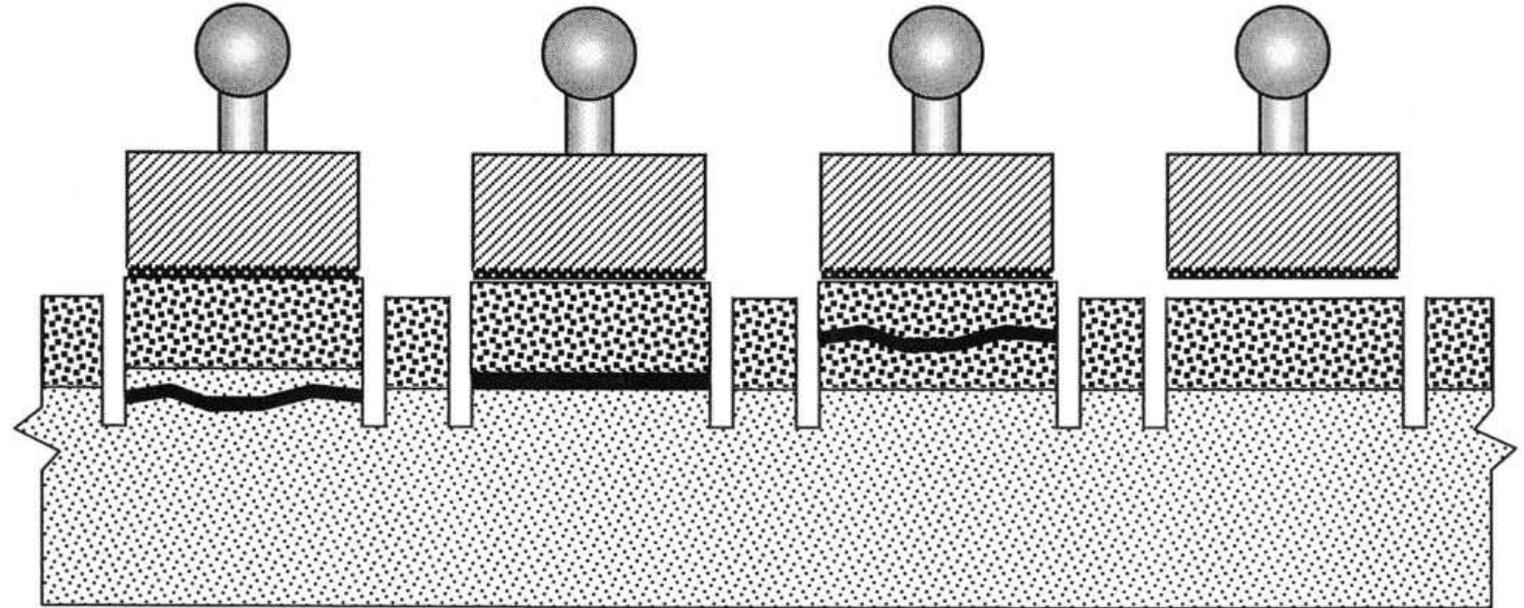
**«Tipo e numerosità delle prove da eseguire devono essere commisurati all'importanza dell'intervento, valutando l'incidenza delle zone trattate in rapporto alle dimensioni della struttura»**

## Prove semi-distruttive

### Pull-off test

#### Modalità di esecuzione del test:

1. **Taglio (circolare o poligonale) per l'intero spessore del rinforzo fino a 2 mm nel supporto**
2. **Installazione «dolly» per realizzazione prova**
3. Forza di taglio normale



→ **Valutazione modalità di rottura**

→ Valutare corretta installazione sistema

→ **È la prova più semplice e comune per il collaudo dei sistemi posti in opera**



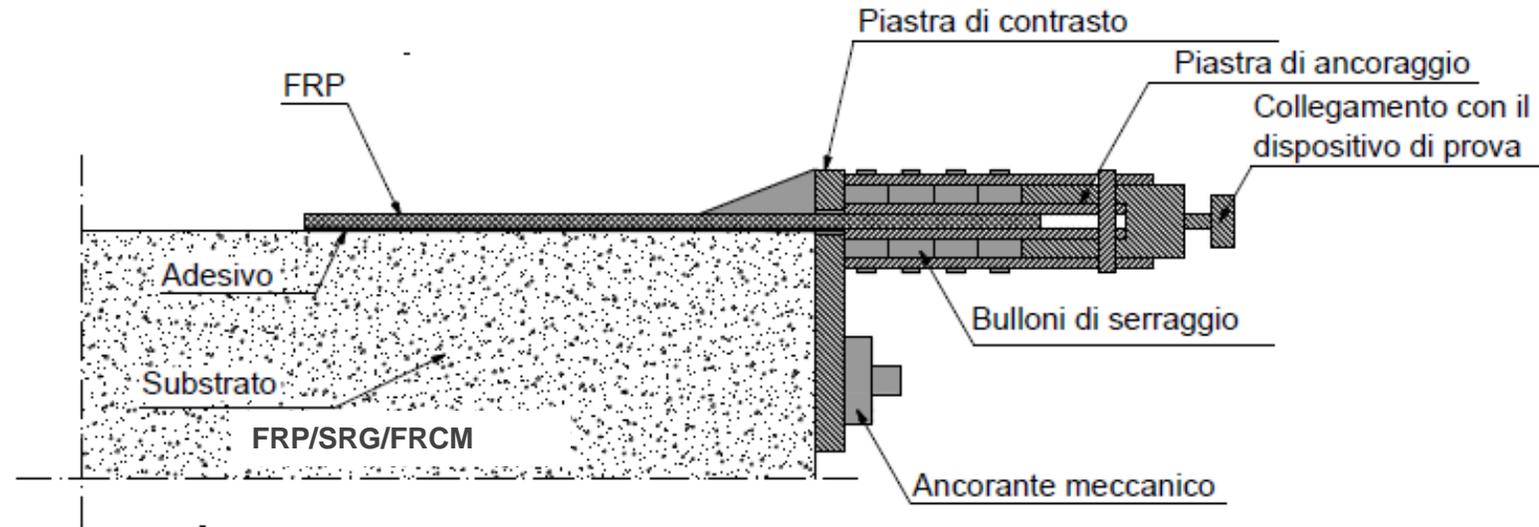
## Prove semi-distruttive

### Single lap shear

#### → Modalità di esecuzione del test:

1. Realizzazione rinforzo in corrispondenza di uno spigolo libero con lunghezza di ancoraggio 200 mm (SRP) o 300 mm (SRG/FRCM)
2. Forza radente utilizzando lo spigolo come contrasto
3. **Almeno l'80% delle prove (almeno due su tre nel caso di sole tre prove) forniscono una tensione di strappo di intensità non inferiore all'85% del valore della tensione di progetto massima (SRP) o tensione limite convenzionale (SRG/FRCM)**

→ Test complesso raramente utilizzato



# Progettazione

## Preparazione supporti: «Kit di collaudo e preparazione»

Supporto FRP  
Asciutto

Grado di ruvidezza:

→ TAB 5: resine e rasanti

Supporto FRCM  
Umido

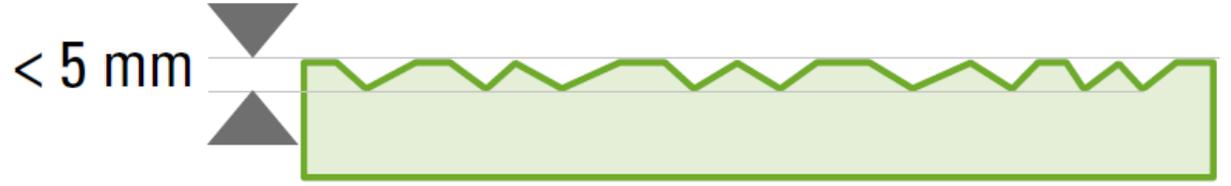
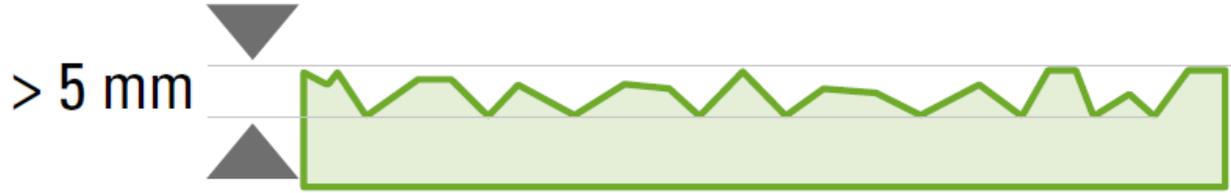
Grado di ruvidezza:

→ TAB 8: malte tixotropiche

→ TAB 9: malte iper-fluide



# Preparazione supporti: «Kit di collaudo e preparazione»



# Linee guida CNR per la progettazione dei sistemi di rinforzo compositi

SRP - FRP

SRG - FRCM

FRC



CNR DT 200 R1/2013



CNR DT 215/2018



CNR DT 204/2006



Ministero  
dei beni e delle  
attività culturali  
e del turismo

Geoforce one  
Software

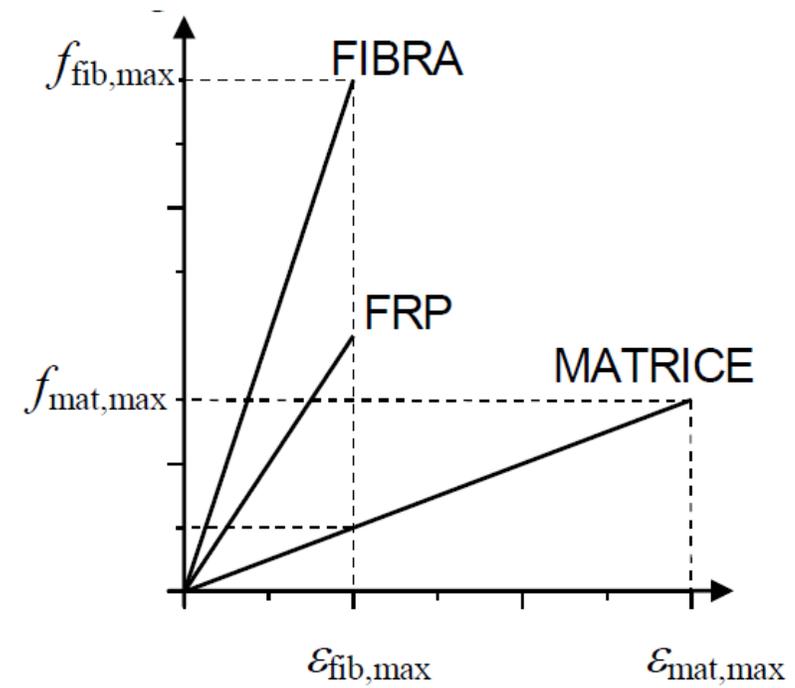
# Progettazione

SRP

## SRP

### Sistema composito

- Matrice: organica (resina epossidica)
- Fibra: tessuto (fibra di acciaio)
- Legame costitutivo composito: elastico-fragile

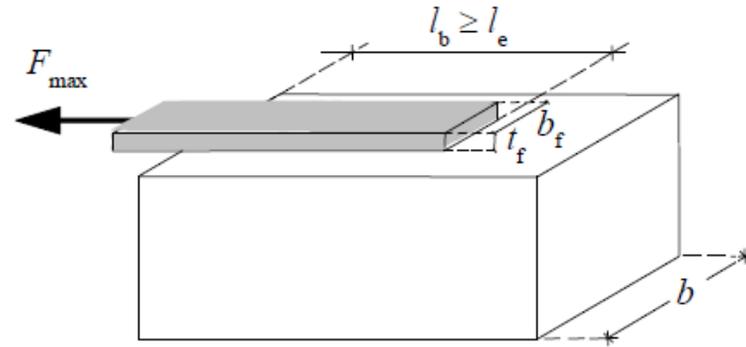


# Progettazione dei Sistemi SRP



## CNR-DT 200 R1/2013

Linea guida per la progettazione di sistemi composti a matrice organica



## Interazione supporto

La tensione di progetto del rinforzo FRP dipende dalla forza massima trasmissibile dal rinforzo al supporto



## Preparazione supporto

- Scarifica supporto verificabile mediante apposite tabs in cantiere
- Eventuale rimozione e ripristino calcestruzzo degradato e trattamento delle barre metalliche

## Progettazione dei Sistemi SRP

### CNR-DT 200

#### Capitolo 3.3.3

- $\eta = \eta_a * \eta_1$
- $\eta_a$  coefficiente ambientale in funzione del tipo di fibra
- $\eta_1$  coefficiente per carichi a lungo termine (prove aggiuntive marcatura CE)
- $\eta_1$  coefficiente per carico ciclico (prove aggiuntive marcatura CE)
- SLU di distacco dal supporto:  $\gamma_m$  variabile da 1.20 a 1.50 a giudizio del progettista

$$X_d = \eta \cdot \frac{X_k}{\gamma_m}$$

## Progettazione dei Sistemi SRP

$f_{ffd}$

tensione di distacco d'estremità

(modo 1)

$$f_{ffd} = \frac{1}{\gamma_{f,d}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot E_f \cdot \Gamma_{Fd}}{t_f}} \quad \Gamma_{Fd} = \frac{k_b \cdot k_G}{FC} \cdot \sqrt{f_{cm} \cdot f_{ctm}}$$

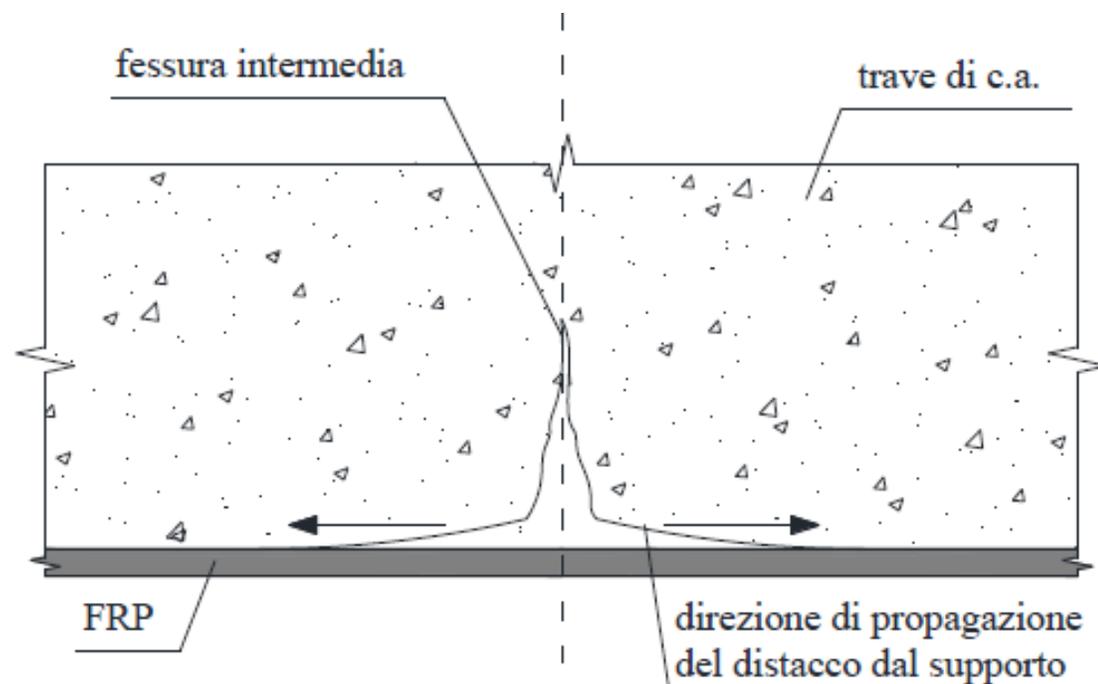
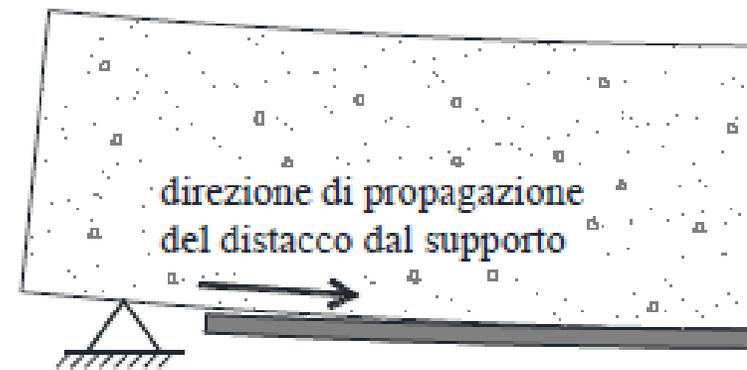
$f_{ffd,2}$

tensione di distacco intermedia

(modo 2)

$$f_{ffd,2} = \frac{k_q}{\gamma_{f,d}} \cdot \sqrt{\frac{E_f}{t_f} \cdot \frac{2 \cdot k_b \cdot k_{G,2}}{FC} \cdot \sqrt{f_{cm} \cdot f_{ctm}}}$$

kerakoll



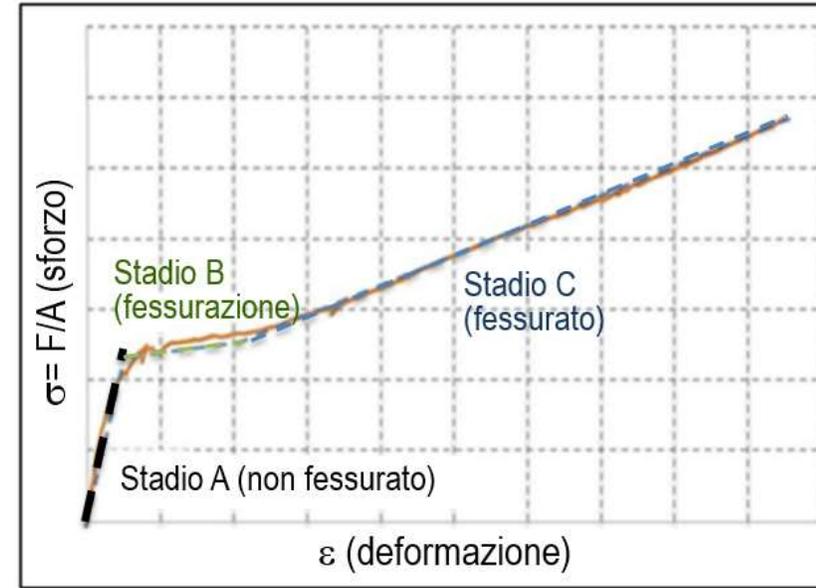
# Progettazione

SRG-FRCM

# SRG-FRCM

## Sistema composito

- Matrice: inorganica tixotropica (malta)
- Fibra: tessuto (fibra di acciaio) / rete (fibra di basalto)
- Legame costitutivo composito diviso in 3 fasi



# Progettazione dei Sistemi SRG-FRCM

→ CNR-DT 215/2020

Linea guida per la progettazione di sistemi compositi a matrice inorganica

→ Preparazione supporto

→ Interazione supporto specifica per ogni tipo di supporto

## CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

COMMISSIONE DI STUDIO PER LA PREDISPOSIZIONE E L'ANALISI  
DI NORME TECNICHE RELATIVE ALLE COSTRUZIONI

### Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica



CNR-DT 215/2018



## Progettazione dei Sistemi SRG-FRCM

Single lap shear composito (distacco dal supporto)

- Tutti i supporti: calcestruzzo, laterizio, tufo, pietra
- Diversi meccanismi di rottura
- Si ricava  $F_{max}$  da cui  $\sigma_{lim,conv} = F_{max} / A_f$

Trazione diretta rete secca

- Si ricava  $E_f$
- $\epsilon_{lim,conv} = \sigma_{lim,conv} / E_f$

**kerakoll**

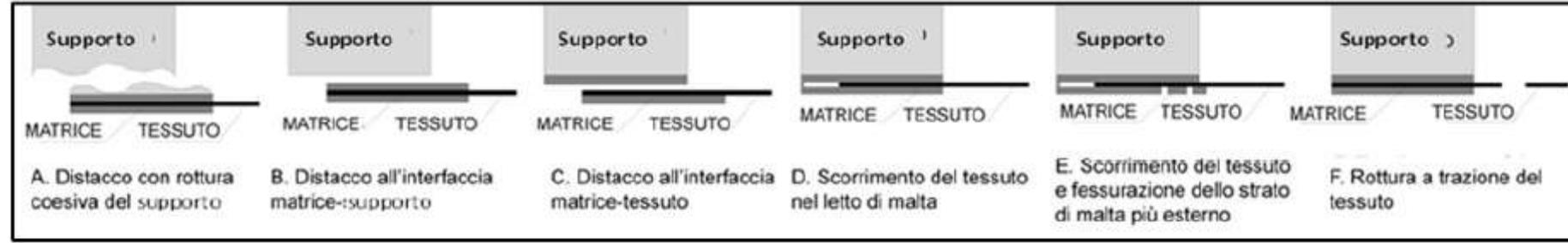


Figura 2.24 – Meccanismi di crisi.

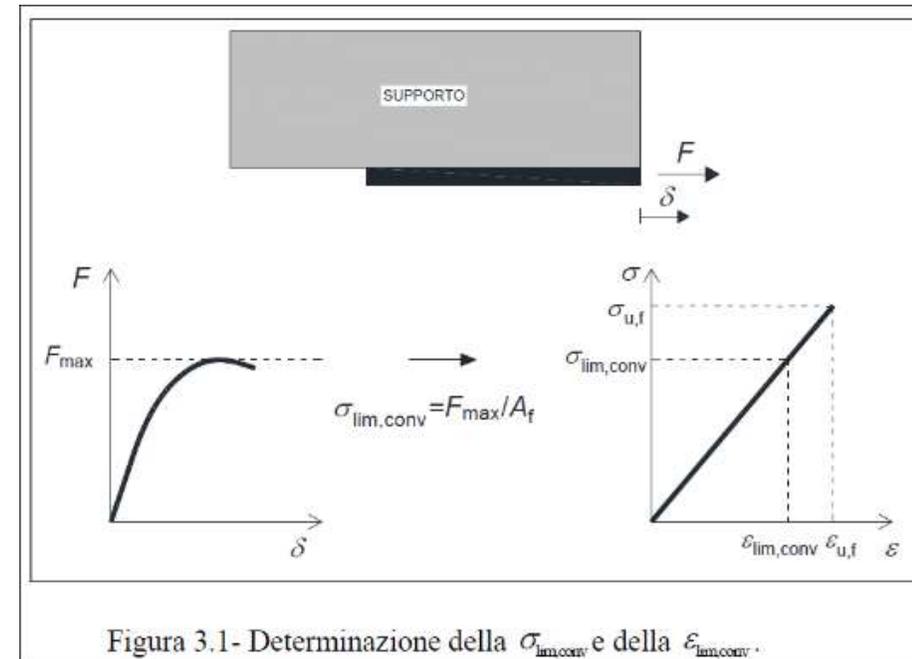
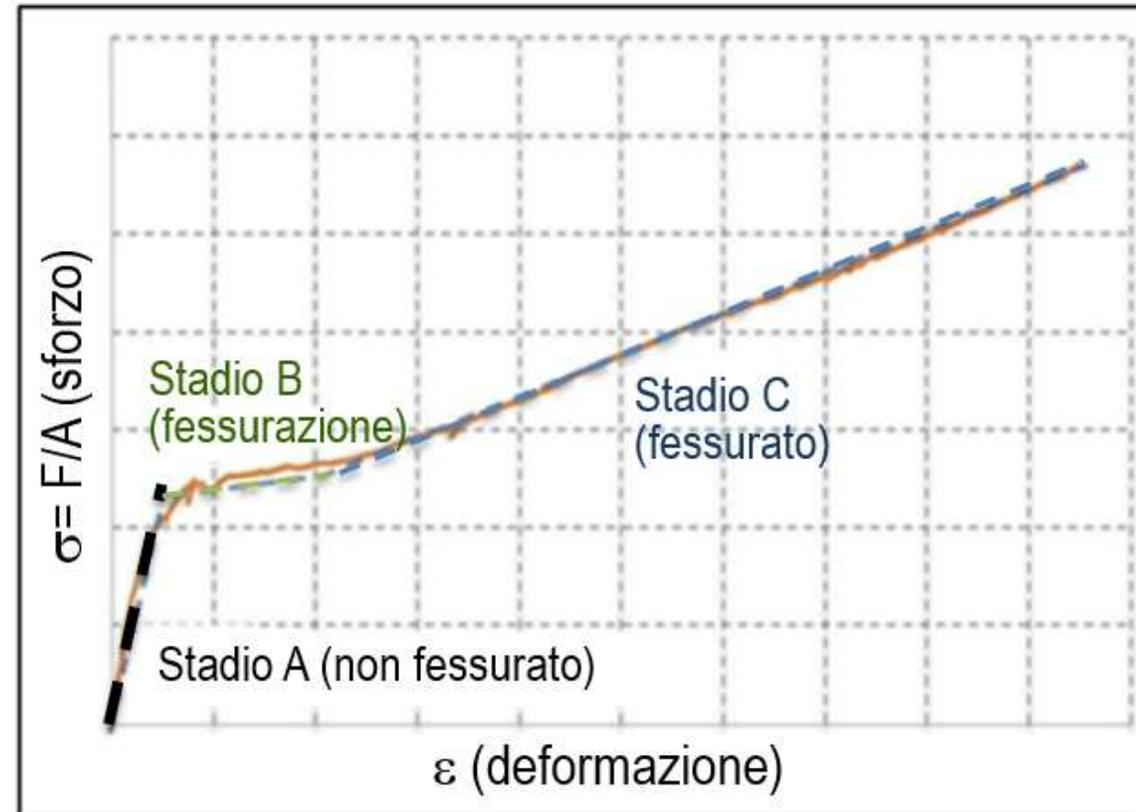


Figura 3.1- Determinazione della  $\sigma_{lim,conv}$  e della  $\epsilon_{lim,conv}$ .

## Progettazione dei Sistemi SRG-FRCM

Trazione diretta composito

- Individuare la fase in cui si trova la rottura seguendo lo schema del legame costitutivo suddiviso in 3 fasi
- Se  $\sigma_{lim,conv}$  ricade nello stadio A,  $\alpha = 1$ , altrimenti 1.5
- Verifiche controllate dai fenomeni di **estremità**:  $\sigma_{lim,conv}$
- Verifiche localizzate in zone **intermedie**:  $\sigma(\alpha)_{lim,conv} = \alpha \cdot \sigma_{lim,conv}$



# Progettazione dei Sistemi SRG-FRCM

CNR-DT 215

Capitolo 3.2

$\eta$  coefficiente ambientale indipendente dal tipo di fibra.

→ Ambiente interno: 0.9

→ Ambiente esterno: 0.8

→ Ambiente aggressivo: 0.7

$\gamma_m = 1.50$  (SLU)

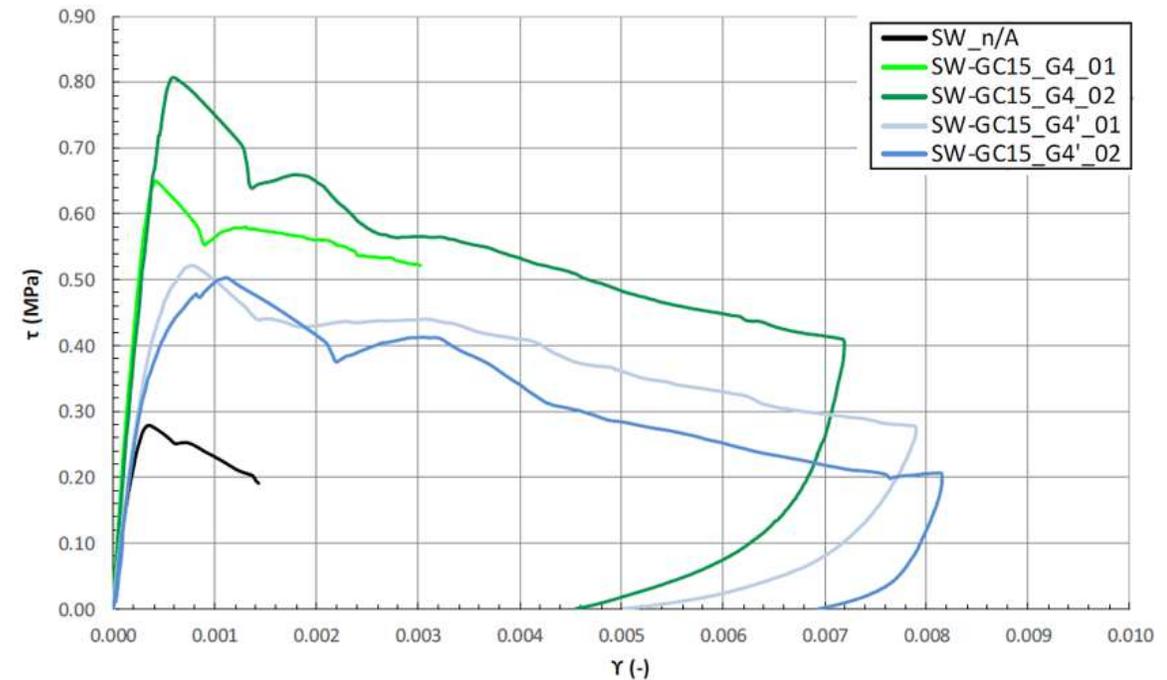
$$X_d = \eta \cdot \frac{X_k}{\gamma_m}$$

# Progettazione dei Sistemi SRG-FRCM

## Massa e rigidezza

### 2.1 Introduzione

- Spessore ridotto compreso tra 5 e 15 mm al netto del livellamento del supporto
- **L'elevato rapporto fra resistenza e peso dei sistemi FRCM** consente di esaltare le prestazioni **meccaniche dell'elemento strutturale rinforzato**, contribuendo essenzialmente a resistere agli sforzi di trazione, *senza incrementarne la massa o modificarne significativamente la rigidezza*
- Intervento locale



## Specifiche per muratura

### Rinforzo su singolo lato

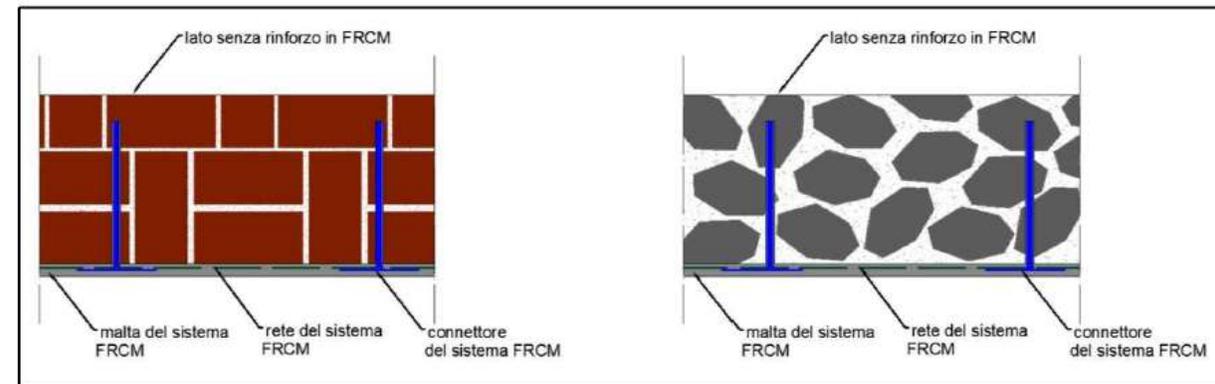
#### 4.1.1 Capacità a taglio

- In presenza di rinforzo su un solo lato della parete, il contributo  $V_{t,f}$  deve essere ridotto almeno del 30% e devono essere applicati connettori che rendano solidale il rinforzo alla parete.



#### 6 Dettagli costruttivi

- È obbligatorio adottare connettori di lunghezza tale da penetrare all'interno dello strato più esterno del paramento non rinforzato (Figura 6.1).

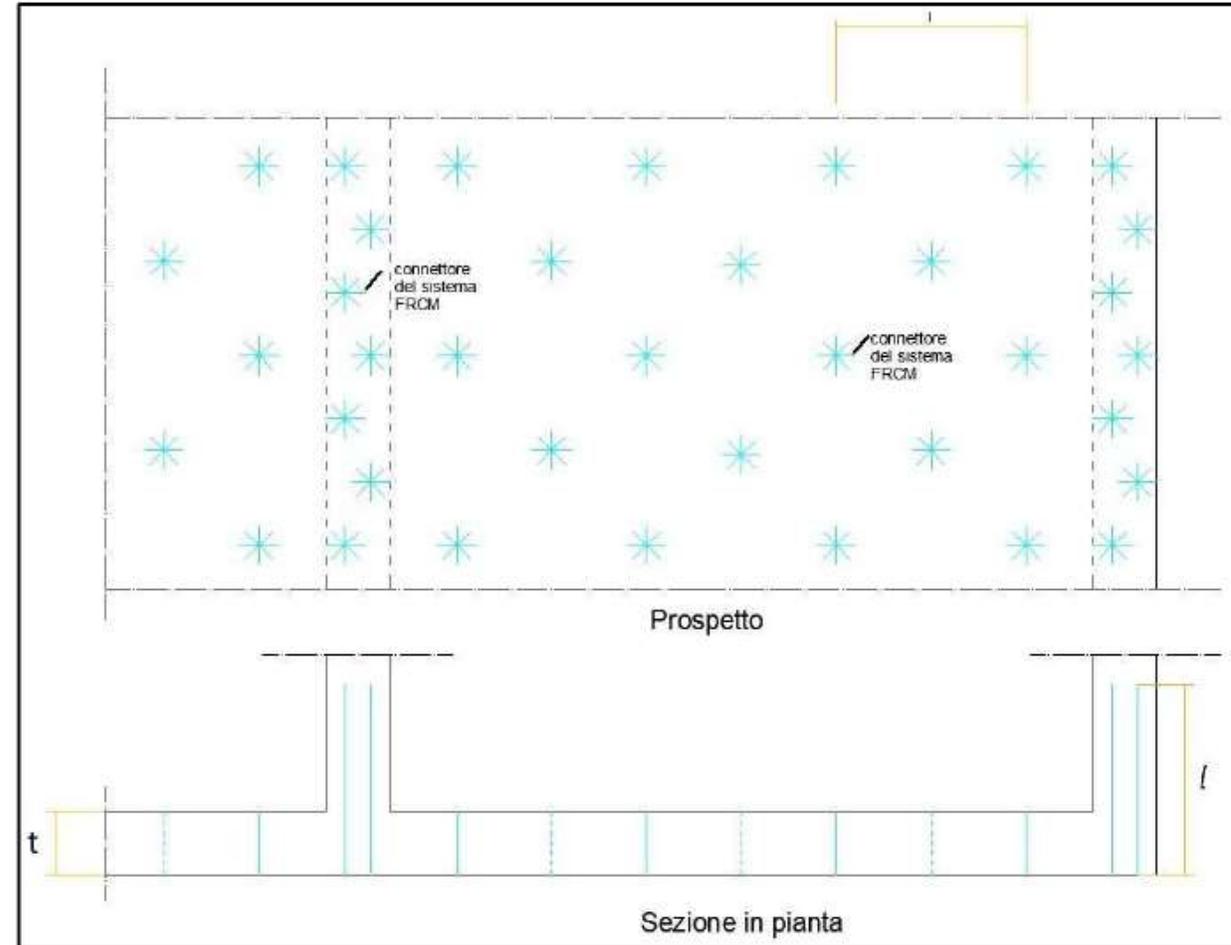


## Specifiche per muratura

### Connettori

Dettagli costruttivi, cap.6

- 4 connettori/m<sup>2</sup> disposti a quinconce
- Rinforzo su due facce di murature a sacco o con **paramenti scollegati è obbligatorio che i connettori siano passanti**
- In corrispondenza di cantonali e martelli murari si suggerisce una lunghezza dei connettori  $l = 3t$  disposti a quinconce



# Progettazione

SRP-SRG-FRCM

## SRP-SRG-FRCM

Sistemi compositi

- Matrice: organica (resina) / inorganica tixotropica (malta)
- Fibra: tessuto (fibra di acciaio) / rete (fibra di basalto)



## Tipologie di rinforzo



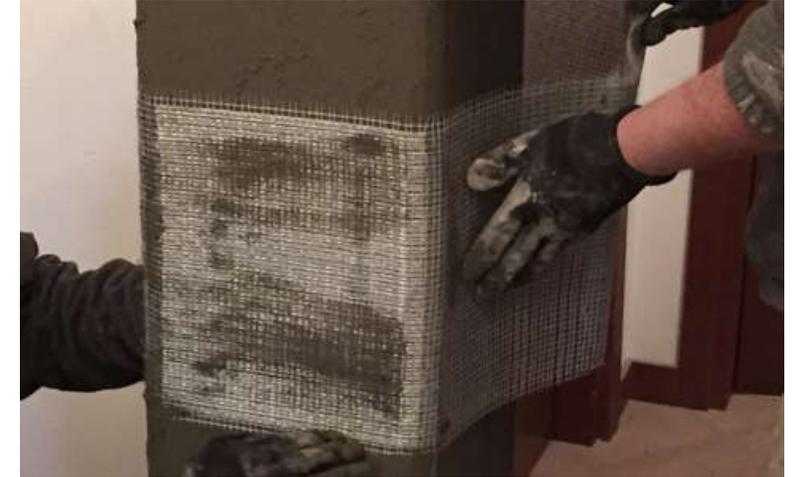
### Rinforzo a flessione

- Aumentare la resistenza a flessione **dell'elemento**



### Rinforzo a taglio

- Aumentare la resistenza a flessione **dell'elemento**
- Ritardare meccanismo fragile



### Confinamento

- Aumentare resistenza e deformazione ultima del materiale
- **Incrementare la duttilità**

## Rinforzo a flessione

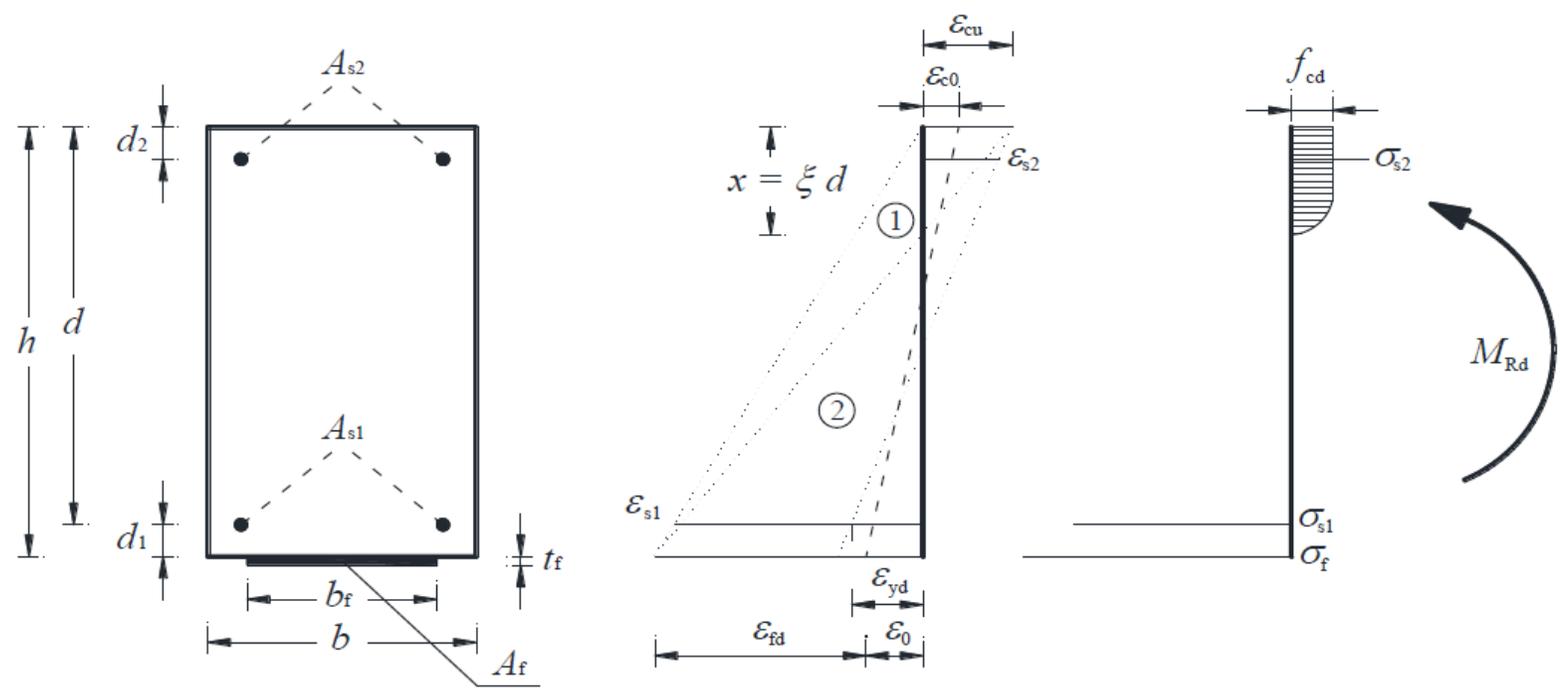
Ipotesi:

- Conservazione sezioni piane → diagramma deformazioni lineare
- Perfetta aderenza tra i materiali: acciaio-calcestruzzo, SRP/SRG/FRCM-calcestruzzo/muratura
- $M_r$  da equazioni equilibrio a traslazione e rotazione sezione

Crisi

- Deformazione composito superiore al suo limite elastico
- Schiacciamento calcestruzzo/muratura

**kerakoll**

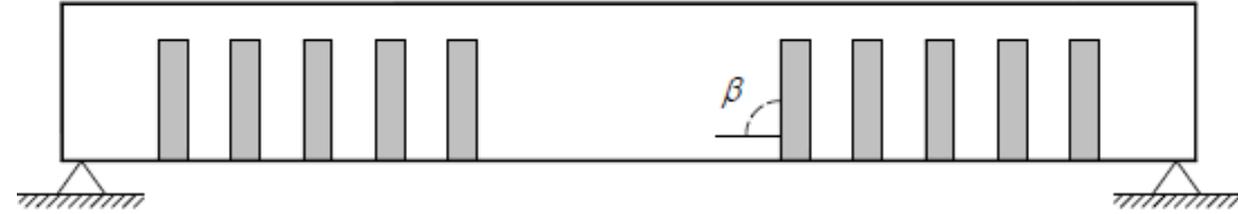


## Rinforzo a taglio

Geometria (vista longitudinale)

→ Discontinuo (a fasce)

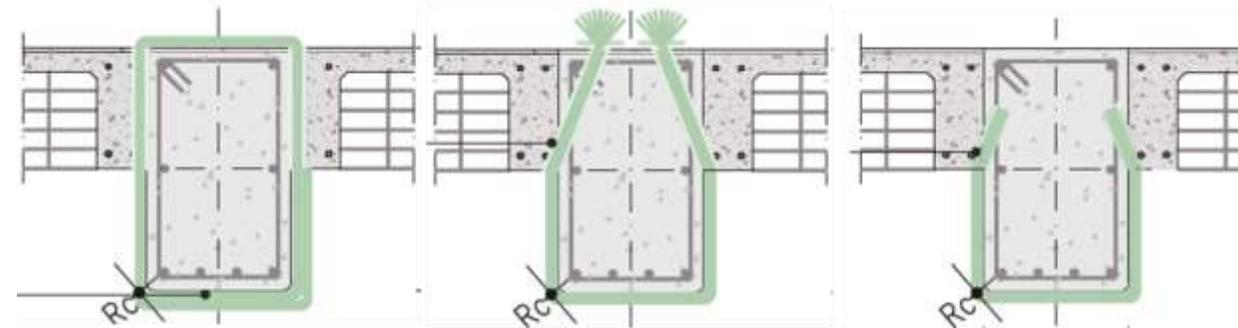
→ Continuo



Geometria (sezione trasversale)

→ In avvolgimento completo

→ Ad U con opportuno ancoraggio



Resistenza a taglio pari al minimo:

→ Resistenza acciaio/muratura + contributo SRP/SRG/FRCM

→ Resistenza a compressione biella calcestruzzo/muratura

$$V_{Rd} = \min \left\{ V_{Rd,s} + V_{Rd,f}, V_{Rd,c} \right\}$$

## Rinforzo a taglio

Contributo sistema composito dipende da:

- Avvolgimento ad U / completo
- Passo fasce  $b_f/p_f$
- Spessore equivalente tessuto  $t_f$
- **Tensione di distacco estremità** (modo 1)  $f_{dd}$  o tensione limite convenzionale
- Lunghezza di ancoraggio  $l_{ed}$

$$V_{Rd,f} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{fed} \cdot 2 \cdot t_f \cdot (\cot \theta + \cot \beta) \cdot \frac{b_f}{p_f}$$

$$f_{fed} = f_{fdd} \cdot \left[ 1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{l_{ed} \cdot \sin \beta}{\min \{0.9 \cdot d, h_w\}} \right]$$



## Confinamento

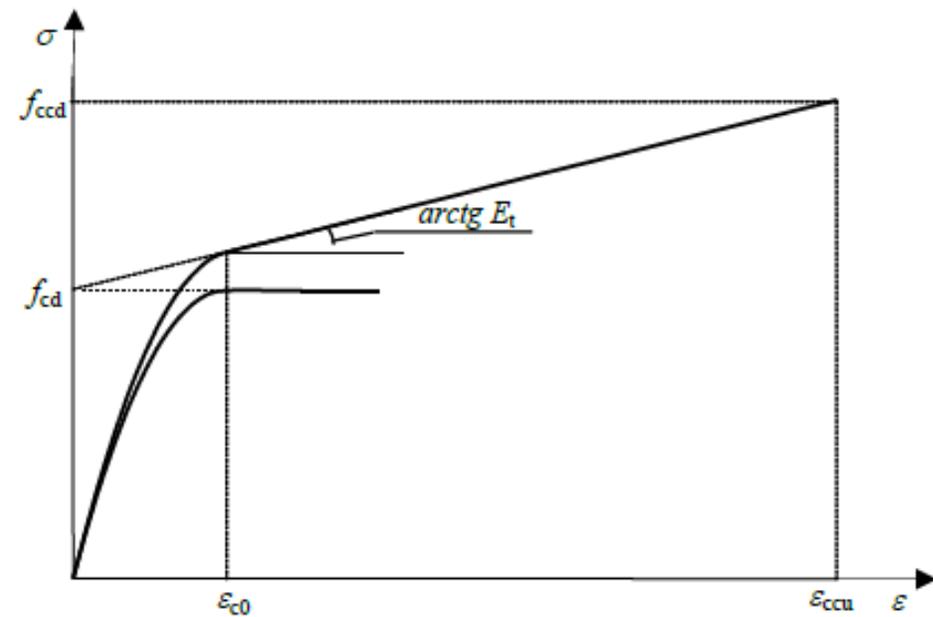
Incremento:

- Resistenza e deformazione ultima calcestruzzo/muratura:  $f_{ccd}$ ,  $\epsilon_{ccu}$
- **Duttilità**
- Resistenza a compressione elemento
- Resistenza a flessione elemento

Contributo sistema composito dipende da:

- **Proprietà meccaniche composito**
- Geometria rinforzo

**kerakoll**



**Figura 12-1** – Modello tensione-deformazione del calcestruzzo confinato con FRP.

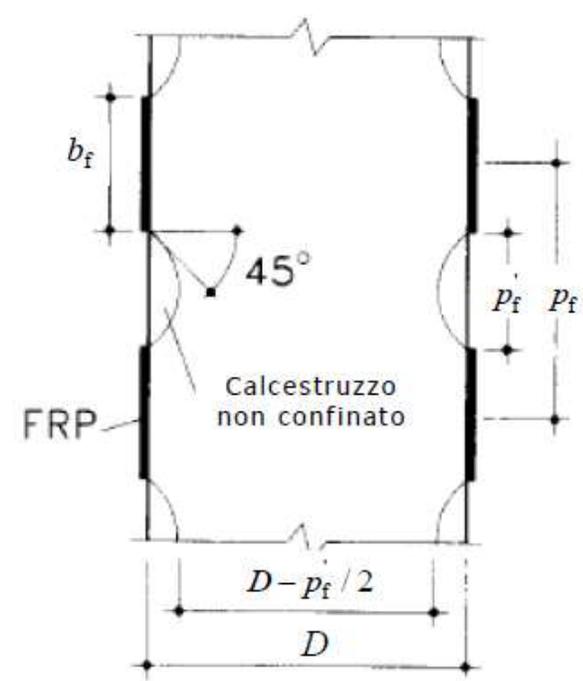


## Confinamento

Vista verticale, coeff.  $k_v$ :

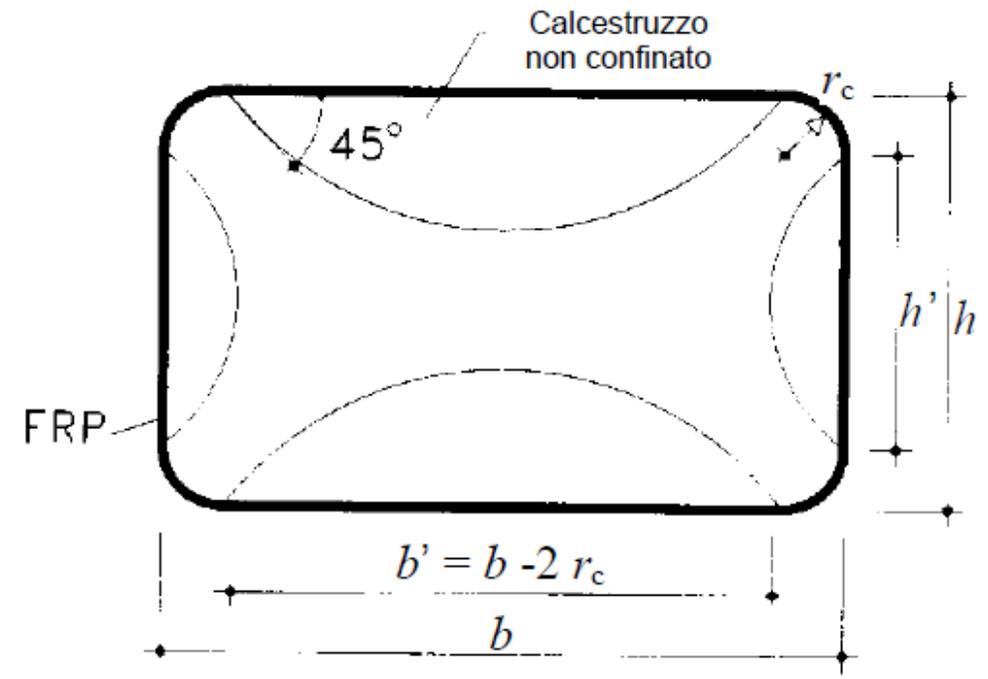
→ Discontinuo (a fasce)

→ Continuo



Sezione trasversale, coeff.  $k_H$ :

→ Se  $b/h > 2$  → effetto trascurabile



## Resistenza minima calcestruzzo

Per le applicazioni in cui gioca l'aderenza al supporto, la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

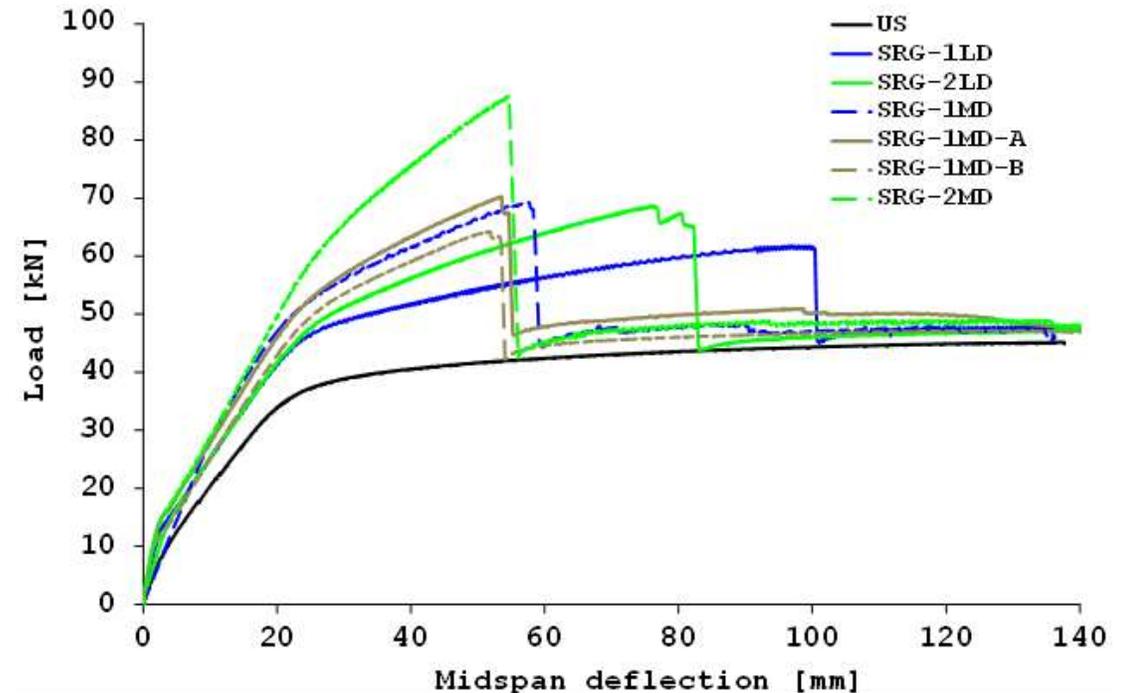
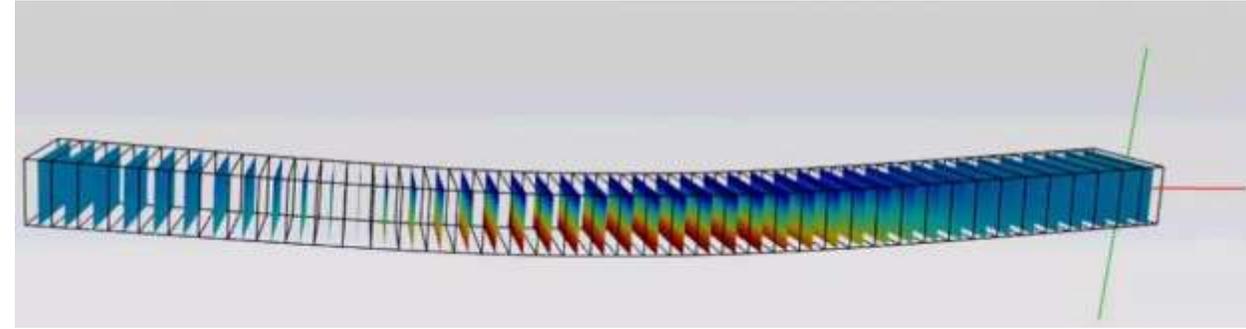
N.B. tale limitazione NON vale per i sistemi FRC



## Limitazione incremento sistemi compositi FRP/FRCM

Di regola, l'incremento della capacità di calcolo dell'elemento rinforzato con FRP/FRCM non può risultare superiore del 50% rispetto a quella dell'elemento non rinforzato. La limitazione non si applica per azioni eccezionali e sismiche.

N.B. tale limitazione NON vale per i sistemi FRC



## Incendio - sistemi compositi FRP/FRCM

NTC18 cap. 3.6.1.5.3

→ Azioni non amplificate

combinazione eccezionale (coefficienti unitari)

**NON contemporaneità sisma e incendio**

→ Resistenze non ridotte

fattori parziali dei materiali unitari

Possibile usare pannelli/intonaci intumescenti

### CNR-DT 200

→ Verifica in presenza di rinforzo solo se progettato per un prefissato tempo di esposizione al fuoco

### CNR-DT 215

→ Verifica in assenza di rinforzo

**kerakoll**

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$



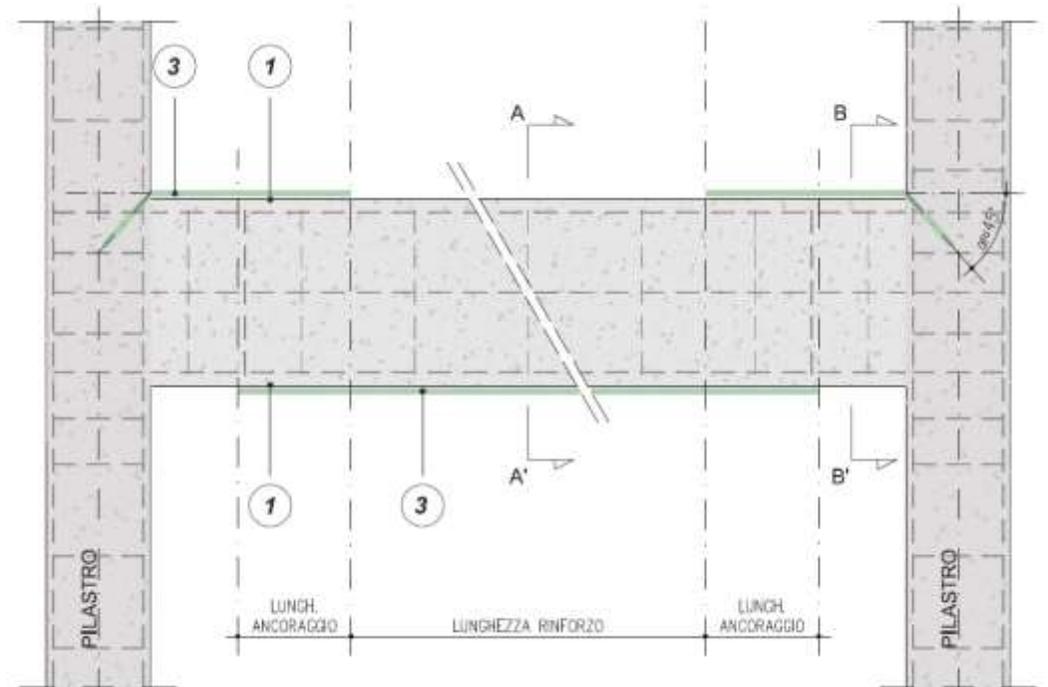
## Lunghezza di ancoraggio/sovrapposizione

*Deve essere assicurata un'adeguata lunghezza di ancoraggio, al di là dell'estrema sezione in cui il rinforzo SRP/SRG/FRCM è necessario.*

Lunghezza di ancoraggio

→ CNR-DT 200:  $\geq 200$  mm

→ CNR-DT 215:  $\geq 300$  mm



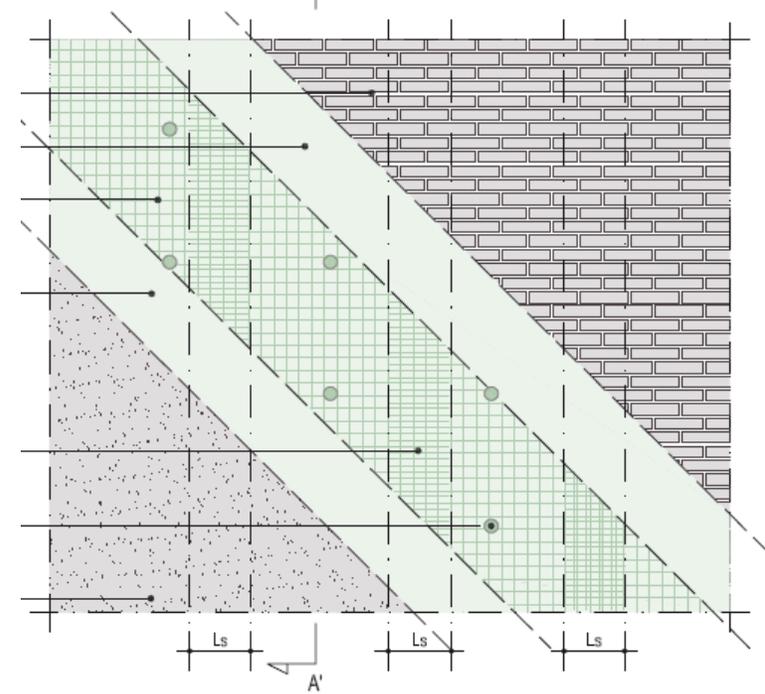
## Lunghezza di ancoraggio/sovrapposizione

Lunghezza di sovrapposizione

→ CNR-DT 200:  $\geq 200$  mm

→ CNR-DT 215:  $\geq 300$  mm

Test di compressione diagonale con esito positivo  
anche con soli 200 mm



Cerchiatura pilastro

→ SRP: 5 lati

→ SRG: 5 lati e mezzo



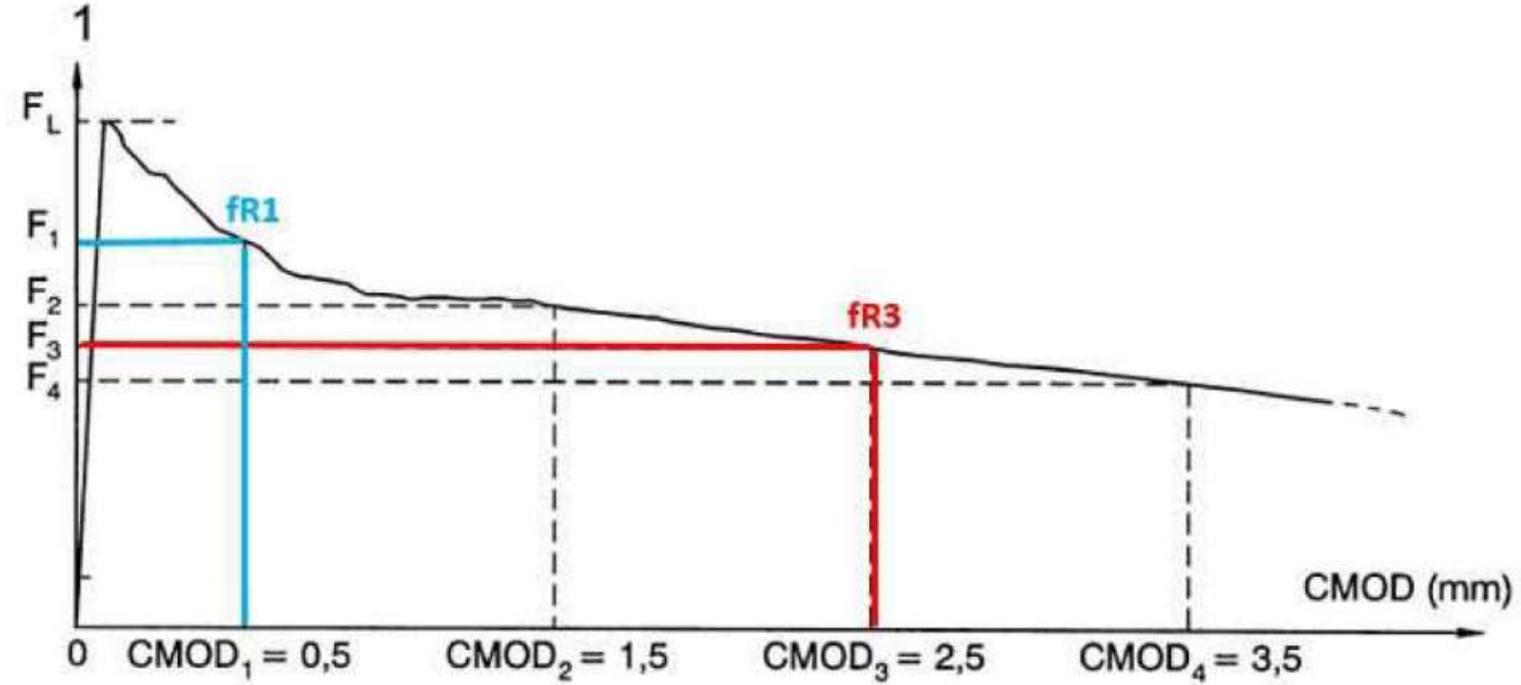
# Progettazione

FRC

# FRC

## Sistema composito

- Matrice: inorganica fluida (malta)
- Fibra: fibre corte disperse nel getto (fibra di acciaio)



## Tenacità

UNI EN 14651

→ Flessione su 3 punti  
con intaglio centrale

→ fR1: CMOD = 0.5 mm

→ fR3: CMOD = 2.5 mm

→ Definizione resistenza  
e comportamento  
post picco

Es: classe tenacità 8b

kerakoll

La resistenza nominale per  $f_{R1k}$  è definita dal numero appartenente alla seguente successione, immediatamente inferiore al valore di  $f_{R1k}$  determinato sperimentalmente:

1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 8.0, 10.0, 12.0, 14.0 [MPa]

Il rapporto  $f_{R3k}/f_{R1k}$  viene invece indicato con una delle lettere *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, ciascuna delle quali indica un intervallo di valori, come specificato nel seguito:

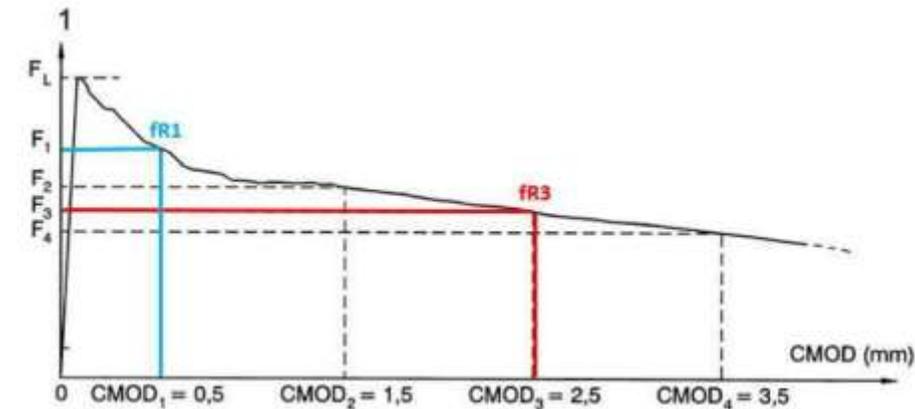
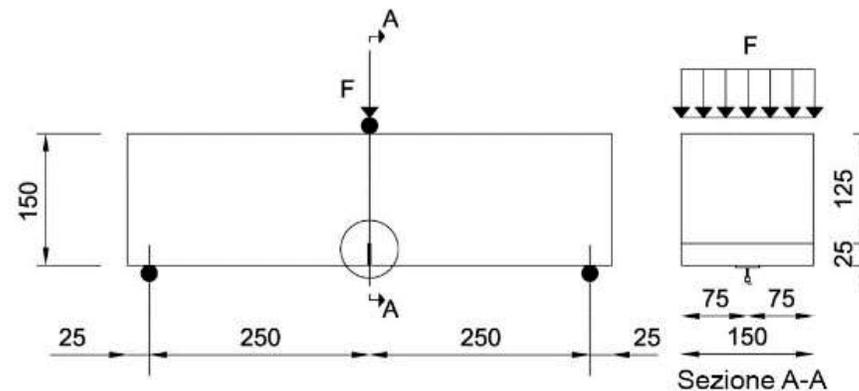
*a* per  $0.5 \leq f_{R3k}/f_{R1k} < 0.7$

*b* per  $0.7 \leq f_{R3k}/f_{R1k} < 0.9$

*c* per  $0.9 \leq f_{R3k}/f_{R1k} < 1.1$

*d* per  $1.1 \leq f_{R3k}/f_{R1k} < 1.3$

*e* per  $1.3 \leq f_{R3k}/f_{R1k}$

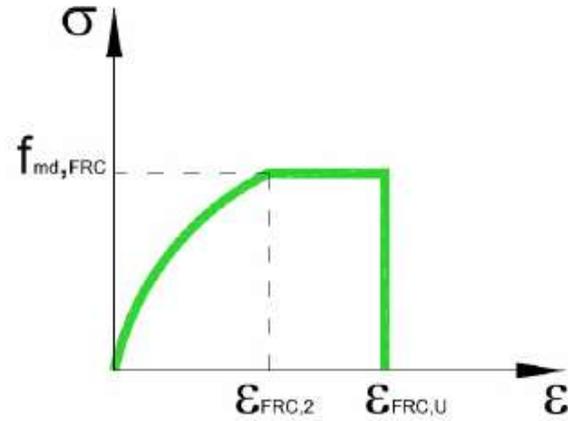


# Progettazione dei Sistemi FRC



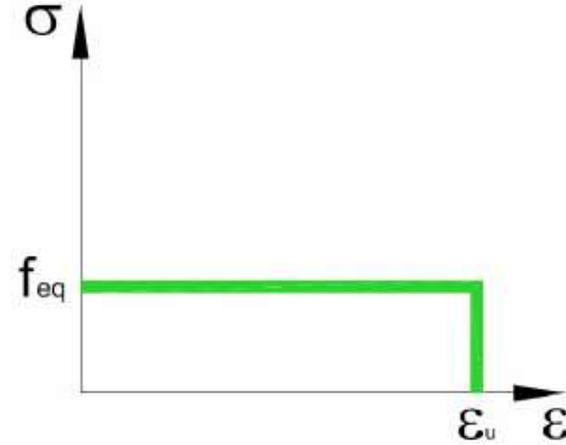
CNR-DT 204/2006

Linea guida per la progettazione dei sistemi compositi a fibra corta



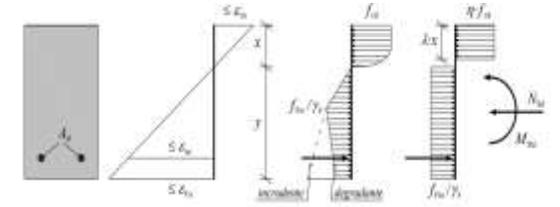
Compressione

Legame costitutivo compressione: parabola-rettangolo



Trazione

Legame costitutivo trazione: bi-lineare o legame costante



Stato limite ultimo

Stato limite ultimo con pressoflessione con utilizzo dei legami semplificati (stress-block con coefficienti  $\eta$  e  $\lambda$  secondo EC2)

# Progettazione

Steel Combo

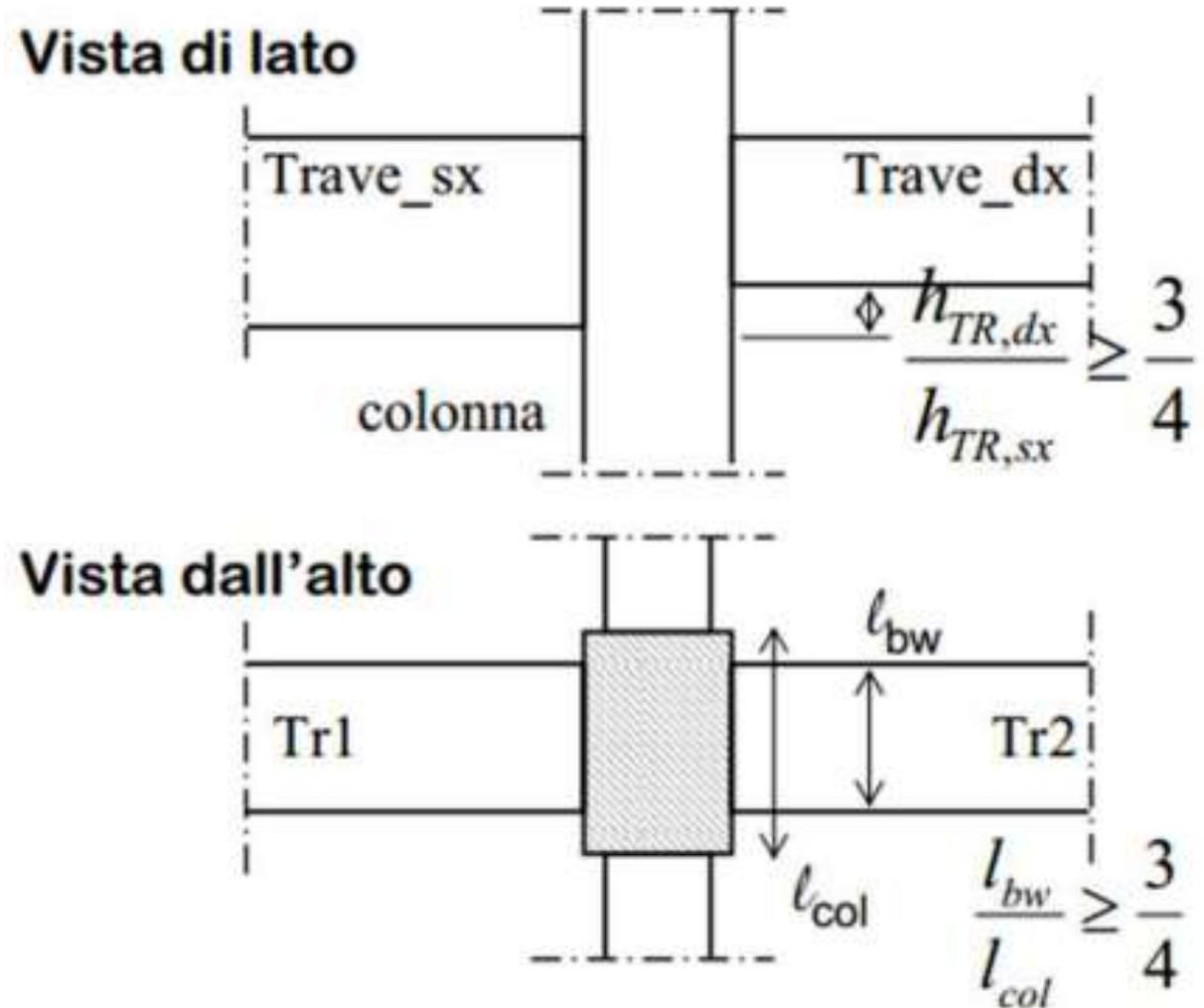
## Nodi confinati

### 7.4.4.3 NTC18

Si definisce nodo la zona del pilastro che si sovrappone alle travi in esso concorrenti.

Confinati se:

- ognuna delle quattro facce verticali si innesta una trave
- su entrambe le coppie di facce opposte del nodo, le sezioni delle travi si ricoprono per almeno i **3/4 dell'altezza**
- su ogni faccia del nodo, la sezione della trave copre per almeno i 3/4 la larghezza del pilastro



## Gerarchie resistenze

### 7.4.4.3.1 NTC18

Il nodo deve essere progettato in maniera tale da evitare una sua rottura anticipata rispetto alle zone delle travi e dei pilastri in esso concorrenti.

Gerarchia delle resistenze (ritardare meccanismi fragili)

→ Travi

→ Pilastri

→ Nodi





## Steel Combo

Normative di riferimento:

→ NTC2018

→ Circolare n.9 2019

→ Eurocodice 2

→ Connessione a completo ripristino con 2 bulloni per flangia:  $R_{bull} > R_f$

→ Conversione in armature trasversali corrispondenti

$$R_{Rd} = \min\{R_f; R_m + R_{conn}; R_{bull}\}$$

$R_f$  è la resistenza delle flange dei moduli F;

$R_m$  è la resistenza della malta;

$R_{conn}$  è la resistenza a taglio delle viti da calcestruzzo;

$R_{bull}$  è la resistenza a taglio dei bulloni di collegamento sulle flange.



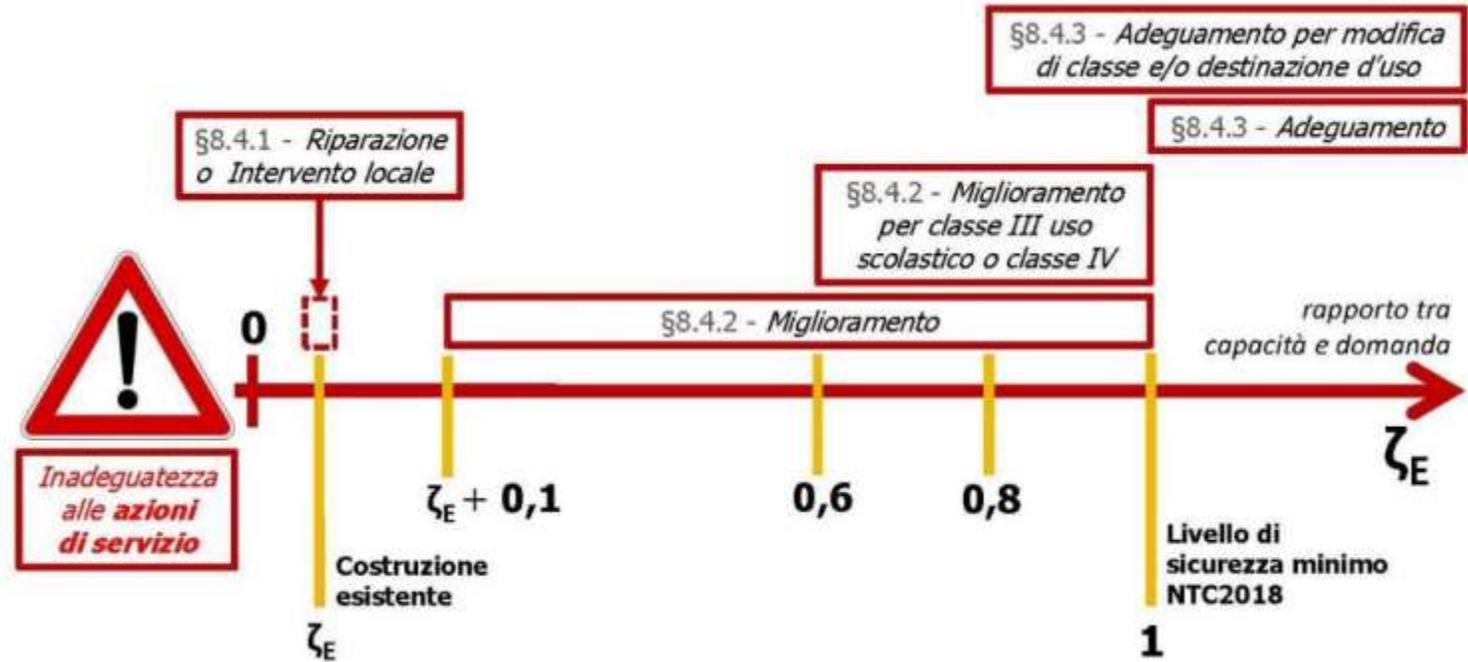
## Metodi di calcolo

Intervento Locale: incremento pre e post intervento

- Resistenza calcestruzzo
- Copriferro
- Geometria nodo
- Sforzo normale

Intervento Globale (miglioramento/adequamento):

- Dati intervento locale (vedi sopra)
- Resistenza acciaio
- Armatura travi
- Sollecitazioni nel nodo



# Progettazione

Linee guida per la valutazione e  
riduzione del rischio sismico del  
patrimonio culturale MIBAC

## 1.2 Contenuti della Direttiva

Corretta conoscenza e modellazione del manufatto

Tecniche di intervento da valutare in funzione di efficacia, costi e impatto sulla conservazione:

- **Non invasività**
- **Compatibilità**
- **Reversibilità**
- **Durabilità**



### 6.3.2 Interventi volti a ridurre le carenze dei collegamenti

Cerchiature esterne

Collegamento tra murature ortogonali

→ **Incremento scatolarità**

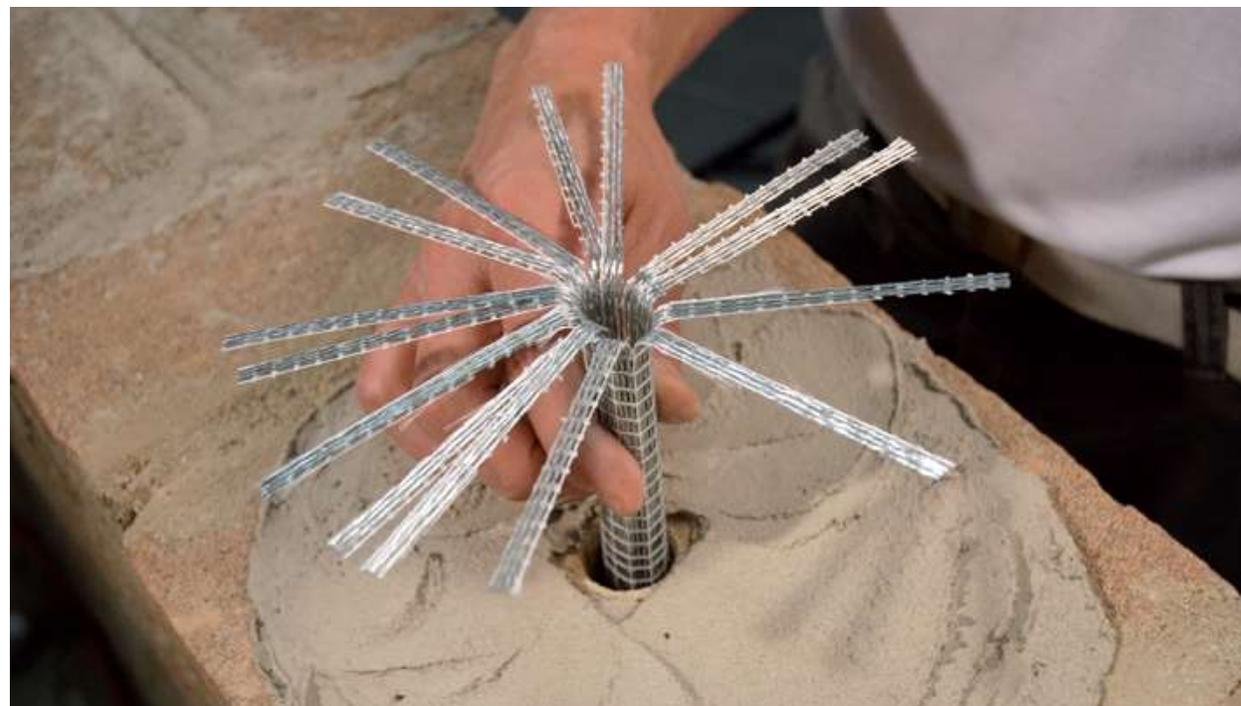
→ Contrasto cinematismi



### 6.3.2 Interventi volti a ridurre le carenze dei collegamenti

#### Cordolo in muratura armata

- Tutto spessore e di buone caratteristiche (di solito mattoni pieni)
- Collegamento tra il cordolo e la muratura sottostante



### 6.3.3 Interventi volti a ridurre le spinte di archi e volte ed al loro consolidamento

#### Rinforzo volte

→ Efficace estradosso

→ Efficace intradosso ancoraggi puntuali, diffusi  
**lungo l'intradosso**



### 6.3.6 Interventi volti ad incrementare la resistenza degli elementi murari

Resina epossidica

- **Scarsa compatibilità meccanica (differenti resistenze e moduli)**
- **Scarsa compatibilità chimica con muratura storica**
- **Ancoraggi puntuali, diffusi lungo l'intradosso**
  
- **Rischio distacco per sacche di umidità**



### 6.3.6 Interventi volti ad incrementare la resistenza degli elementi murari

#### Intonaco armato

- Efficace solo se realizzato su **entrambi i paramenti** e se sono poste in opera barre trasversali di collegamento
- Elevata rigidezza a taglio
- **Altera** profondamente il comportamento sismico della costruzione



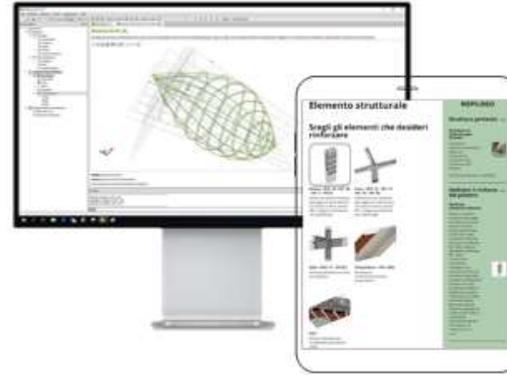
# 4. Servizi per la progettazione e per il cantiere

# Servizi per la progettazione

## Servizi per la progettazione



Manuale tecnico

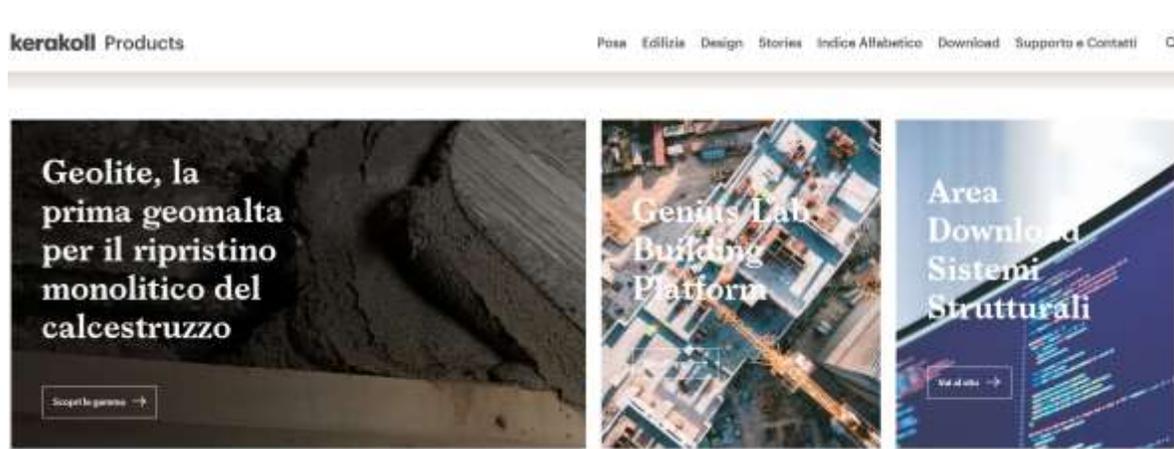


Strumenti digitali



Technical Customer Service

# Servizi per la progettazione



## Sito ripristino e rinforzo strutturale

Tutte le informazioni su prodotti, sistemi e strumenti digitali



## Supporto e contatti Kerakoll

Servizio di assistenza dedicato in funzione della tipologia di richiesta

# Servizi per la progettazione

## Manuale Tecnico

→ 63 Tavole Tecniche in due pagine

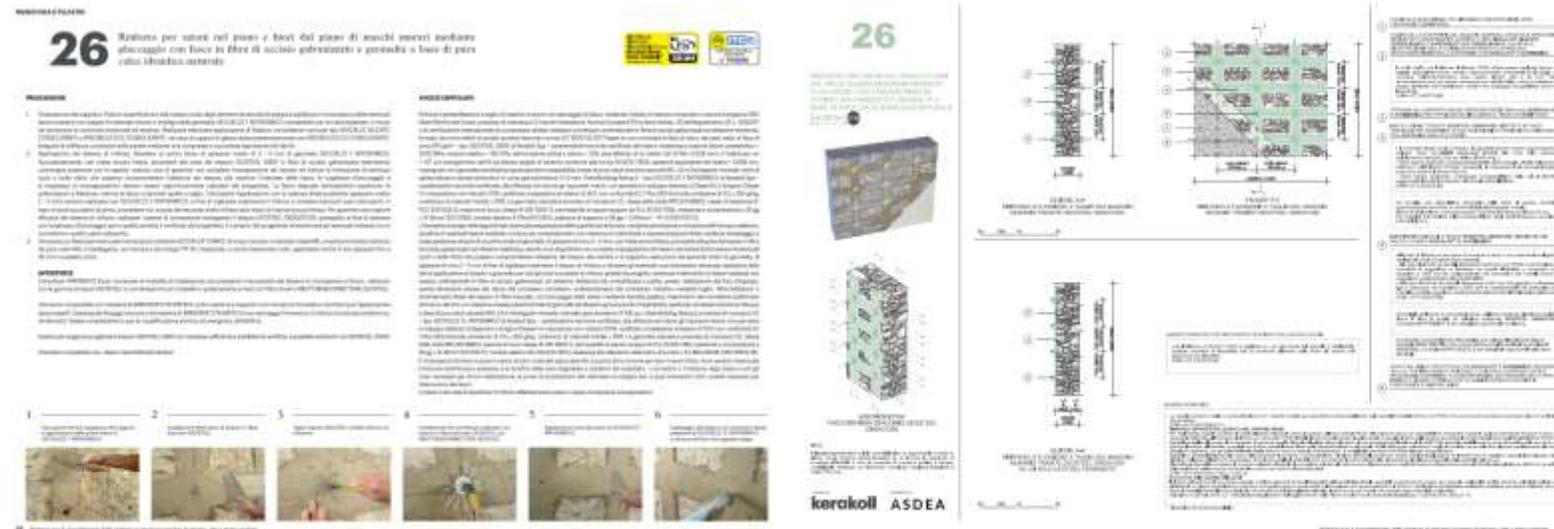
→ Appendici per dettagli costruttivi

→ Voci di Capitolato comprensive di costi della manodopera

→ Dettagli esecutivi

→ Riferimenti normativi

→ Foto applicative in alta definizione

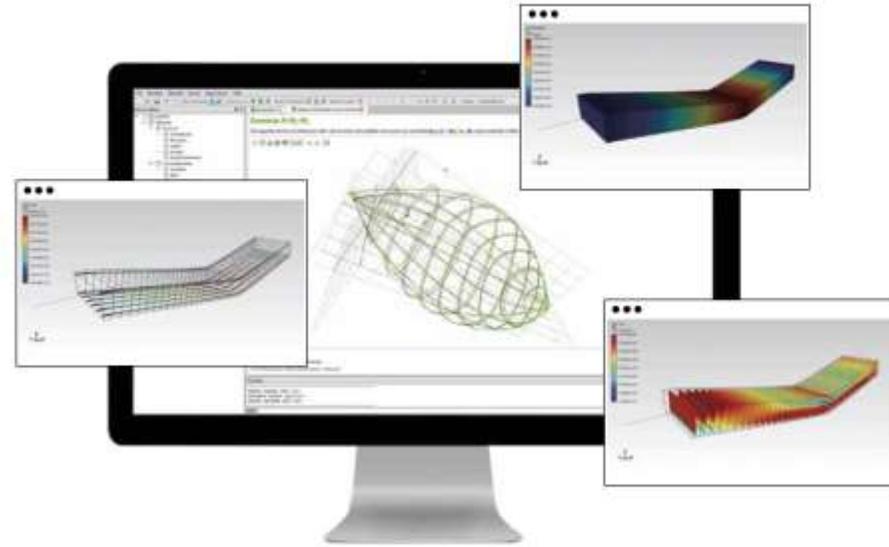


## Servizi per la progettazione

### Geoforce One

- Software
- 25 video tutorial Youtube
- **Manuale d'uso**
- Manuale di validazione ed esempi
- Template relazione arco e volta

Geoforce one  
Software



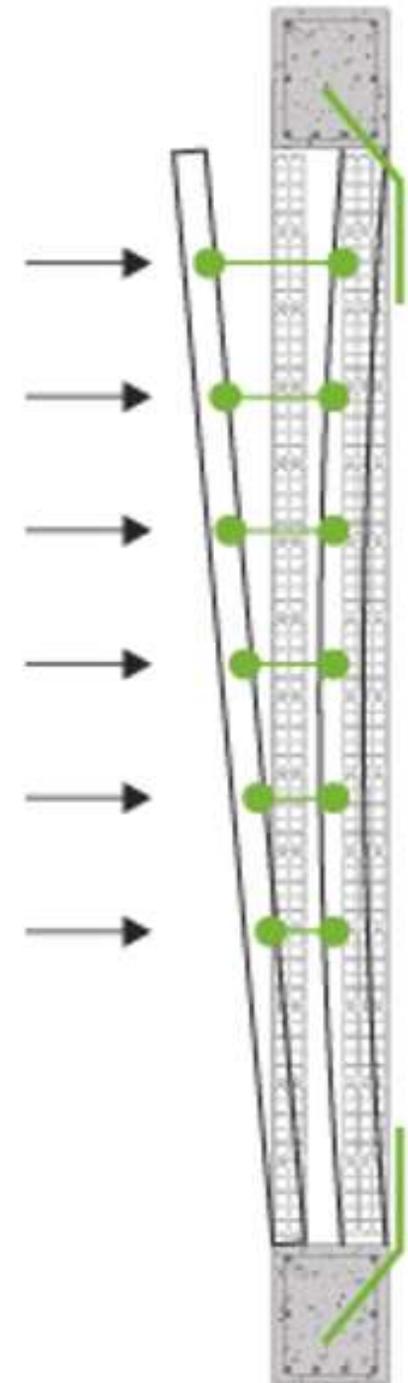
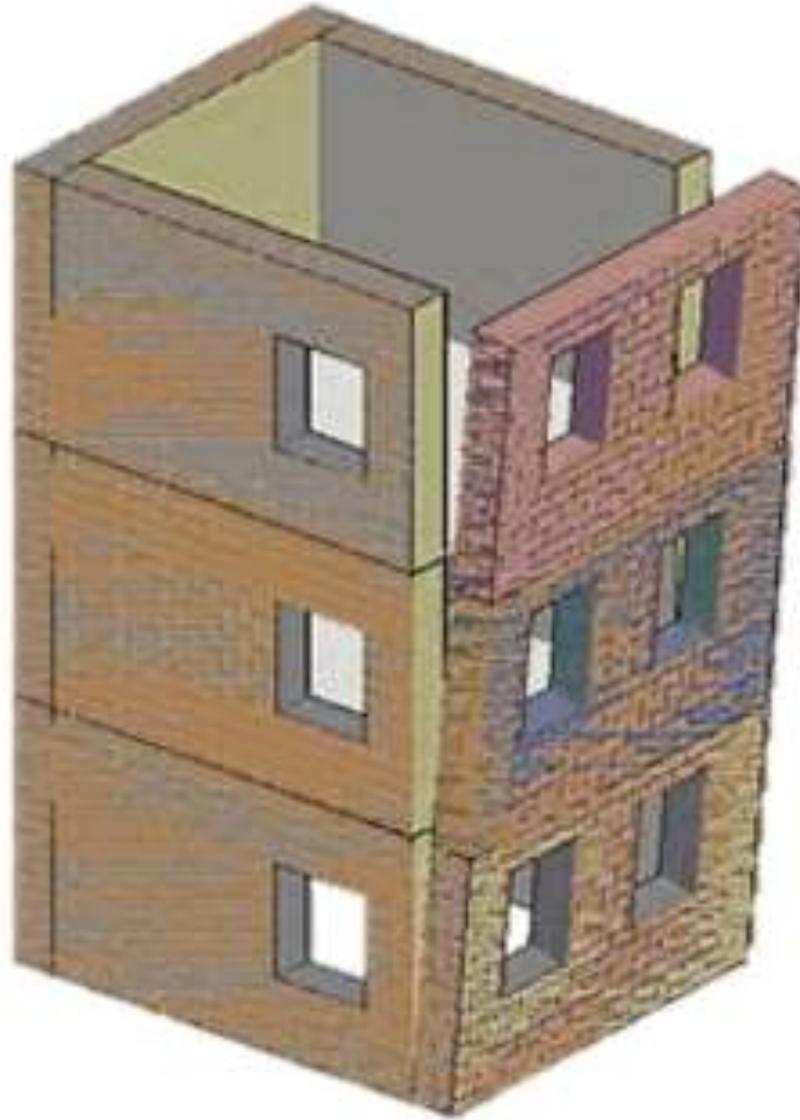
### Geoforce One

↓	Software - La soluzione per progettare interventi di consolidamento e rinforzo strutturale con nuove Tecnologie Green	Kerakoll.com
↗	Video tutorial - Propedeutici all'utilizzo del software e specifici per ogni modulo	Youtube.com
↓	Manuale d'uso - Modello a fibre di elementi in c.a., c.a.p., muratura e legno, legami costitutivi non lineari, analisi non lineare agli elementi finiti	Kerakoll.com
↓	Documento di validazione ed esempi - Documentazione inerente l'affidabilità del software Geoforce One, come richiesto nel capitolo 10 delle NTC18	Kerakoll.com
↓	Template relazione elementi arco e volta - Impostare una relazione di calcolo coi risultati ottenuti dall'analisi non lineare in Geoforce One	Kerakoll.com

## Servizi per la progettazione

Excel cinematismi

- Antiribaltamento murature
- Catene o cerchiature SRG
- Diversi tipi di ancoraggio
- Antiribaltamento tamponature
- Anche su singolo lato
- Anche su intonaco esistente
- Connessioni barre elicoidali
- Geo Grid 120 + Geocalce Multiuso



## Servizi per la progettazione

Collaborazione con software house

→ Database sistemi compositi  
Kerakoll nei software di calcolo globali

→ Webinar on demand

→ Articoli



Aedes



# Genius Lab

Approfondimento alle funzionalità

## Genius Lab

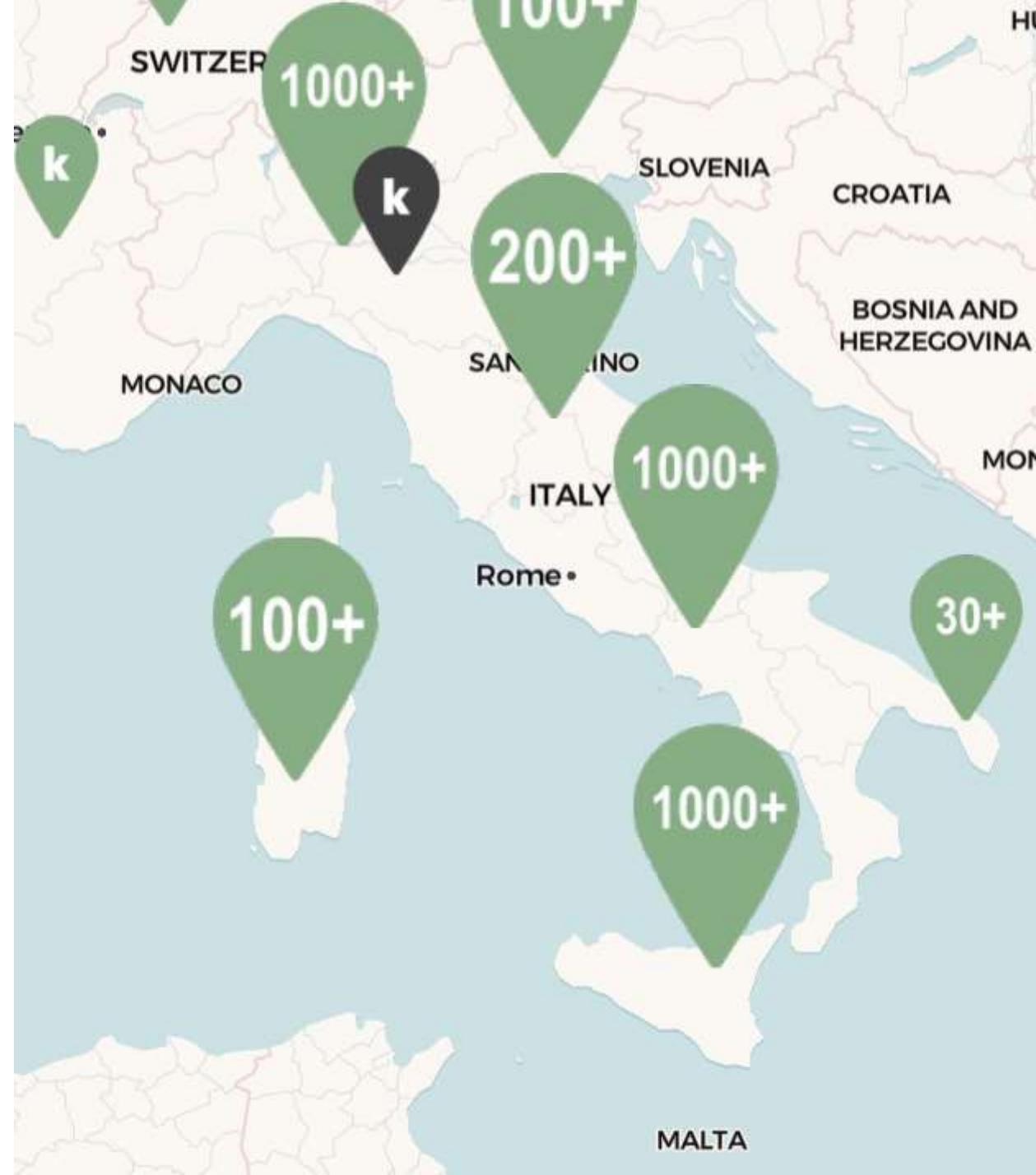
Building Better con Genius Lab: la piattaforma digitale per una filiera delle **costruzioni più efficiente e collaborativa**

Genius Lab si presenta come una soluzione innovativa che migliora l'efficienza e la collaborazione nella filiera delle costruzioni, offrendo un nuovo standard di comunicazione e lavoro digitale per progettisti, imprese ed operatori del settore.

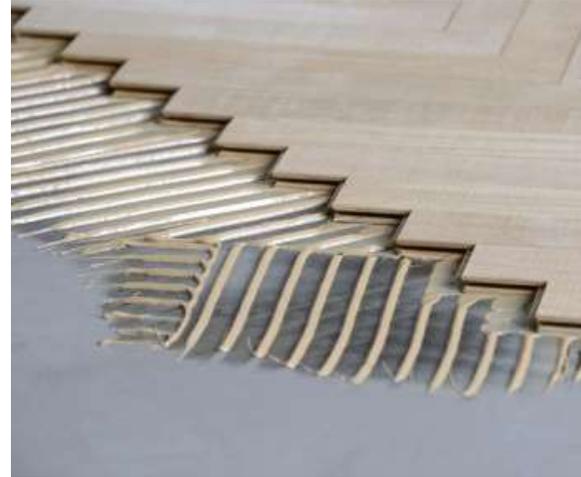
**Grazie alla tecnologia innovativa e alle funzionalità** personalizzabili, Genius Lab semplifica il processo di progettazione e costruzione, riducendo i costi e i tempi di sviluppo.

**La piattaforma è il partner ideale per chi cerca di ottimizzare la propria attività e sfruttare al massimo le potenzialità della digitalizzazione.**

**kerakoll**



## Le Fasi del progetto e la consulenza



### Preparazione

Il committente esprime **un'esigenza ed identifica un partner** con cui iniziare a comporre la squadra di progetto.

Il progettista viene attivato **per uno studio di fattibilità.**

### Progettazione

I tecnici elaborano la progettazione definitiva ed identificano tempi e costi per la realizzazione.

Il committente seleziona **l'applicatore / l'impresa** esecutrice.

### Esecuzione

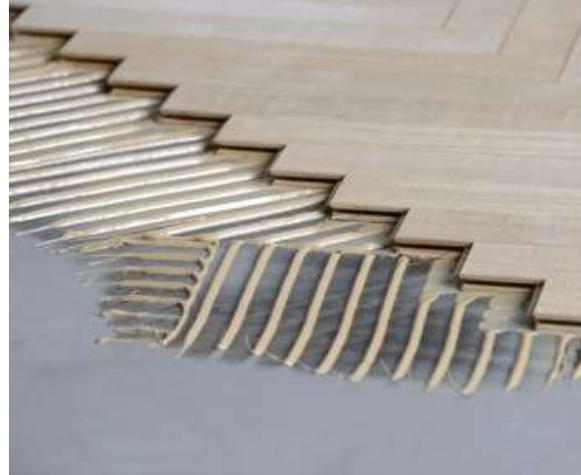
**L'applicatore / L'impresa** allestisce il cantiere, procura i materiali ed esegue i lavori.

### Chiusura

Il progettista ed il committente consuntivano e verificano i lavori. **L'impresa ultima lo** smaltimento rifiuti e chiusura cantiere.

Il committente procede con accettazione lavori e saldo.

# Genius Lab: le funzionalità



## Preparazione

- ✓ Creazione del cantiere digitale - Digital Twins
- ✓ Condivisione cantieri con il team di progetto – foto & note di sopralluogo
- ✓ Comunicazione diretta con i consulenti Kerakoll

## Progettazione

- ✓ Configuratori delle soluzioni Kerakoll
- ✓ Computazione dei materiali e stima della manodopera
- ✓ Link diretto al materiale tecnico
- ✓ Caricamento degli elaborati di progetto
- ✓ Calcolo dei sistemi

## Esecuzione

- ✓ Pianificazione forniture: preventivazione materiali e costi
- ✓ Gestione stato avanzamento cantiere – foto & note
- ✓ Indicazioni delle lavorazioni

## Chiusura

- ✓ Check list – foto, note & task
- ✓ Referenze per attivare progetti futuri

# Definizione interventi

## Soluzioni configurabili

- Decorazione di interni – Color Collection
- Impermeabilizzazione
- Ripristino monolitico del calcestruzzo
- Rinforzo strutturale
- Isolamento termico
- Decorazione per esterni
- Pavimenti e rivestimenti
- Pavimenti industriali – Factory
- Deumidificazione

The screenshot displays the 'Cantiere' (Site) interface. At the top, there are navigation buttons: '← Cantiere', 'IMMAGINI', 'LAVORAZIONI', 'ELIMINA', 'MODIFICA', 'CONDIVIDI', 'NOTE', and 'REPORT'. Below this is a progress bar with four stages: 'PREPARAZIONE' (30/03/2024, 'Test Field'), 'PROGETTAZIONE', 'ESecuzione', and 'CHIUSURA'. The main area features a map of the 'Pesto Poles' location in Emilia-Romagna, Italy, with a 'K' marker. To the right of the map is a sidebar with 'CONTATTI KERAKOLL', 'REFERENCE', and 'SEGNALA' buttons. Below the map, there are two tabs: 'Progettazione Intervento' and 'Definizione Intervento'. The 'Definizione Intervento' tab is active, showing a grid of solution cards. Each card includes a title, a brief description, and an 'AGGIUNGI' button.

Soluzione	Descrizione	Botone
DECORAZIONE DI INTERNI - COLOR COLLECTION	Sistema completo di pitture e resine decorative coordinate in una palette di 150 colori contemporanei	AGGIUNGI
IMPERMEABILIZZAZIONE	Sistemi laminati per la posa impermeabile e Sistemi Biosud antipollina impermeabilizzanti colorati	AGGIUNGI
RIPRISTINO MONOLITICO DEL CALCESTRUZZO	Sistemi per il ripristino, la protezione e la decorazione del calcestruzzo	AGGIUNGI
RINFORZO STRUTTURALE	Sistemi per il consolidamento ed il rinforzo di edifici in muratura e C.A.	AGGIUNGI
ISOLAMENTO TERMICO	Sistemi termoisolanti a cappotto esterno ETA ed assemblati	AGGIUNGI
DECORAZIONE PER ESTERNI	Intonaci, rasanti, pitture e sistemi per il liscivamento	AGGIUNGI
PAVIMENTI E RIVESTIMENTI	Sistemi per la posa su ogni tipo di fondo e in ogni condizione	AGGIUNGI
PAVIMENTI INDUSTRIALI - FACTORY	Sistemi per la realizzazione di pavimenti in resina	AGGIUNGI
DEUMIDIFICAZIONE	Intonaci, rasanti e pitture per la deumidificazione delle murature	AGGIUNGI

# Report

Gli interventi vengono riepilogati nei report che contengono:

- **Quantificazione dei materiali (quantità e prezzi di listino)**
- Stima della manodopera necessaria
- Schede tecniche dei prodotti
- Distinta materiali
- Brochure, disegni, **libreria BIM, analisi prezzi...**
- Esportazione di un file pdf con i link a tutta la documentazione



Struttura portante

Definisci il presidio della tamponatura

Presidio antiribaltamento

Preparazione antiribaltamento della tamponatura mediante applicazione su intonaco esistente di rete basaltica in fibra naturale di basalto con intonaco-rivestimento certificato EN 506 a base di pure calce NPL 3,5 a sezione modulare barre circolari in acciaio A303 S10

Tamponatura

Sistema Antiribaltamento	
Superficie d'intervento in [mq]	100
Geotextile Multistrato	
Prezzo di Listino Kerakoll	507,00 €
Peso effettivo in [kg] - Incidenza stimata pari a 0,5 [kg/mq]	650
Geo Grid 120	
Prezzo di Listino Kerakoll	1.274,40 €
Quantità effettiva in [mq] - Incidenza stimata pari a 1,20 [mq/mq]	120
Stiel Drefix 8 L = 1000 [mm] - connessione al telaio	
Prezzo di Listino Kerakoll	580,50 €
Quantità effettiva [cad.]	30
<hr/>	
Prezzo parziale fornitura Listino Kerakoll	2.361,90 €
Incluso: IVA, Posa in Opera, Trasporto, Spese Generali e Utili	
<hr/>	
Manodopera	
Qualificazione delle lavorazioni necessarie all'installazione del sistema di presidio da parte di un operaio qualificato e di un operaio specializzato, assorbiti alle voci da Prezzoario C31 individuate dai codici MCO1003 e MCO1002	
Preparazione del Supporto	
Preparazione del substrato mediante aspirazione di eventuale polvere esistente e rimozione di eventuali parti difetti	
	284,30 €
Messa in Opera	
Preparazione e stesura del primo strato di malta, stesura della rete in fibra di basalto e stesura del secondo strato di malta	
	2.103,82 €
Installazione delle connessioni tra tamponatura e telaio in c.a.	
Installazione delle barre circolari in acciaio	
	511,74 €
<hr/>	
Prezzo totale manodopera	2.899,86 €
Incluso il trasporto	
<hr/>	
Spese generali e utili	
Spese generali pari a il 17% del costo dei prodotti da Listino Kerakoll ed il costo della manodopera.	
	894,50 €
Utili pari al 10% del costo dei prodotti da Listino Kerakoll, la manodopera e le spese generali.	
	615,63 €
<hr/>	
Incidenza e Costo Complessivo d'intervento	
Incidenza di costo per fornitura e posa in opera al [mq]. Comprensivo delle spese generali ed utili esclusivi trasporti ed IVA	
	67,72 €
<hr/>	
Prezzo complessivo di fornitura e posa in opera	6.771,89 €
Comprensivo delle spese generali ed utili esclusivi trasporti ed IVA	
<hr/>	
Materiale tecnico di supporto	
<a href="#">TAV SPA - Sistema di presidio Antiribaltamento</a>	
<a href="#">TAV SPA - Sistema di presidio Antiribaltamento - Analisi Prezzo</a>	
Riferimento Prezzoario DE1: A93173 (voce assimilabile)	
<a href="#">TAV SPA - Cigretto RM</a>	
<b>Totale</b>	<b>6.771,89 €</b>

# Progettazione

## Calcolo dei sistemi

- Isolamento termico - Antincendio
- Diaframma di piano
- Rinforzo nodi trave-pilastro
- Rinforzo estradossale solai (coming soon)
- Ribaltamento semplice (coming soon)
- Antiribaltamento tamponature (coming soon)

**Ogni calcolo può essere convertito automaticamente** in un computo con analisi prezzi e voce di capitolato esportabile in Acca Primus.

## Normativa di riferimento per le azioni di carico

NTC 2018

## Proprietà muratura

Tipologia di muratura

Muratura di mattoni pieni e malta di calce

Resistenza a compressione

$f_{hm}$  -1.725 N/mm<sup>2</sup>

Peso specifico

W 18 kN/m<sup>3</sup>

Coefficiente di sicurezza

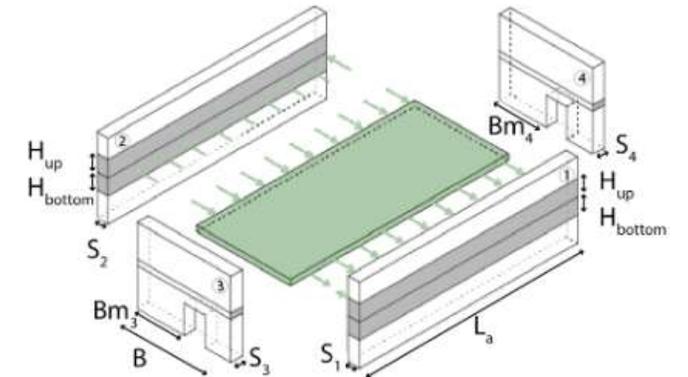
$\gamma$  2

Fattore di confidenza

FC 1.2

## Geometria pareti

$L_a$	10	m
B	7	m
$Sm_3$	5	m
$Sm_4$	5	m
$S_1$	0.5	m
$S_2$	0.5	m
$S_3$	0.5	m
$S_4$	0.5	m
$H_{up}$	1.5	m



- Home
- Cantieri
- Referenze
- Tintometri
- Utenti collegati
- Documenti tecnici
- Download strutturale
- Kerakoll Assistant
- Analytics
- Explorer
- Gestione utenze ▶
- Audit ▶
- Supporto

# Genius Lab Building Platform

**Cantieri**  
Vai alla gestione dei tuoi cantieri

**Download strutturale**  
Link all'area dei sistemi strutturali Kerakoll

**Documenti tecnici**  
Link alla documentazione tecnica Kerakoll

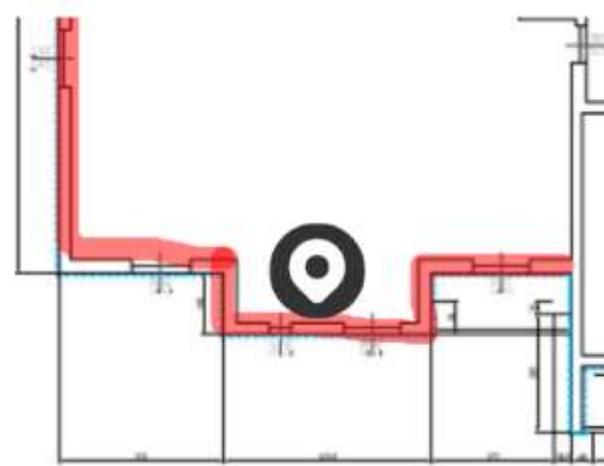
**Kerakoll Assistant**  
Motore di ricerca e supporto

## Funzioni

# Ulteriori funzionalità presenti nella piattaforma:

- Caricamento degli elaborati di progetto
- Condivisione e archivio della documentazione di cantiere
- Creazione automatica di check-list per la gestione e localizzazione delle lavorazioni
- Collaborazione tra professionisti e contatto diretto con Kerakoll
- **Informazioni sempre aggiornate all'ultima versione disponibile**
- Creazione di referenze sui cantieri trattati

kerakoll



### Descrizione

Prevenzione antiribaltamento delle tamponature mediante applicazione su intonaco esistente di rete biassiale in fibra naturale di basalto con intonaco rasante a base di pura calce idraulica naturale e ancoraggi mediante barre elicoidali. È buona norma consultare le schede tecniche di ogni prodotto prima di procedere all'applicazione.

**Tav 18A - Sistema di presidio antiribaltamento di tamponature a singolo paramento su intonaco esistente** In lavorazione

📍 Test Field

**Configurazione:** Rinforzo

Prevenzione antiribaltamento delle tamponature med...

🕒 Creato il 1/31/2024 da Test Field

📅 Scadenza: 2/28/2024

Stato di avanzamento

Ultimo aggiornamento: 1/31/2024

Attività 3/0

- Preparazione del substrato attività standard  
Rimuovere completamente le pitture e verificare lo stato di adesione al solaio dell'intonaco esisten...  
ESPANDI  
> Commenti (0)  
> Allegati (0)  
Completato da Test Field in data 01/31/2024  
NON COMPLETATO SKIP
- Realizzazione di foro di opportuno diametro e successiva pulitura attività standard  
Sul perimetro della tamponatura, per il collegamento con il telaio in c.a., a passo definito dal pro...  
ESPANDI  
> Commenti (0)  
> Allegati (0)  
Completato da Test Field in data 01/31/2024  
NON COMPLETATO SKIP
- Installazione della barra all'interno del foro attività standard

Servizio di  
consulenza  
dedicato

## Consulenza tecnica in ogni fase di cantiere

### Field Service

- Seminari in collaborazione con ordini professionali
- Formazione in studio
- Consulenza in fase di gara
- Co-creazione dei capitolati con sistemi compatibili
- Definizione delle fasi realizzative
- Supporto alla cantierizzazione



## Consulenza tecnica in ogni fase di cantiere

### Field Service

- Seminari in collaborazione con ordini professionali
- Formazione in studio
- Consulenza in fase di gara
- Co-creazione dei capitolati con sistemi compatibili
- Definizione delle fasi realizzative
- **Supporto all'applicazione in situ**



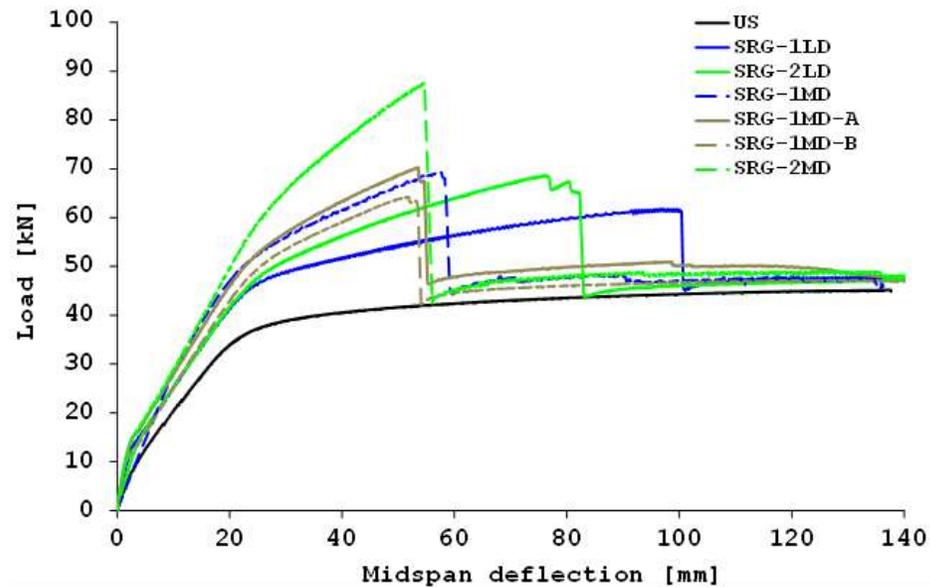
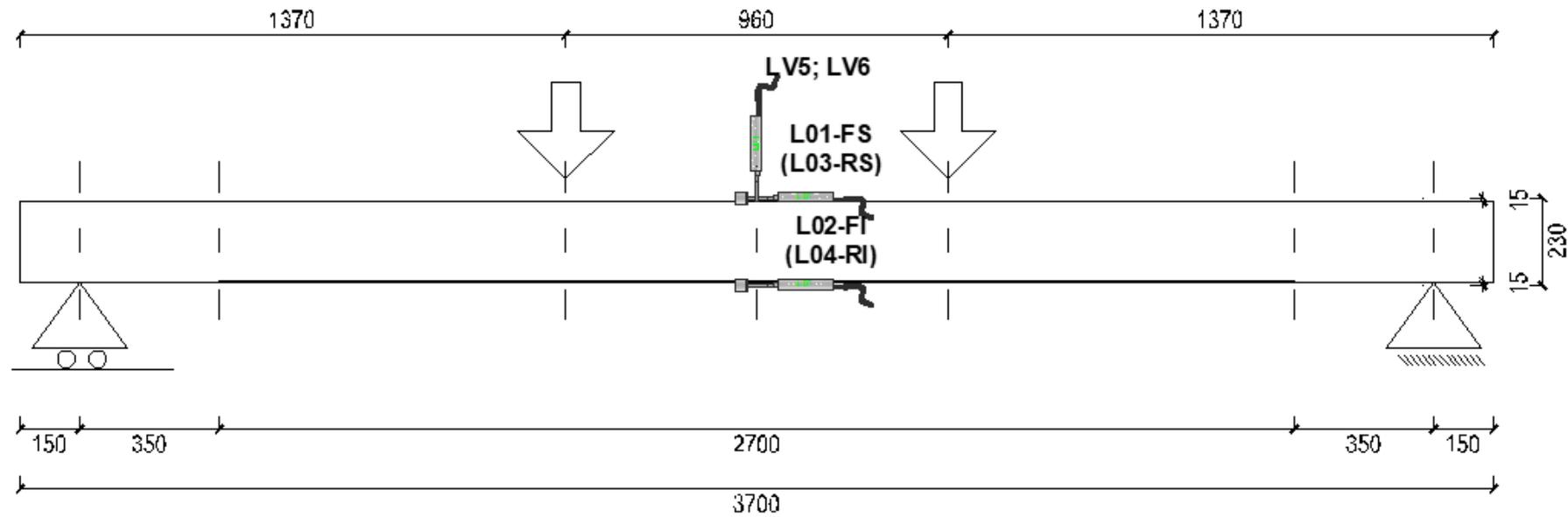
# 6. Il rinforzo del calcestruzzo armato

Dalla progettazione al cantiere: approfondimento  
di casi studio reali

# Sperimentazione

# Rinforzo a flessione trave in c.a.

Campagna sperimentale  
presso **Università degli  
Studi di Salerno**



# Antiribaltamento tamponature



## Campioni e setup

- Campioni senza intonaco esistente
- Campioni con intonaco esistente



## Test

Test divisi in due fasi:

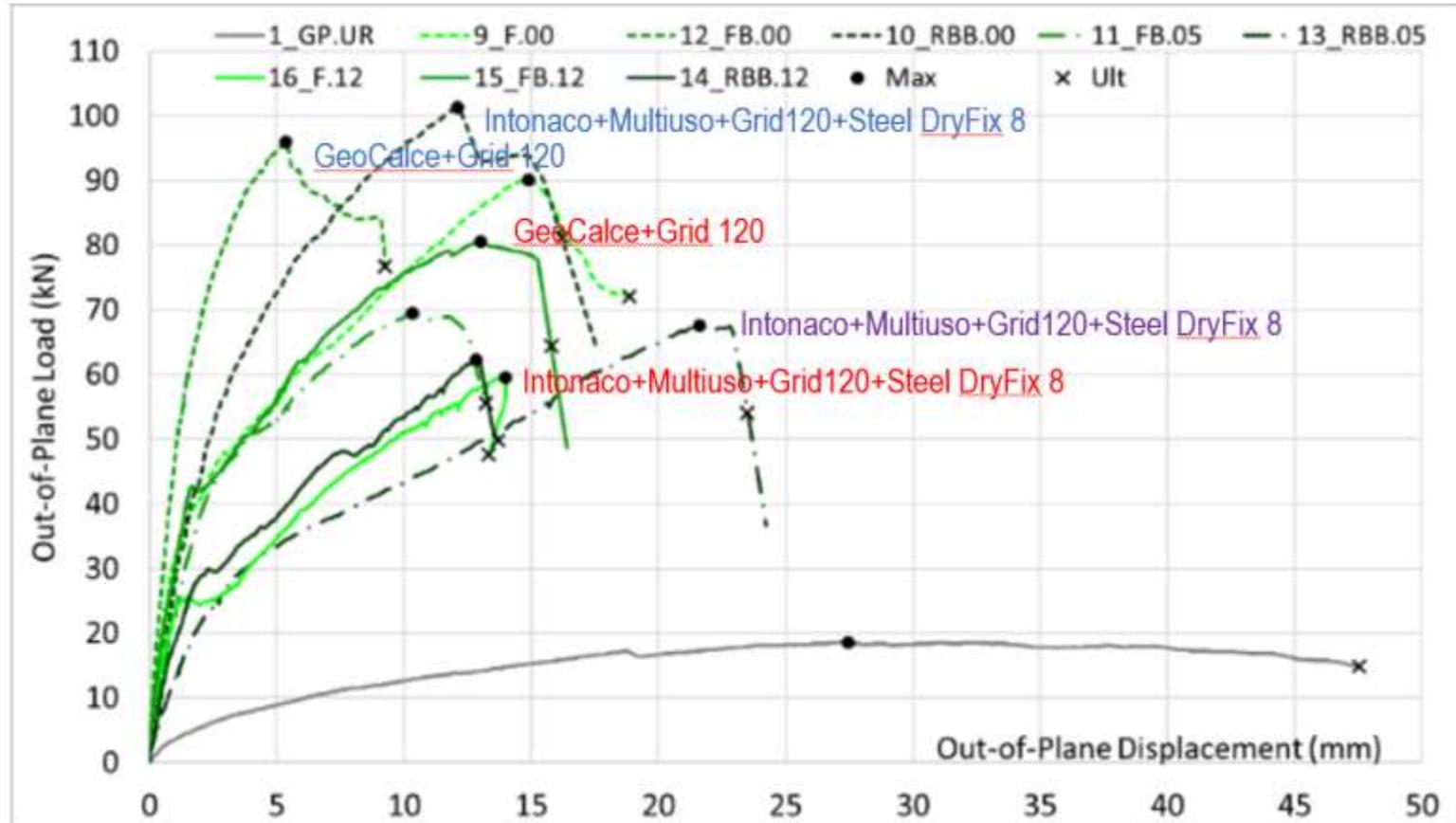
- Test nel piano
- Test fuori piano



## Rottura

## Antiribaltamento tamponature

→ Il test ha evidenziato un **incremento** del valore di accelerazione da un minimo di **2,5** fino a **3,5** volte rispetto al provino iniziale in muratura intonacata con intonaco civile ordinario.



Test sperimentale  
Eucentre



## Test sperimentale Eucentre

### Situazione di partenza

- **Due telai di tre piani in c.a. «gemelli»**
- Precedenti prove hanno danneggiato i due edifici in maniera differente
- Danni presenti su nodi al piano primo e su tamponature
- Test su tavola vibrante monodirezionale (visibili differenze tra comportamento degli elementi nelle due direzioni)



## Test sperimentale Eucentre

### Attività svolta su elementi esistenti

#### Nodi danneggiati

- Iniezioni di Kerabuild Epofill
- Ricostruzione con Geolite

#### Pilastri piano terra

- Ringrosso di sezione eseguito con sistema FRC (Geolite Magma Xenon + Steel Fiber)
- Il ringrosso comprende i nodi del piano primo

#### Tamponature «nel piano» (a singolo paramento)

- Ripristino degli elementi danneggiati
- Presidio antiribaltamento (tavola 18A)



## Test sperimentale Eucentre

### Attività svolta su tamponature nuove

Ortogonalmente alla direzione di movimento della tavola vibrante sono state realizzate tamponature per **indagare il comportamento «fuori piano»**

#### Tamponature realizzate

- Doppio paramento (8+12 cm) + Tavola 18A su singolo lato
- Doppio paramento (8+8 cm) + Tavola 18A su singolo lato
- Doppio paramento (8+8 cm) + Geocalce Tenace su doppio lato
- Doppio paramento (8+12 cm) + Geocalce Tenace su singolo lato
- Doppio paramento (8+8 cm) + Geocalce Tenace + Geo Grid 120 su doppio lato
- Singolo paramento Tavola 18A su singolo lato
- Singolo paramento Geocalce Tenace su doppio lato



## Test sperimentale Eucentre

### Risultati ottenuti

**Conferma sull'efficacia degli interventi di ripristino e rinforzo di elementi in c.a.**

- Iniezioni di Kerabuild Epofill
- Ricostruzione con Geolite
- Ringrosso FRC

**Conferma sull'efficacia dell'intervento di presidio antiribaltamento (Tavola 18A)**

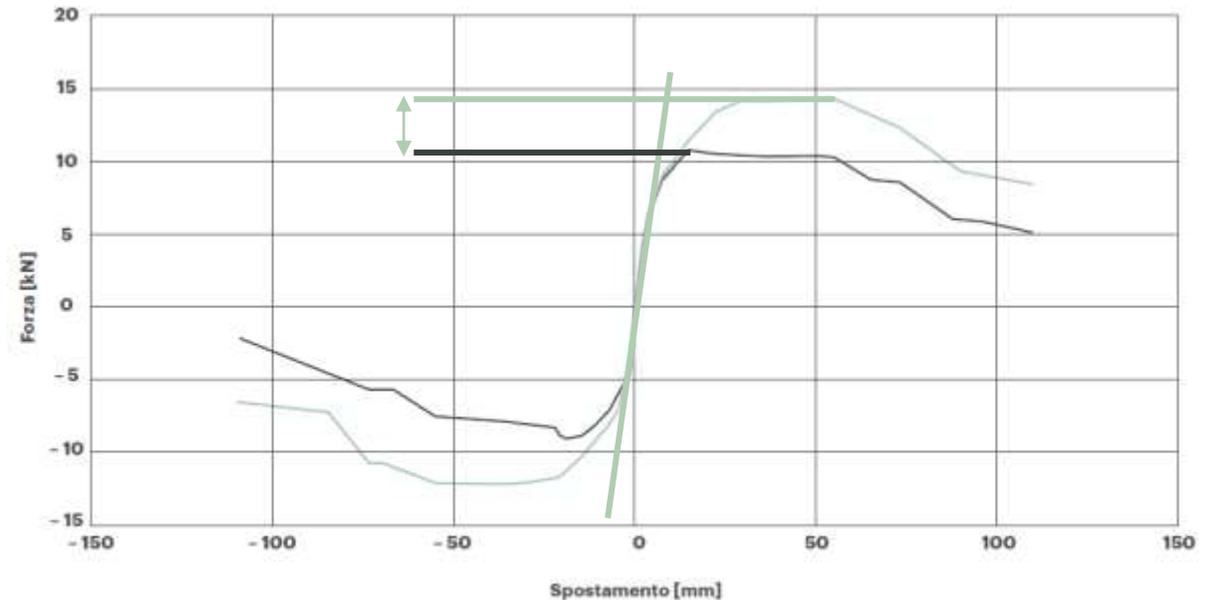
Nuovi test su utilizzo di Geocalce Tenace con e senza Geo Grid 120 per presidio antiribaltamento

Nuovi dati in corso di analisi per raccogliere nuove **informazioni e dare indicazioni sempre più precise**



## Confinamento dei nodi dall'esterno Steel Combo

- Nodi a scala reale con materiali e dettagli tipici del costruito italiano
- Test ciclici con drift di piano crescente
- Confronto tra provino non rinforzato e rinforzato
- Incremento resistenza considerevole
- Rigidezza invariata (intervento locale)



# Casi di studio

## Preparazione supporti

Kit di collaudo e preparazione

SRG-FRC supporto **umido**

→ TAB 8: SRG/ TAB 9: FRC



SRP supporto **asciutto**

→ TAB 5

\*smussatura angoli in caso di cerchiatura per facilitare applicazione



## Sistemi di rinforzo



Sistema SRG

Spessore 1-2 cm



Sistema SRP

Spessore 1-2 cm



Sistema FRC

Spessore 1,5 – 4 cm



Ringrosso tradizionale

Spessore > 5 cm

- Incremento di spessore
- Incremento delle prestazioni
- Incremento di rigidità

## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

### Rinforzo in continuità di un setto in cemento armato.

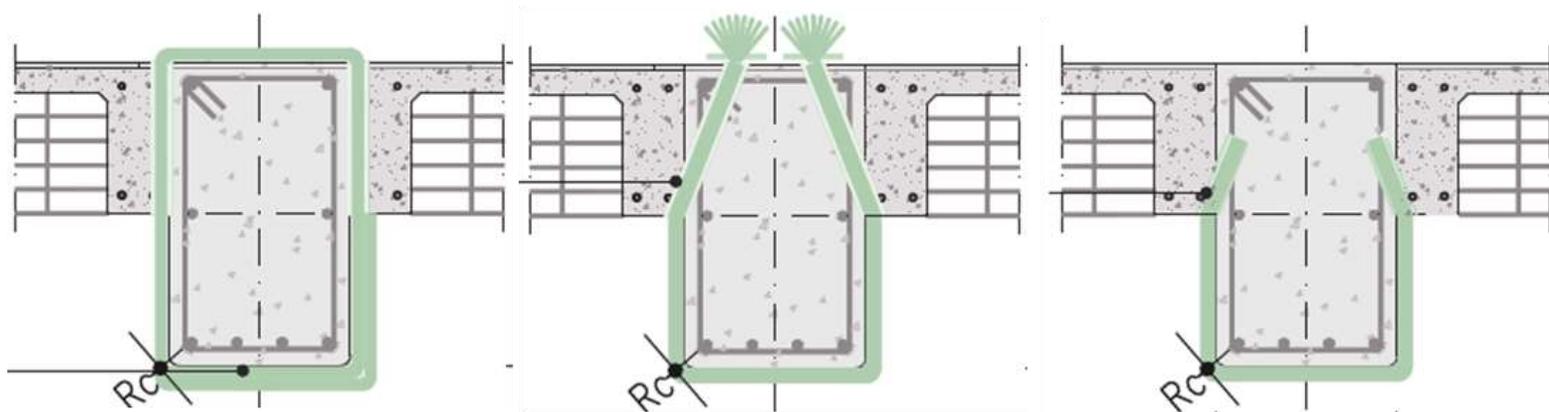
Nella foto chiusura del rinforzo con spolvero di quarzo e sagomatura del tessuto per successiva installazione.



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Rinforzo a taglio di una trave.

Nella foto le fasi di preparazione del supporto e dei tessuti per poter essere installati ed inghisati.



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Rinforzo a taglio e momento.

Fasi di preparazione dei tessuti e preparazione del supporto.



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Fasi di installazione del rinforzo a momento e successiva installazione dei tessuti a taglio.

**L'installazione deve essere eseguita** posando i tessuti su un letto di resina installata sul supporto.



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Spolvero di quarzo sul secondo strato di resina epossidica Geolite gel ancora fresca per consentire la successiva rasatura del rinforzo.



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

### Ex mercato ortofrutticolo generale di corso Sardegna – Genova

Nel 1929 fu inaugurato il mercato ortofrutticolo di corso Sardegna, importante struttura commerciale, che ha funzionato in quella sede fino al 2009 quando, ormai inadeguato per le nuove esigenze, fu trasferito nella nuova sede di Bolzaneto.

Dopo un lungo periodo di lavori di riqualificazione gli spazi dell'ex mercato ortofrutticolo sono stati trasformati in un moderno centro commerciale, inaugurato il 11 dicembre 2021 con un progetto che ha mantenuto la memoria storica del complesso e creato un nuovo e ampio parco per il quartiere, un punto di riferimento per la Val Bisagno e tutta la cittadinanza.

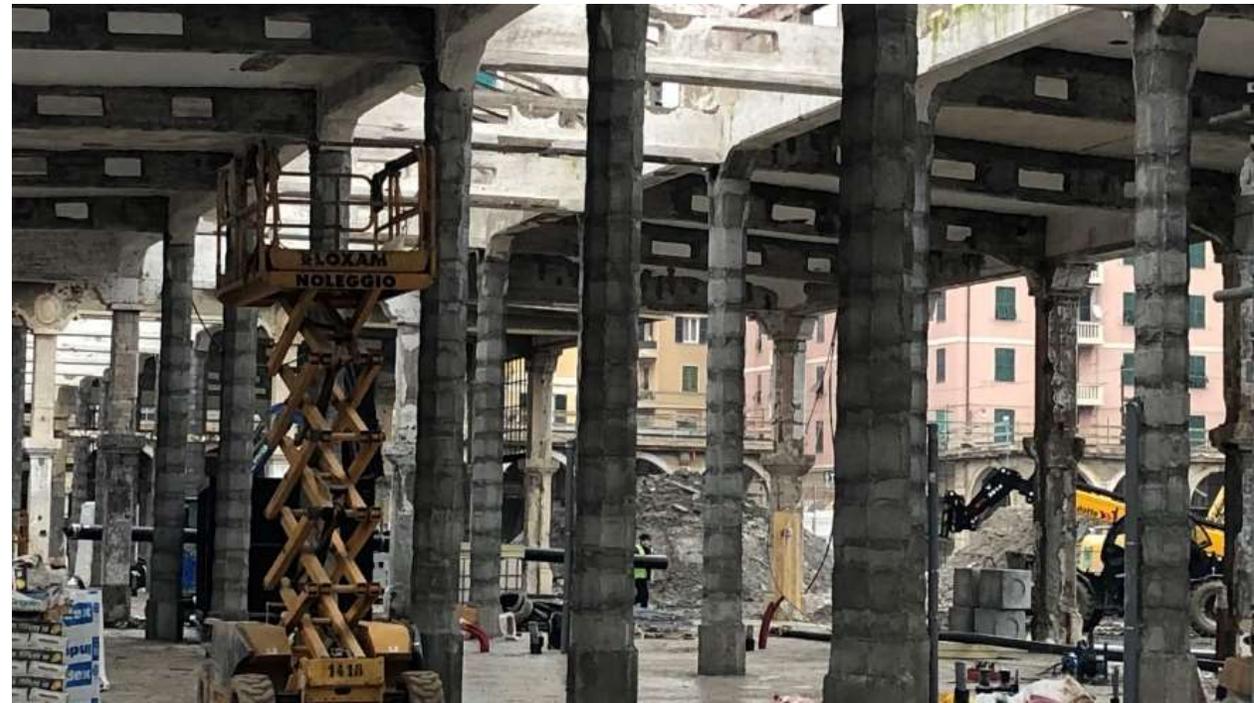
**kerakoll**



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Rinforzo a confinamento di pilastri in cemento armato con sistema a matrice inorganica.

**Incremento della duttilità.**

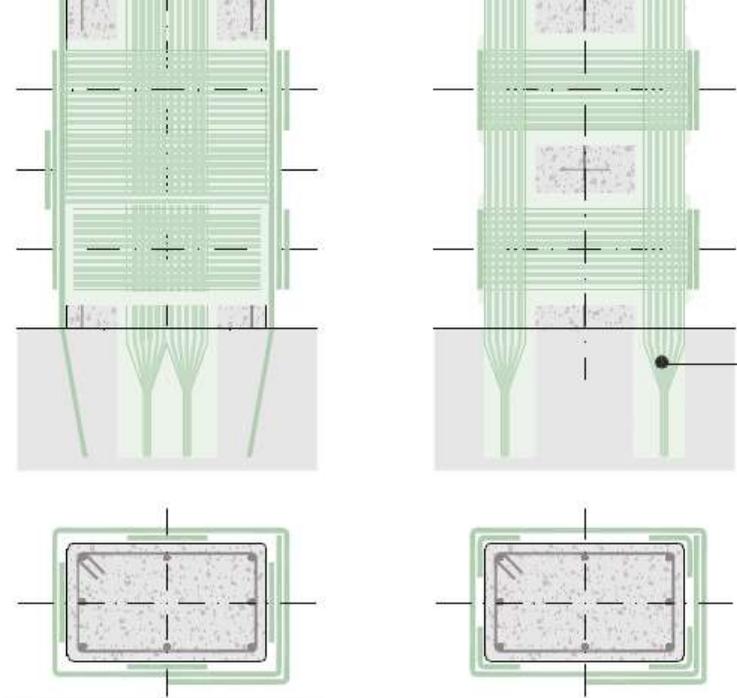


## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Inghisaggio alla base dei tessuti di rinforzo, con le **estremità che saranno** successivamente annegate nel getto.

I tessuti devono essere piegati per seguire la forma del pilastro.

Nella foto un pilastro ottagonale ed un quadrato.



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

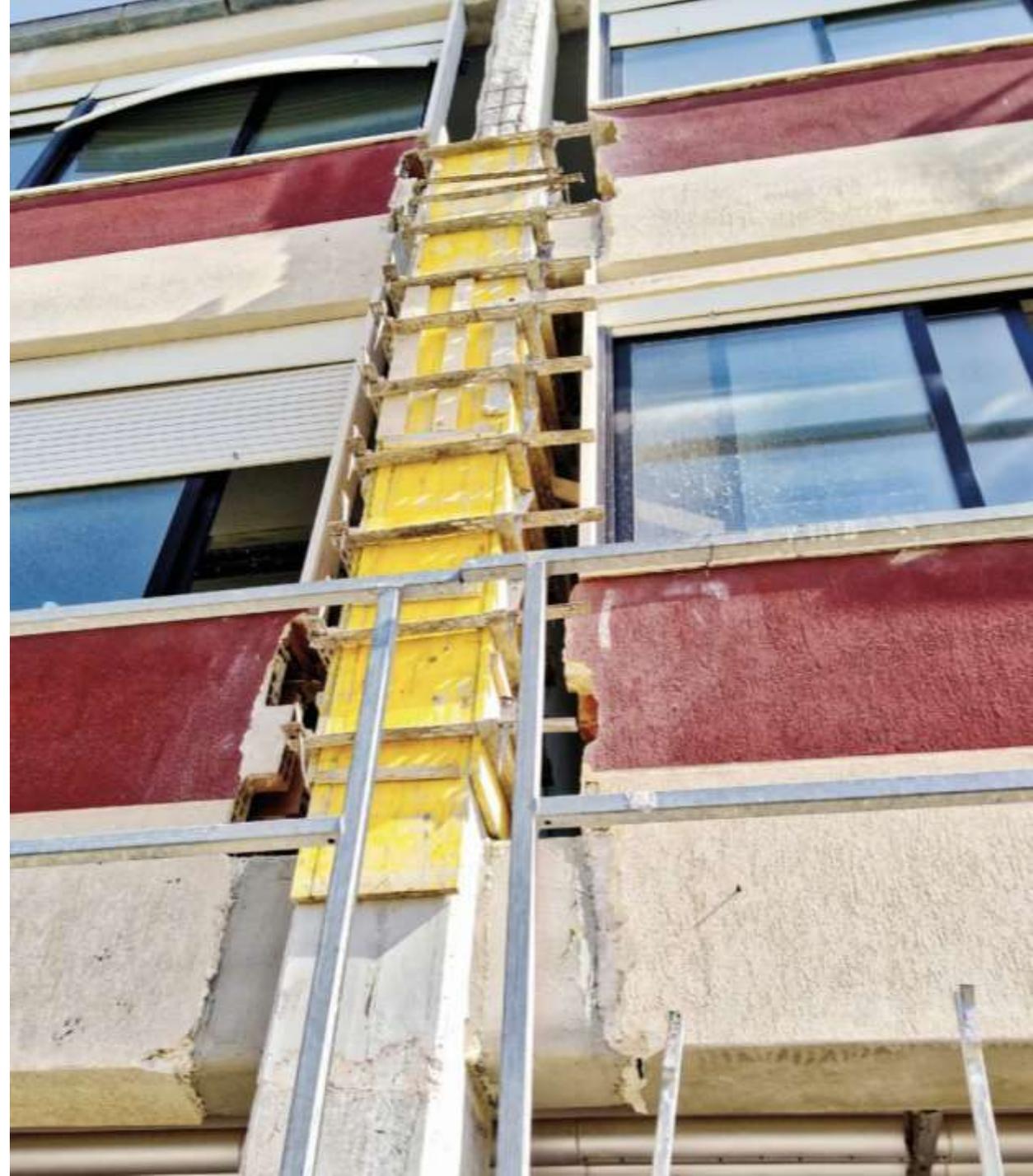
La copertura in carpenteria metallica ha una funzione strutturale.

Permette di creare una collaborazione tra i singoli elementi come se fosse un piano rigido.



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Istituto Don Pasquale Uva,  
Bisceglie (BT)



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Ringrosso di sezione per incremento della rigidità della struttura.



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Lo stato di fatto della struttura prima di eseguire i lavori. Il ripristino del calcestruzzo per essere eseguito a **regola d'arte deve essere progettato.**

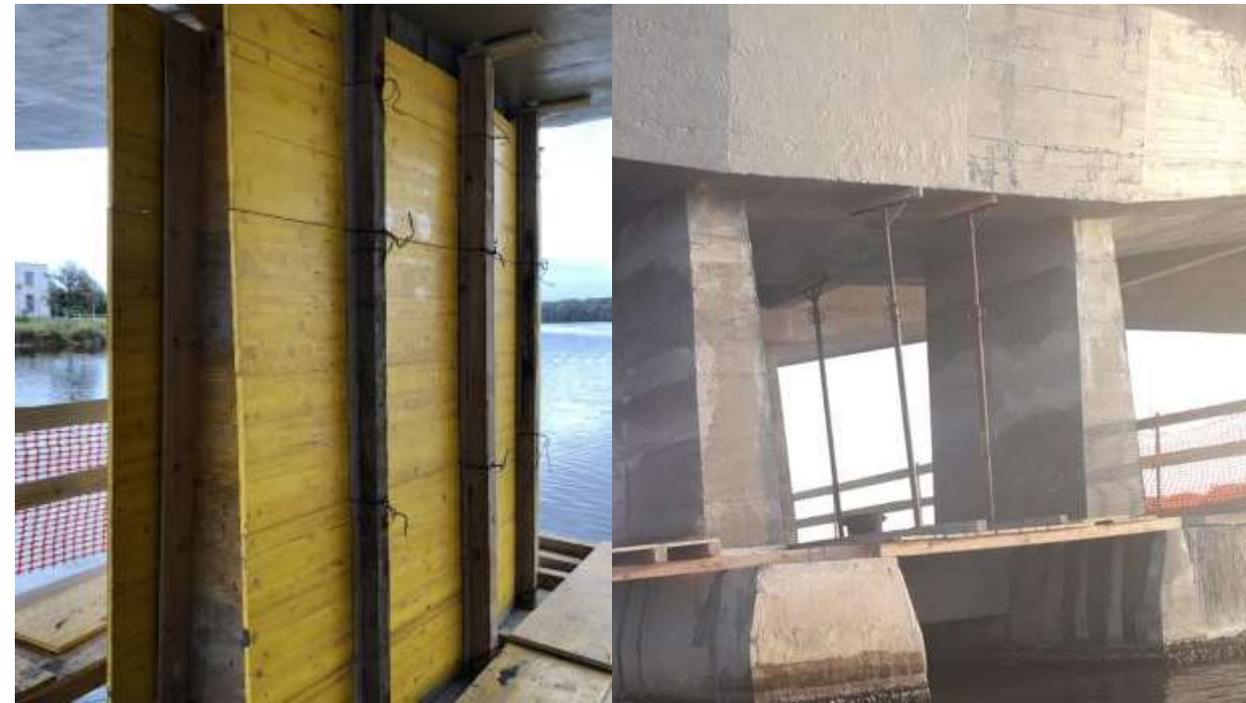
Dalla foto un ripristino eseguito con una rete porta intonaco ed un malta in classe R2.



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Intervento di rinforzo e ripristino con malta colabile ad alte prestazioni con aggiunta di fibre corte in acciaio (13 mm).

La dimensione minima di questi elementi mi permette una distribuzione uniforme e tridimensionale nel getto.



## **Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato**

Le travi della struttura sono state ripristinate con malta R4 Geolite.

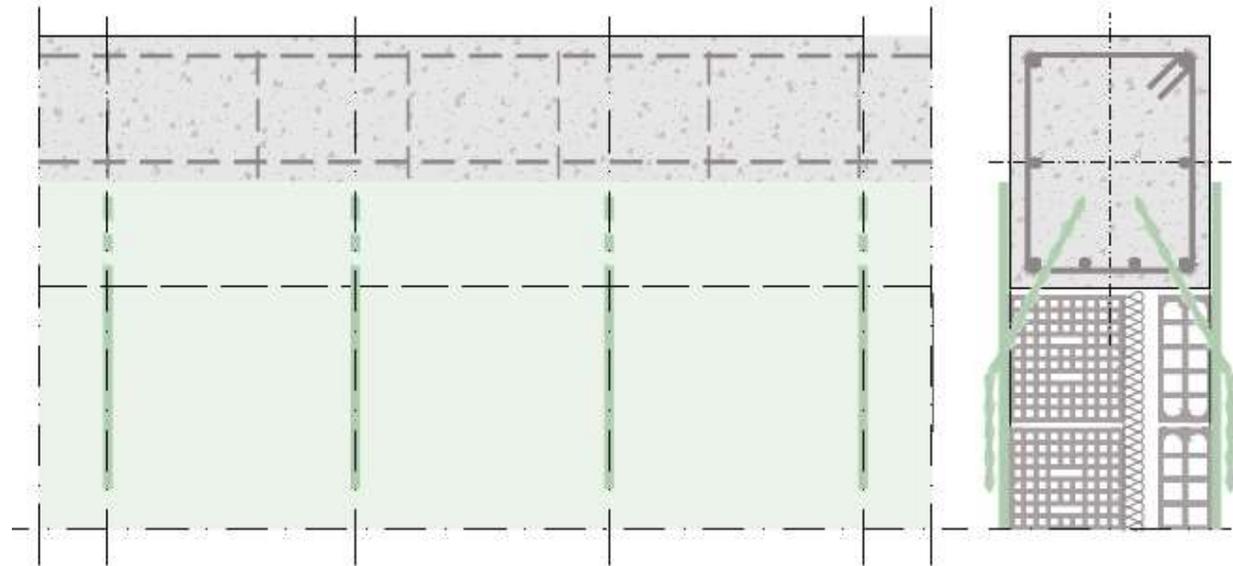
**Il prodotto è marcato per la** passivazione, ricostruzione e rasatura di calcestruzzo armato.



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Presidio antiribaltamento delle tamponature in laterizio.

Fasi di installazione delle barre elicoidali per la realizzazione di un vincolo meccanico.



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

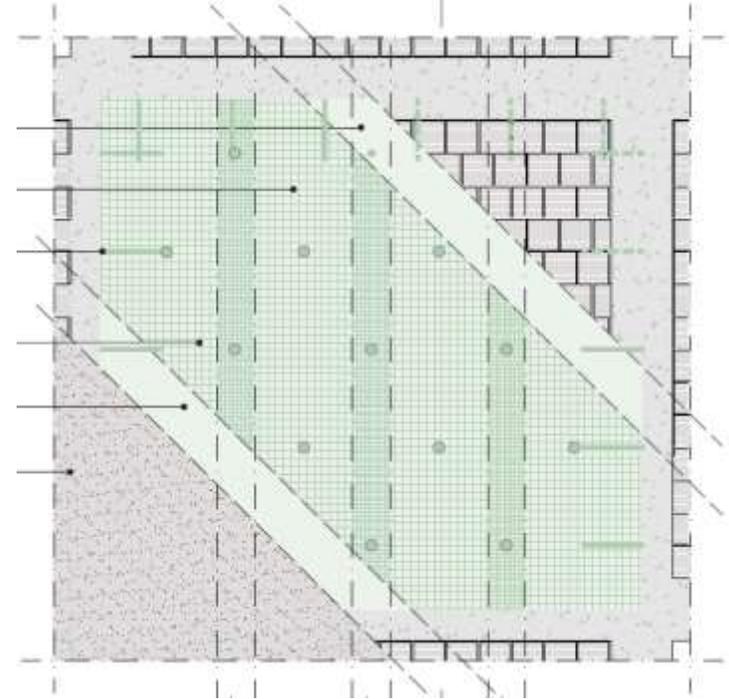
Fasi di posa in opera della rete in fibra di basalto su intonaco esistente.

Installazione su intonaco eseguibile esclusivamente come presidio, previa battitura del supporto e rimozione della pittura.



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Seconda mano a protezione della rete ed installazione dei tasselli Steel Dryfix.



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

### Confinamento dall'esterno di nodi.

Rimozione copriferro fino ai ferri con  
(eventuale) rimozione ruggine

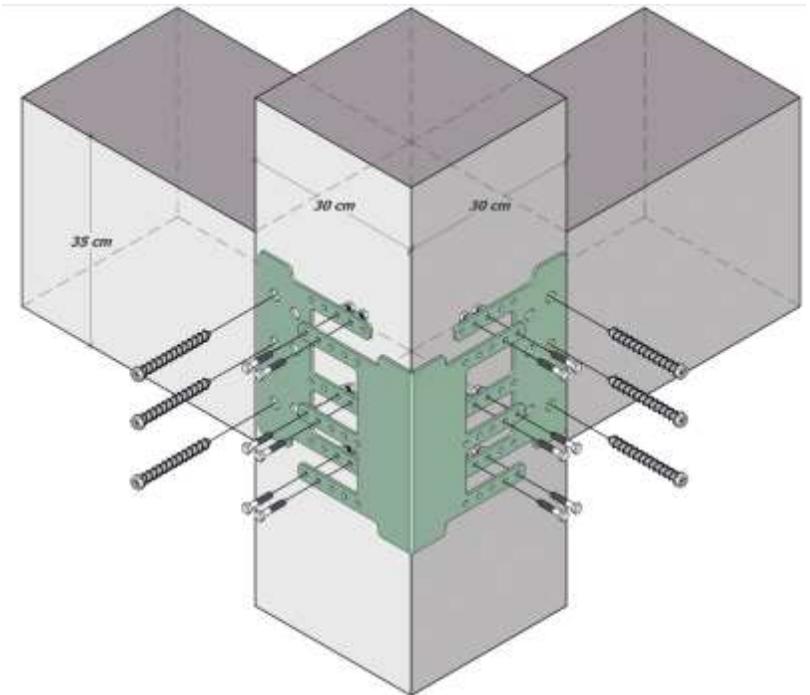


## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

### Confinamento dall'esterno di nodi.

Moduli specifici in funzione  
geometria nodo

Assemblaggio in cantiere per totale  
**flessibilità (manuale di installazione)**



**Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato**

**Confinamento dall'esterno di nodi.**

**Foratura 160mm senza necessità  
pulizia foro**

Primo strato malta con viti da  
calcestruzzo come salvaforo

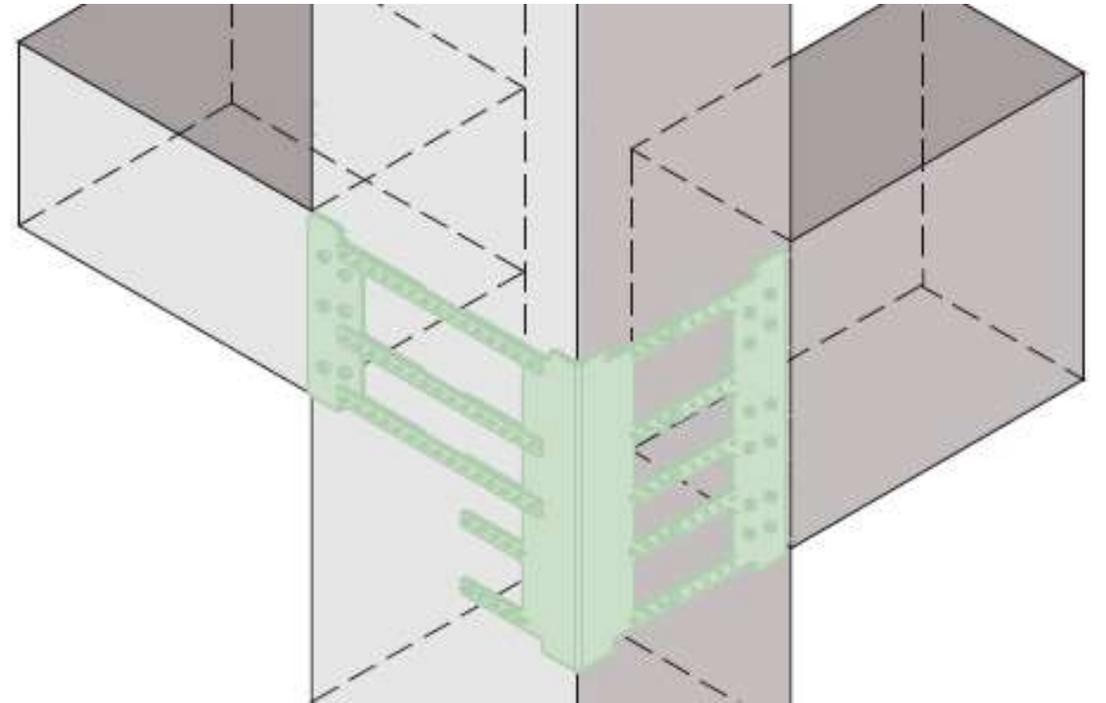


## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

**Confinamento dall'esterno di nodi.**

Rapida installazione connettori a secco

Possibile combinazione moduli di altezze diverse



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

**Confinamento dall'esterno di nodi.**

Ripristino copriferro e geometria

Ciclo completo senza interruzioni



# 6. Il ripristino e rinforzo dei solai

Dalla progettazione al cantiere: approfondimento  
di casi studio reali

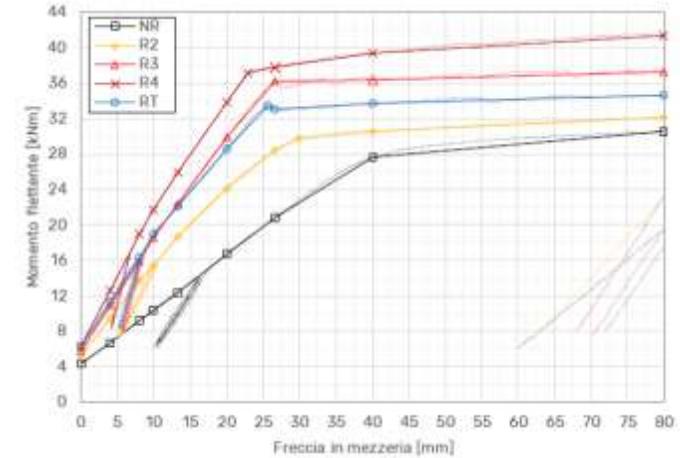
# Sperimentazione

# Rinforzo FRC estradosso solaio



## Validazione universitaria

- FRC applicato *senza connettori*
- Geolite Magma Xenon & Steel Fiber in 3 cm ha risultati migliori rispetto al classico rinforzo con rete elettrosaldata



## Confronto risultati

- R2: rinforzo FRC 2 cm
- R3: rinforzo *FRC 3 cm*
- R4: rinforzo FRC 4 cm
- RT: rinforzo con rete elettrosaldata 4 cm
- NR: campione di controllo

## Connessione perimetrale solaio con Steel Connect Wall

Prove di taglio e di pull-out  
di connettori per il collegamento  
tra parete muraria e soletta in FRC  
per il rinforzo strutturale.

FRC: Geolite Magma Xenon + Steel  
Fiber

Inghisaggio: Geocalce FL Antisismico



CIRI EDILIZIA E COSTRUZIONI  
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE DI RICERCA INDUSTRIALE  
ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

**kerakoll**





## Pull-out del connettore

Test di estrazione della singola barra



## Pull-out del sistema

Test di estrazione dell'intero sistema



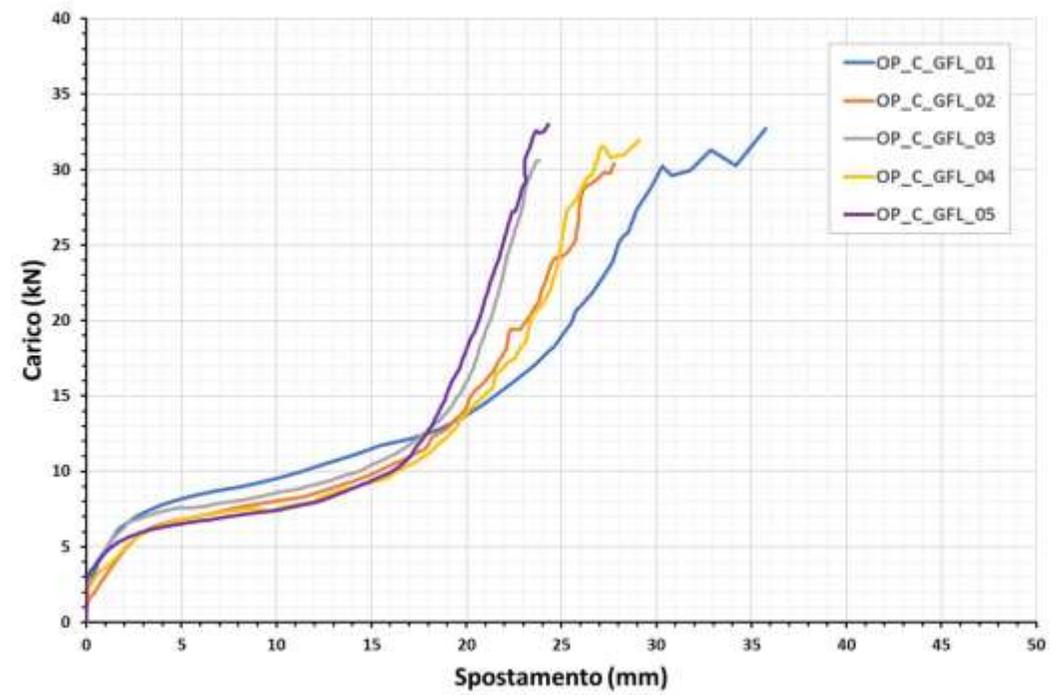
## Taglio del sistema

Test di taglio dell'intero sistema

## Connessione perimetrale solaio con Steel Connect Wall

### Pull-out del connettore

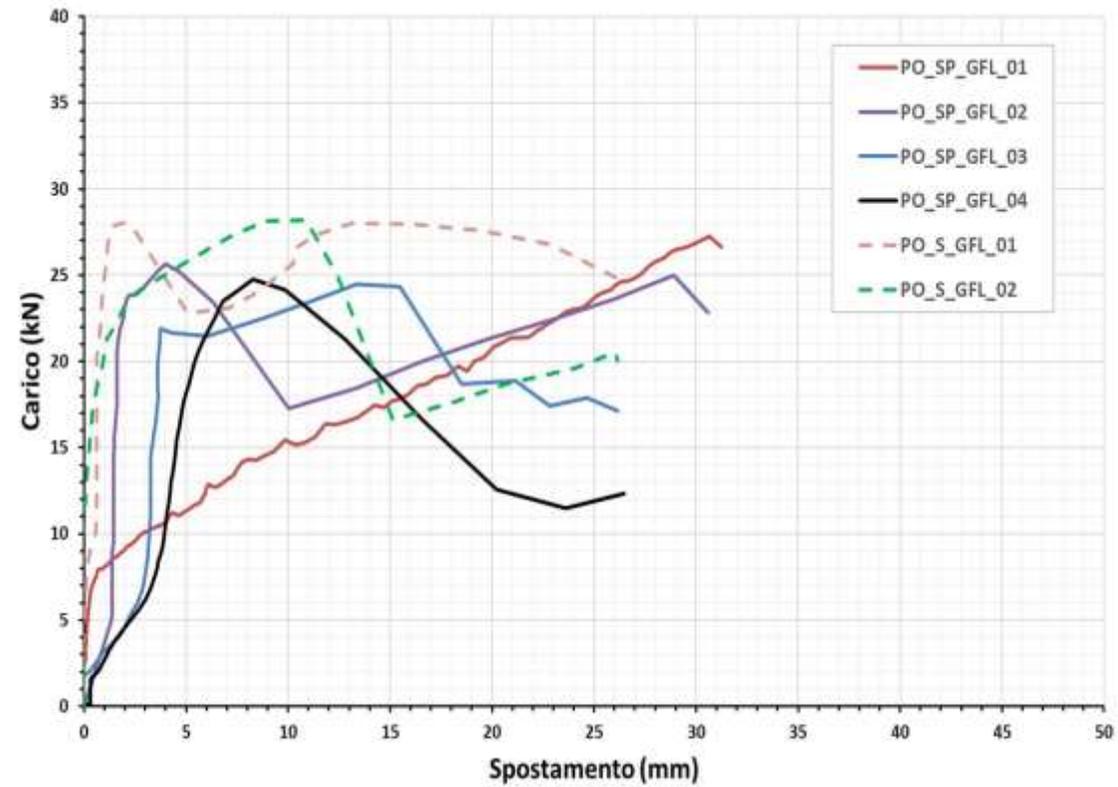
→ Forza media di estrazione 31 kN



## Connessione perimetrale solaio con Steel Connect Wall

### Pull-out del sistema

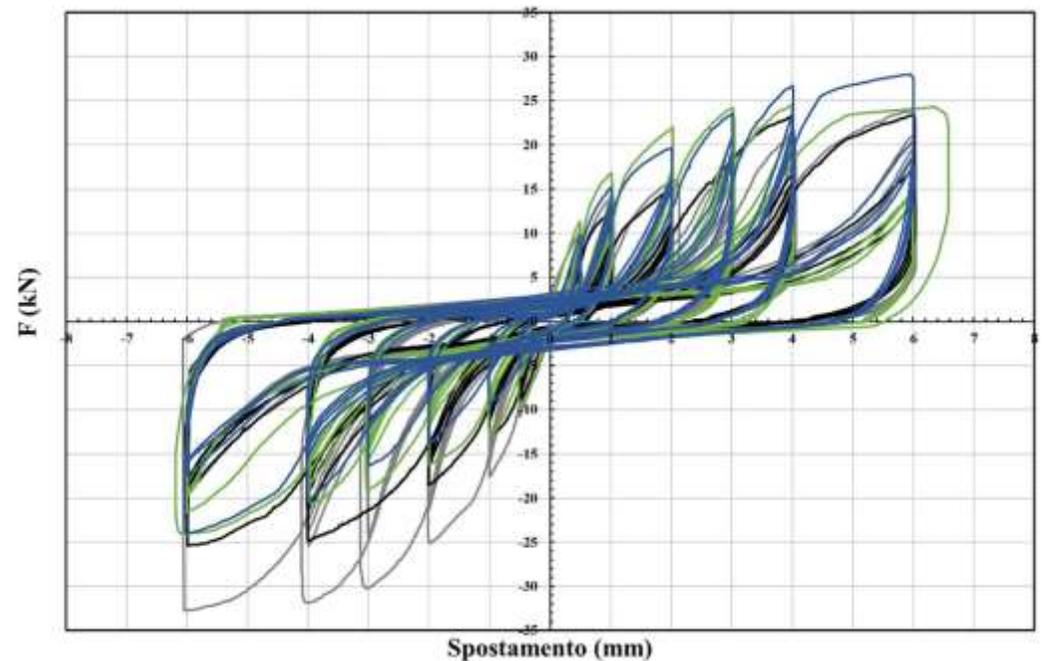
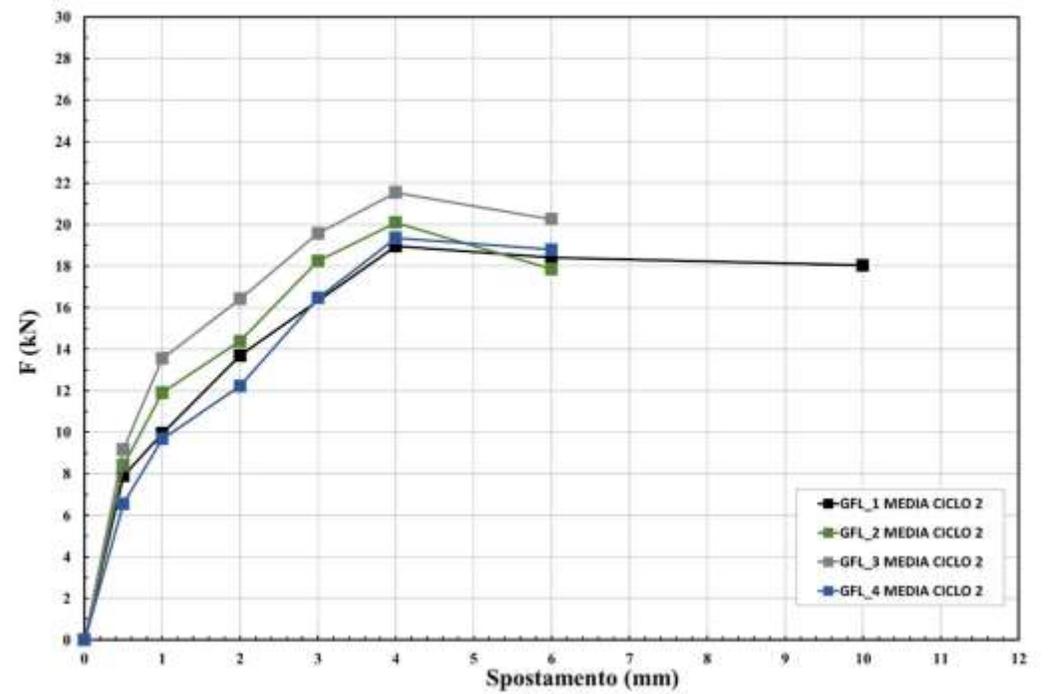
- Forza media di estrazione del connettore plasticizzato 25 kN
- Forza media di estrazione del connettore 28 kN
- Rottura lato muratura con creazione cono



## Connessione perimetrale solaio con Steel Connect Wall

### Prova di taglio

- Prova ciclica
- Forza media di taglio a 4 mm di spostamento: 20 kN
- Investigato anche comportamento post picco fino a 10mm di spostamento



# Antisfondellamento solaio

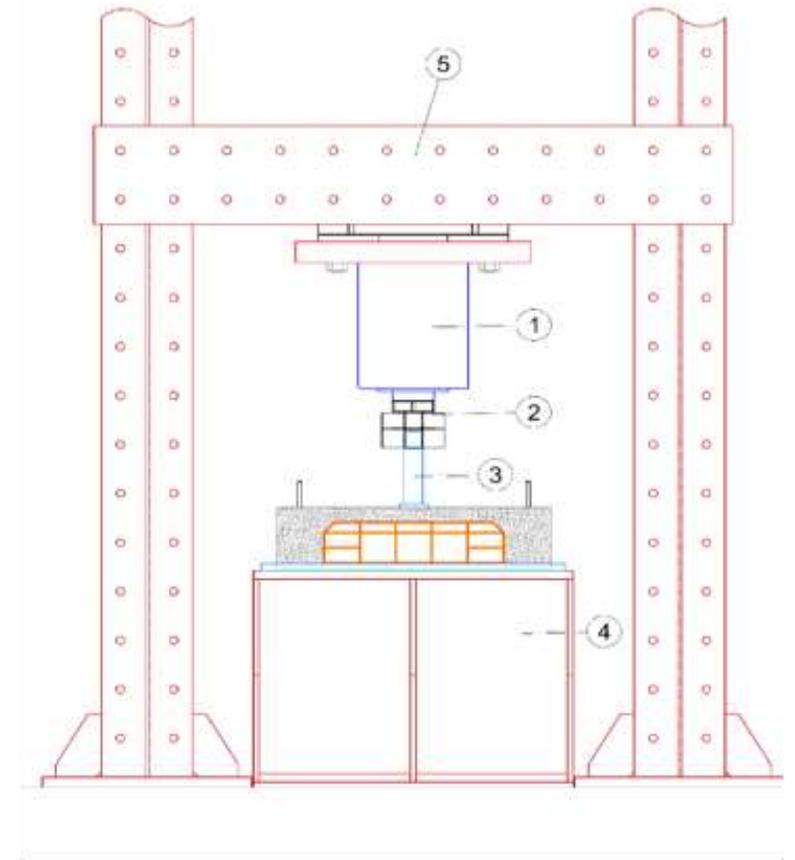
## VALIDAZIONE UNIVERSITARIA

Tavola 10A:

- **Capacità portante sistema:**  
4160 Kg/mq
- 40 volte superiore al carico da sfondellamento

Tavola 10B:

- **Capacità portante sistema:**  
5900 Kg/mq
- 60 volte superiore al carico da sfondellamento



# Casi di studio

## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Preparazione dei supporti e bagnatura pre-posa in opera del sistema FRC



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Fasi di esecuzione delle installazioni.

Il prodotto viene miscelato con acqua in betoniera, dopo pochi minuti **vengono aggiunte le fibre e quindi è possibile pomparlo.**



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Altre fasi di getto e lavorazioni.

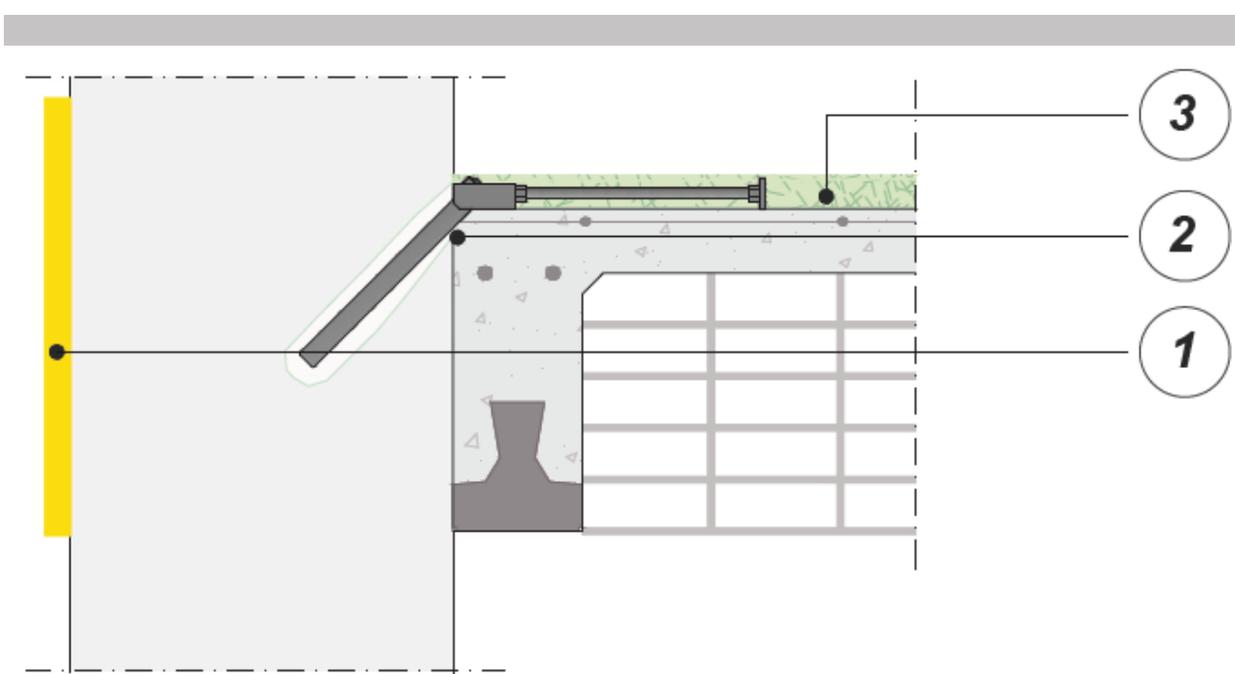


## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

### Collegamento perimetrale soletta FRC

C8.7.4.1 edifici esistenti

«...*trasferire le azioni orizzontali alle pareti e di scongiurare l'attivazione dei meccanismi fuori piano* delle pareti collegandole efficacemente. I solai devono pertanto essere ben ancorati alle murature, *soprattutto a quelle perimetrali.*»



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Rinforzo a punzonamento, Canton Ticino



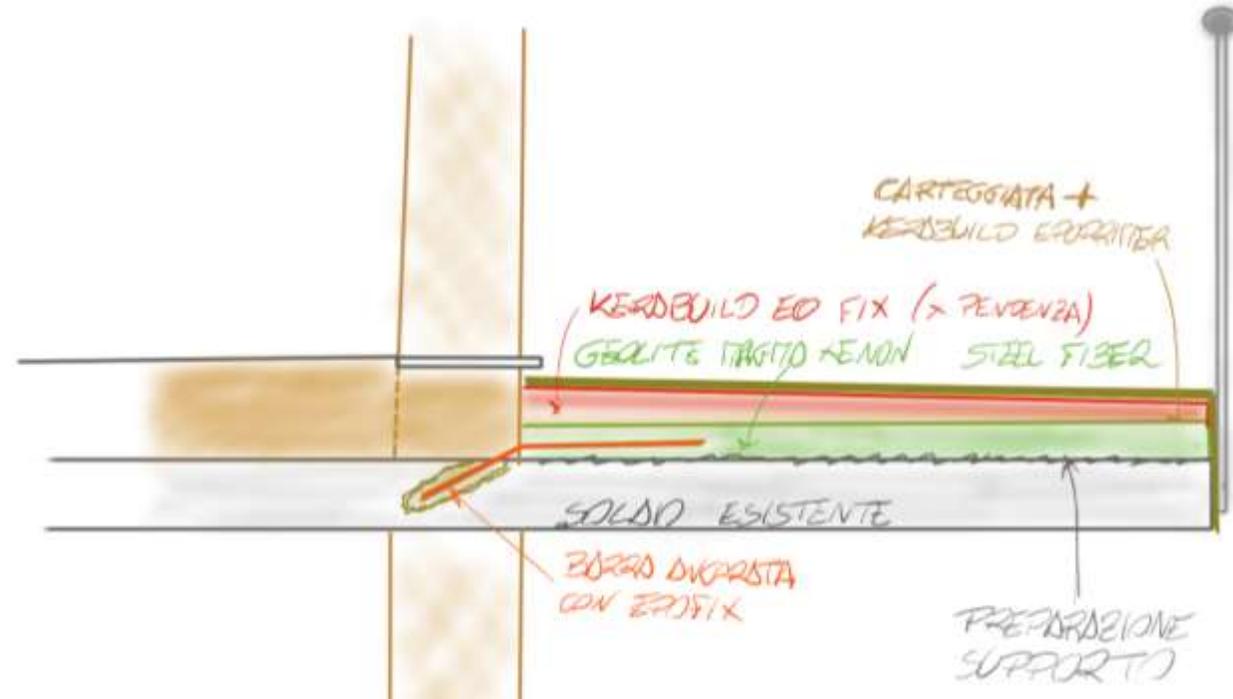
## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Rinforzo a punzonamento su solaio in soletta piena a seguito della posa in opera post getto di un pilastro in carpenteria metallica..



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

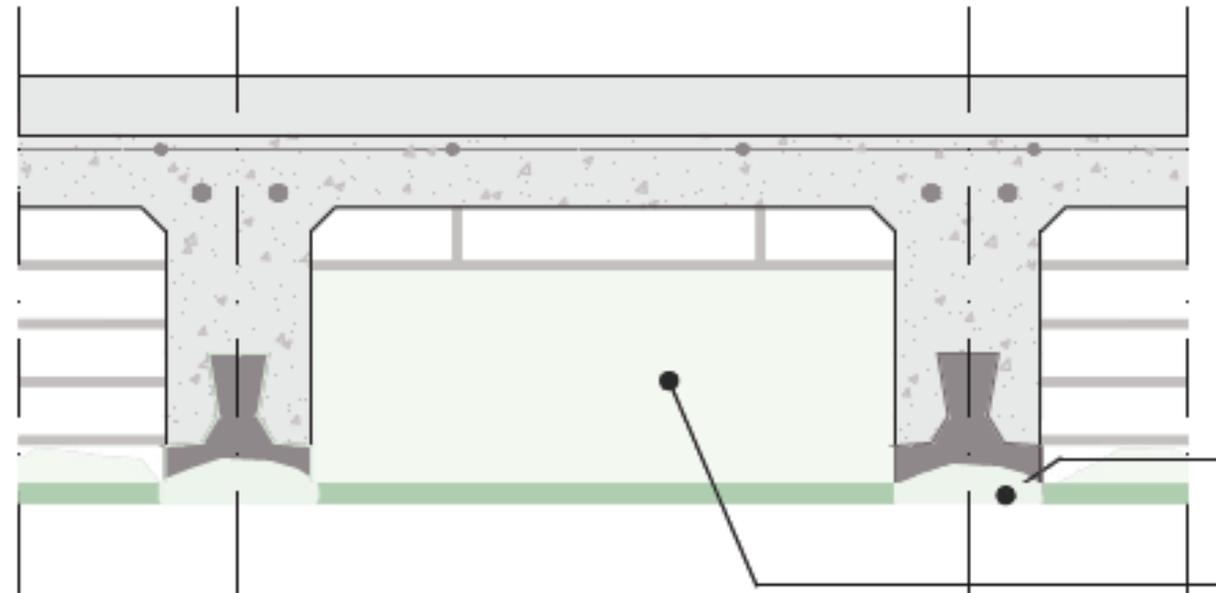
Ripristino del calcestruzzo,  
incremento della resistenza a  
momento negativo e incremento delle  
**qualità di comfort.**



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Capannone industriale abbandonato da risanare

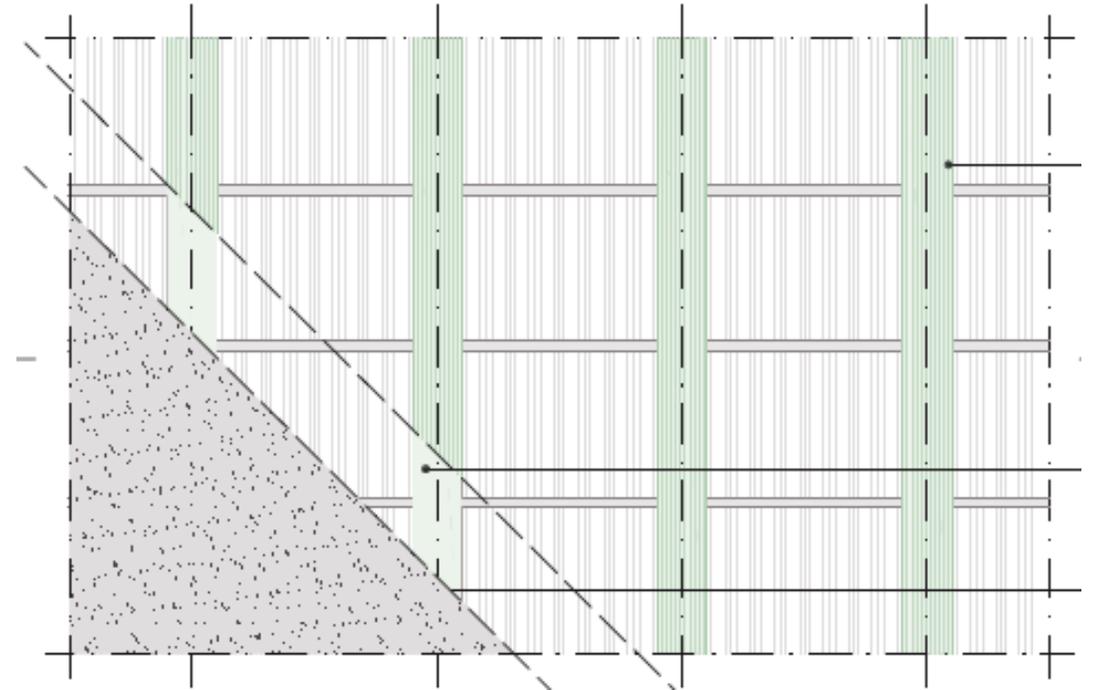
- Rimozione elementi decoesi e ammalorati
- **Ripristino planarità superficie**
- Ripristino e rinforzo travetti con sistema SRG
- Applicazione presidio con Geocalce Multiuso e Geo Grid 120



## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Capannone industriale abbandonato da risanare

- Rimozione elementi decoesi e ammalorati
- **Ripristino planarità superficie**
- Ripristino e rinforzo travetti con sistema SRG
- Applicazione presidio con Geocalce Multiuso e Geo Grid 120

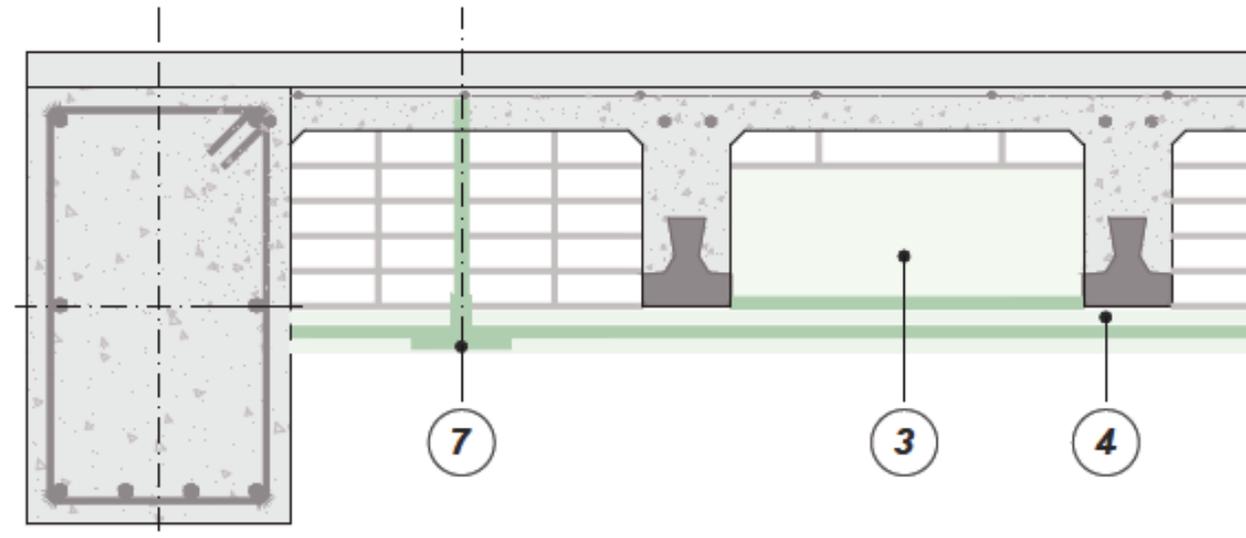


## Il ripristino e rinforzo del calcestruzzo armato

Capannone industriale abbandonato da risanare

- Rimozione elementi decoesi e ammalorati
- **Ripristino planarità superficie**
- Ripristino e rinforzo travetti con sistema SRG
- Applicazione presidio con Geocalce Multiuso e Geo Grid 120

Importanza collegamento barre Steel Dryfix



# 6. Il consolidamento e rinforzo della muratura

Dalla progettazione al cantiere: approfondimento di casi studio reali

# Sperimentazione

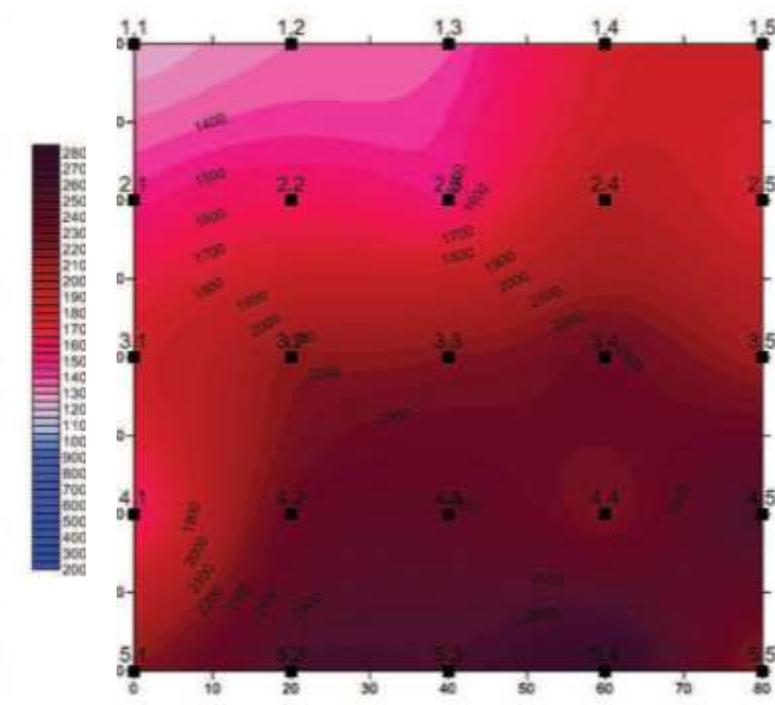
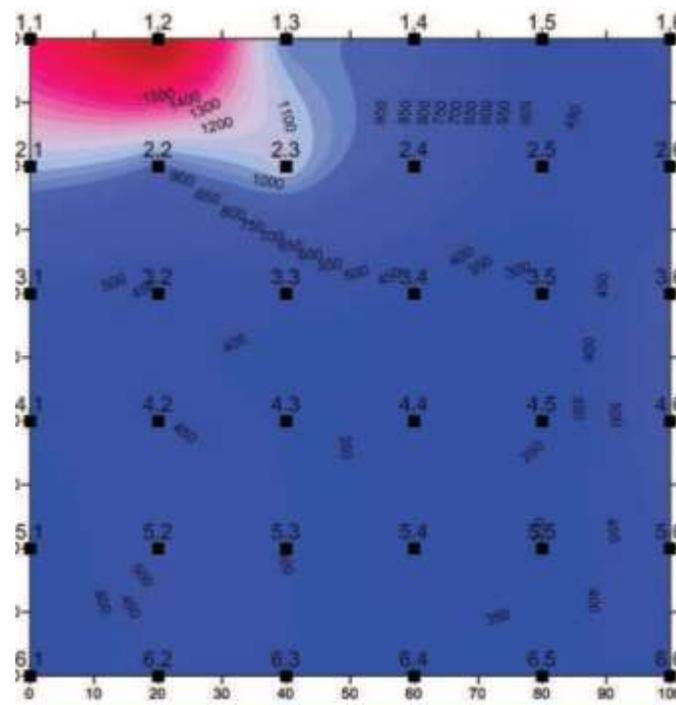
## Iniezioni muratura in pietrame a sacco

# Prove soniche

→ Pre VS Post iniezione

→ **Incremento velocità trasmissione**

→ Maggiore coesione e riempimento  
**cavità-vuoti**

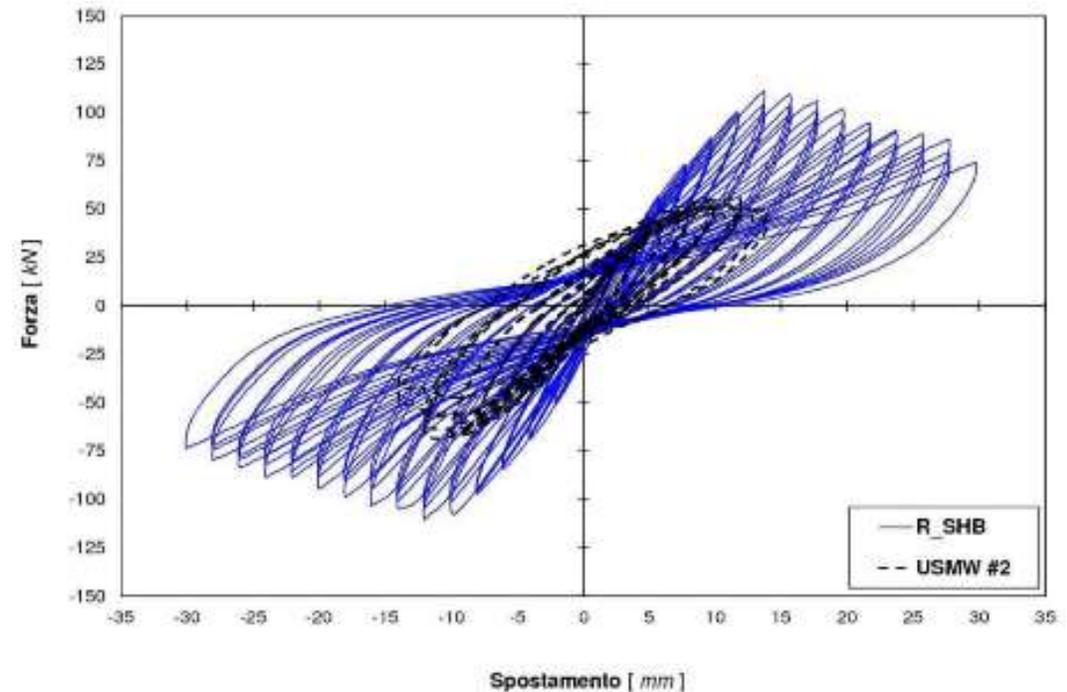


## Rinforzo muratura faccia a vista

Ristilatura armata con barra elicoidale Helibar 6

R\_SHB: rinforzo Steel Helibar 6  
USMW: campione di controllo

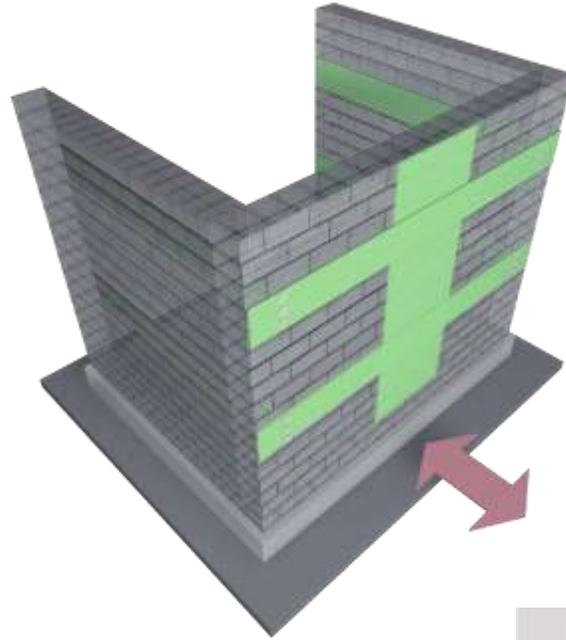
- Aumento **resistenza**: x1.97 vs campione di controllo
- Aumento **spostamento**
- Aumento **duttilità**



## Catene SRG muratura

Test su tavola vibrante con accelerazioni crescenti:

- Stato di fatto
- Rottura campione
- Rinforzo campione
- Rottura campione rinforzato



## Rinforzo FRCM



Realizzazione provini a scala reale



Test di compressione diagonali



Particolare FRCM

## Rinforzo FRCCM

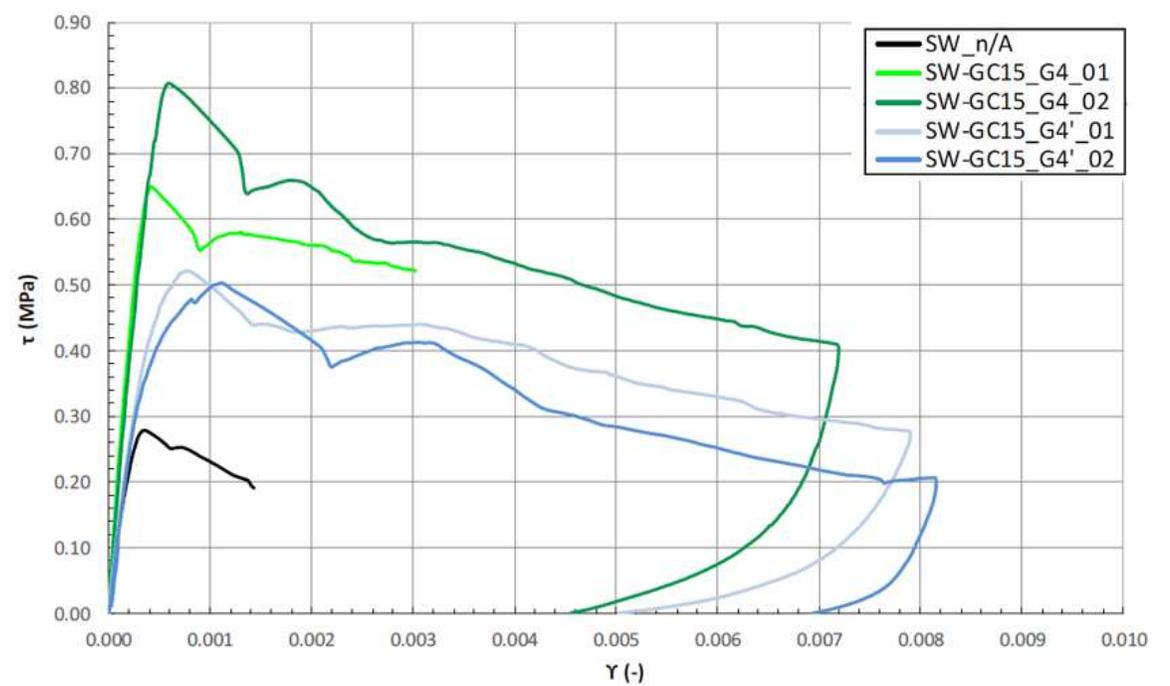
G4: rinforzo FRCCM Geosteel Grid 400 su 2 lati

**G4'**: rinforzo FRCCM Geosteel Grid 400 su 1 lato

n/A: campione di controllo

→ Rigidezza invariata

→ Aumento resistenza: x2.8 (2 lati) e x1.5 (1 lato) vs x1.5 (2 lati) da tabella Circolare



**Tabella C8.5.II** -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonacoarmato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

## Rinforzo FRCCM e iniezioni



Identificazione provino



Applicazione rinforzo  
FRCCM



Test compressione  
diagonale

## Rinforzo FRCM e iniezioni

PD03: test eseguito dopo 33 gg dalla posa del rinforzo

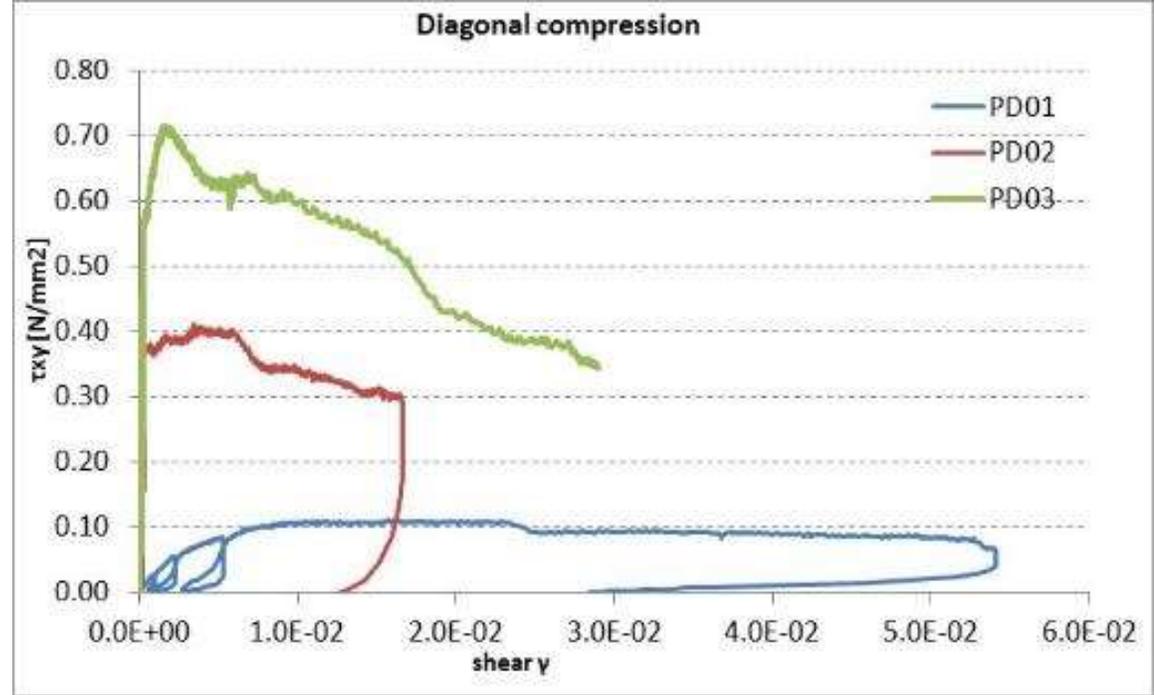
PD02: test eseguito dopo 12 gg dalla posa del rinforzo

PD01: campione di controllo

→ Incremento performance dai 12 ai 33 gg

→ Aumento rigidezza

→ Aumento resistenza: x5 vs x3(Max) da tabella Circolare



**Tabella C8.5.II** -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

## Rinforzo archi e volte



Ancoraggio in  
**continuità**



Matrice **compatibile** e  
bassa emissione di VOC

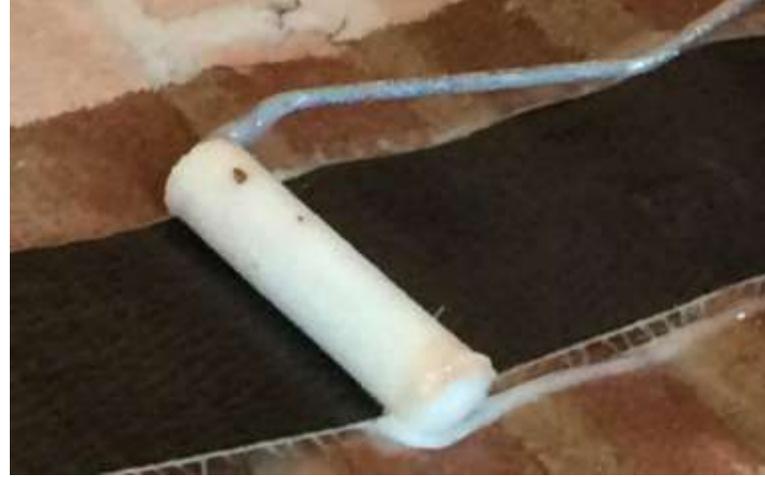


Perfetto **ingranamento**

## Rinforzo archi e volte



Emissione di VOC



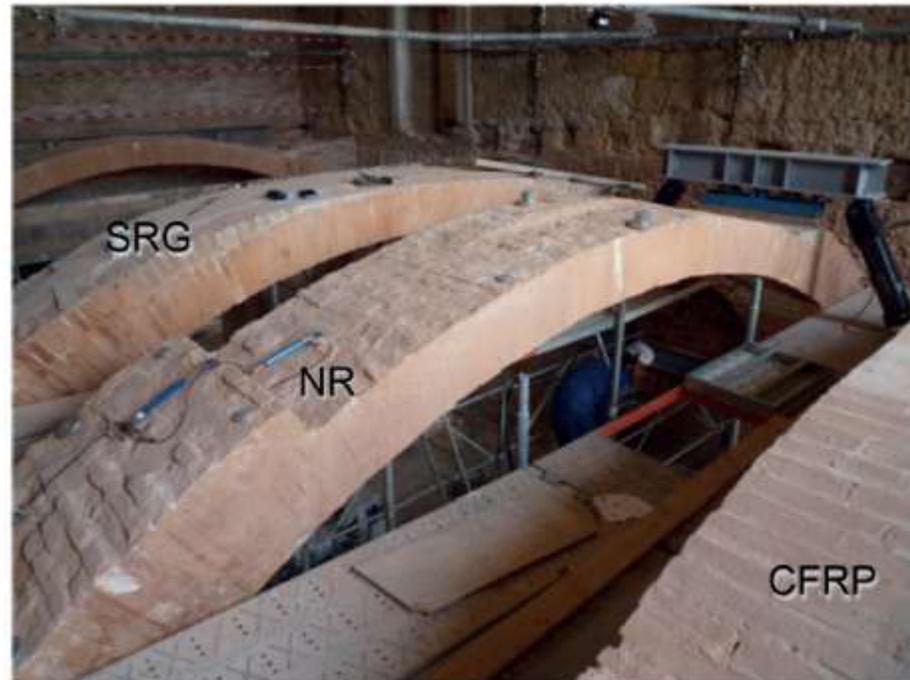
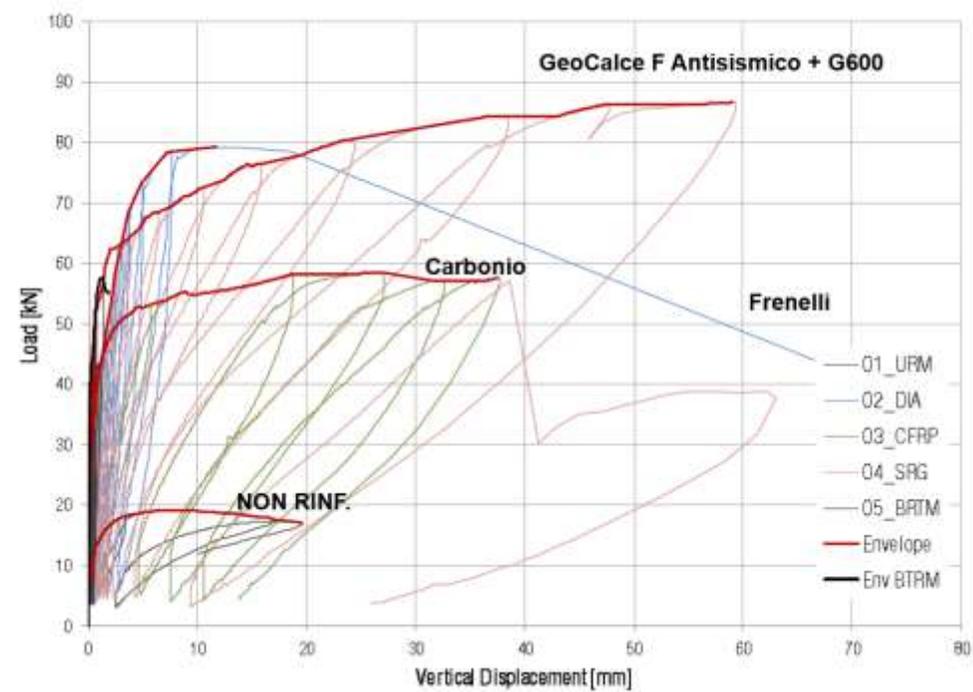
**Scarsa compatibilità**



Ancoraggio con  
apposito connettore a  
fiocco

## Rinforzo archi e volte

- 1 campione di controllo + 3 rinforzati con tecniche diverse
- 2 celle di carico ai quarti
- Cicli di carico scarico
- Misurazione forza e spostamenti



# Casi di studio

## Consolidamento e rinforzo delle murature

Meccanismi di danno:

→ Modo 0

→ Modo 1

→ Modo 2

Solo inibendo il primo si attiva il successivo



Meccanismo di danno **MODO 0: "disgregazione"** delle murature



2009 – San Michele Arcangelo, Celano

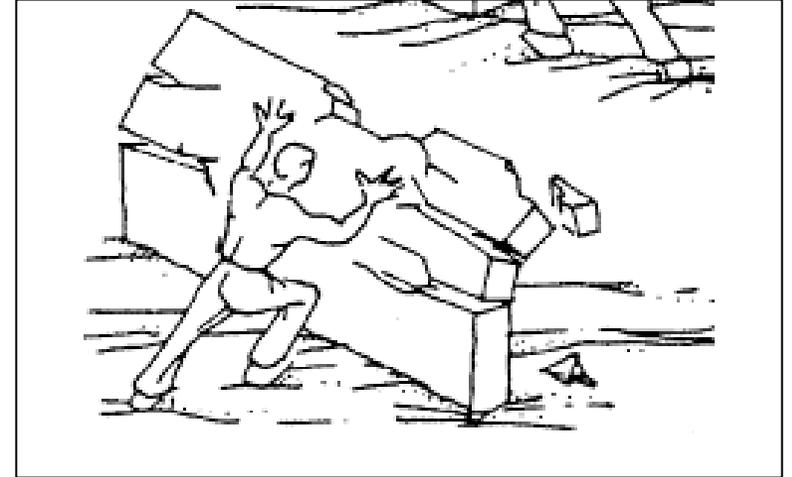


2012 – Collegiata Santa Maria Maggiore, Mirandola



2016 – Edificio privato, San Severino

## Meccanismo di danno **MODO 1**: meccanismi fuori dal piano



- Scarso ammorsamento
- Fenomeno "martellamento"

- Distacco di maschi o porzioni di essi
- Ribaltamento fuori dal piano

- **Si verifica solo se il "modo 0" è inibito**

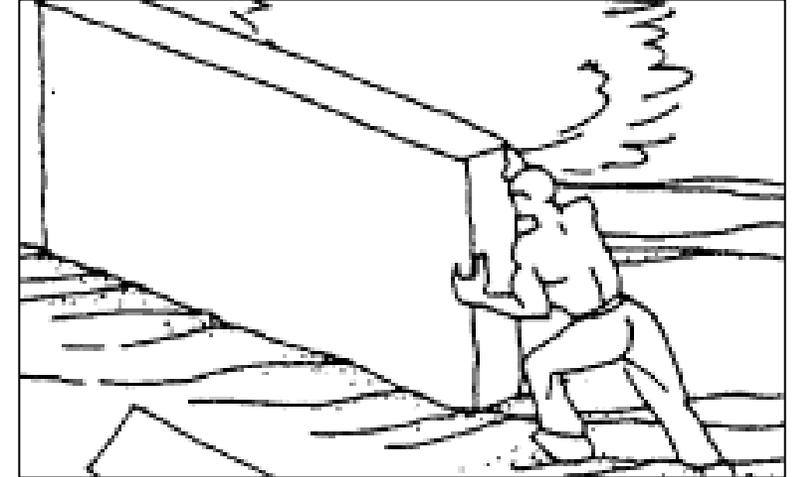
## Meccanismo di danno **MODO 2**: meccanismi nel piano



→ Formazioni lesioni diagonali lungo i giunti



→ **Tipiche lesioni ad «X» per la presenza del sisma in direzioni opposte**

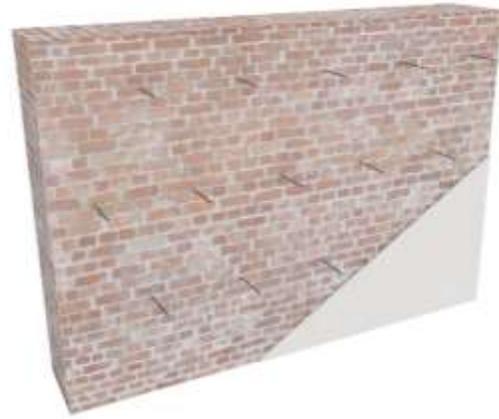


→ **Si verifica solo se il "modo 0" ed il "modo 1" sono inibiti**

## Sistemi di rinforzo



Iniezioni



Conessioni  
trasversali



Sistema SRG



Sistema FRCM

## Preparazione supporti



### Planarità superficie

In caso di supporto irregolare, livellare il supporto



### Bagnatura

**Prima di applicare matrici inorganiche** è necessario bagnare a rifiuto il supporto fino ad ottenere un substrato saturo



### Smussatura angoli

**Nel caso di cerchiatura dell'elemento,** **provvedere all'arrotondamento degli spigoli** della sezione per evitare concentrazioni di tensioni localizzate (CNR – DT 215)

## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Rinforzo non invasivo e invisibile per murature faccia a vista

Cantierizzazione e installazione



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Rinforzo non invasivo e invisibile per murature faccia a vista

Dettaglio installazione barra elicoidale a secco



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Rinforzo non invasivo e invisibile per murature faccia a vista

Dettaglio connessioni trasversali e collegamento con ristilatura armata dei giunti



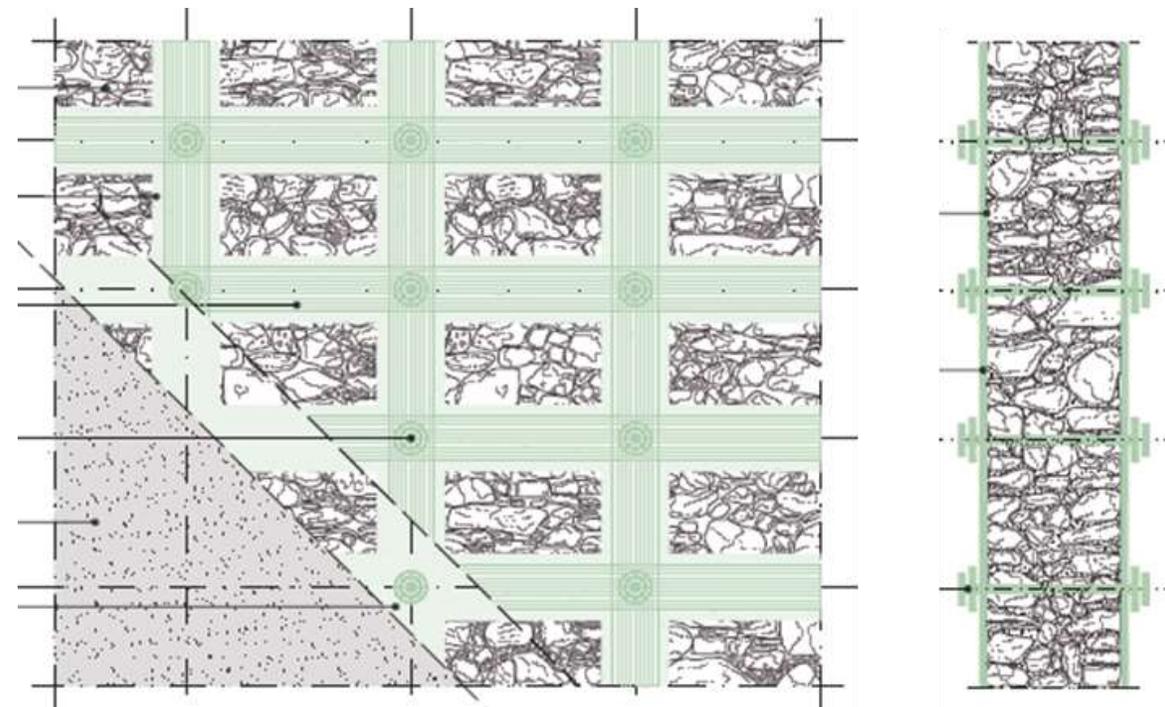
## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Rinforzo a fasce dei maschi murari per incrementare la resistenza a pressoflessione e taglio degli elementi senza modificarne le rigidità.



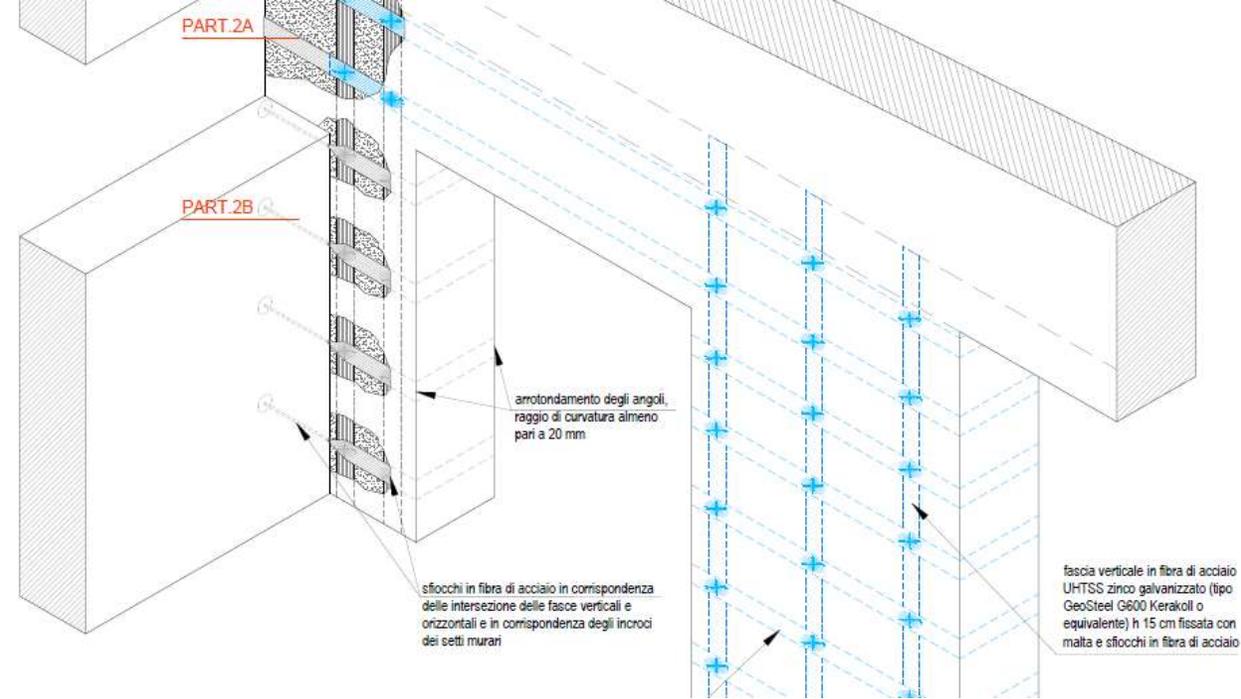
## Il consolidamento e rinforzo della muratura

**Eseguito il rinforzo sarà possibile procedere con l'intonacatura con un prodotto fibrato Geocalce Tenace per rendere la superficie piana e pronta per la decorazione.**



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Dalla progettazione alla posa in opera dei sistemi.



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Preparazione supporto

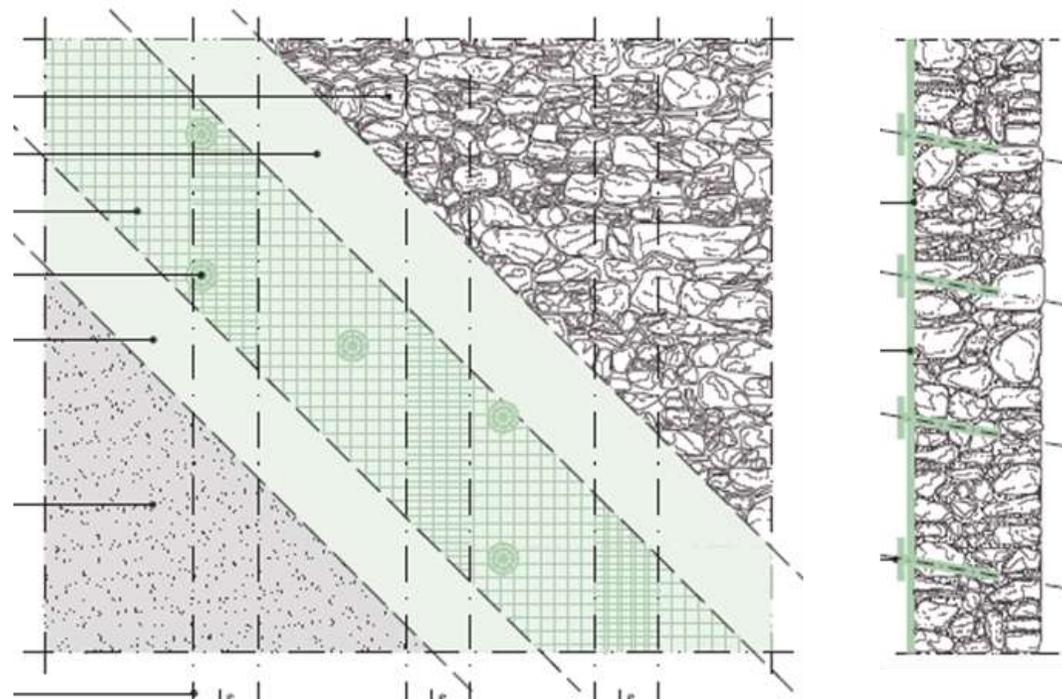
Installazione rinforzo SRG su  
colonne circolari con  
sovrapposizione



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Iniezioni e rinforzo diffuso su singolo lato dei maschi murari. Struttura portante muratura a sacco fronte mare.

Diatoni Geosteel disposti a quinconce.



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Particolare della sezione ridotta  
**dell'elemento simbolo della città di**  
Torino.

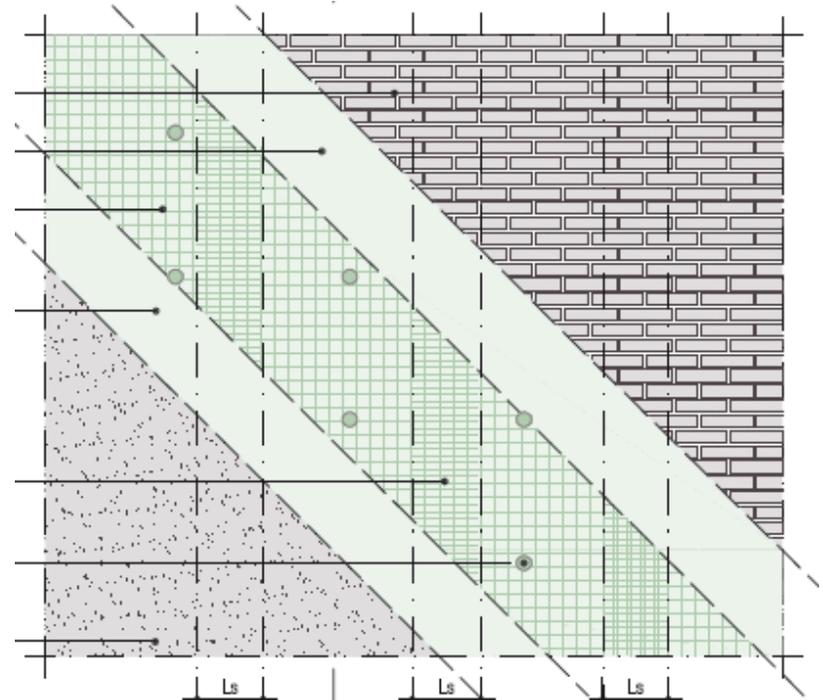
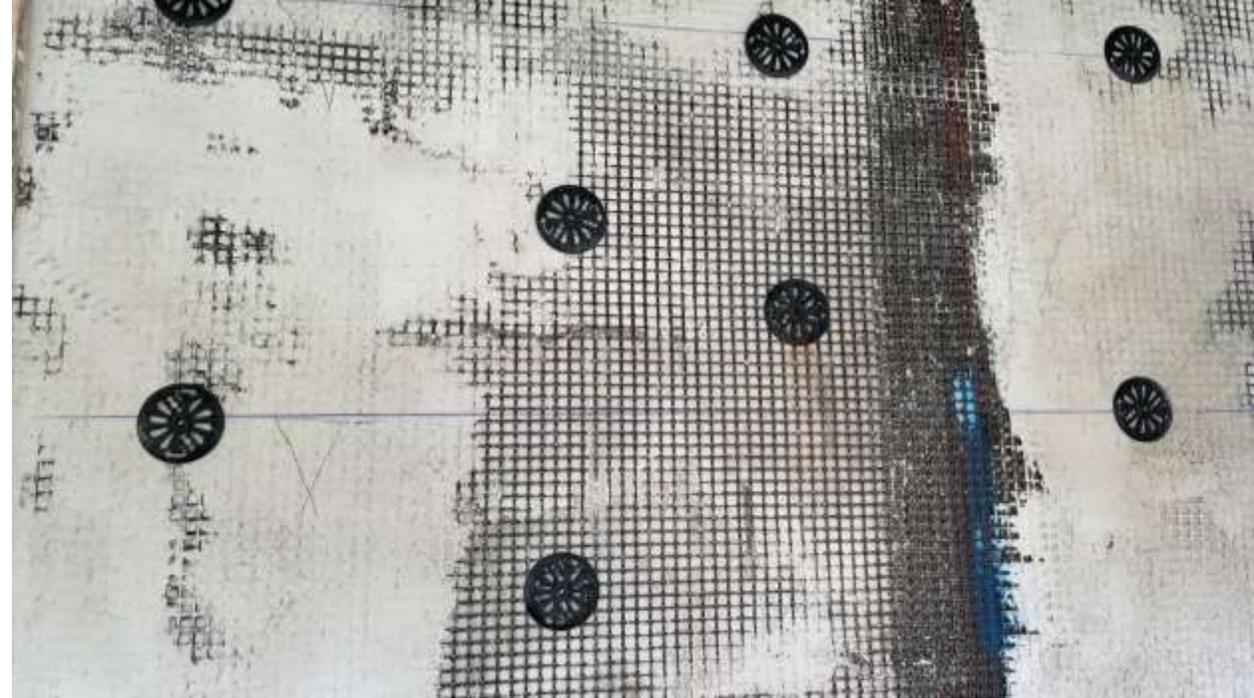
Immagini delle fasi di preparazione  
del supporto.



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Rinforzo diffuso FRCM con barre elicoidali e apposito tassello

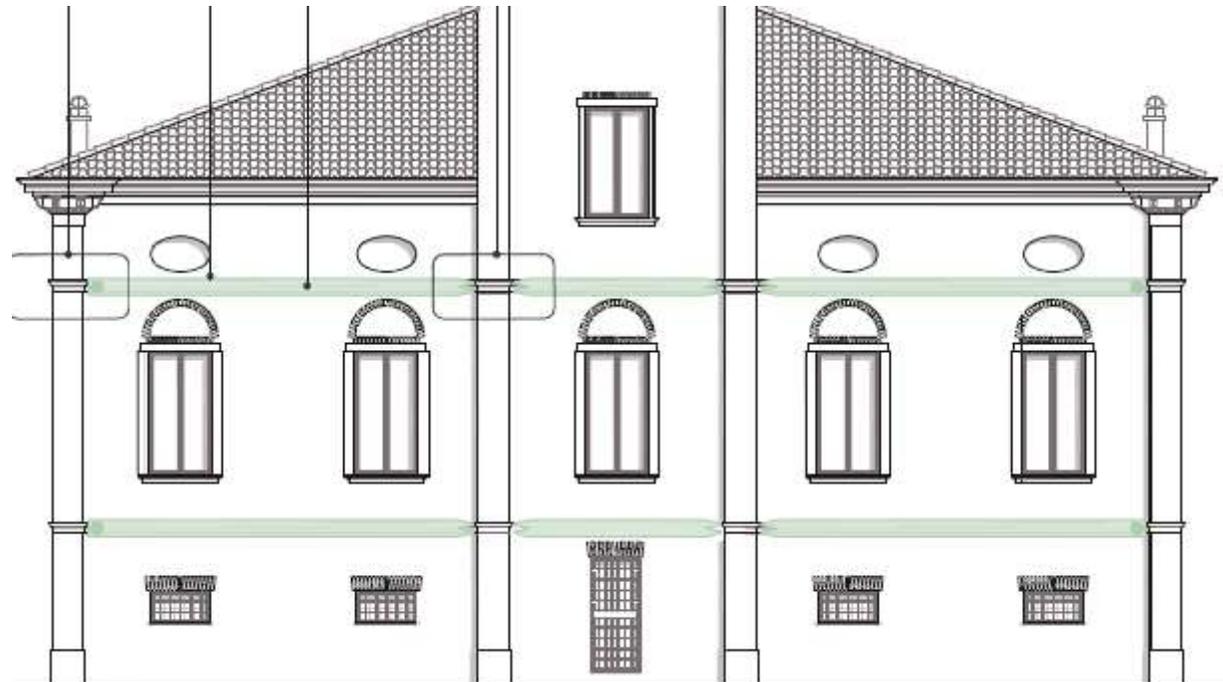
Disposizione connettori a quinconce



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

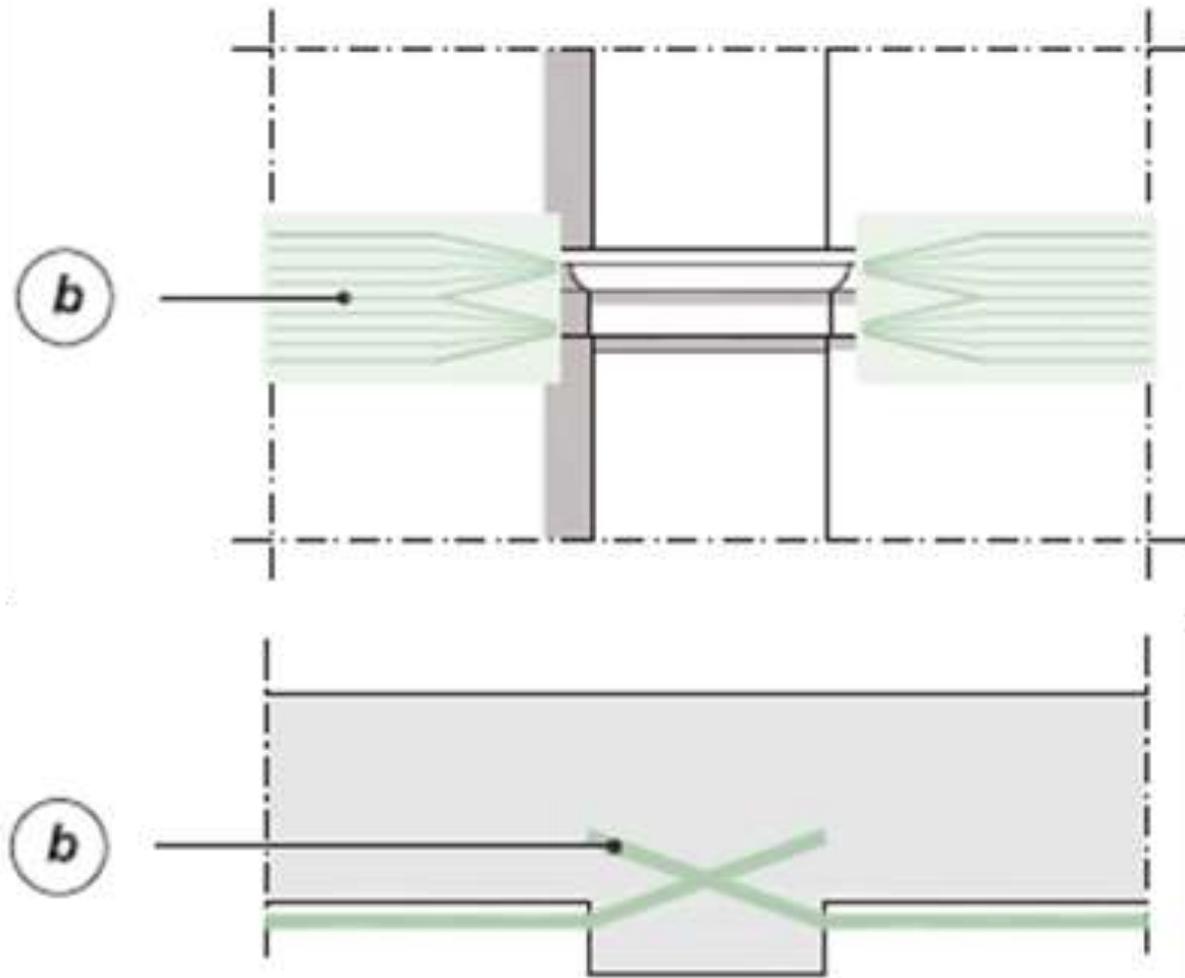
Catene in materiale composito a contrasto dei cinematismi

Predisposizione diatono nei muri di spina



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Disegni di dettaglio particolari costruttivi in caso di discontinuità



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Particolare ancoraggio in corrispondenza di un balcone



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Particolare ancoraggio angolo  
convesso



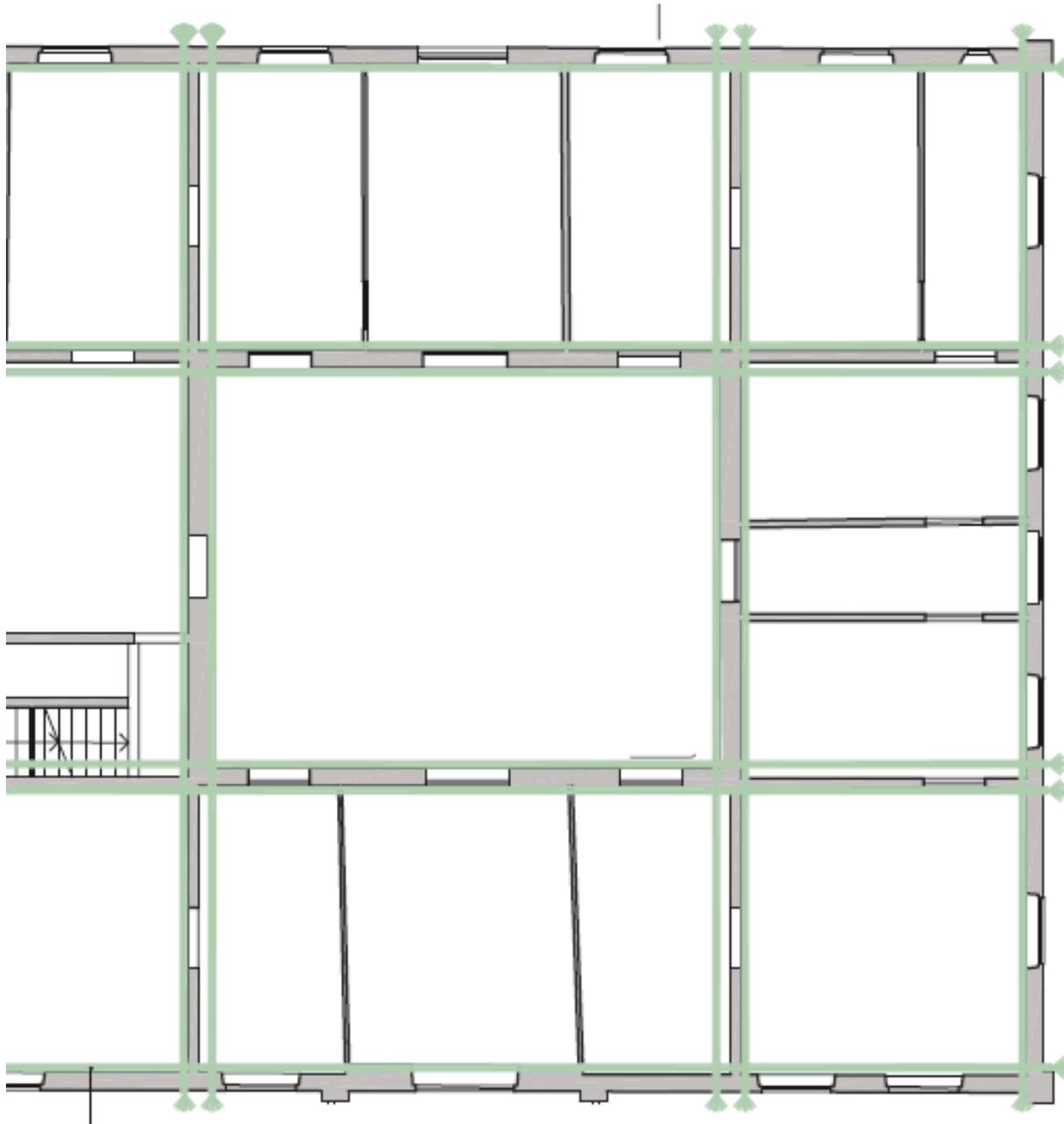
## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Rinforzo dei maschi murari in mattone pieno su singolo e doppio lato.



# Il consolidamento e rinforzo della muratura

Catene in materiale composito a contrasto dei cinematismi



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Catene in materiale composito a contrasto dei cinematismi

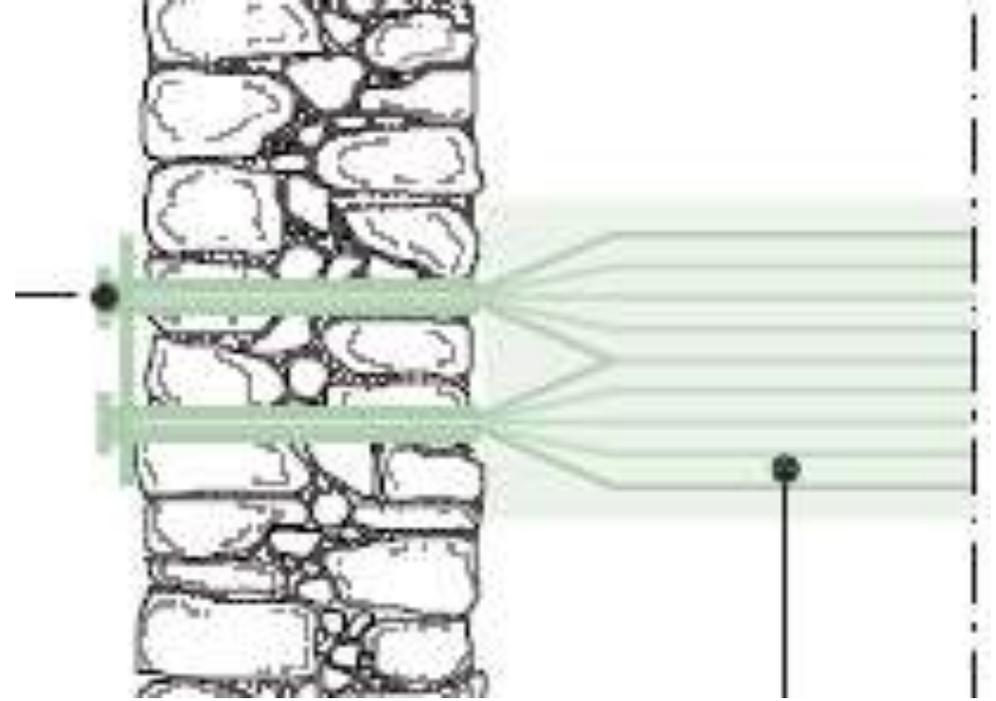
Applicazione sulla struttura



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Catene in materiale composito a contrasto dei cinematismi

## Particolare dell'ancoraggio

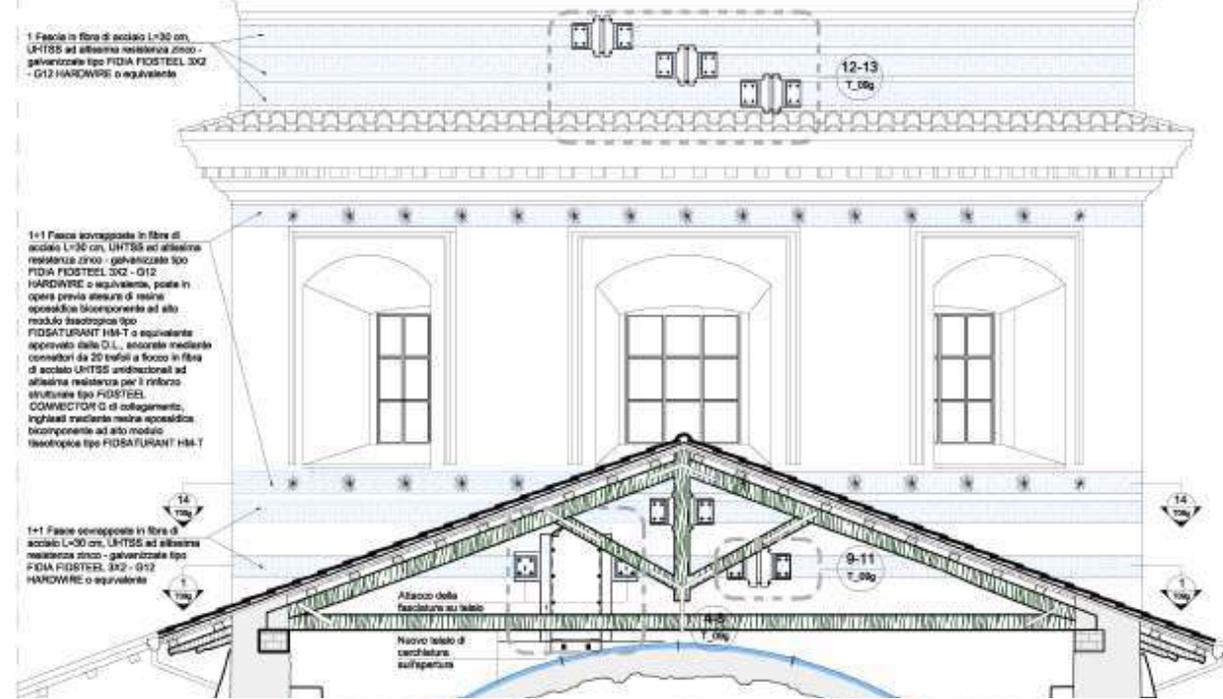


## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Particolare d'installazione dei tessuti con ancoraggio meccanico.

Questo permette di escludere il **meccanismo di distacco di estremità**.

Se necessario questa tecnica su elementi curvi mi permette di mettere in post-tensione i tessuti.





## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Fase di installazione dei diatoni per successiva iniezioni della volta in tufo.



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

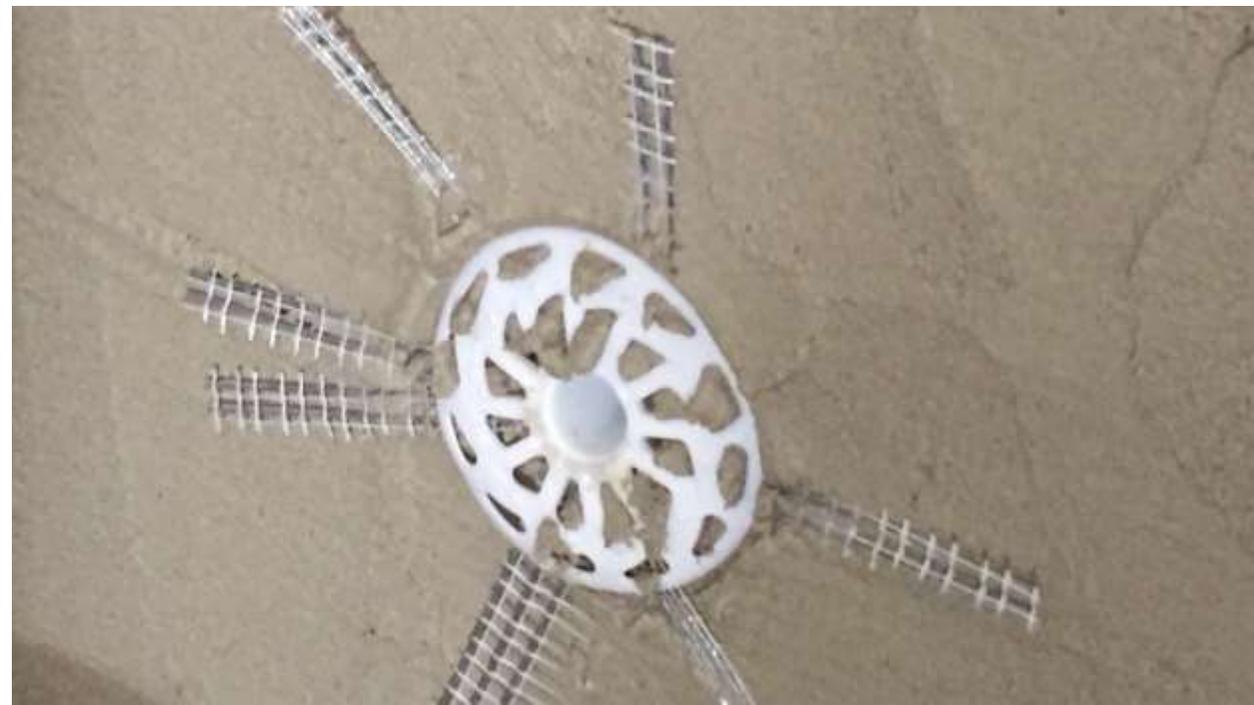
Utilizzo di valvole di non ritorno per l'**iniezione a bassa pressione della** miscela fluida.



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

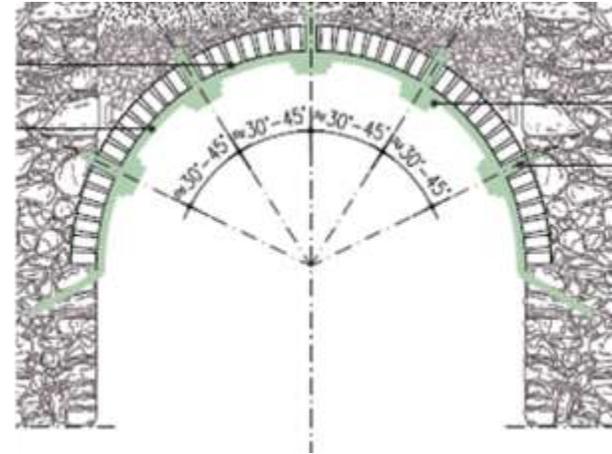
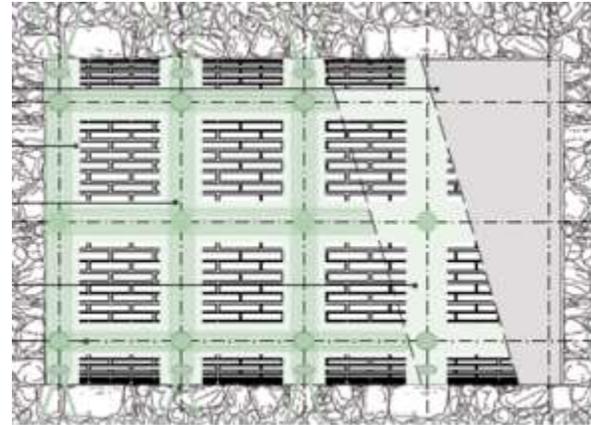
Fasi di posa del secondo strato di malta a base calce per la chiusura del rinforzo.

Diatono Geosteel per contrastare spinte a vuoto rinforzo intradossale, inglobato nel secondo strato di matrice



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Fasi di posa del secondo strato di malta a base calce per la chiusura del rinforzo.



## Il consolidamento e rinforzo della muratura

Rimozione riempimento

Installazione su archi principali della volta e collegamento tra gli stessi



Grazie