

The background of the slide is a vibrant, futuristic city skyline at night, with glowing blue and yellow lights from the buildings and streets. The city is viewed from a low angle, looking up a curved highway. The overall atmosphere is dynamic and modern.

WEB ACADEMY

WEBINAR TECNICI

CALENDARIO

Mercoledì 22 Aprile 2020 10:00 – 12:00

1. Ripristino e riqualificazione murature.
Dalla diagnosi all'intervento.

Venerdì 24 Aprile 2020 15:00 – 17:00

2. Ripristino e riqualificazione
calcestruzzi e c.a.
Dalla diagnosi all'intervento.

Martedì 28 Aprile 2020 10:30 – 12:00

3. Impermeabilizzazioni attive di
interrati, tunnel, metro, parcheggi.

Mercoledì 29 Aprile 2020 10:30 – 12:00

4. Impermeabilizzazioni delle coperture
pedonabili e carrabili.

Martedì 5 Maggio 2020 16:00 – 18:00

5. Isolamento e dissipazione sismica –
Il Progetto CasA+

Mercoledì 6 Maggio 2020 16:30 – 18:00

6. Riqualificazione funzionale strade,
ponti, viadotti, tunnel.

Venerdì 8 Maggio 2020 17:00 – 18:00

7. Le vernici termoceramiche per
l'efficientamento energetico.



1. Ripristino e riqualificazione delle murature.

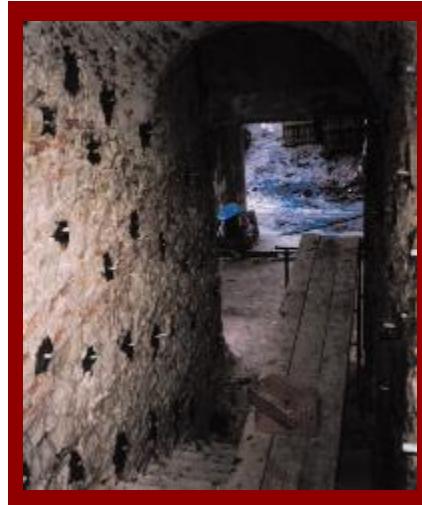
**Dalla diagnosi
all'intervento.**

Mercoledì 22 Aprile 2020
10:00 – 12:00

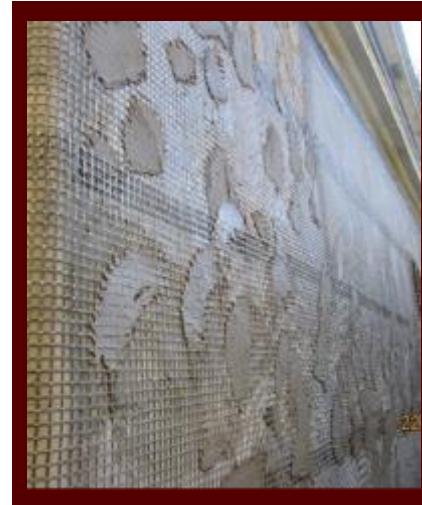
Topics



Diagnosi della
muratura



Ripristino della qualità
muratura



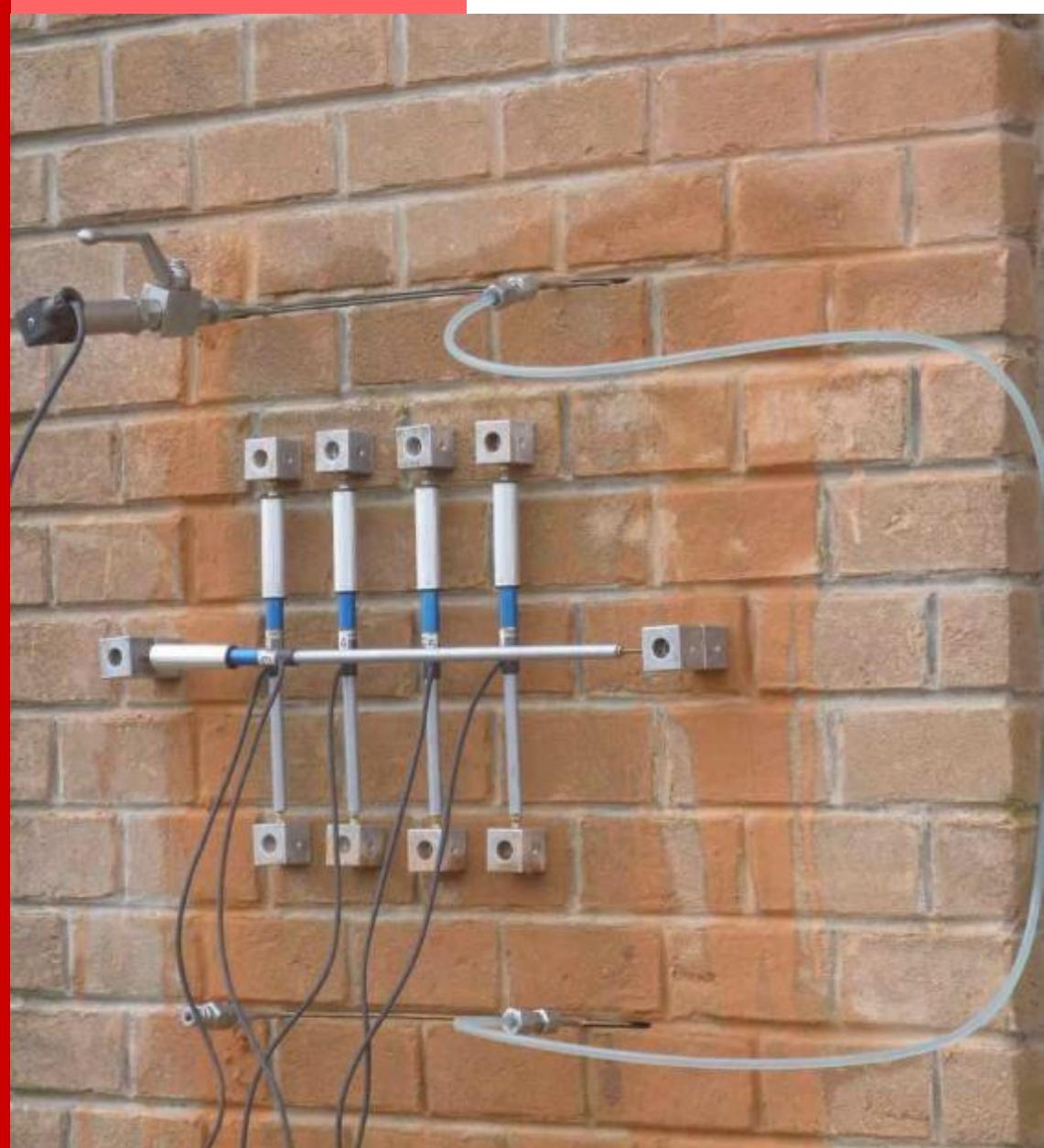
Interventi di rinforzo
della muratura



Case history

Diagnosi della muratura

Processo conoscitivo della muratura e della struttura con metodi tabellari su base statistica e attraverso prove e indagini



Qualità muraria e indice IQM

Nell'ambito della gerarchia delle resistenze e dei meccanismi cinematici in campo sismico per le murature (Giuffrè, Bernardini, Liberatore, Borri, De Maria) è ormai opinione condivisa della comunità scientifica e ripresa marginalmente anche nella Circolare 2019, **che il problema della qualità muraria delle costruzioni esistenti e la loro disgregazione è il primo problema da affrontare da parte del professionista** prima ancora di pensare a interventi locali o globali e relative modellazioni.

È ormai chiaro infatti che **il comportamento** meccanico della muratura storica o comunque del tipo presente in molte aree urbane e rurali nazionali in particolare sotto evento sismico (componenti orizzontali e verticali) **non corrisponde affatto a quello atteso** con risposte di tipo meccanico spesso molte volte carenti.

D'altra parte il professionista che progetta il recupero dell'edificio ha necessità di avere parametri tecnici e caratterizzazione materiali di comprovata affidabilità e non sempre è possibile raggiungere un livello LC3 con prove esaustive, spesso invasive ai fini della conservazione, di costo elevato e con tempi lunghi.

Centro Italia Sisma 2016

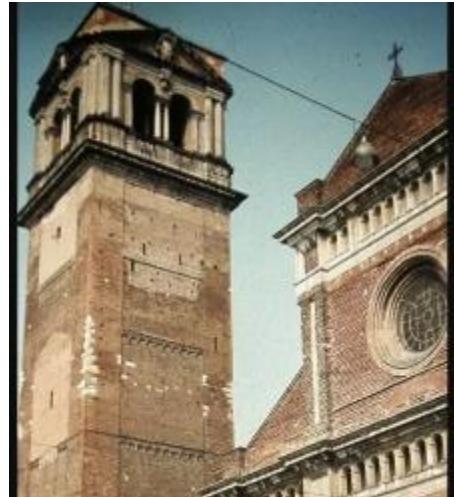


Disgregazione muraria



Azione fuori del piano

Crolli per eventi non sismici



Torre di Pavia
Crollo 1989



Ponte Morandi
Crollo 2018



Campanile Piazza S. Marco Crollo 1902

Gerarchia delle resistenze per le murature

STEP	Situazione strutturale		Comportamento sismico	Analisi più adatta	Intervento prioritario
0	Muratura di qualità meccanica insufficiente		Disgregazione muratura	Valutazione qualità muraria	Migliorare la qualità della muratura e la sua coesione interna
1	Muratura di sufficiente qualità Assenza di collegamenti efficaci		Locale (formazione di cinematicismi)	Analisi cinematica dei meccanismi di collasso Analisi per carichi verticali (solai, copertura) Riconoscimento delle vulnerabilità locali	Inserire vincoli (catene, collegamenti, etc...) Rinforzare solai e coperture (ove necessario) Eliminare vulnerabilità
2	Muratura di sufficiente qualità e presenza di collegamenti efficaci e diffusi sull'intera costruzione	Impalcati deformabili	Complessivo (risposta d'insieme e carichi per zone d'influenza) Assenza di effetti torcenti globali	Analisi non lineare con modello 3D Analisi non lineare per allineamenti	Migliorare resistenza e capacità deformativa degli elementi resistenti
		Impalcati rigidi	Globale (risposta d'insieme e carichi proporzionali alle rigidezze) Presenza di effetti torcenti globali	Analisi non lineare con modello 3D	Migliorare resistenza e capacità deformativa degli elementi resistenti

NTC18 Circolare 2019

A questo punto il professionista per caratterizzare la muratura può utilizzare la Circ. 2019 Par. C8.5.I e C8.5.II in cui sono indicati i valori da considerare nel calcolo con un range piuttosto ampio. Sono da considerarsi indicazioni non vincolanti.

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{V0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

NTC18 Circolare 2019

La tabella C8.5.II indica i coefficienti correttivi allo stato di fatto e dopo interventi di consolidamento indicati.

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 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

Che cos'è l'Indice numerico di Qualità Muraria IQM

È un metodo predittivo che consente al professionista un'analisi più dettagliata dei parametri meccanici murari basata sui parametri della regola dell'arte e su correlazioni statistiche confermate da verifiche sperimentali. È stato sviluppato dall'equipe del Prof. Borri dell'Università di Perugia e da ReLuis 2015.

Senza entrare nei dettagli del metodo, il sistema consente di determinare 3 indici di qualità muraria basati sulla direzione dell'azione sollecitante: verticale IQMv, orizzontale fuori piano IQMfp, orizzontale nel piano del pannello IQMnp.

I parametri da analizzare sulla muratura presi in considerazione sono 7 a cui viene dato un punteggio riportato nella tabella a seguire:

MA. = qualità della malta / efficace contatto fra elementi / zeppe

P.D.= ingranamento trasversale / presenza dei diatoni

F.EL. = forma degli elementi resistenti

D.EL. = dimensione degli elementi resistenti

S.G. = sfalsamento dei giunti verticali /ingranamento nel piano della parete

OR. = orizzontalità dei filari

RE.EL. = resistenza degli elementi

Che cos'è l'Indice numerico di Qualità Muraria IQM

Ad ogni parametro dei 7 analizzati viene associato un punteggio che dipende dal giudizio associato al caso specifico in funzione di R, PR, NR:

R. = parametro rispettato

P.R. = parametro parzialmente rispettato

N.R. = parametro non rispettato

Di cui alla tabella:

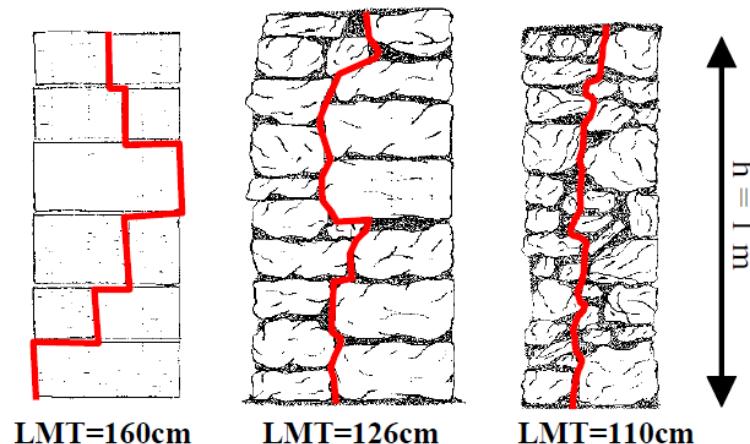
OR Orizzontalità dei filari
P.D. Ingranamento trasversale / presenza dei diatoni
F.EL. Forma degli elementi resistenti
S.G. Sfalsamento dei giunti verticali / ingranamento nel piano
D.EL. Dimensione degli elementi resistenti
MA Qualità della malta / efficace contatto fra elementi / zeppe
RE.EL. Resistenza degli elementi

Punteggi								
IQM _V (azioni verticali)			IQM _{FP} (azioni fuori piano)			IQM _{NP} (azioni nel piano)		
NR	PR	R	NR	PR	R	NR	PR	R
0	1	2	0	1	2	0	0.5	1
0	1	1	0	1.5	3	0	1	2
0	1.5	3	0	1	2	0	1	2
0	0.5	1	0	0.5	1	0	1	2
0	0.5	1	0	0.5	1	0	0.5	1
0	0.5	2	0	0.5	1	0	1	2
0.3	0.7	1	0.5	0.7	1	0.3	0.7	1

Che cos'è l'Indice numerico di Qualità Muraria IQM

Come esemplificazione dei 7 parametri si riporta il parametro P.D. «Ingranamento trasversale/presenza dei diatoni». Questo indice ha anche una parte numerica nel definire l'indice LMT «Linea del minimo tracciato».

Se la sezione muraria è visibile si avrà:



R. = per LMT > 155 cm

P.R. = per LMT compreso tra 125 e 155 cm

N.R. = < 125 cm o pietre molto piccole

Che cos'è l'Indice numerico di Qualità Muraria IQM

Le formule semplici per il calcolo del IQM sono le seguenti:

Murature NON in mattoni pieni o in blocchi:

$$IQM_V = m \times RE.EL.V \times (OR_V + P.D.V +$$

$$F.EL.V + S.G.V + D.EL.V + MA_V)$$

$$IQM_{FP} = m \times RE.EL_{FP} \times (OR_{FP} + P.D_{FP} +$$

$$F.EL_{FP} + S.G_{FP} + D.EL_{FP} + MA_{FP})$$

$$IQM_{NP} = m \times RE.EL_{NP} \times (OR_{NP} + P.D_{NP} +$$

$$F.EL_{NP} + S.G_{NP} + D.EL_{NP} + MA_{NP})$$

Murature in mattoni pieni o blocchi:

$$IQM_V = m \times g \times r_V \times RE.EL.V \times (OR_V +$$

$$P.D.V + F.EL.V + S.G.V + D.EL.V + MA_V)$$

$$IQM_{FP} = m \times g \times r_{FP} \times RE.EL_{FP} \times (OR_{FP} +$$

$$P.D_{FP} + F.EL_{FP} + S.G_{FP} + D.EL_{FP} + MA_{FP})$$

$$IQM_{NP} = m \times g \times r_{NP} \times RE.EL_{NP} \times (OR_{NP} +$$

$$P.D_{NP} + F.EL_{NP} + S.G_{NP} + D.EL_{NP} + MA_{NP})$$

Dove m, g, r sono coefficienti correttivi:

$m = 0.7$ in caso di malta "pessima" ($fm < 0.7 \text{ N/mm}^2$) $m = 1.0$ in tutti gli altri casi.

$g = 0.7$ in caso di muratura in mattoni pieni con giunti di malta ampi (spessore $> 13 \text{ mm}$)

$g = 1.0$ in tutti gli altri casi

Parametro MA	r_V	r_{FP}	r_{NP}
NR	0,2	1	0,1
PR	0,6	1	0,85
R	1	1	1

Che cos'è l'Indice numerico di Qualità Muraria IQM

La muratura viene quindi classificata secondo 3 livelli di categoria : A, B, C da 0 a 10 in funzione della sollecitazione e dei 7 valori numerici di giudizio.

Direzione azione	Categoria della muratura		
	A	B	C
IQM_V (azioni verticali)	$5 \leq IQM_V \leq 10$	$2,5 \leq IQM_V < 5$	$0 \leq IQM_V < 2,5$
IQM_{FP} (azioni ortogonali)	$7 \leq IQM_{FP} \leq 10$	$4 < IQM_{FP} < 7$	$0 \leq IQM_{FP} \leq 4$
IQM_{NP} (azioni complanari)	$5 < IQM_{NP} \leq 10$	$3 < IQM_{NP} \leq 5$	$0 \leq IQM_{NP} \leq 3$

categoria A : buon comportamento strutturale

categoria B: comportamento di media qualità

categoria C : risposta alle sollecitazioni di tipo insoddisfacente con probabile
disgregazione muraria

Nelle formule per il calcolo dell' indice IQM vengono introdotti come abbiamo visto dei coefficienti riduttivi in particolare per la qualità della malta di allettamento e per la dimensione dei giunti anche in rapporto a quanto stabilito nella Circolare 2019. Inoltre si differenzia analogamente il comportamento di murature in conci e mattoni regolari per effetto della qualità della malta.

Che cos'è l'Indice numerico di Qualità Muraria IQM

RISULTATI QUALITATIVI DELL'INDICE IMQ (BASATA SU CARICHI ORDINARI E SISMA DI PROGETTO):

	A	B	C
IQM_V (azioni verticali)	NO LESIONI IMPORTANTI	LESIONI MA NON COLLASSO	ALTA PROBABILITA' DI LESIONI, FUORI PIOMBO, COLLASSO
IQM_{FP} (azioni ortogonali)	COMPORTAMENTO DA MACROELEMENTO. NO COLLASSO SE INCATENAMENTI EFFICACI. VERIFICHE PER MECCANISMI	NO COMPORTAMENTO MONOLITICO. NO COLLASSI SE INCATENATA. VERIFICHE CON PARAMENTI DISTINTI NON CONNESSI	PROBABILE DISGREGAZIONE E COLLASSO ANCHE SE INCATENATA. NON APPLICABILE LE VERIFICHE PER CINEMATISMO
IQM_{NP} (azioni complanari)	SCARSA PROBABILITA' DI LESIONI	LESIONI DI ENTITA' LIMITATA	LESIONI RILEVANTI

Indice numerico di Qualità Muraria IQM e curve di correlazioni

ANALISI QUANTITATIVA DELL'INDICE IMQ ATTRAVERSO CURVE DI CORRELAZIONE BASATE SU MURATURE NON CONSOLIDATE DEFINITE NELLA TAB. C8.5.I. CI SONO 74 COMBINAZIONI POSSIBILI DI TIPOLOGIE MURARIE VIRTUALI CONSIDERANDO ENTRAMBE LE TABELLE I E II.

I PARAMETRI MECCANICI CORRELATI AD ESEMPIO ALL'IMQ SONO:

- IQM_v con f resistenza media a compressione - E modulo elastico compr.
- IQM_{NP} con τ_0 taglio medio - f_{v0} taglio medio «a scaletta» - G modulo tangenziale

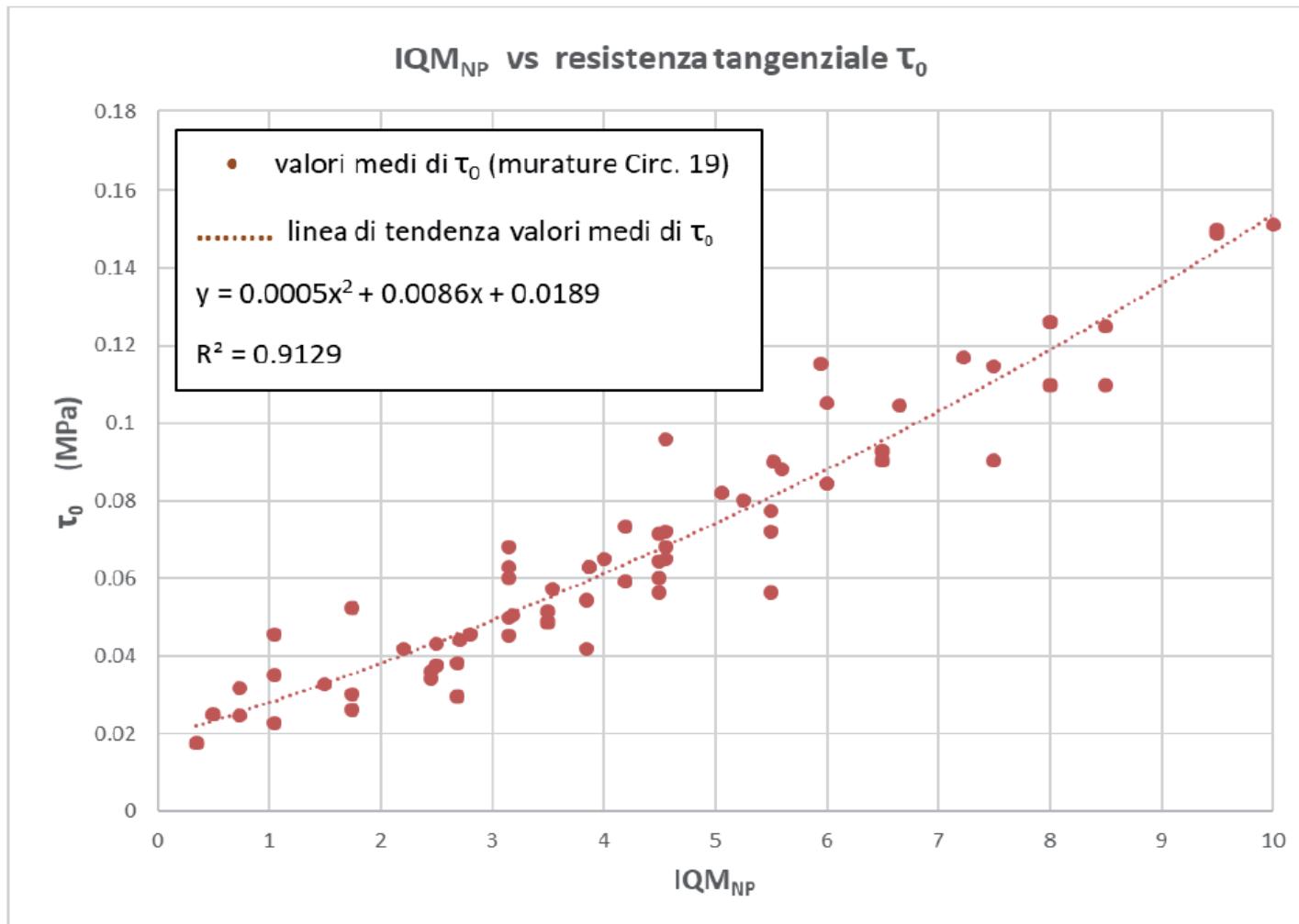
Ogni correlazione è basata sui valori minimo, massimo e medio forniti dalla Circ. 2109 con in ascissa IMQ e in ordinata il parametro meccanico considerato. Sono state anche definite le leggi di correlazione ed il parametro R^2 che fornisce la misura di correlazione raggiunta ($R^2 = 1$ correlazione perfetta).

Per esemplificazione si riporta a seguire la sola curva di correlazione di IQM_{NP} con τ_0 medio data l'importanza che tale parametro ha per le murature in campo sismico e nelle analisi strutturali di push-over.

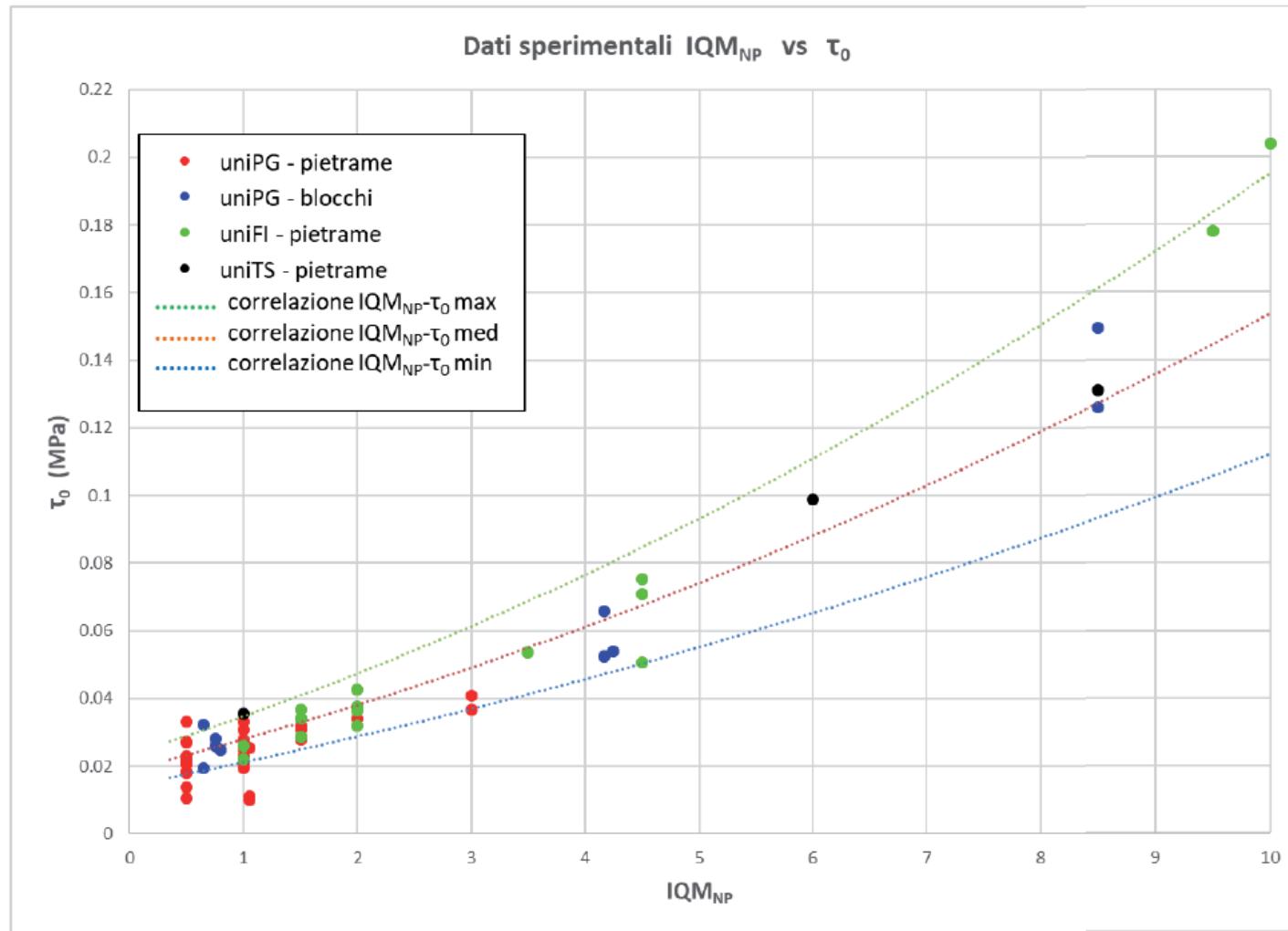
Curva di correlazione τ_0 medio = $0.0005x^2 + 0.0086x + 0.0189$

Indice $R^2 = 0.9129$

Curva di correlazione dell'indice di Qualità Muraria IQM



Test sperimentali prove diagonali a conferma delle correlazioni



Scheda di valutazione IQM- caso studio



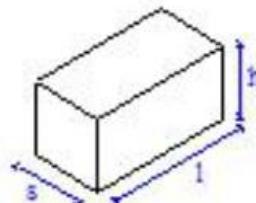
Muratura di pietra calcarea con elementi di forma e dimensione irregolare.

Muratura realizzata con calcare massiccio di colore bianco, doppio paramento con interposizione interna casuale di scaglie e pietre piccole.

Paramento esterno realizzato con blocchi di pietra di medie dimensioni e forma non regolare, inzeppati con scaglie della stessa pietra. La tessitura muraria si presenta irregolare senza il rispetto dei filari orizzontali né lo sfalsamento dei giunti verticali; diatoni assenti. Il paramento interno ricalca le caratteristiche di quello esterno ma con minor accuratezza nella scelta e disposizione delle pietre.

Scheda di valutazione IQM- caso studio

Calcari compatti e a frattura concoide, colori vari.
Malta di calce e sabbia di scarsa qualità.



Dimensioni e forme
ricorrenti dei blocchi:

$s = 8 \div 15 \text{ cm}$

$h = 8 \div 25 \text{ cm}$

$l = 10 \div 35 \text{ cm}$



P.D.	MA.	F. EL.	S. G.	R. EL.	OR.	D. EL.	Categoria	Verticali	Fuori piano	Nel piano
NR	PR	PR	NR	R	NR	PR	Metodo punteggi	B	C	C
N.B. La presenza di zeppe fa in modo che MA e F.EL. siano parzialmente rispettate.							LMT (sezione)		118	116
							IQM	2,5	2	2,5
Parametri meccanici			f (N/mm^2)		τ_0 (N/mm^2)		f_{v0} (N/mm^2)	E (N/mm^2)	G (N/mm^2)	
Valore minimo			1.69		0.033		0.069-	886-	295-	
Valore medio			2.25		0.044		0.104	1077	356	
Valore massimo			2.81		0.054		0.139	1268	418	

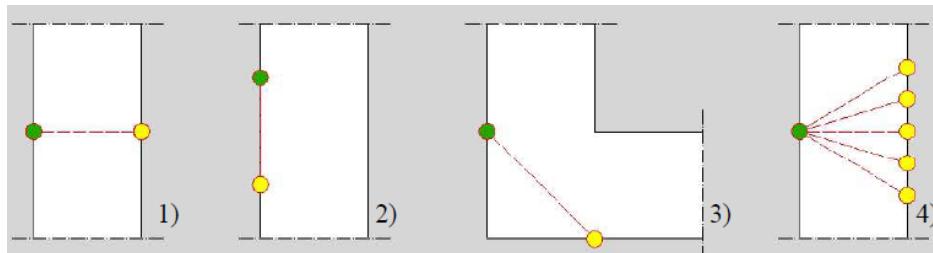
Conclusioni e vantaggi indice IQM

Il metodo IQM illustrato, peraltro **considerabile di comprovata affidabilità** sulla base delle NTC18, è secondo il ns. parere uno strumento molto utile al professionista che si accinge a riqualificare un edificio in muratura senza molti dati a sua disposizione sull'impianto murario. Infatti l'attuale normativa NTC18 a disposizione del tecnico per la definizione dei parametri meccanici non contempla il caso specifico murario se non in forma generale e con indici molto variabili tra loro, non vincolanti. Rimane inoltre uno strumento di verifica delle stesse tabelle della Circolare. **Naturalmente è necessaria un'accurata analisi visiva della muratura e una conoscenza storico-critica delle tecniche costruttive.** Inoltre la possibilità di testare la muratura con sistemi semplici, poco invasivi e costosi es. martinetti piatti per determinare la resistenza a compressione semplice consente poi di ottenere a mezzo delle curve di correlazione per quella specifica muratura gli altri parametri meccanici necessari. Questo va ricordato dato che altre prove quali i test diagonali in situ per determinare il taglio medio sono piuttosto onerose ed invasive.

Principali test diagnostici per le murature - prove estese

Prove non distruttive PnD

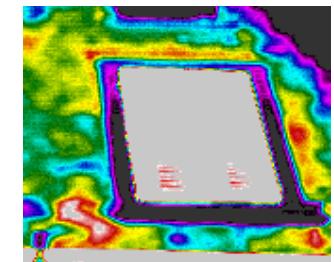
1) **Indagini soniche** per conoscere qualitativamente l'interno della muratura (vuoti, lesioni, ecc.) e controllare miglioramenti indotti da interventi (es. iniezioni di consolidamento)



2) **Penetrometriche** per valutare le caratteristiche nel giunto della malta a mezzo energia dissipata con la foratura. È necessaria la calibrazione dello strumento



3) **Termografiche** per rilevare umidità, distacchi intonaci, elementi architettonici nascosti

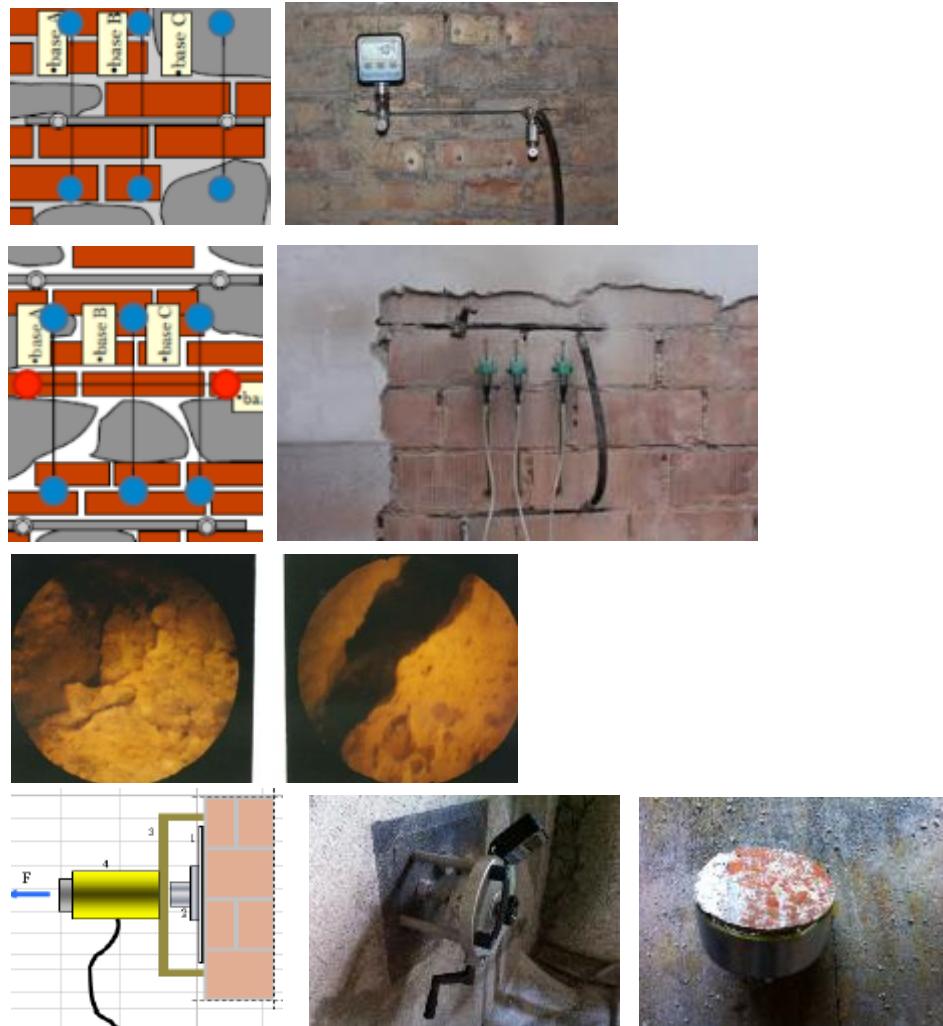


4) **Analisi chimiche** (mineralogiche, petrografiche, salinità, umidità, biodeteriogeni)

Principali test diagnostici per le murature - prove estese

Prove semi distruttive

- 1) **Martinetti piatti singolo** per determinare la tensione locale f_m
- 2) **Martinetti piatti doppio** per determinare tensione e deformazione muratura
- 3) **Carotaggi** per prelievo materiale, indagine interna muraria, endoscopia
- 4) **Endoscopia** per analisi visiva interna muraria
- 5) **Pull off** per verificare la qualità del supporto per interventi successivi di rinforzo (misura la resistenza a trazione della superficie muraria interessata)



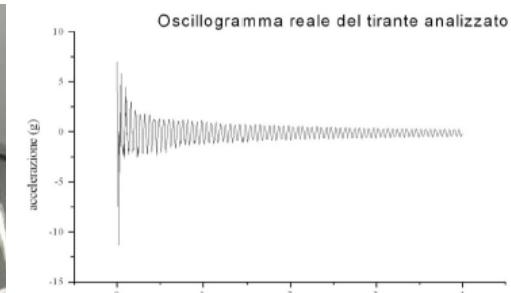
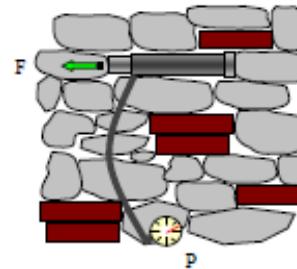
Principali test diagnostici per le murature - prove estese

Prove semi distruttive:

6) Prova per taglio Damstadt

Prova per tiro catene PnD

determina la frequenza propria di vibrazione con accelerometri calibrati di una catena strutturale per risalire allo stato tensionale



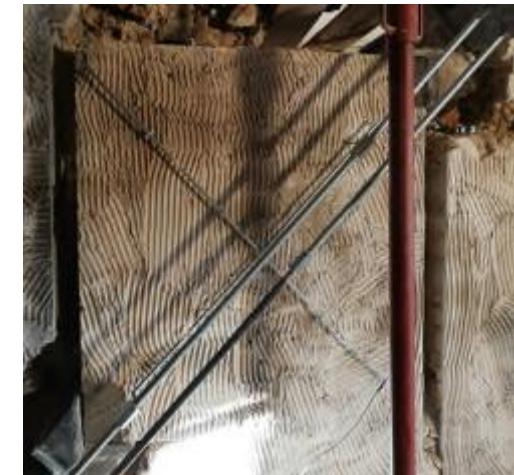
Monitoraggi statici a mezzo sensori fessurimetri, inclinometri (Collemaggio AQ)



Prove su conci murari in laboratorio e in situ – prove esaustive LC3

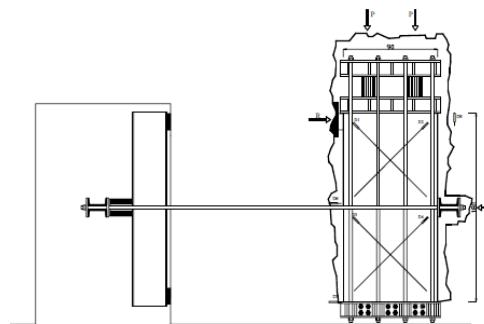
Prova di compressione diagonale
(ASTM E 519-81 e ReLUIS)

Determina taglio e modulo
tangenziale dell'elemento murario



Prova di Sheppard (non normata)

Determina taglio e modulo
tangenziale dell'elemento murario



Ripristino della qualità muratura

Interventi per il ripristino e il recupero della qualità e della coesione muraria



Principi generali d'intervento di ripristino e rinforzo

- Chiara comprensione della struttura a seguito delle indagini.
- Rispetto della gerarchia delle resistenze: 1. ripristino della qualità muratura, 2. rinforzo dei meccanismi locali di collasso, 3. rinforzo dei meccanismi globali di collasso.
- L'intervento deve garantire:
 - compatibilità e durabilità;
 - rispetto di concezione e tecniche originarie della struttura;
 - bassa invasività;
 - se possibile, reversibilità o rimovibilità;
 - minimizzazione dell'intervento.
- L'esecuzione di interventi su porzioni limitate dell'edificio va opportunamente valutata e giustificata calcolando l'effetto in termini di variazione nella distribuzione delle rigidezze.
- Una cattiva esecuzione può comportare un peggioramento delle caratteristiche della muratura o del comportamento globale dell'edificio.

Linee Guida ReLUIIS



G&P Intech srl
Tel.: +39 0444 522797
E-mail: info@gpintech.com

1. Ripristino e riqualificazione delle murature.
Dalla diagnosi all'intervento.

Ripristino e recupero degli edifici in muratura – Cosa fare?

Ripristino della situazione originaria

Recupero degli ammaloramenti
(vegetazione, risalite d'acqua, ecc...)

Miglioramento della coesione muraria



Ripristino e recupero degli edifici in muratura – Come fare?

Cuci e scuci

Sarcitura delle lesioni

Iniezioni di malte

Ristilatura dei giunti di malta

Diatoni e tirantini passivi



Tecniche per il ripristino compatibile dell'integrità muraria

Cerchiamo di analizzare quali sono gli interventi compatibili in una muratura al fine di **ricostituire la tessitura muraria** e migliorare il comportamento meccanico in particolare verso il fenomeno della **DISGREGAZIONE**. In questa sede non parliamo di rinforzi che verranno trattati successivamente. Per uniformità e ove richiamate facciamo riferimento alla Circolare NTC18 e al DPCM 2011 Beni Culturali.

1) Cuci e scuci

Si applica per murature lesionate o fortemente degradate in presenza di una buona tessitura muraria e per aree limitate in particolare nei collegamenti di pareti confluenti.

Non è una tecnica di consolidamento diffuso.



2) Sarcitura lesioni

Si applica in presenza di lesioni murarie a mezzo sarcitura con malte in calce idraulica tipo LIMECRETE M10-15 ed iniezione a bassa pressione con boiacche in calce idraulica tipo LIMECRETE IR M10-15.



Tecniche per il ripristino compatibile dell'integrità muraria

3) Iniezioni murarie

Si applica in particolare nelle murature miste disordinate con scarsa o pessima qualità muraria iniettando a bassa pressione boiacche in calce idraulica tipo LIMECRETE IR M10-15 ad elevata fluidità in forma diffusa. E' comunque importante ai fini dell'efficacia dell'intervento eseguire test ante e post con indagini per es. del tipo soniche. I coefficienti correttivi inseriti in Circolare 2019 vanno infatti sempre valutati sul tipo di muratura. La tecnica di intervento prevede forature a 2/3 dello spessore, a quinconce con interasse non superiore ai 50 cm e iniezione a saturazione.

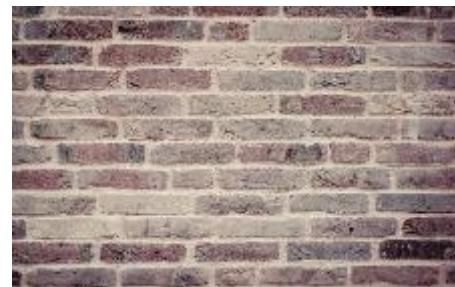


**METODO TABELLARE: TAB.
C8.5.II (Circ. NTC18)
(Da 1,2 a 2,0)**

Tecniche per il ripristino compatibile dell'integrità muraria

4) Ristilatura dei giunti di malta

Si applica nelle murature miste disordinate e regolari in mattoni con scarsa o pessima qualità muraria della malta di allettamento ($< 0,7 \text{ MPa}$). La tecnica di intervento prevede la scarnitura profonda dei giunti (almeno 5-6 cm) e la sigillatura con malta tipo LIMECRETE TA M5. Post intervento: applicabile i coefficienti correttivi della Tab. C8.5.II per malta buona.



5) Diatoni artificiali e tirantini passivi.

Gli interventi diffusi con diatoni o barre trasversali di buona rigidezza al taglio consentono di applicare i coefficienti correttivi della Tab. C8.5.II connessioni trasversali. Influenzano poi solo la resistenza a compressione f .

**METODO TABELLARE:
TAB. C8.5.II (Circ. NTC18)**

Interventi di rinforzo della muratura

Rinforzo del comportamento
«locale» e «globale» della
muratura



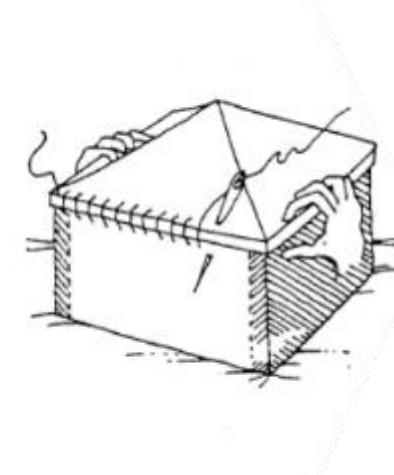
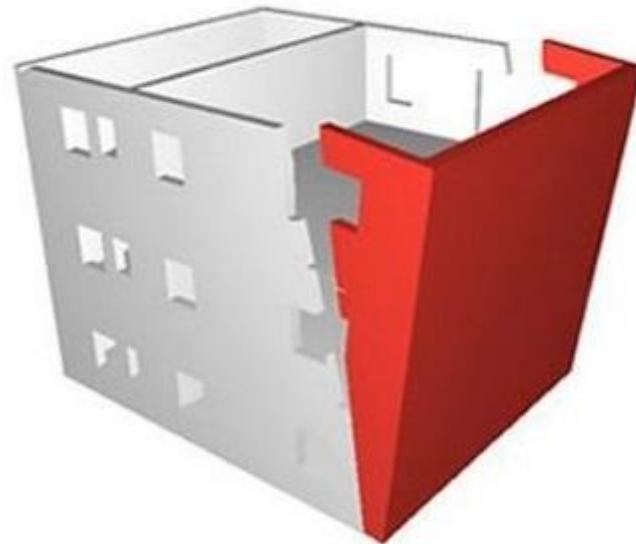
Interventi di rinforzo della muratura – Come fare?

Rinforzo dei meccanismi di collasso locale
e/o loro eliminazione mediante:

- Collegamento con tiranti
- Cordoli in sommità
- Perseguimento di un comportamento scatolare

Eventuale irrigidimento dei solai e
miglioramento del loro collegamento

Rinforzo dei meccanismi di collasso globale



Meccanismi di collasso locale

Parte alta delle pareti (muratura meno coesa a causa del limitato livello di compressione)

Insufficienza dei collegamenti tra pareti e tra pareti e orizzontamenti

Orizzontamenti di tipo spingente



Ribaltamento semplice

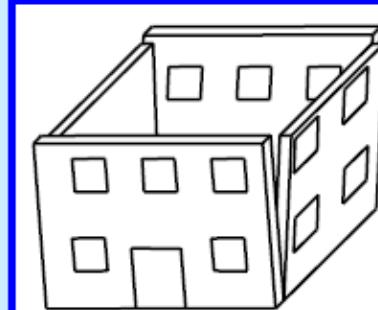
Cerchiatura delle fasce di piano

“CINTURAZIONE”

La “cinturazione” dell’edificio migliora diversi aspetti:

- scarso collegamento tra pareti ortogonali
- spinte di elementi di copertura
- distribuisce forze orizzontali date dai solai

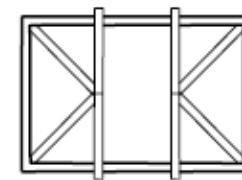
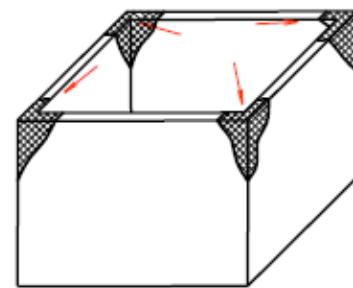
senza aggiungere peso, specie con i compositi.



SCARSO
COLLEGAMENTO
CON I SOLAI

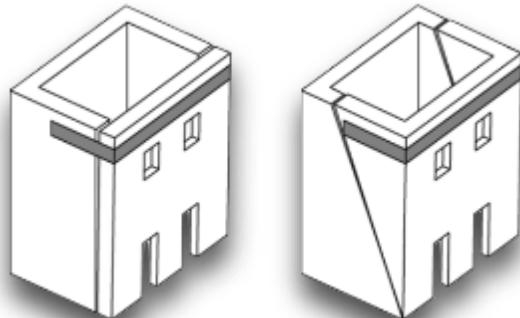


ELEMENTI
SPINGENTI

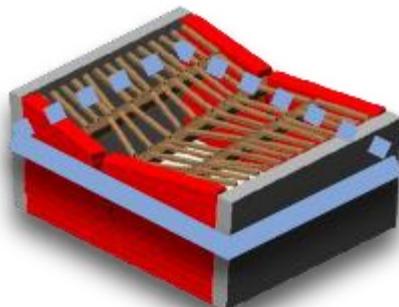


Cerchiatura delle fasce di piano

Può essere realizzata con sistemi FRP, FRCM, SRG.



Ribaltamento semplice o composto



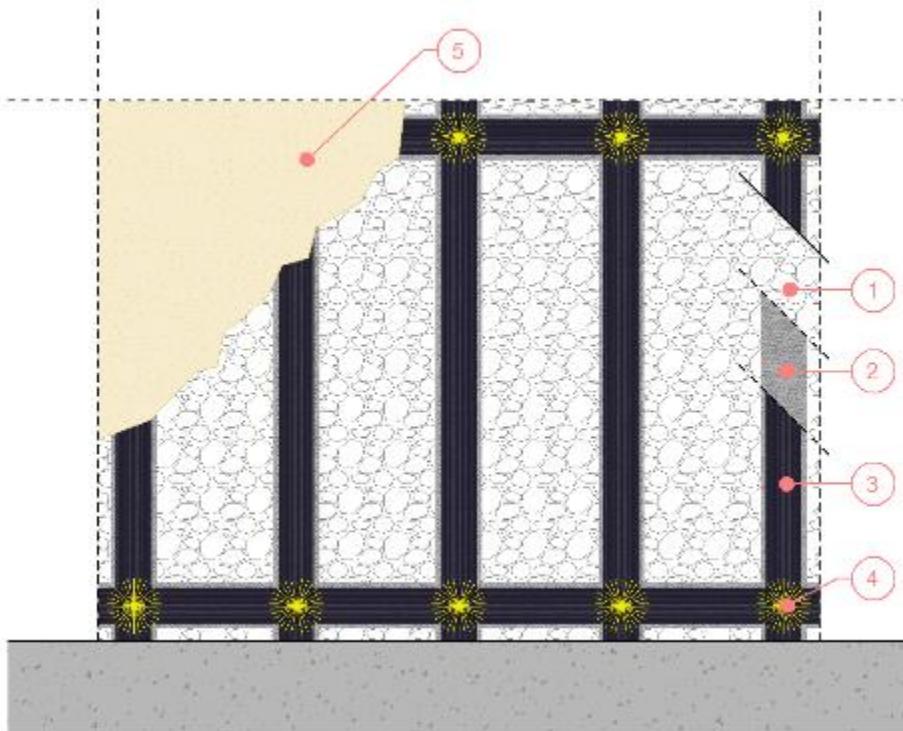
Flessione orizzontale



Rinforzo nei confronti del collasso per flessione verticale

SCHEMA ED ESEMPI

Applicazione di fasce verticali distribuite di con tecnologia FRP System.



- Applicazione di tessuto in zona tesa
- Connessioni con le pareti ortogonali

Interventi per migliorare i collegamenti ed evitare collassi locali

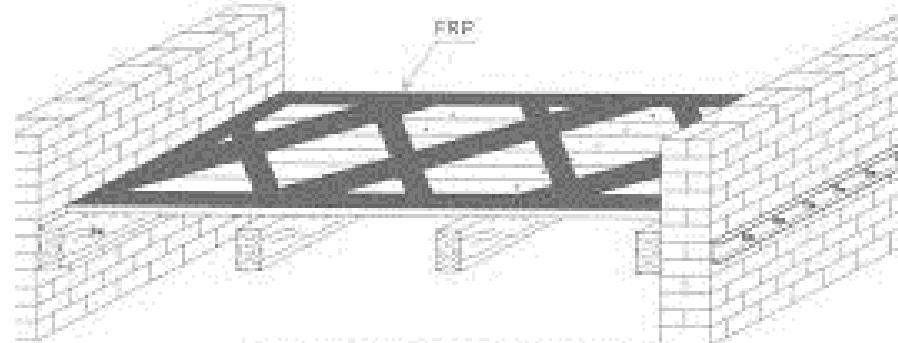


Figura 7.3.2 – Solana rinforzato con FRP

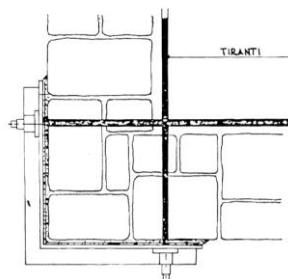
Miglioramento dei collegamenti con tiranti

Disposti nelle due direzioni principali del fabbricato.

A livello dei solai ed in corrispondenza delle pareti portanti.

Ancorati alle murature mediante capochiave (a paletto o a piastra).

Favoriscono il comportamento scatolare d'insieme del fabbricato.



Catene NON efficaci a causa
della qualità muraria scadente

Miglioramento del comportamento con cordoli in sommità

Possono essere realizzati dei cordoli in sommità alle pareti per il miglioramento del collegamento tra pareti e copertura, e per il miglioramento della resistenza muraria soprattutto fuori piano:

In calcestruzzo armato → pesanti e molto rigidi

In muratura armata con SRG → stesso peso e stessa rigidezza, ma maggiore resistenza

In acciaio → leggeri ma non il massimo esteticamente

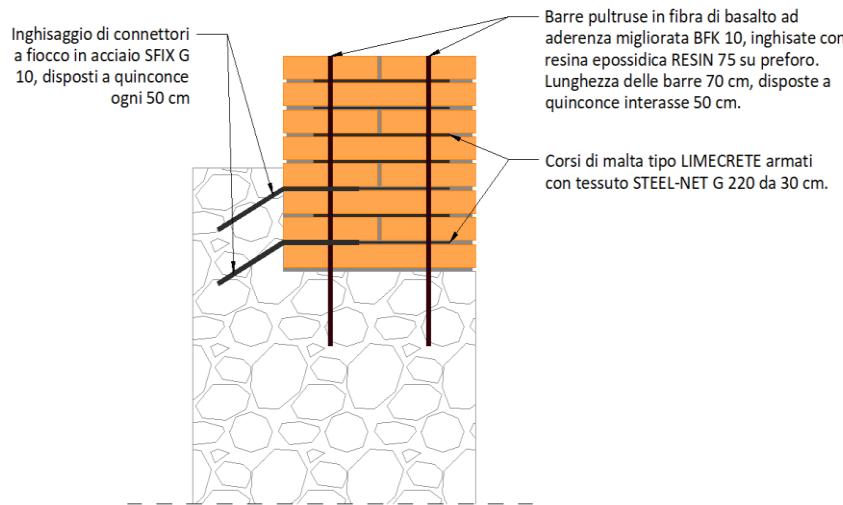


Miglioramento del comportamento con cordoli in sommità (test Univ. di Perugia)



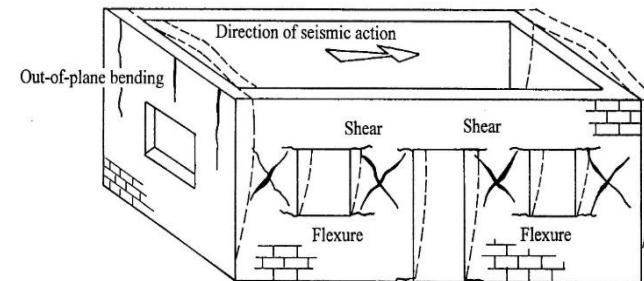
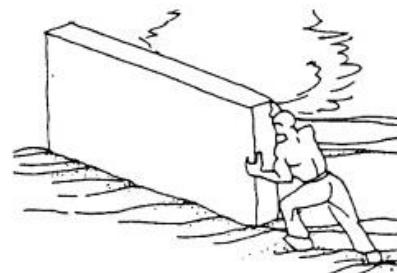
SCHEMA ED ESEMPI

Cordolo ad elevata resistenza e con la minima interferenza sull'edificio esistente.

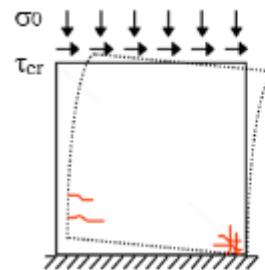


Rinforzo nei confronti dei meccanismi globali

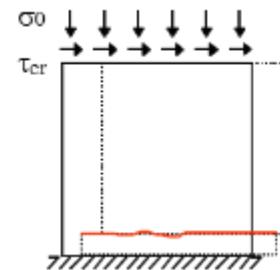
Quando la struttura presenta sufficiente resistenza nei confronti dei meccanismi locali, riesce ad esibire un comportamento di tipo scatolare, sono possibili fenomeni di collasso globali nel piano della muratura.



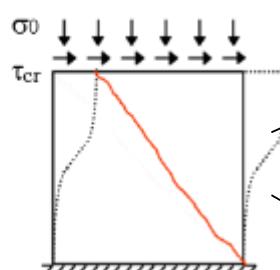
POSSIBILI MODALITÀ DI COLLASSO PER AZIONI NEL PIANO



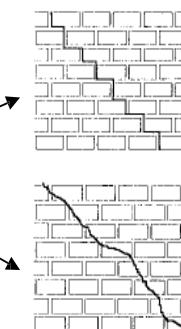
Pressoflessione



Scorrimento



Taglio



fessurazione
diagonale con
giunti deboli



fessurazione
diagonale con
giunti resistenti

Normativa per la progettazione

FRP – SRP: La normativa tecnica di riferimento principale è la **CNR DT 200 R1 2013**, che è stata recepita come normativa tecnica di comprovata validità, secondo le indicazioni del Cap. 12 delle NTC18. Ulteriori indicazioni, specialmente per il rinforzo dei nodi, sono fornite nelle *Linee Guida ReLuis per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, nodi, tamponature e partizioni*.

FRCM – SRG: La normativa tecnica di riferimento principale è la **bozza** della **CNR DT 215-2018**, che è stata recepita come normativa tecnica di comprovata validità, secondo le indicazioni del Cap. 12 delle NTC18. Ulteriori indicazioni, utili alla messa in opera dei rinforzi, sono fornite nelle *Linee Guida ReLuis per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, nodi, tamponature e partizioni*.

CRM: La normativa tecnica di riferimento principale sono le **NTC18**, che al Cap. 8 **prevedono** specificatamente **l'impiego di intonaci armati** per il rinforzo delle murature esistenti. Inoltre, secondo le indicazioni del Cap. 12 delle NTC18, si può sempre fare riferimento a normative tecniche di comprovata validità per una trattazione più esaustiva (**CNR-DT 203/2006**).

Rinforzi FRP System

1. **FRP:** sono materiali **compositi** costituiti da un **tessuto** in fibra lunga da impregnare in situ (carbonio CFRP) in una **matrice** adesiva **organica**.



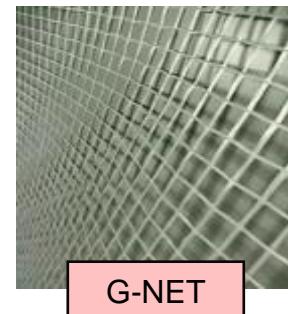
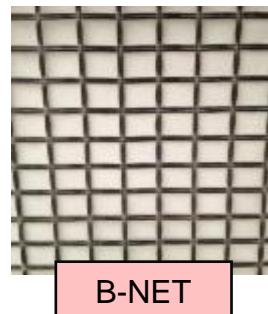
FIBRE E TESSUTI Carbonio
C-SHEET – CTB – Q



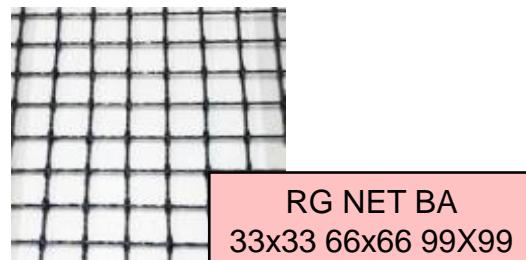
CONNETTORI
AFIX – CFIX – SFIX

Rinforzi FRCM – CRM System

2. **FRCM – SRG**: il sistema è formato da un kit di cui fanno parte i materiali compositi costituiti da una rete in fibra (carbonio, basalto o vetro AR) o da un tessuto in acciaio UHTSS (SRG) immersa in una matrice inorganica, cementizia o in calce idraulica o pozzolanica, fissate con specifici connettori omologati. Per tutti i supporti di muratura: laterizio, tufo, pietrame.



3. **CRM**: il sistema è formato dalla rete rigida preformata, in fibra di vetro AR. La malta o betoncino certificato può essere di qualsiasi tipologia idonea al tipo di supporto.



1. FRP System: tessuti in fibra di carbonio



Nome prodotto	Classe	Direzione	Grammatura
C-SHEET 240/300	210 C (modulo standard)	Uniassiale	300 gr/m ²
C-SHEET 240/400	210 C (modulo standard)	Uniassiale	400 gr/m ²
C-SHEET 240/600	210 C (modulo standard)	Uniassiale	600 gr/m ²
C-SHEET 390/300	350/2800 C (alto modulo)	Uniassiale	300 gr/m ²
C-SHEET 390/400	350/2800 C (alto modulo)	Uniassiale	400 gr/m ²
CTB 240/360	210 C (modulo standard)	Biassiale (bilanciato)	360 gr/m ²
C-SHEET Q 240/380	210 C (modulo standard)	Quadriassiale (bilanciato)	380 gr/m ²

1. FRP System: resine

Le **resine** e gli **adesivi** RESIN marcati CE (EN 1504-4) sono utilizzati per **regolarizzare** le superfici e **incollare/impregnare** il **rinforzo FRP**; sono per la maggior parte bicomponenti, e si dividono in **primer**, **adesivi in pasta** e **fluidi**. È pertanto fondamentale **mescolare i componenti A e B** secondo i corretti rapporti di catalisi indicati dal produttore.

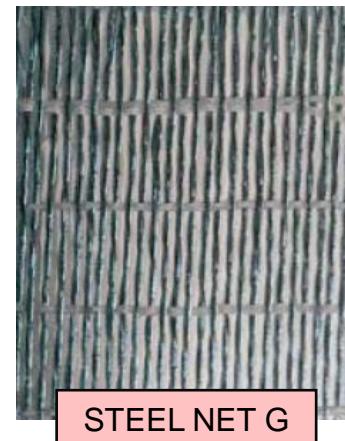
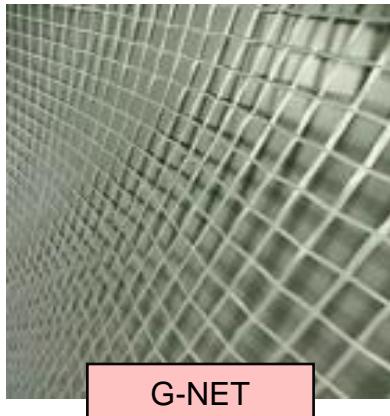
L'impregnazione del tessuto deve inoltre **essere garantita** per tutto lo spessore.

Le principali resine sono:

Nome prodotto	Descrizione
RESIN PRIMER	Primer epossidico per la preparazione del supporto all'incollaggio del tessuto.
RESIN 75	Adesivo epossidico per l'incollaggio e l'impregnazione dei tessuti in carbonio.
RESIN 90	Adesivo epossidico in pasta per l'incollaggio dei tessuti in acciaio e delle lamelle pultruse.



2. FRCM – SRG System: reti in fibra e tessuti in acciaio UHTSS



3. CRM System: prodotti

Le reti in fibra di vetro AR (Alcali Resistente) preformate (GFRP) sono le RG-NET insieme ai relativi pezzi speciali ad angolo E-corner RG L25. Come **connettori** s'impiegano i connettori rigidi RG FIX (con lunghezze da 20 a 60 cm), preformati in GFRP inghisati con resine.



Nome prodotto	Direzione	Classe	Carico (per direzione)
RG33 NET BA	Bidirezionale (bilanciata)	G38/600	168 kN/m
RG66 NET BA	Bidirezionale (bilanciata)	G38/600	84 kN/m
RG99 NET BA	Bidirezionale (bilanciata)	G38/600	56 kN/m

FRCM – CRM: malte

Le malte sono marcate CE in conformità alla normativa europea, sono utilizzate per regolarizzare le superfici (anche per FRP) e fissare il rinforzo FRCM al supporto.

Le principali malte impiegate sono:



Nome prodotto	Descrizione
LIMECRETE	Malta a base di calce idraulica M15, marcata CE ai sensi della EN 998-2, è compatibile con le murature storiche.
CONCRETE ROCK S	Malta classe R2 a reattività pozzolanica, marcata CE ai sensi della EN 1504-3, ideale per murature e CLS.
CONCRETE ROCK V2	Malta cementizia tixotropica bicomponente classe R4, marcata CE ai sensi della EN 1504-3, ideale per CLS.

COMPATIBILITÀ

RESISTENZA

Connettori

I connettori sono **impiegati** per **migliorare** l'ancoraggio dei **rinforzi**. Per la sua resistenza al taglio e all'urto, in presenza di **fibre di carbonio**, è **preferibile** il connettore in aramide AFIX a **quello** in carbonio CFIX

Nome prodotto	Descrizione	
AFIX	Connettore a fiocco in aramide (per reti in carbonio)	
BFIX	Connettore a fiocco in basalto (per reti in basalto)	
CFIX	Connettore a fiocco in carbonio (per reti in carbonio)	
GFIX AR	Connettore a fiocco in vetro AR (per reti in vetro)	
SFIX G	Connettore a fiocco in acciaio galvanizzato (per tessuti in acciaio)	
RG FIX	Connettori rigidi a L in GFRP preformati (per tutte le reti)	
I-FIX 40	Connettori ad L in acciaio inox AISI 304 (per tessuti in acciaio)	
STEEL ANCHORFIX	Barra elicoidale in INOX, che piegata può essere impiegata come connettore (per tessuti in acciaio)	

Normativa per la progettazione

FRP – SRP: La normativa tecnica di riferimento principale è la **CNR DT 200 R1 2013**, che è stata recepita come normativa tecnica di comprovata validità, secondo le indicazioni del Cap. 12 delle NTC18. Ulteriori indicazioni, specialmente per il rinforzo dei nodi, sono fornite nelle *Linee Guida ReLuis per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, nodi, tamponature e partizioni*.

FRCM – SRG: La normativa tecnica di riferimento principale è la **bozza** della **CNR DT 215-2018**, che è stata recepita come normativa tecnica di comprovata validità, secondo le indicazioni del Cap. 12 delle NTC18. Ulteriori indicazioni, utili alla messa in opera dei rinforzi, sono fornite nelle *Linee Guida ReLuis per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, nodi, tamponature e partizioni*.

CRM: La normativa tecnica di riferimento principale sono le **NTC18**, che al Cap. 8 **prevedono** specificatamente **l'impiego di intonaci armati** per il rinforzo delle murature esistenti. Inoltre, secondo le indicazioni del Cap. 12 delle NTC18, si può sempre fare riferimento a normative tecniche di comprovata validità per una trattazione più esaustiva (**CNR-DT 203/2006**).

Normativa per la qualificazione e l'accettazione dei materiali

FRP – SRP: D.P. C.S.LL.PP. n.293 del 29.05.2019

- Per sistemi in carbonio, vetro, aramide dal luglio 2016 è **obbligatoria** la qualifica CVT per l'impiego nel mercato nazionale.
- Per tessuti in acciaio e basalto l'obbligo di CVT sarà **da giugno 2020, salvo proroghe.**
- Sono dotati di CLASSE.

FRCM – SRG: DP C.S.LL.PP. n.1 del 08.01.2019

- Per tutti i sistemi FRCM l'obbligo dei CVT sarà **dal gennaio 2021.**

CRM: D.P. C.S.LL.PP. n.293 del 29.05.2019

- Per tutte le reti CRM l'obbligo dei CVT sarà **da giugno 2020, salvo proroghe.**
- Sono dotati di CLASSE.

**DISPOSTO MINISTERIALE NEL
PERIODO TRANSITORIO**

Disposto ministeriale nel periodo transitorio

“Viene previsto un periodo transitorio di 12 mesi o più in caso di proroga, entro il quale per quanto concerne l’impiego di compositi a matrice inorganica **FRCM**, i Fabbricanti che abbiano presentato al Servizio Tecnico Centrale istanza di CVT per compositi realizzati con le suddette fibre, nelle more del rilascio o diniego del certificato, possono commercializzare i medesimi prodotti per i quali è stata richiesta la certificazione; in tal caso, tutte le forniture devono essere accompagnate da una apposita dichiarazione – resa sotto la propria responsabilità – che i sistemi in questione sono conformi alle disposizioni della Linea Guida di cui all’art. 1 del decreto 8 gennaio 2019 e succ. “

Analogamente lo stesso disposto ministeriale viene applicato **per tessuti in acciaio e basalto FRP e per le reti CRM**, essendo le linee guida di qualificazione state emanate il 29 maggio 2019.

Prove di accettazione FRP – COKIT

La direzione lavori deve **effettuare prove di accettazione** obbligatorie dei materiali in cantiere (utilizzo **COKIT** (Assocompositi - POLIMI) o prove in altro laboratorio autorizzato) ai sensi del decreto CSLPP 29/05/19.

OBIETTIVI

- Verifica delle caratteristiche del tessuto utilizzato (Peso del tessuto per unità di area);
- Verifica delle caratteristiche meccaniche del laminato composito preparato in cantiere (rigidezza e resistenza del laminato riferite all'area netta delle fibre);
- Verifica della temperatura di transizione vetrosa dell'adesivo strutturale impiegato.



Prove di accettazione FRP – Pull off

Possono essere inoltre effettuate prove di pull off (UNI EN 1542; 1015-12; 1348), a certificazione della qualità della posa, ai sensi della CNR DT 200 R1 2013. L'obiettivo è definire la capacità del substrato di resistere alla delaminazione.

Ai sensi del CNR DT 200 la tensione di picco allo strappo su muratura non deve essere inferiore al 10% della resistenza media a compressione f_m della muratura sull'80% delle prove.



Esecuzione della prova di pull off



Il provino a prova completata
(rottura del supporto in muratura → OK!)

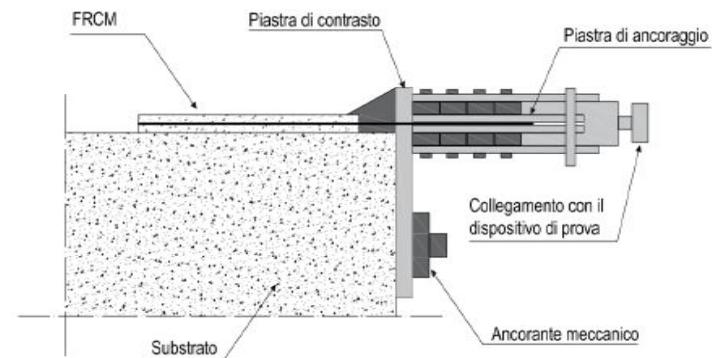
Prove di accettazione FRCM

La direzione lavori deve **effettuare prove di accettazione** obbligatorie dei materiali in cantiere ai sensi del decreto CSLPP 08/01/19.

OBIETTIVI

- Verifica delle caratteristiche della rete utilizzata (peso della rete per unità di area);
- Verifica delle caratteristiche meccaniche dell'intonaco armato preparato in cantiere (resistenza ultima del rinforzo FRCM riferite all'area netta delle fibre);

Possono essere inoltre effettuate prove di strappo a taglio, a certificazione della qualità della posa. Ai sensi del CNR DT 215 la tensione di strappo dal supporto non deve essere inferiore all'85% della tensione di distacco di progetto $\sigma_{lim,conv}$ per quello specifico supporto, sull'80% delle prove.



Software G&P intech per murature

SOFTWARE DI CALCOLO

FRCM[®]**wall**

PER MURATURE RINFORZATE CON MATERIALI COMPOSITI

FRPwall



Software G&P intech per murature

GENERALITÀ

FRCMwall è un nuovissimo strumento di calcolo per la progettazione dei **rinforzi strutturali** per le **murature** con sistemi FRCM (malte e reti) a disposizione dei progettisti.

Il software è stato **sviluppato** da G&P intech in **collaborazione** con alcuni Dipartimenti Universitari.

FRPwall... WORK IN PROGRESS!

I **software** e i relativi **manuali** sono a disposizione **TOTALMENTE GRATUITI** e **SCARICABILI** dal sito:

www.gpintech.com

FRCM[®]wall

Foglio di calcolo Excel per rinforzi di pannelli murari con intonaci armati FRCM



FRCM wall

Muratura esistente												
$\bar{\varepsilon}_0$	ε_{eu}	b [mm]	h [mm]	l [mm]	f_{ust} [MPa]	f_{vul} [MPa]	f_{vul} [MPa]	N_{Ed} [kN]	q [kN/m]	E_m [MPa]	$M_{u,R}$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
0,002	0,0035	1000	300	3000	4,0	0	0,09	50	50,00	2000	7,17	56,25

Rinforzo FRCM													
Prodotto	b_f [mm]	n [-]	Esposizione	i_m [mm]	γ [g/m ²]	t_f [mm]	Fiber type	$\sigma_{lim,corr}$ [MPa]	E_f [MPa]	σ_{sf} [MPa]	ε_{sf} [-]	A_f [mm ²]	η [-]
G-NET 251 BA	1000	1	Esterna	20	250	0,044	Vetro AR	547	53100	770	0,0145	44,0	0,7

Momento resistente muratura rinforzata				
$M_{u,R}$ [kNm]	x [mm]	ε_m [-]	ε_f [-]	$M_{u,R}/M_{u,R}$ [%]
11,48	48,30	0,0014	0,0072	60,06
Rottura per cedimento del composito				Verifica non soddisfatta

Taglio resistente muratura				
γ_M [-]	$V_{u,R}$ [kN]	L_s [mm]	$M(L_s)$ [kNm]	ε_{uL} [-]
2,5	19,04	300	20,25	0,0226
Distacco estremità				Distacco estremità

h [mm]

b [mm]

h [mm]

Deformazione [-]

Flessione fuori piano

Taglio nel piano

Confinamento

+

Copyright © 2018
G&P Intech, Italy

Attenzione

L'utilizzo del foglio di calcolo è permesso solo a ingegneri qualificati. L'utente deve avere una conoscenza approfondita del foglio di calcolo e delle corrispondenti Linea Guida per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di interventi di consolidamento statico mediante l'utilizzo di sistemi di rinforzo FRCM - Bozza del 15 gennaio 2018, nonché delle Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a matrice inorganica - Bozza CNR del 4 Agosto 2018. L'utente deve verificare i risultati ottenuti col presente foglio di calcolo, poiché non viene data nessuna garanzia sulla correttezza degli stessi. L'utente rimane l'unico responsabile delle soluzioni sulla base dei risultati ottenuti. L'applicazione fornisce unicamente supporto per i calcoli senza sostituire l'esclusiva responsabilità dell'ingegnere. Il foglio di calcolo è basato sui parametri dei materiali di rinforzo e delle matrici dei sistemi G&P Intech. I risultati forniti dal foglio di calcolo non sono più validi qualora sistemi diversi vengano utilizzati. Il fornitore dei sistemi G&P Intech declina ogni responsabilità connessa alle suddette circostanze.

Tabella 4.5.II. Valori del coefficiente γ_M in funzione della classe di esecuzione e della categoria degli elementi resistenti

Materiale	Classe di esecuzione	
	1	2
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a prestazione garantita	2.0	2.5
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a composizione prescritta	2.2	2.7
Muratura con elementi resistenti di categoria II, ogni tipo di malta	2.5	3.0

Test sperimentali FRCM

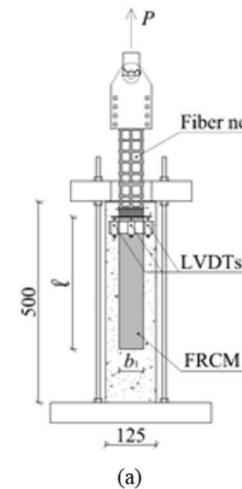
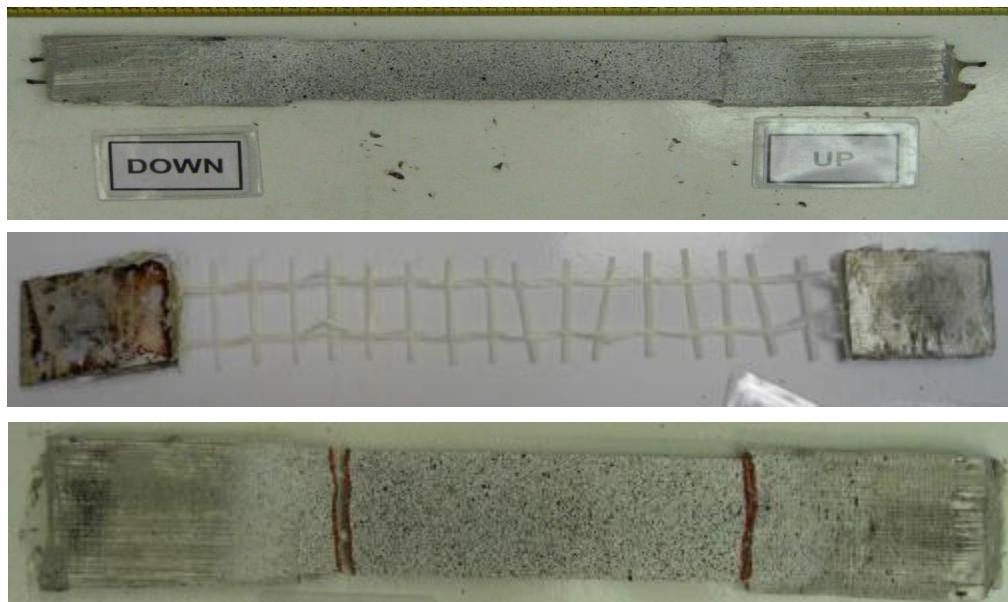
TESTS DI CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI COMPOSITI FRCM-SRG
CONDOTTI IN AMBITO RILEM TC 250 CSM PRESSO UNIVERSITÀ DI
ROMA TRE, PADOVA, ANCONA, PATRASSO ED ENEA



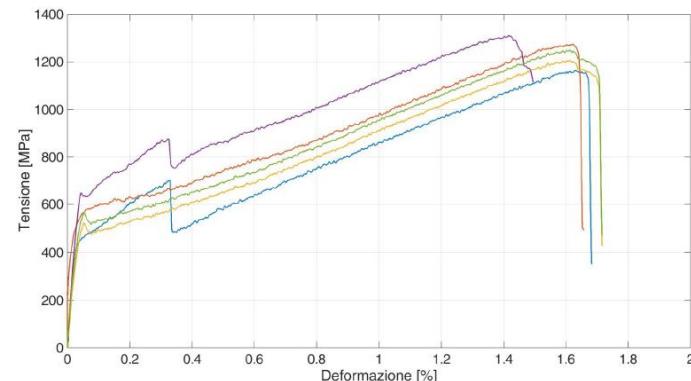
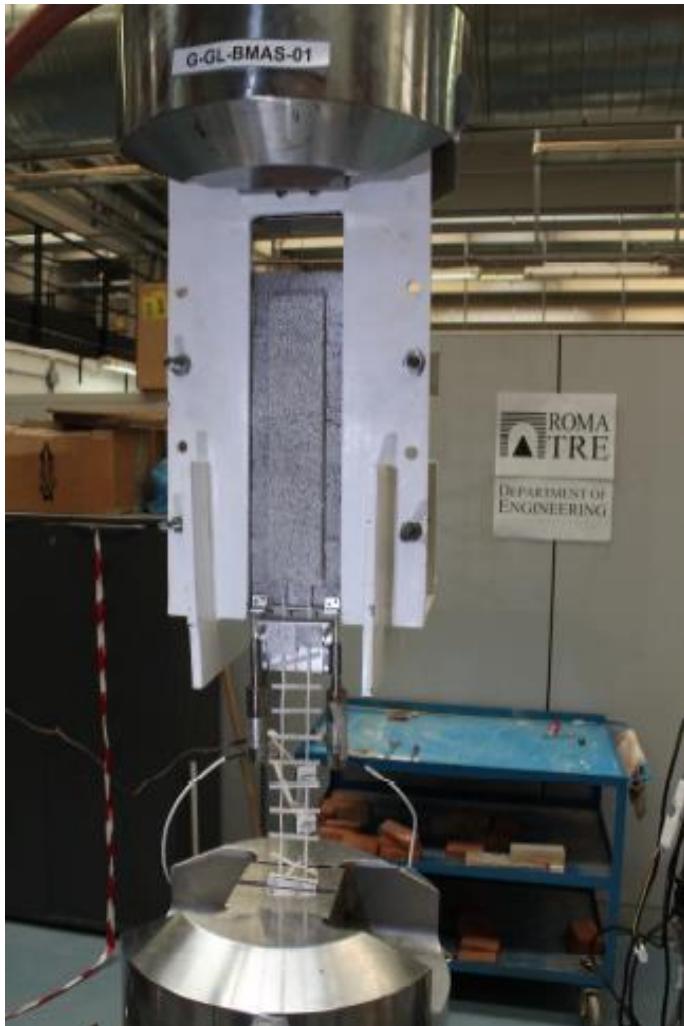
G&P Intech srl
Tel.: +39 0444 522797
E-mail: info@gpintech.com

1. Ripristino e riqualificazione delle murature.
Dalla diagnosi all'intervento.

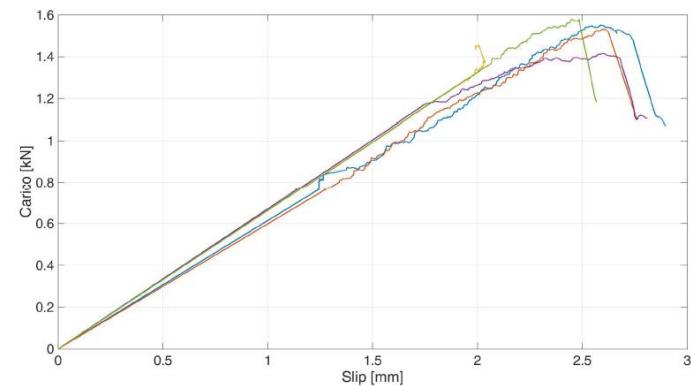
Test sperimentali FRCM – Rete in vetro AR G-NET 301 BAL Malta in calce LIMECRETE



Test sperimentali FRCM – Rete in vetro AR G-NET 301 BA



Curva tensione deformazione per composito rete vetro AR e malta in calce



Curve carico-scorrimento globale per provini FRCM con rete di vetro AR e lunghezze di ancoraggio di 260 mm.

Test sperimentali FRCM – Rete in vetro AR G-NET 301 BA

Nome provino	Forza massima		Tensione massima	Deformazione di picco			Modulo elastico		
	F_c [N]	f_c [kN/m]	σ_c [MPa]	ε_{LVDT} [%]	ε_{EST} [%]	ε_{POT} [%]	E_1 [GPa]	E_{II} [GPa]	E_{III} [GPa]
GL-02	2713.3	54.3	1164.5	1.63	-	1.47	1559.1	48.2	57.6
GL-03	2970.2	59.4	1274.8	1.62	-	1.47	1677.7	43.6	48.9
GL-04	2812.6	56.3	1207.1	1.61	-	-	1263.7	39.2	48.6
GL-05	3056.9	61.1	1312.0	1.42	-	-	1953.4	41.0	48.5
GL-06	2912.6	58.3	1250.1	1.61	-	-	1505.0	38.3	54.3
Media	2893.1	57.9	1241.7	1.58	-	1.47	1591.8	42.1	51.6
Dev. St.	134.1	2.7	57.6	0.09	-	0.00	252.2	4.0	4.2
C. V.	4.6%	4.6%	4.6%	5.6%	-	0.0	15.8%	9.5%	8.1%

Nome provino	Forza di distacco		Slip di picco	Tensione	Tasso di lavoro		Modalità di rottura
	F_d [kN]	f_d [kN/m]	s [mm]	σ_b [MPa]	σ_b/σ_c	σ_b/σ_t	
GL-BMAS-01	1.55	31.0	2.59	666.1	0.89	0.54	E-F
GL-BMAS-02	1.53	30.7	2.60	658.0	0.88	0.53	E
GL-BMAS-03	1.46	29.2	2.00	625.5	0.84	0.50	E
GL-BMAS-04	1.42	28.3	2.10	608.2	0.82	0.49	E-F
GL-BMAS-05	1.58	31.6	2.48	678.4	0.91	0.55	E
GL-BMAS-06	1.38	27.7	2.03	594.3	0.79	0.48	E
Media	1.49	29.7	2.30	638.4	0.85	0.51	
Dev. St.	0.11	1.6	0.3	34.0			
C. V.	5.3%	5.3%	12.4%	5.3%			



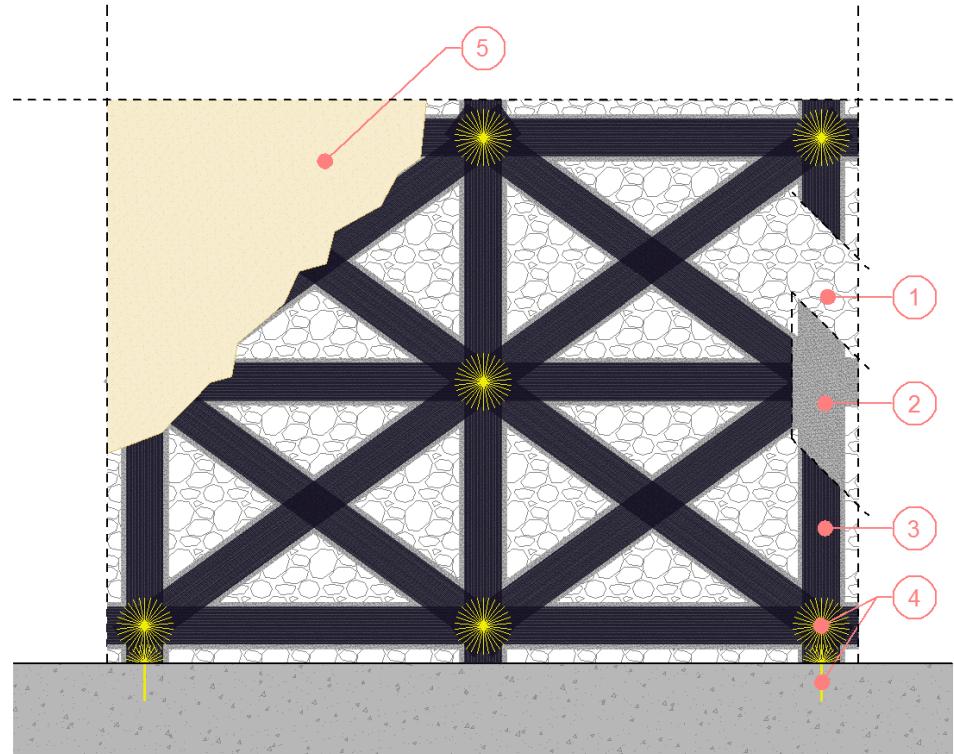
1. Ripristino e riqualificazione delle murature.

Dalla diagnosi all'intervento.

Rinforzo con FRP System di paramenti e maschi murari

FASI

1. Ripristino e consolidamento;
2. Corsie di regolarizzazione con malta LIMECRETE o CONCRETE ROCK S, e/o resina in pasta RESIN 90;
3. Tessuto di carbonio;
4. Connettori;
5. Finiture previo spolvero di quarzo.



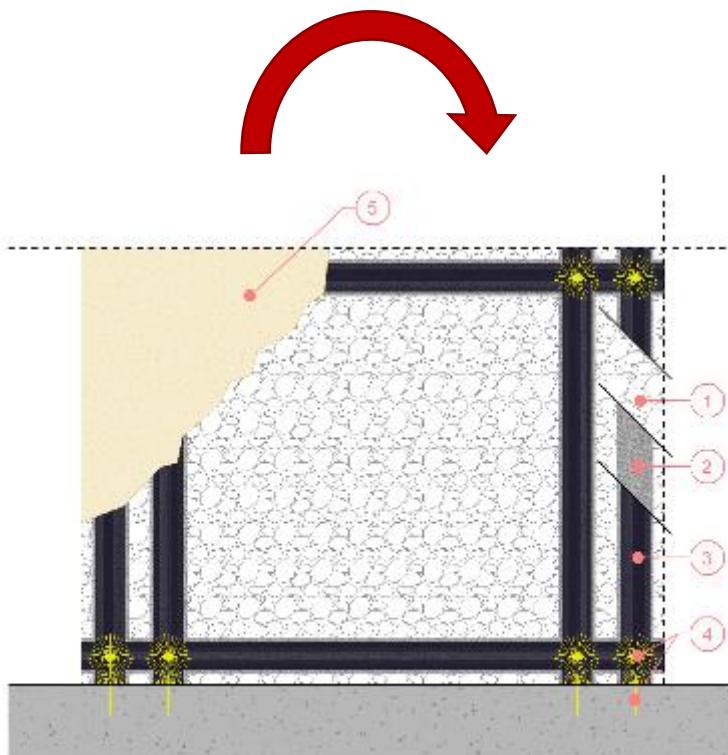
Possibilmente realizzare il rinforzo su **entrambi i paramenti**.

Esecuzione del rinforzo FRP su muratura

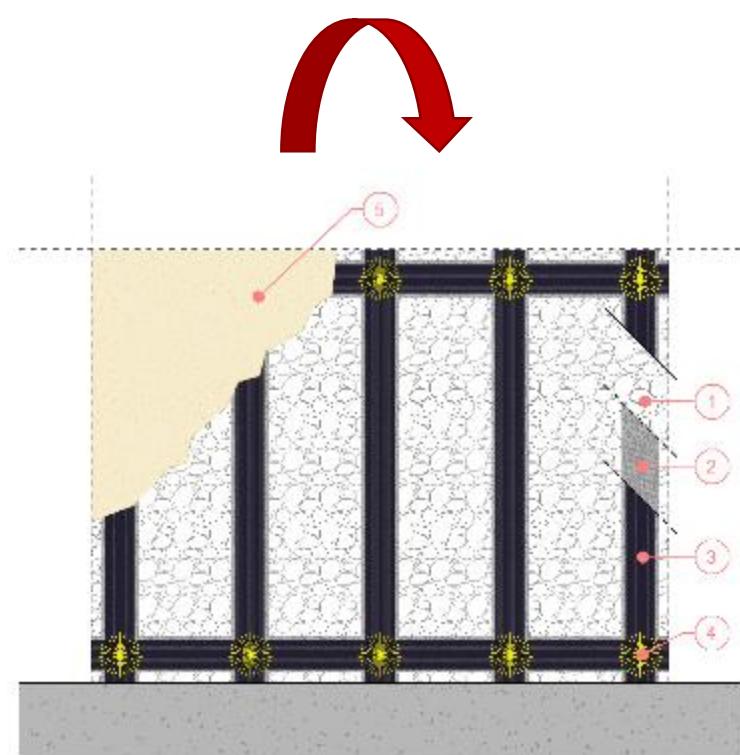


Rinforzo con FRP System di paramenti e maschi murari

VARIANTI A PRESSOFLESSIONE (NEL PIANO E FUORI PIANO):



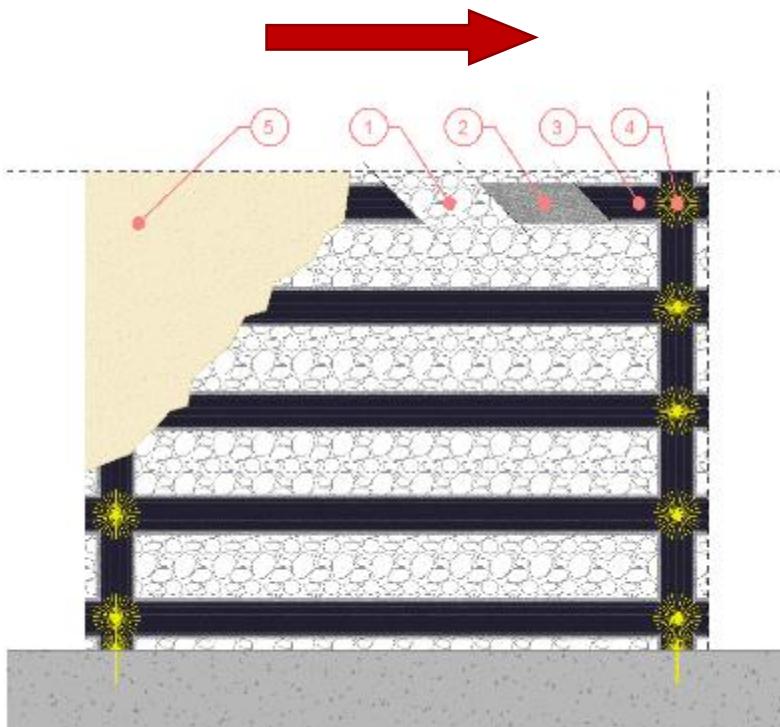
Nel piano della muratura



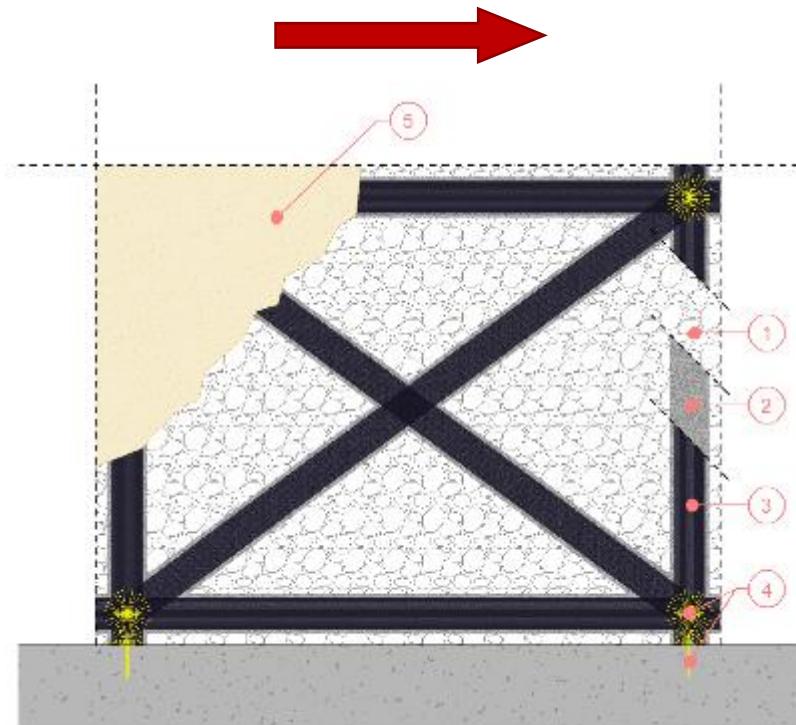
Fuori piano della muratura

Rinforzo con FRP System di paramenti e maschi murari

VARIANTI A TAGLIO E SCORRIMENTO:

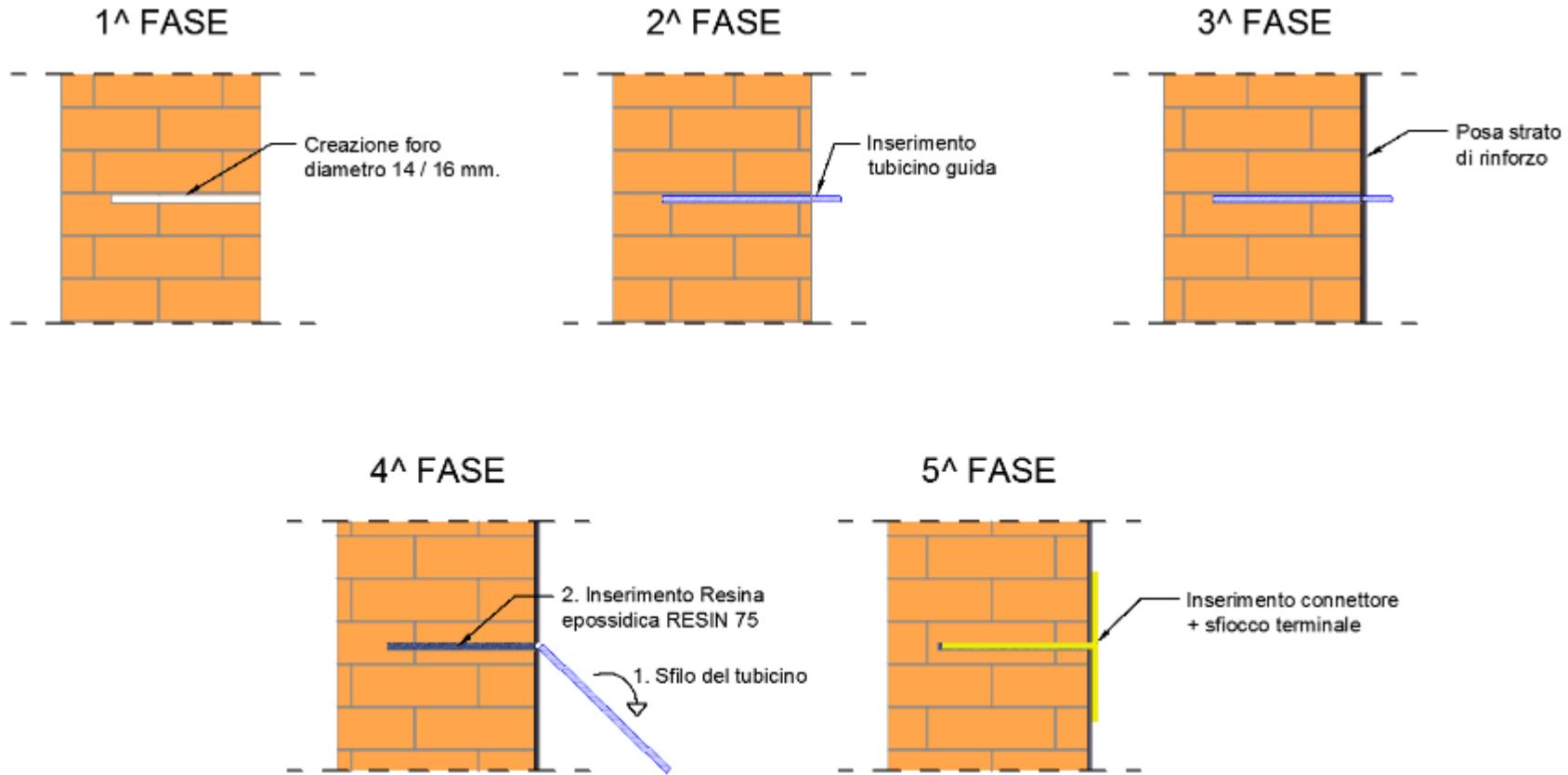


Rinforzo parallelo ai corsi di malta



Rinforzo con diagonali

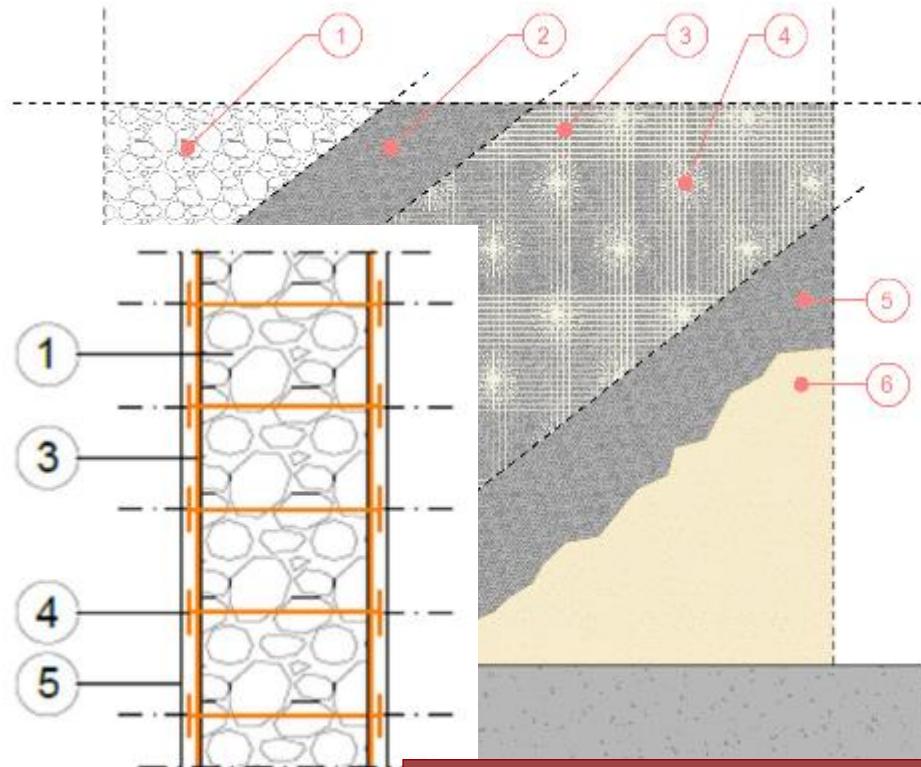
Installazione dei connettori



Rinforzo con FRCM System di paramenti e maschi murari

FASI

1. Ripristino e consolidamento;
2. Primo strato di malta;
3. Rete di rinforzo su malta fresca;
4. Connettori;
5. Secondo strato di malta sul primo ancora fresco;
6. Finiture.



**METODO TABELLARE:
TAB. C8.5.II (Circ. NTC18)
(Da 1,2 a 2,5)**

Possibilmente realizzare il rinforzo su **entrambi i paramenti**.

FRCM[®] wall

Esecuzione del rinforzo FRCM su muratura



Confronto tra rinforzi FRP e FRCM – Sperimentazioni (UNIPG)



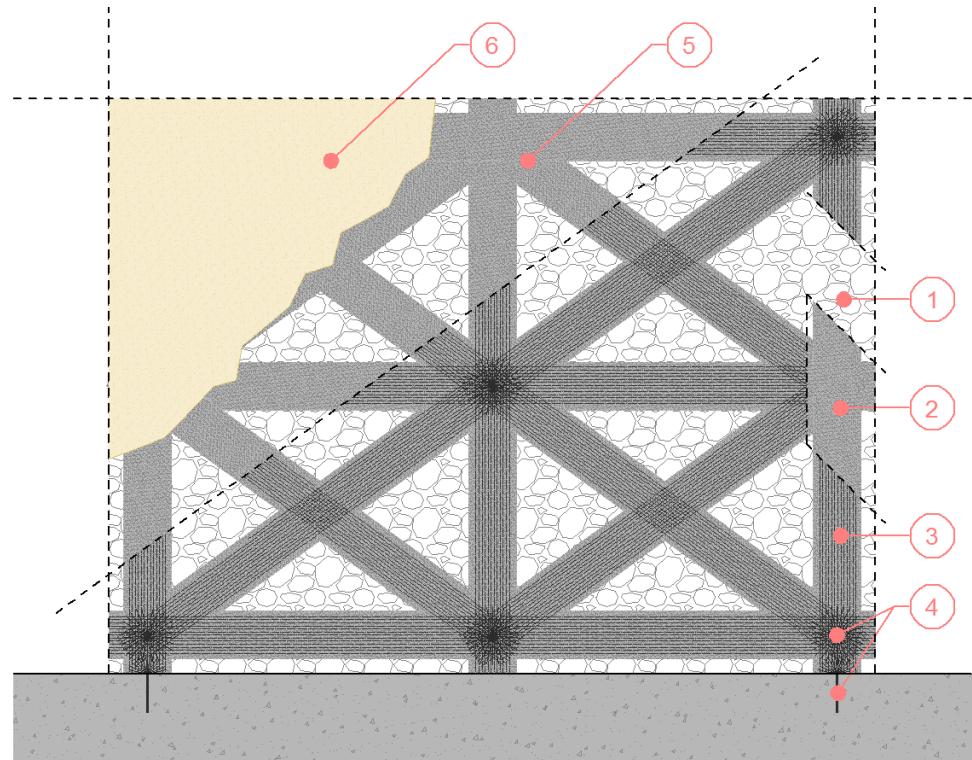
Risultati prove di compressione diagonale:

PANNELLO MURARIO	AUMENTO DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE	AUMENTO DELLA RESISTENZA A TAGLIO
FRP	  (+ 20,0 %)	+ 325,0 %
FRCM	 + 73,6 %	+ 279,0 %
FRCM + Connettori	 + 116,3 %	+ 342,0 %

Rinforzo con SRG (FRCM) System di paramenti e maschi murari

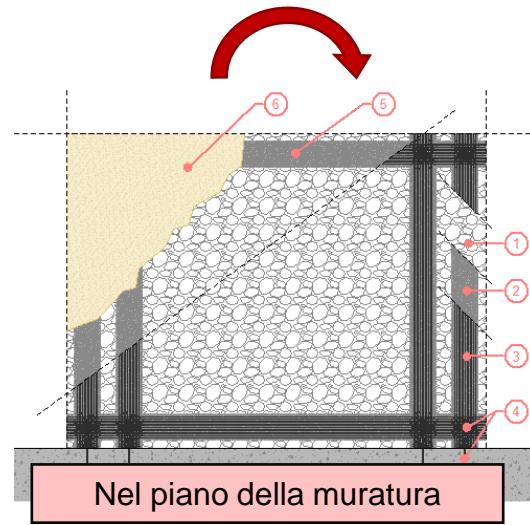
FASI

1. Ripristino e consolidamento;
2. Primo strato di malta secondo corsie di rinforzo;
3. Tessuto di rinforzo su malta fresca;
4. Connettori;
5. Secondo strato di malta sul primo ancora fresco;
6. Finiture.

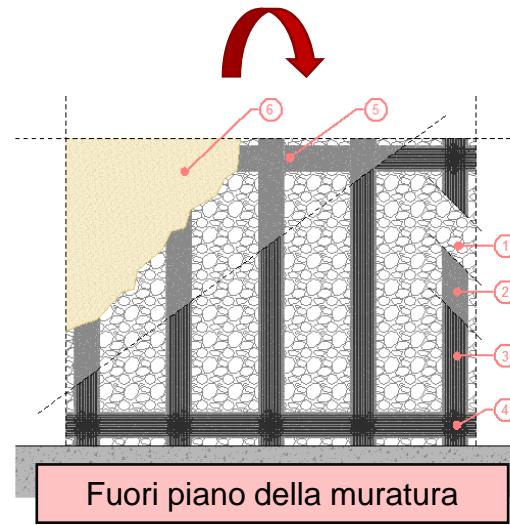


Possibilmente realizzare il rinforzo su **entrambi i paramenti**.

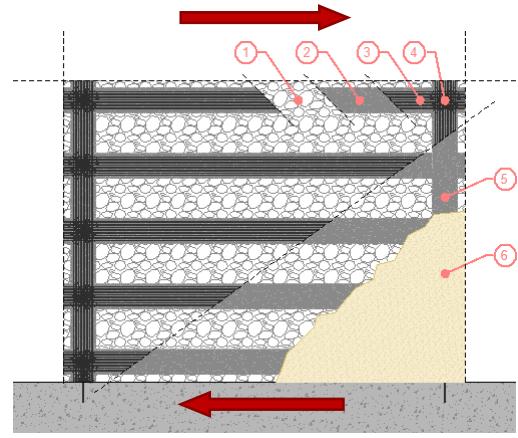
Possibili varianti del rinforzo SRG su muratura



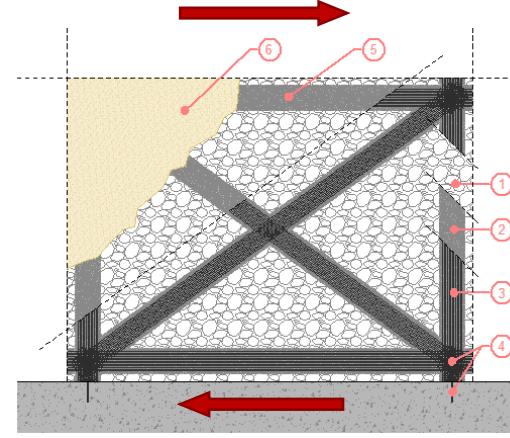
Nel piano della muratura



Fuori piano della muratura



Rinforzo parallelo ai corsi di malta



Rinforzo con diagonali

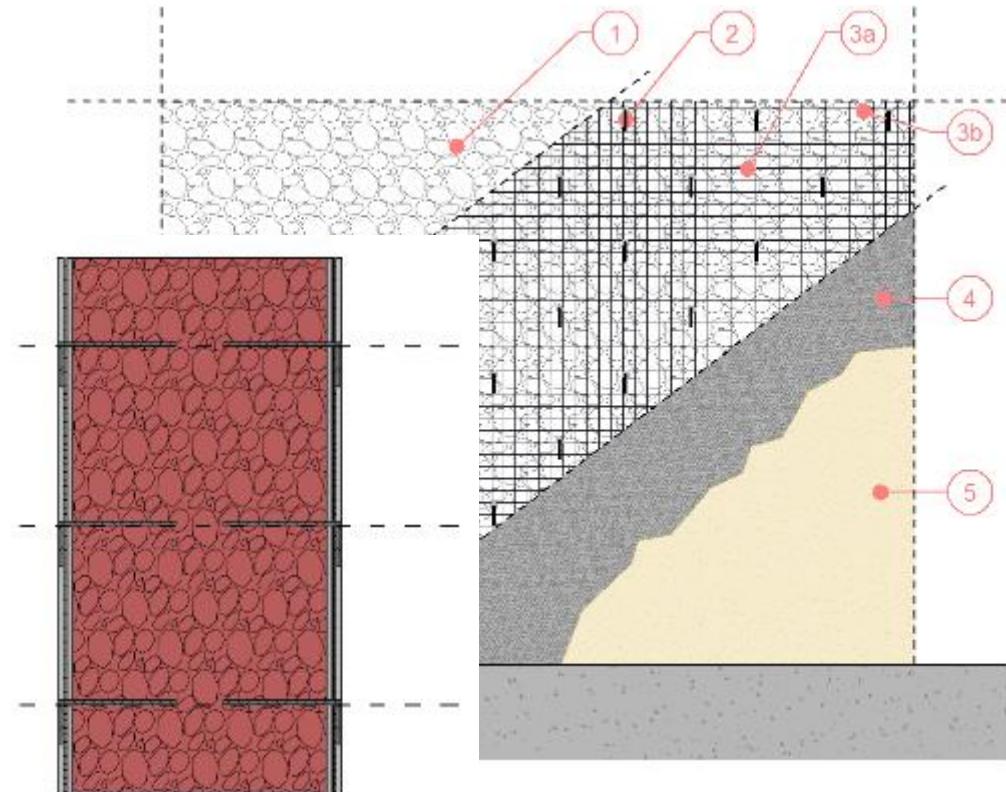
Esecuzione del rinforzo SRG su muratura



Rinforzo con CRM System di paramenti e maschi murari

FASI

1. Ripristino e consolidamento;
2. Installazione dei connettori rigidi;
3. Rete di rinforzo rigida (a) + angolari (b);
4. Malta o betoncino > 3 cm;
5. Finiture.



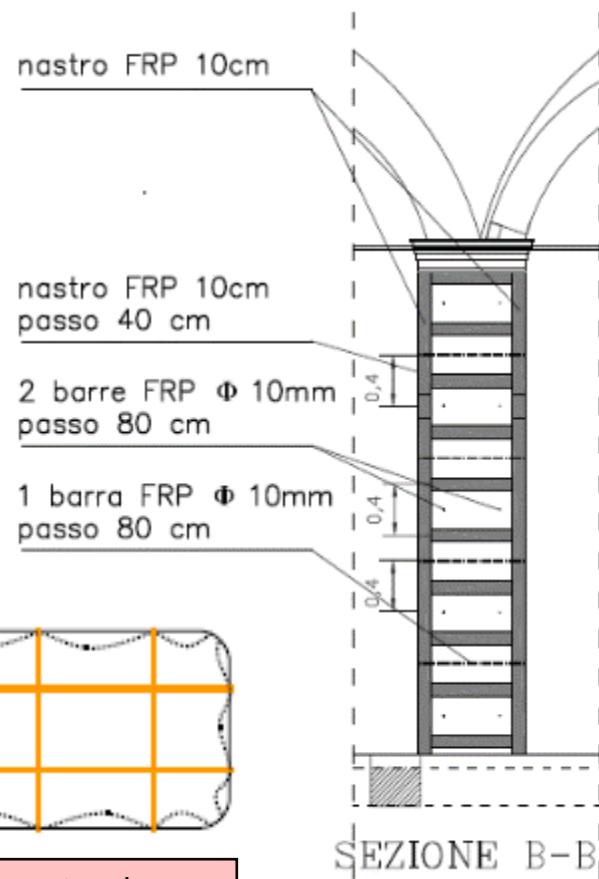
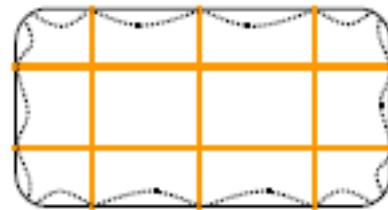
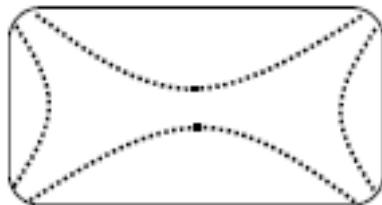
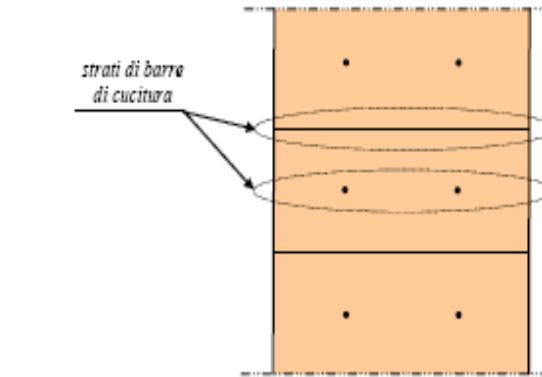
Possibilmente realizzare il rinforzo su **entrambi i paramenti**.

METODO TABELLARE:
TAB. C8.5.II (Circ. NTC18)
(Da 1,2 a 2,5)

Esecuzione del rinforzo CRM su muratura



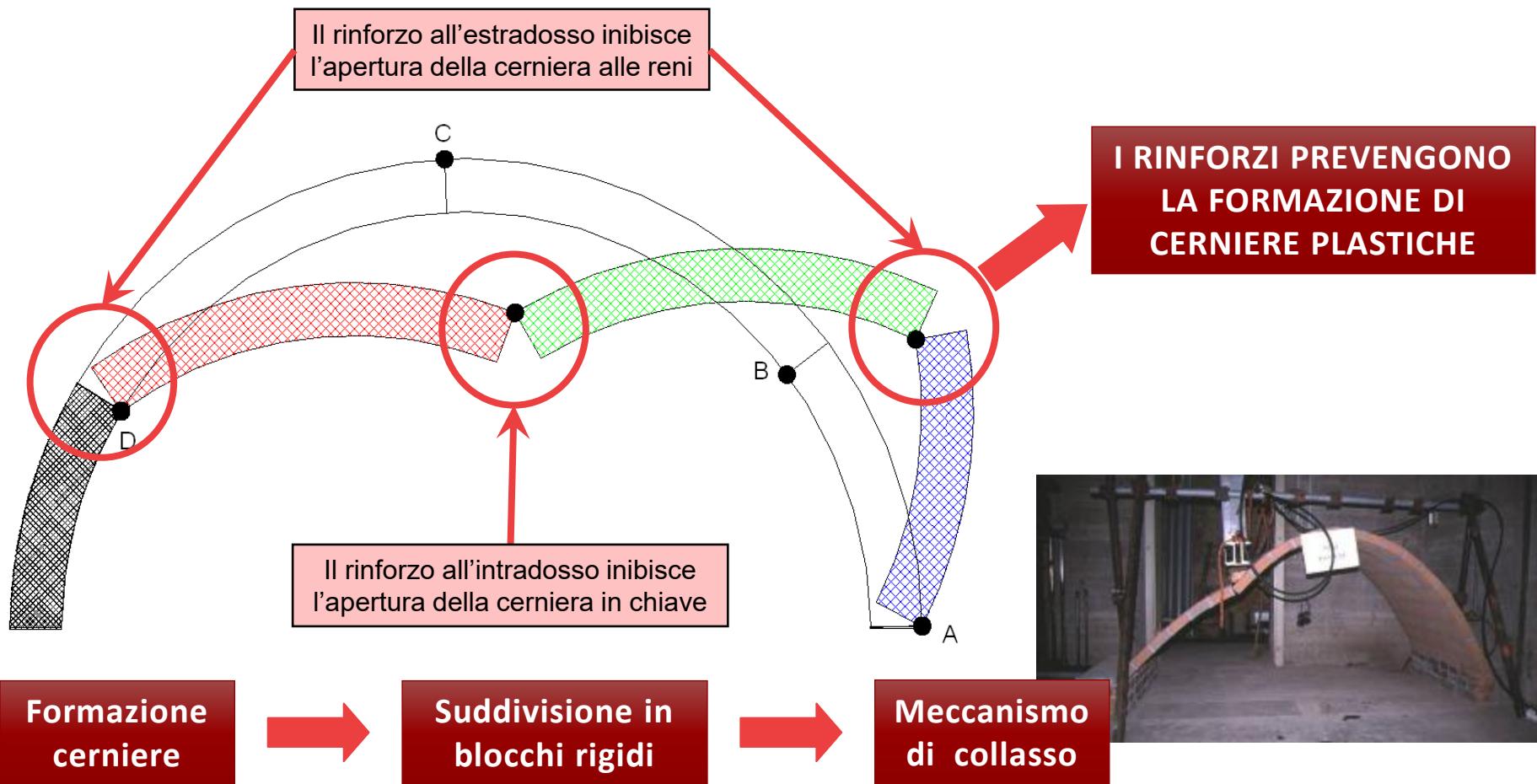
Incremento della resistenza delle colonne con confinamento



Incremento della resistenza delle colonne con confinamento

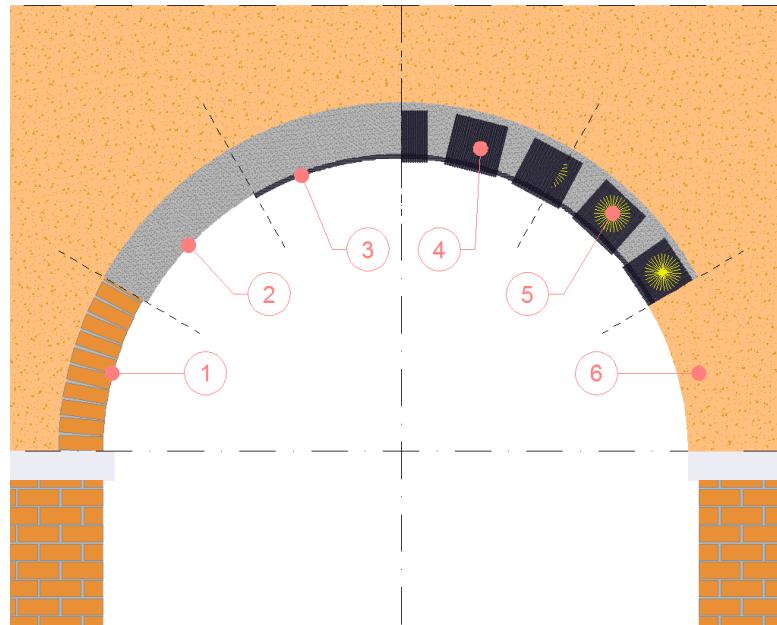


Elementi a singola (archi - volte) e doppia (cupole) curvatura



Rinforzo di archi con FRP System

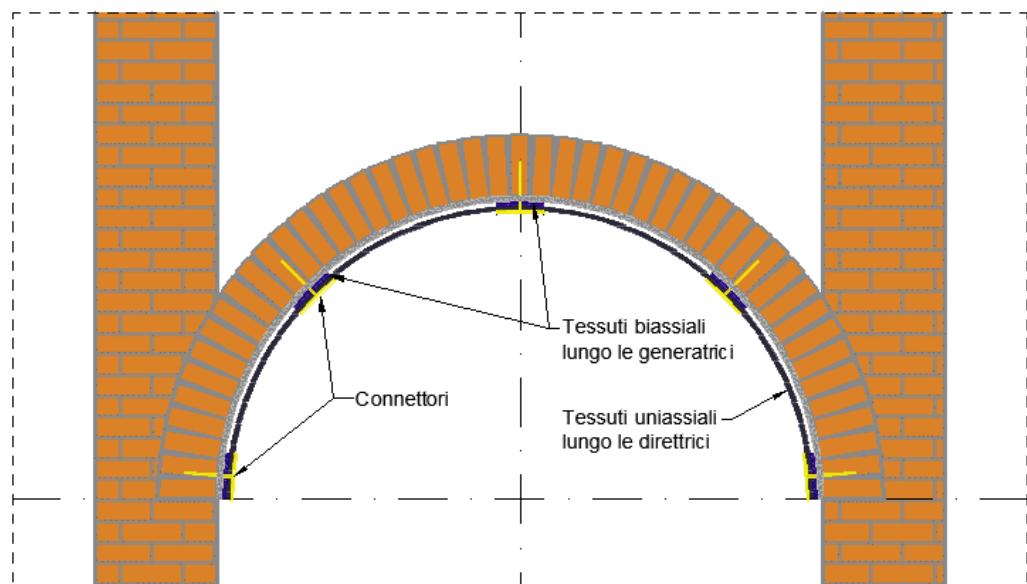
- Evitare lamelle rigide (peeling).
- Connettori e ancoraggio alle pareti.
- Tipicamente all'intradosso.



Rinforzo intradossale di volte a botte con FRP System

- Evitare lamelle rigide (peeling).
- Connatori e ancoraggio alle pareti.

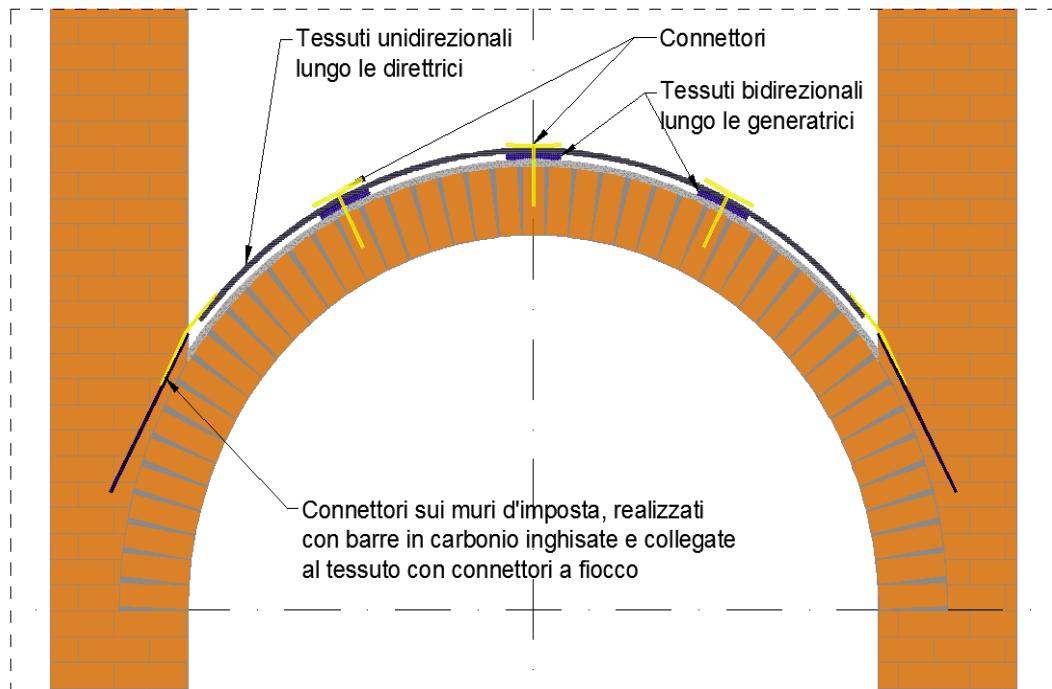
SEZIONE DI DETTAGLIO



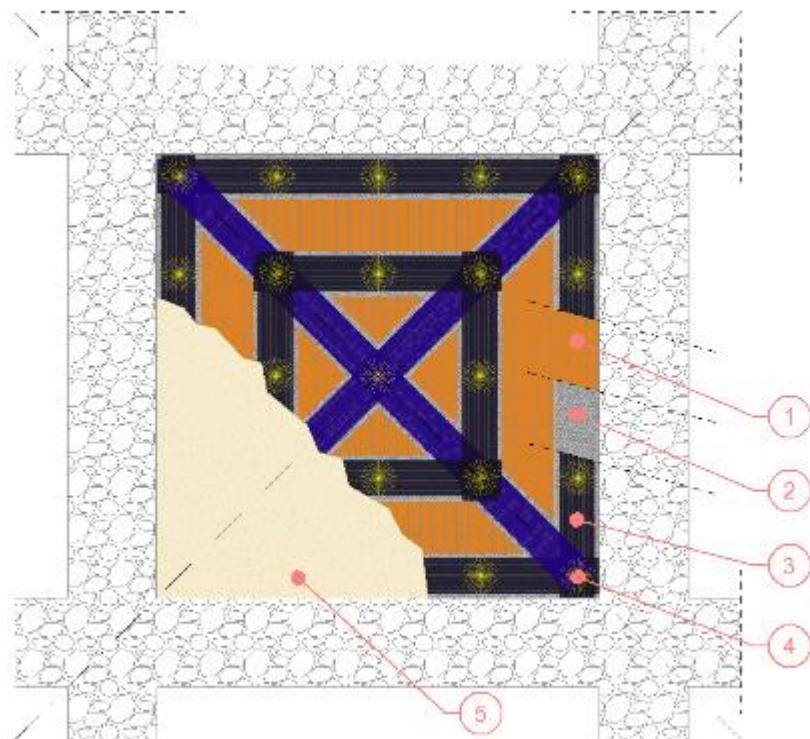
$$p_f \leq 5 \cdot t + b_f \quad b_f \leq 2t$$

Rinforzo estradossale di volte a botte con FRP System

SEZIONE DI DETTAGLIO



Rinforzo estradossale di volta a crociera con FRP System



Rinforzo intradossale di volta a botte con FRCM System



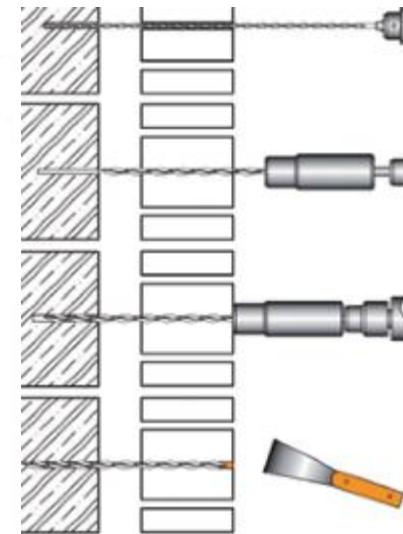
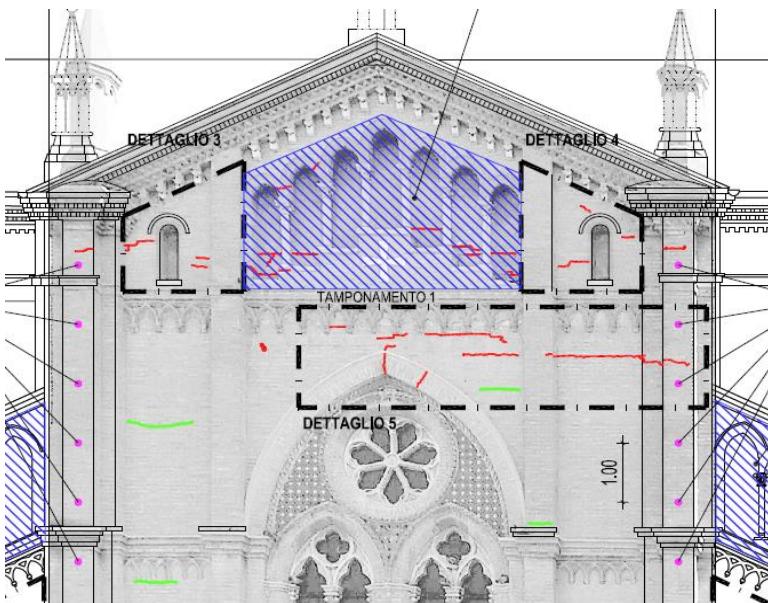
Rinforzo estradossale di volta a crociera e botte con FRCM System



Sistemi per il mantenimento del facciavista: barre elicoidali

Il sistema prevede l'impiego di barre elicoidali in acciaio INOX AISI 316 STEEL ANCHORFIX di diametro variabile da 4,5 a 12 mm, per:

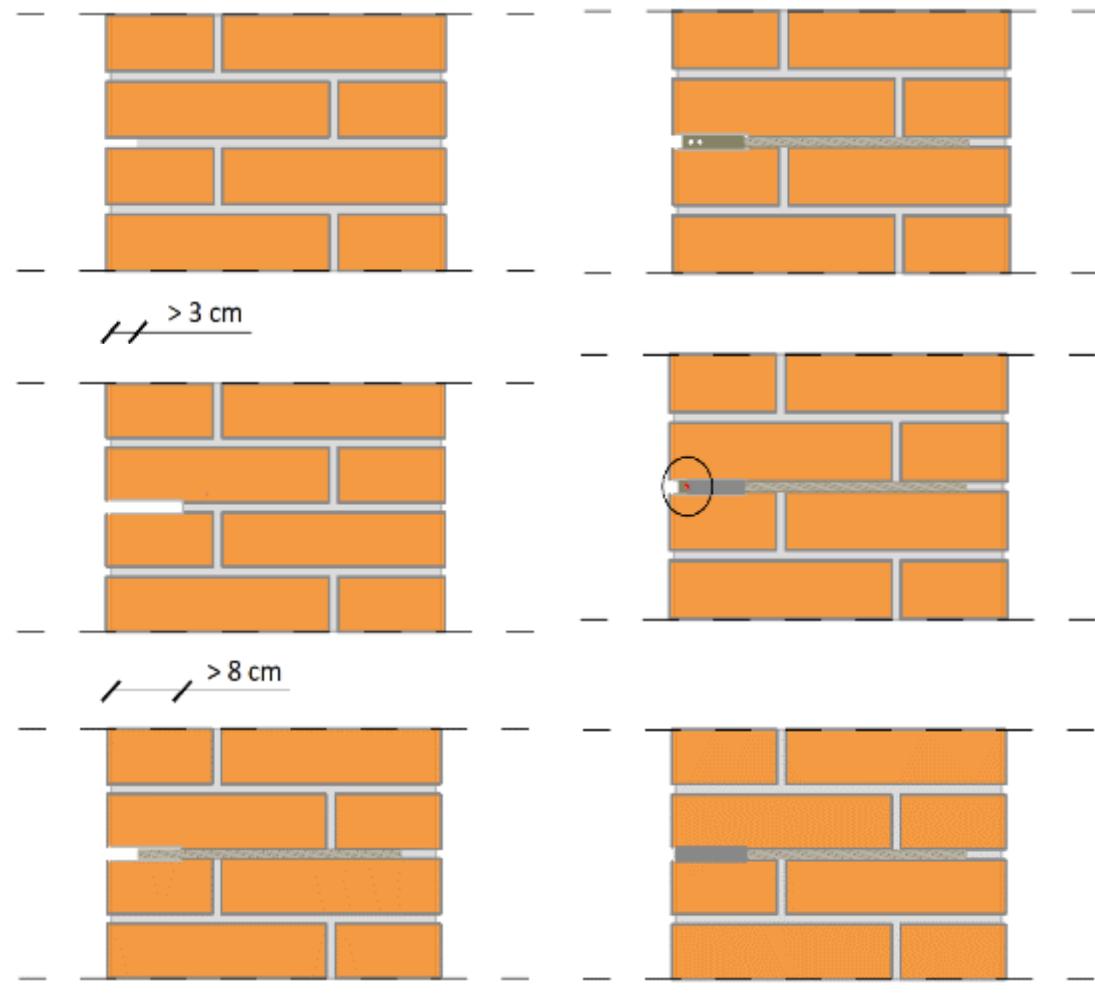
- Cucitura a secco di lesioni murarie con riparazione del danno;
- Cucitura a secco per la realizzazione di diatoni e tirantini passivi o collegamenti murari;
- La realizzazione di **ristilature armate** dei giunti di malta.



Ristilature armate

FASI

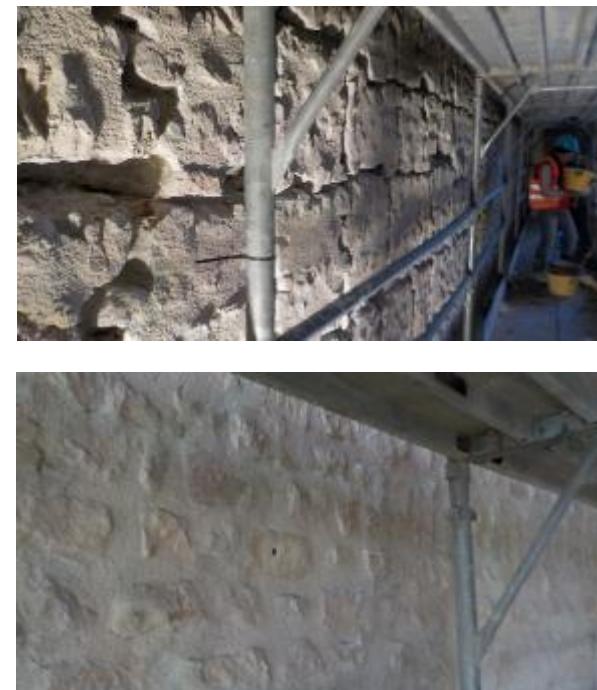
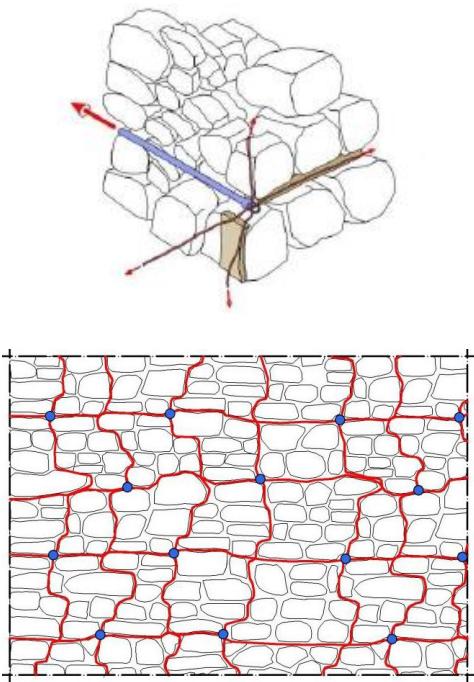
1. Scarifica giunto;
2. Foro per giunzione a «T»;
3. Barra trasversale – diatono;
4. Steel Anchorfix Connect a T;
5. Ristilitura con malta e barra;
6. Chiusura ristilitura con malta di allettamento Limecrete TA.



METODO TABELLARE:
TAB. C8.5.II (Circ. NTC18)
(Da 1,1 a 1,6)

Sistemi per il mantenimento del facciavista: sistema a reticolo ANCHORSTEEL NET

Barre STEEL ANCHORFIX $\Phi 10$ mm fissate nella muratura e sulle quali viene agganciato il trefolo ANCHORSTEEL di diametro 0,9 mm, che viene poi fatto passare nei giunti di malta a formare un **reticolo armato** all'interno dei giunti in malta della muratura. Il sistema è completato con la **ristillatura** dei giunti con malta.



Rinforzi non strutturali: antisfondellamento dei solai

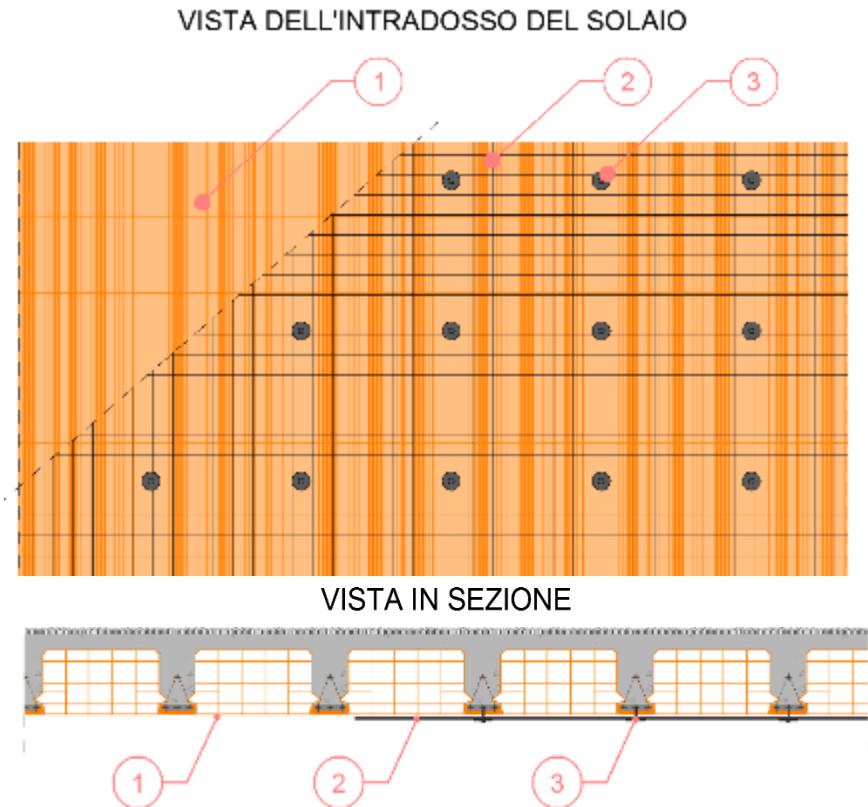


A SECCO

AD UMIDO

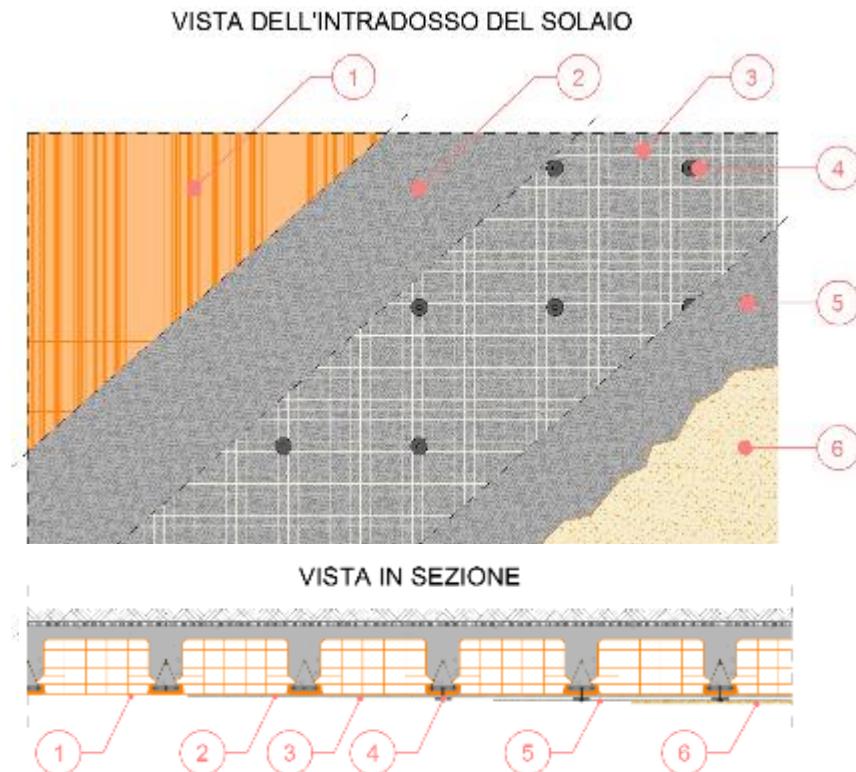
Rinforzi non strutturali: antisfondellamento dei solai a secco

Il sistema antisfondellamento dei solai a secco prevede l'impiego di una rete rigida preformata RG66 NET BA, fissata ai travetti del solaio mediante connettori metallici con tasselli tradizionali in nylon provvisti di apposita rondella.



Rinforzi non strutturali: antisfondellamento dei solai ad umido

Il sistema **antisfondellamento dei solai ad umido** prevede l'impiego di un **intonaco armato** con una **rete in vetro AR apprettata G-NET 301 BAL**, oppure una **rete rigida preformata RG66 NET BA**, fissata ai travetti del solaio mediante **tasselli tradizionali in nylon** provvisti di rondella e mediante **malta Limecrete, Concrete Rock S.**



Case history

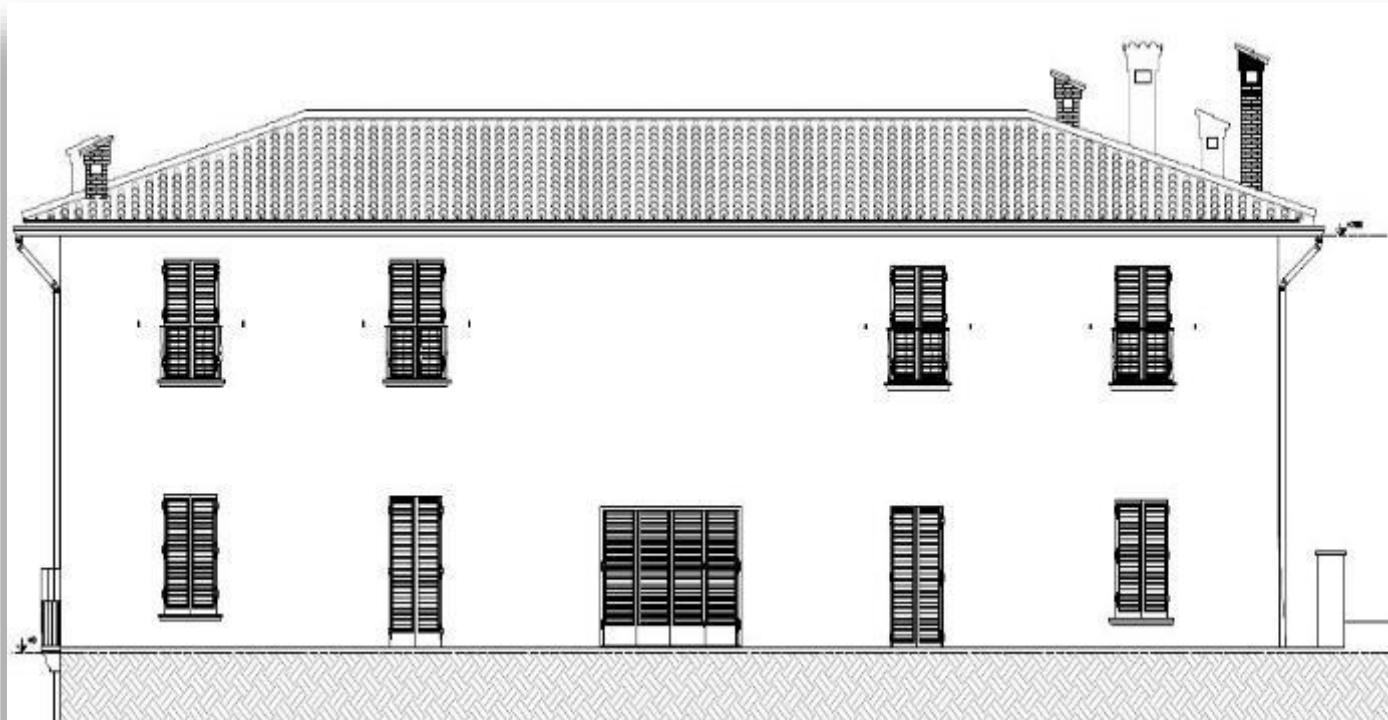
Esempi di progetti realizzati e loro concezione



Edificio residenziale in Fiesole – FI

Edificio in muratura mista inizio '900

Due piani fuori terra 1000 mq



Analisi dello stato di fatto

- Sono state eseguite indagini in-situ esaustive
- Livello di conoscenza LC3
- Fattore di confidenza FC=1
- Analisi dei carichi statici e sismici
- Modellazione e Analisi Non Lineare del Modello (Domus Wall)

Analisi dello stato di fatto

$V_n = 50$ anni $C = II$ $C_u = 1$ $V_r = 50$

- $PGADLC = 0,1341$ g
- $PGACLC = 0,027$ g
- $TrC = 10$ anni allo SLV
- $IS-V,PGA = 0,20$ allo SLV
- $PAM = 23,31\%$
- Classe di Rischio G (D.M. 58 del 28.02.2017)

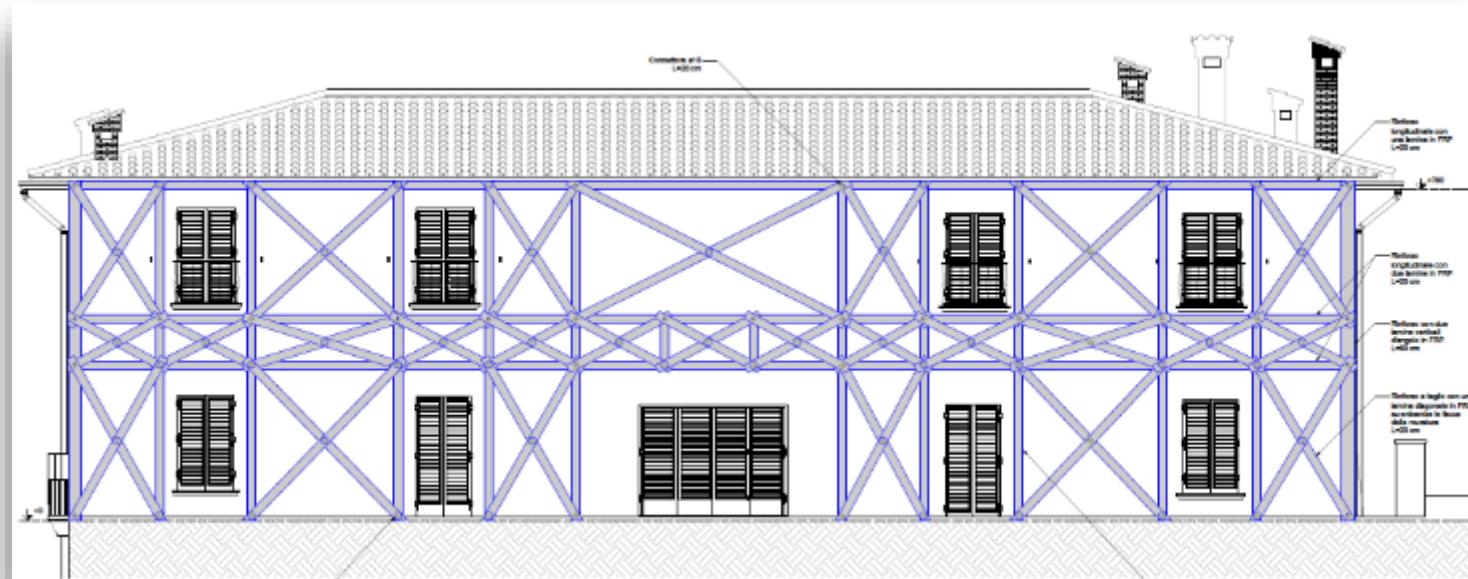
Prove di pull-off sul supporto – resistenza media allo strappo 0,6 MPa



Miglioramento sismico di 3 Classi (DM 58 del 28/02/17)

Rinforzo con sistema FRP

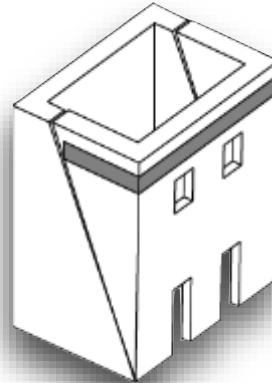
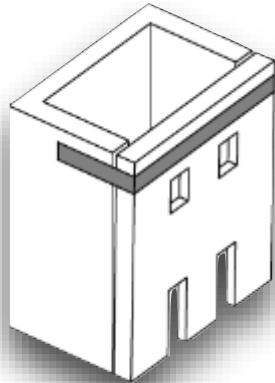
Tessuto in carbonio C-SHEET 240/300, Classe 210C



Ribaltamento per azioni fuori piano

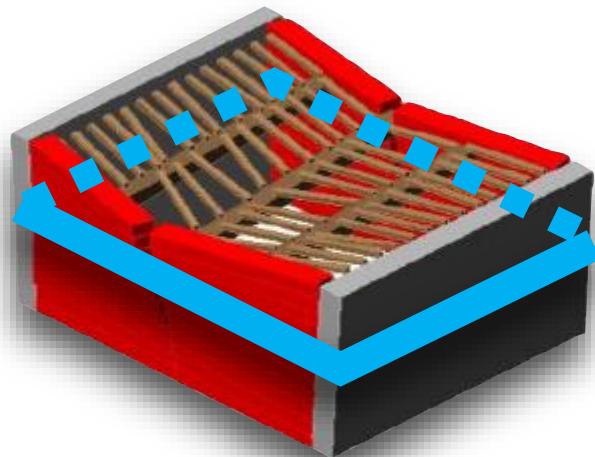
Per scongiurare il fenomeno del ribaltamento

si realizza un cordolo perimetrale con fasce in fibra di carbonio $F_d = 39,5 \text{ kN} < F_{rd} = 91 \text{ kN}$



Rinforzo a flessione della striscia muraria orizzontale

Per ovviare a questo possibile meccanismo di collasso (altezza libera m. 4,5) è stata inserita una seconda fascia orizzontale alla quota degli architravi delle finestre



Rinforzo a flessione della striscia muraria verticale

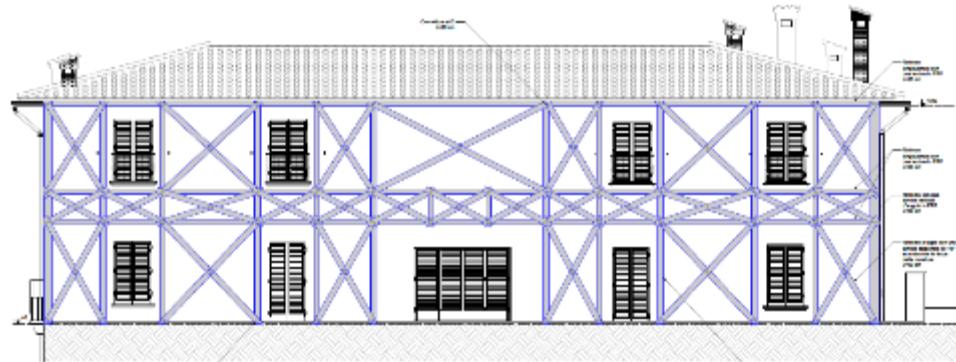
Per ovviare a questo meccanismo di collasso sono state inserite fasce di rinforzo verticale



Rinforzo a taglio

Per il rinforzo a taglio dei pannelli murari perimetrali sono state applicati fasce di rinforzo a Croce di Sant'Andrea su entrambe le facce della parete. Dati $f_m = 1,99 \text{ MPa}$, $\tau_0 = 0,0187 \text{ MPa}$

$$V_t = 21 \text{ kN} \quad V_{rdf} = 17 \text{ kN} \quad V_{rd} = 38 \text{ kN} \quad V_{rd} / V_t = 1,8$$



Connessioni trasversali a mezzo connettori a fiocco AFRP

$F_{max} = 21,5 \text{ kN}$ per connettore AFIX 10



Rinforzo murature interne con sistema FRCM

Rete di carbonio C-NET 220 BL + malta CONCRETE ROCK S e connettori AFIX 10 in Nr. 6/mq

Dati $f_m = 1,99 \text{ MPa}$, $\tau_0 = 0,0187 \text{ MPa}$; Verifica V_t (sper.) = 25,6 kN

Contributo FRCM $V_{tf} = 35 \text{ kN}$ Totale $V_{tr} = 60,6 \text{ kN}$

Resistenza limite biella compressa $V_{tc} = 199 \text{ kN}$; Coeff. Corr. $V_{tr}/V_t = 2,37$ (Circ. C8.5.I-II)

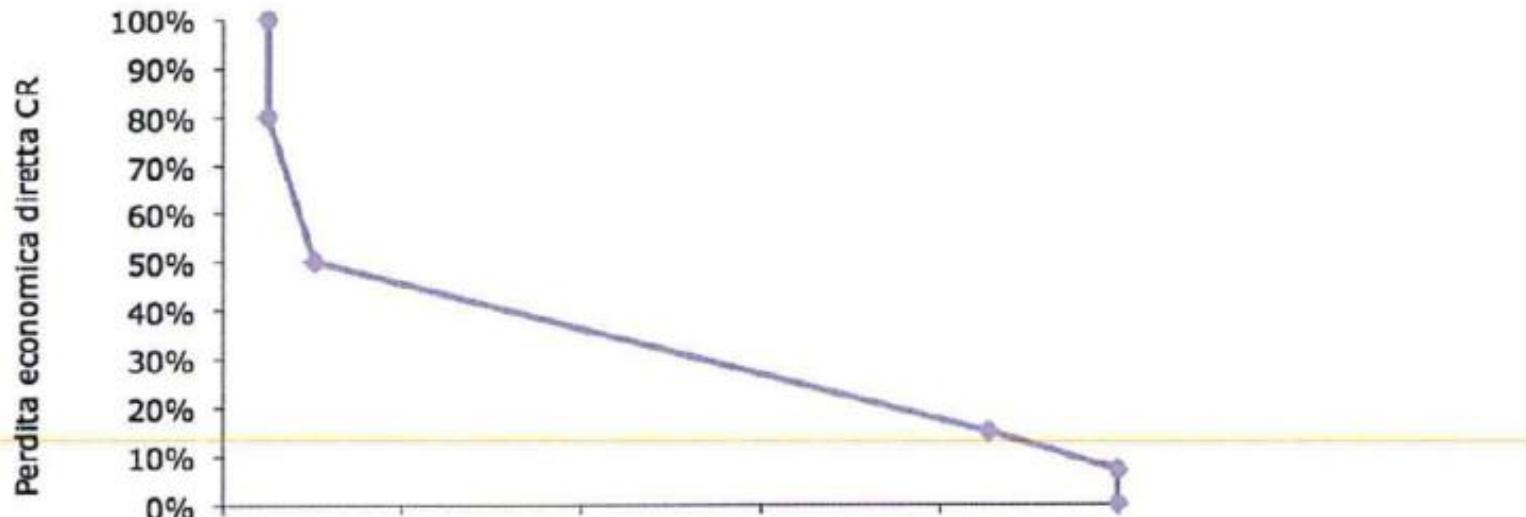


Calcolo del PAM

Calcolo delle accelerazioni al suolo di capacità e dei periodi di ritorno

	PGA_c	PGA_0	T_{r0}	T_{rc}	λ	CR(%)
SLID					0,100	0%
SLO		0,48	30		0,100	7%
SLD	0,320	0,58	50	12	0,085	15%
SLV	0,700	1,34	475	97	0,010	50%
SLC		1,72	975		0,005	80%
SLR					0,005	100%

Andamento della curva che individua il PAM



Calcolo della resistenza complessiva dell'edificio

Stato di progetto

PGADLC = 0,1341 g

PGACLC = 0,090 g

TrC = 97 anni SLV

IS-V,PGA = 0,67

PAM = 3,27 %

Classe di Rischio D

Stato di fatto

PGADLC = 0,1341 g

PGACLC = 0,027 g

TrC = 10 anni allo SLV

IS-V,PGA = 0,20 allo SLV

PAM = 23,31 %

Classe di Rischio G

Miglioramento di 3 classi di rischio
Costo 450 Euro/mq

Palazzo della Ragione – Mirandola (MO)- Sisma 2012



Rinforzo con sistema FRP

Tessuto unidirezionale in carbonio C-SHEET 240/300, Classe 210C

Tessuto bidirezionale in carbonio CTB 240/360, Classe 210C

Connettori a fiocco in carbonio CFIX 10



Rinforzo con sistema FRP

Tessuto unidirezionale in carbonio C-SHEET 240/300, Classe 210C

Tessuto bidirezionale in carbonio CTB 240/360, Classe 210C

Connettori a fiocco in carbonio CFIX 10



Open day – cantieri aperti

Visita di professionisti in cantiere luglio 2019



Da prezzario 2020 disponibile per il professionista

Rinforzo con tessuto unidirezionale in carbonio C-SHEET 240/300 e connettori a fiocco AFIX 10 - CFIX 10

Fornitura e montaggio di armatura di rinforzo in tessuto in fibra di carbonio unidirezionale tipo C-SHEET 240/300 Classe 210C, per intervento di rinforzo strutturale di paramenti murari, pilastri, volte in muratura, calcestruzzo e legno*omissis*. Sono da computarsi a parte l'arrotondamento di eventuali spigoli con raggio minimo $r = 2,5$ cm, la preparazione del supporto, l'eliminazione dell'eventuale intonaco, la messa a nudo della superficie d'applicazione dei rinforzi, la creazione di corsie d'alloggiamento del tessuto con malte fibrorinforzate idonee e compatibili tipo CONCRETE ROCK S-V2, LIMECRETE. Sono inclusi: pulitura e depolveratura della superficie tramite bruschino e/o aspirapolvere; l'applicazione di apposito primer approvato tipo RESIN PRIMER; l'applicazione della rasatura e dell'incollaggio con adesivo epossidico approvato tipo RESIN 90 e RESIN 75 marcati CE; applicazione del tessuto in fibra di carbonio unidirezionale tipo C-SHEET 240/300 Classe 210C; la stesura di adesivo epossidico di saturazione approvato tipo RESIN 75 marcato CE; eventuale spargimento quarzifero per l'aggrappo dell' intonaco finale. Temperatura minima d'applicazione +10°C. Per strati successivi: stesura di adesivo per multistrato tipo RESIN 75, applicazione del tessuto in fibra di carbonio unidirezionale tipo C-SHEET 240/300 Classe 210C, stesura di adesivo epossidico di saturazione tipo RESIN 75..... *omissis*. Inserimento di idonei sistemi di ancoraggio ove previsti in progetto tipo connettori a fiocco AFIX10, CFIX10*omissis*. I materiali dovranno essere corredati da appositi certificati CVT rilasciati dal Cons. Sup. LLPP e di conformità ai sensi del D.T. 200 R1 2013 attestanti i requisiti tecnici minimi richiesti.....*omissis*.

Fornitura e posa di nastri in carbonio unidirezionale tipo C-SHEET 240/300	primo strato	€ / m ²	271,00
	strati successivi	€ / m ²	177,00

Fornitura e posa per metro lineare di connettore tipo AFIX10, CFIX10, fiocco incluso	€ / m	65,00
--	-------	-------

Da prezzario 2020 disponibile per il professionista

Rinforzo con tessuto bidirezionale in carbonio CTB 240/360 e connettori a fiocco AFIX 10 - CFIX 10

Fornitura e montaggio di armatura di rinforzo in tessuto in fibra di carbonio bidirezionale tipo CTB 240/360 Classe 210C, per intervento di rinforzo strutturale di paramenti murari, pilastri, volte in muratura, calcestruzzo e legno ...*omissis*. Sono da computarsi a parte l'arrotondamento di eventuali spigoli con raggio minimo $r = 2,5$ cm, la preparazione del supporto, l'eliminazione dell'eventuale intonaco, la messa a nudo della superficie d'applicazione dei rinforzi, la creazione di corsie d'alloggiamento del tessuto con malte fibrorinforzate idonee e compatibili tipo CONCRETE ROCK S-V2, LIMECRETE. Sono inclusi: pulitura e depolveratura della superficie tramite bruschino e/o aspirapolvere; l'applicazione di apposito primer approvato tipo RESIN PRIMER; l'applicazione della rasatura e dell'incollaggio con adesivo epossidico approvato tipo RESIN 90 e RESIN 75 marcati CE; applicazione del tessuto in fibra di carbonio bidirezionale tipo CTB 240/360 Classe 210C; la stesura di adesivo epossidico di saturazione approvato tipo RESIN 75 marcato CE; eventuale spargimento quarzifero per l'aggrappo dell' intonaco finale. Temperatura minima d'applicazione +10°C. Per strati successivi: stesura di adesivo per multistrato tipo RESIN 75, applicazione del tessuto in fibra di carbonio bidirezionale tipo CTB 240/360 Classe 210C, stesura di adesivo epossidico di saturazione tipo RESIN 75... *omissis*. Inserimento di idonei sistemi di ancoraggio ove previsti in progetto tipo connettori a fiocco AFIX10, CFIX10 ...*omissis*. I materiali dovranno essere corredati da appositi certificati CVT rilasciati dal Cons. Sup. LLPP e di conformità ai sensi del D.T. 200 R1 2013 attestanti i requisiti tecnici minimi richiesti...*omissis*.

Fornitura e posa di nastri in carbonio bidirezionale tipo CTB 240/360	primo strato	€ / m ²	285,00
	strati successivi	€ / m ²	190,00
Fornitura e posa per metro lineare di connettore tipo AFIX10, CFIX10, fiocco incluso		€ / m	65,00

Istituto Apostole S. Cuore di Gesù - Avezzano (AQ)

Miglioramento sismico allo 0,6 – Rinforzo di murature, setti e pilastri con sistema FRCM

Rete in carbonio C-NET 220 BL + malta CONCRETE ROCK S e connettori in AFRP AFIX 10



Istituto Apostole S. Cuore di Gesù - Avezzano (AQ)

Miglioramento sismico allo 0,6 – Rinforzo di murature, setti e pilastri con sistema FRCM

Rete in carbonio C-NET 220 BL + malta CONCRETE ROCK S e connettori in AFRP AFIX 10



Palazzo Chiarino (AQ) – Sisma 2009

Rinforzo di volta in muratura con sistema FRCM

Rete in carbonio C-NET 220 BL + malta CONCRETE ROCK S e connettori in carbonio CFIX 12



Cantiere di Roio al Piano (AQ) – Sisma 2009

Rinforzo di volta in muratura con sistema FRCM

Rete in vetro AR G-NET 251BA + malta in calce idraulica LIMECRETE e connettori GFIX 10



Da prezzario 2020 disponibile per il professionista

Rinforzo rete in carbonio C-NET 220 BL, malta CONCRETE ROCK S e connettori a fiocco AFIX 10

Fornitura e posa in opera di malte strutturali a reattività pozzolanica armate con reti in fibra di carbonio tipo C-NET 220 BL per intervento di rinforzo strutturale di volte, pilastri, murature di laterizio, tufo, pietrame.....*omissis*. Sono da compensarsi a parte la preparazione del supporto, l'eliminazione dell'eventuale intonaco ove necessario, la messa in chiaro della superficie d'applicazione dei rinforzi, il ripristino di parti mancanti e/o rinzaffi con malte tipo CONCRETE ROCK S, l'arrotondamento degli spigoli con raggio minimo 2,5 cm, l'adeguata pulizia con idonei e approvati sistemi al fine di rendere la superficie adatta al successivo aggancio della malta di riporto strutturale ...*omissis*. Stesura di idonea malta a reattività pozzolanica CONCRETE ROCK S per lo spessore richiesto. Annegare nella malta fresca la rete in carbonio . Stendere la successiva passata di malta a ricoprire completamente la rete. Spessore minimo della malta 15 mm. Sormonto minimo della rete 10 cm o quanto previsto negli elaborati progettuali. Temperatura di applicazione + 5 °C, + 35 °C. Ove previsto, applicazione di stemi di ancoraggio a mezzo connettori in AFRP tipo AFIX 10 in numero di 4 al m² al fine di garantire una ulteriore sicurezza all'ancoraggio della rete. I connettori tipo AFIX di diametro 10 mm dovranno essere posti entro fori di 14-16 mm, sigillati con adesivo tipo RESIN 75 e sfioccati per almeno 20 cm e collegati alla rete in vetro AR di rinforzo con adesivo idoneo tipo RESIN 75. Prima della stesura finale della malta applicare uno spolvero di quarzo in corrispondenza della sovrapposizione rete-connettore ...*omissis*.

Fornitura e posa di rete in carbonio tipo C-NET 220 BL con malta tipo CONCRETE ROCK S	€ / m ²	110,00
Fornitura e posa in opera di connettore in AFRP AFIX 10, applicato con adesivo RESIN 75	€ / m	65,00

Da prezzario 2020 disponibile per il professionista

Rinforzo con rete in vetro AR G-NET 251 BA, malta base calce LIMECRETE e connettori a fiocco GFIX 10 e GFIX 10 AR

Fornitura e posa in opera di malte strutturali a base di calce idraulica armate con reti in fibra di vetro AR alcali resistenti apprettate con contenuto di zirconio >16% tipo G-NET 251 BA per intervento di rinforzo strutturale di volte, pilastri, murature di laterizio, tufo, pietrame ...*omissis*. Sono da compensarsi a parte la preparazione del supporto, l'eliminazione dell'eventuale intonaco ove necessario, la messa in chiaro della superficie d'applicazione dei rinforzi, il ripristino di parti mancanti e/o rinzaffi con malte tipo LIMECRETE, l'arrotondamento degli spigoli con raggio minimo 2,5 cm, l'adeguata pulizia con idonei e approvati sistemi al fine di rendere la superficie adatta al successivo aggancio della malta di riporto strutturale ...*omissis*. Stesura di idonea malta a resistenza a base di calce idraulica tipo LIMECRETE per lo spessore richiesto. Annegare nella malta fresca la rete in vetro AR. Stendere la successiva mano di malta a ricoprire la rete. Spessore minimo della malta 15 mm. Sormonto minimo della rete 10 cm o quanto previsto da progetto. Temperatura di applicazione + 5 °C, + 35 °C. Ove previsto, applicazione di sistemi di ancoraggio con connettori in GFRP tipo GFIX 10 in numero di 4 al m² al fine di garantire una ulteriore sicurezza all'ancoraggio della rete. I connettori tipo GFIX di diametro 10 mm dovranno essere posti entro fori di 14-16 mm, sigillati con adesivo tipo RESIN 75 e sfioccati per almeno 20 cm e collegati alla rete in vetro AR di rinforzo con adesivo idoneo tipo RESIN 75. Prima della stesura finale della malta applicare uno spolvero di quarzo sulla sovrapposizione rete-connettore ...*omissis*.

Fornitura e posa di rete in vetro AR tipo G-NET 251 BA con malta tipo LIMECRETE	€ / m ²	80,00
Fornitura e posa in opera di connettore in GFRP GFIX 10, applicato con adesivo RESIN 75	€ / m	51,00
Fornitura e posa in opera di connettore in GFRP GFIX 10 AR, applicato con malta LIMECRETE	€ / m	55,00

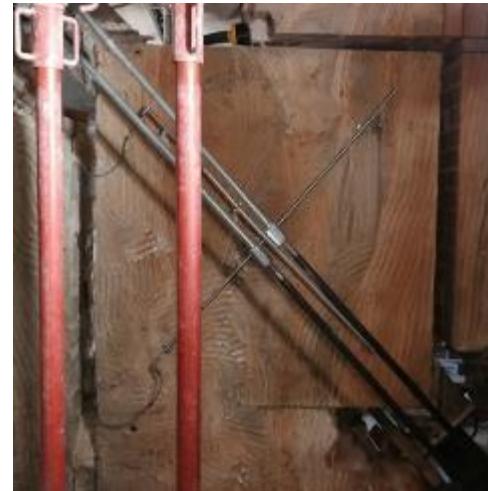
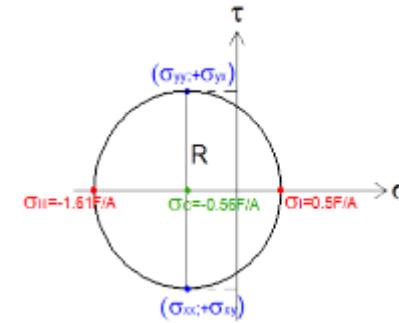
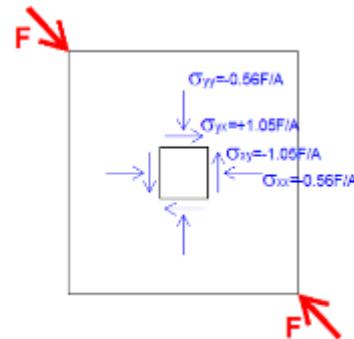
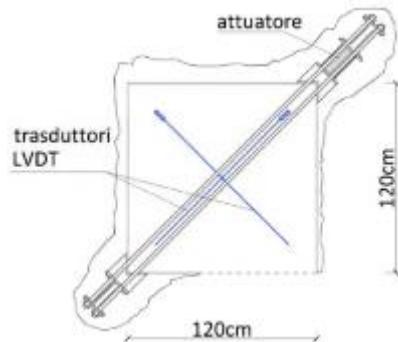
Aggregato Centro Storico Cirillo V (AQ) – Sisma 2009

Rinforzo di murature con sistema CRM – Rete in vetro preformato RG66 NET BA + malta base
calce LIMECRETE e connettori ad L rigidi RG FIX 10



Prova diagonale in situ di murature rinforzate con CRM

Prove diagonali in situ eseguite dall'Università di Perugia secondo la ASTM E 519-81 e ReLUIS



Prova diagonale in situ di murature rinforzate con CRM

Confronto dei dati tra Circ. 2019, prove diagonali in situ e calcolo analitico CNR DT 215

TABELLA RIASSUNTIVA	<i>NTC18 Circolare Esplicativa</i>	<i>Prove diagonali sperimentali</i>	<i>Calcolo analitico</i>
	$\tau_{0,1}$ [MPa]	$\tau_{0,2}$ [MPa]	$\tau_{0,3}$ [MPa]
<i>Muratura non rinforzata</i>	0,032 (Tab. C8.5.I)	0,043	/
<i>Muratura rinforzata con iniezioni di malta LIMECRETE IR</i>	0,064	0,051	/
<i>Muratura rinforzata con solo intonaco armato con rete RG66 NET</i>	0,08	0,10	0,110
<i>Muratura rinforzata con iniezioni di malta LIMECRETE IR + intonaco armato con rete RG66 NET</i>	0,112	0,12	/

Da prezzario 2020 disponibile per il professionista

Rinforzo con rete in vetro preformata RG66 NET BA, malta base calce LIMECRETE e connettori rigidi ad L RG-FIX 10

Fornitura e posa in opera di malte strutturali a base di calce idraulica, armate con reti preformate in fibra di vetro alcali resistenti GFRP tipo RG NET BA per realizzare intonaci armati su murature sistema CRM...*omissis*. Sono da compensarsi a parte la preparazione del supporto, l'eliminazione dell'eventuale intonaco ove necessario, la messa in chiaro della superficie d'applicazione dei rinforzi, il ripristino di parti mancanti e/o rinzaffi con malte tipo LIMECRETE, l'adeguata pulizia con idonei e approvati sistemi al fine di rendere la superficie adatta al successivo aggancio della malta di riporto strutturale ...*omissis*. Inserimento di connettori preformati ad L in vetro alcali resistente ad aderenza migliorata tipo RG FIX 10 di diametro 10 mm in numero di almeno 4 a m² per una profondità pari ad almeno il 60% dello spessore murario ed ancorati a mezzo adesivo epossidico tipo RESIN 75 o in cartucce tipo RG 380, posa della rete preformata in GFRP alcali resistente tipo RG NET BA e fissaggio alla muratura. Posizionamento in corrispondenza degli angoli degli elementi speciali tipo RG L25 secondo indicazioni del fornitore. Posa di idonea malta a resistenza a base di calce idraulica tipo LIMECRETE. Spessore minimo della malta 30 mm. Sormonto minimo della rete 10 cm o quanto previsto negli elaborati progettuali. Nel caso di applicazione della rete in entrambi i paramenti murari il collegamento passante dei connettori può essere realizzato sormontando gli stessi di almeno 10 cm avendo in tal caso cura di perforare la muratura con diametro 24-26 mm per consentire il sormonto delle barre. Temperatura di applicazione + 5 °C, + 35 °C.

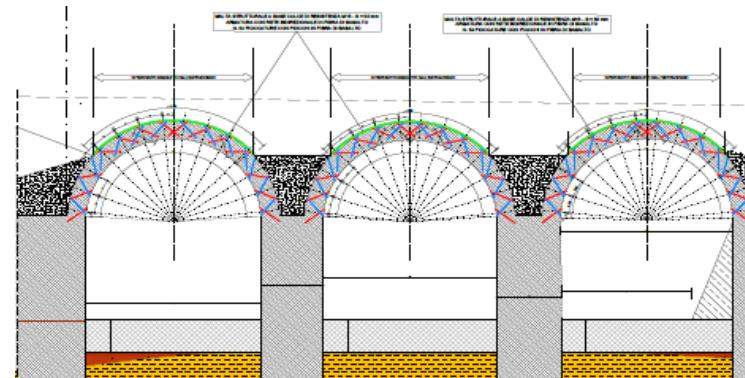
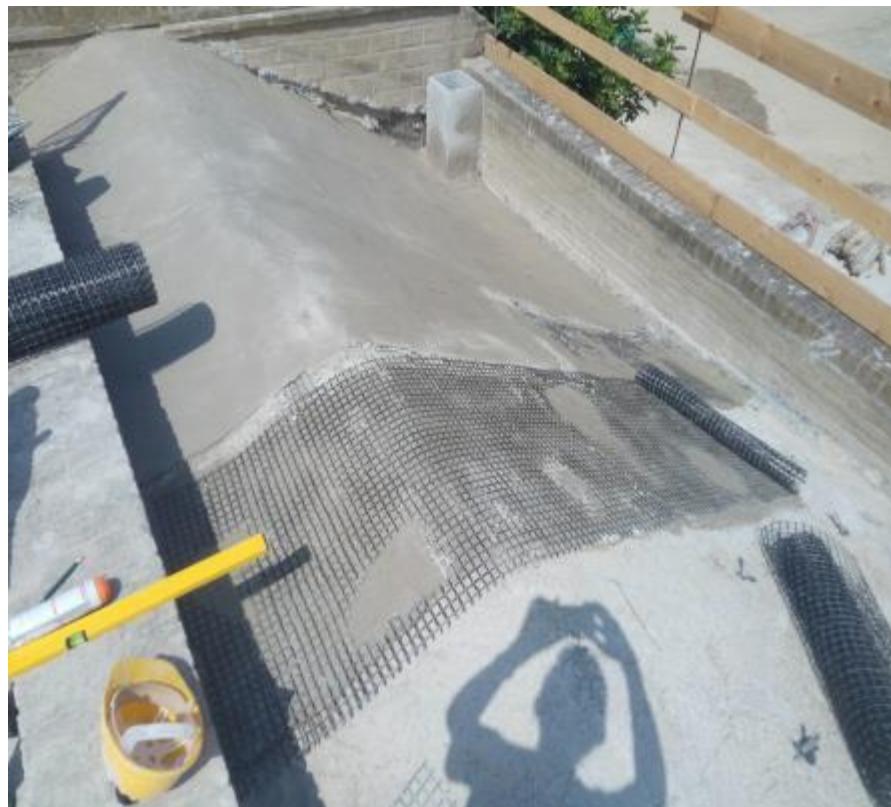
Fornitura e posa su un solo lato di rete RG66 NET BA con malta tipo LIMECRETE	€ / m ²	95,00
Fornitura e posa su entrambe i lato di rete RG66 NET BA con malta tipo LIMECRETE	€ / m ²	180,00

Ponte ferroviario di Motteggiana (MN)



Ponte ferroviario di Motteggiana (MN)

Rinforzo di volte in muratura con sistema FRCM – Rete in basalto B-NET 450 BA + malta base calce LIMECRETE. Connettori in basalto BFIX 10 in Nr. 4/mq e barre di inghissaggio GFRP



Da prezzario 2020 disponibile per il professionista

Rinforzo con rete in basalto B-NET 450 BA, malta base calce LIMECRETE e connettori a fiocco in fibra di basalto BFIX 10

Fornitura e posa in opera di malte strutturali a base di calce idraulica armate con reti in basalto apprettate tipo B-NET 450 BA per intervento di rinforzo strutturale di volte, pilastri, murature di laterizio, tufo, pietrame ...*omissis*. Sono da compensarsi a parte la preparazione del supporto, l'eliminazione dell'eventuale intonaco ove necessario, la messa in chiaro della superficie d'applicazione dei rinforzi, il ripristino di parti mancanti e/o rinzaffi con malte tipo LIMECRETE, l'arrotondamento degli spigoli con raggio minimo 2,5 cm, l'adeguata pulizia con idonei e approvati sistemi al fine di rendere la superficie adatta al successivo aggancio della malta di riporto strutturale ...*omissis*. Stesura di idonea malta a resistenza a base di calce idraulica tipo LIMECRETE per lo spessore richiesto. Annegare nella malta fresca la rete in basalto. Stendere la successiva passata di malta a ricoprire completamente la rete. Spessore minimo della malta 15 mm. Sormonto minimo della rete 10 cm o quanto previsto negli elaborati progettuali. Temperatura di applicazione + 5 °C, + 35 °C. Ove previsto, applicazione di sistemi di ancoraggio a mezzo connettori in BFRP tipo BFIX 10 in numero di 4 al m² al fine di garantire una ulteriore sicurezza all'ancoraggio della rete. I connettori tipo BFIX di diametro 10 mm dovranno essere posti entro fori di 14-16 mm, sigillati con adesivo tipo RESIN 75 e sfioccati per almeno 20 cm e collegati alla rete in vetro AR di rinforzo con adesivo idoneo tipo RESIN 75. Prima della stesura finale della malta applicare uno spolvero di quarzo in corrispondenza della sovrapposizione rete-connettore ...*omissis*.

Fornitura e posa di rete in basalto tipo B-NET 450 BA con malta tipo LIMECRETE	€ / m ²	85,00
Fornitura e posa in opera di connettore in BFRP BFIX 10, applicato con adesivo RESIN 75	€ / m	55,00

Restauro della Basilica di Santa Maria di Collemaggio (AQ) – Sisma 2009

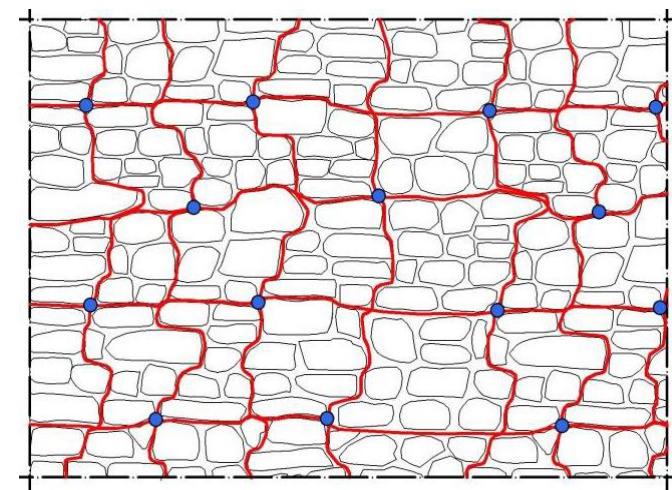
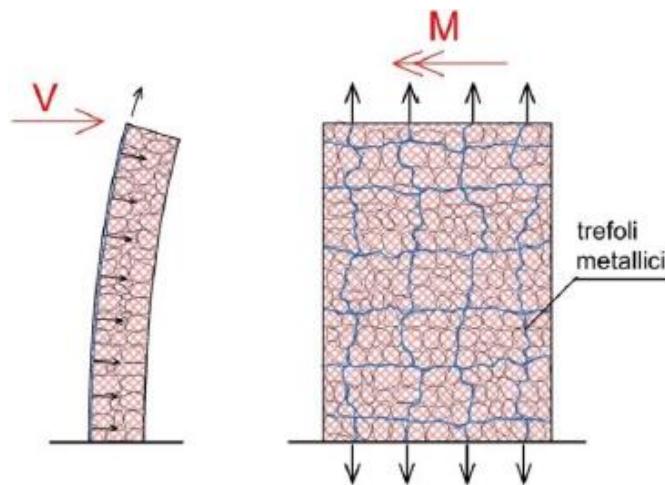
Vincitore dell'European Heritage Award 2020, assegnato dalla Commissione Europea e da Europa Nostra

Il più importante monumento de L'Aquila restaurato con le tecnologie G&P intech



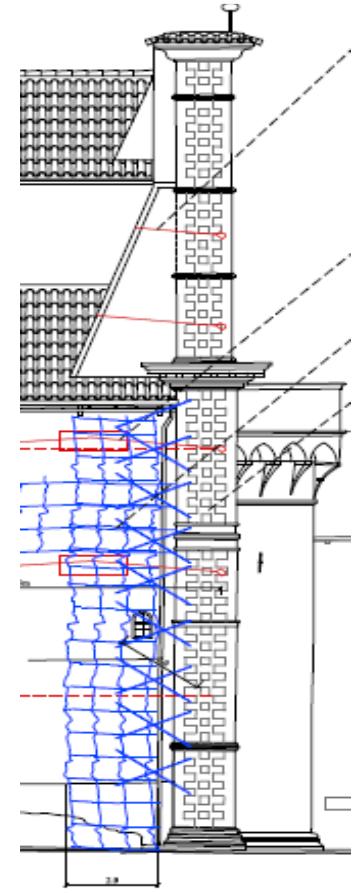
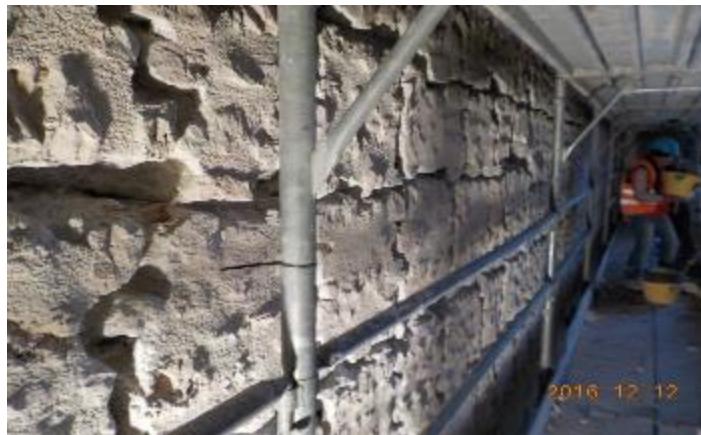
Basilica di Santa Maria di Collemaggio (AQ)

Ristilatura armata con reticolo ANCHORSTEEL NET formato da barre elicoidali INOX STEEL ANCHORFIX Ø 10, trefolo in acciaio ANCHORSTEEL e malta di allettamento LIMECRETE TA M5



Basilica di Santa Maria di Collemaggio (AQ)

Rinforzo murature con reticolo ANCHORSTEEL NET maglia 45 cm ca.



Da prezzario 2020 disponibile per il professionista

Ristilatura armata del faccia a vista con reticolo ANCHORSTEEL NET

Consolidamento di paramenti in pietrame grossolanamente squadrato o in laterizio regolare, in presenza o meno di listatura tipo "faccia a vista", mediante la tecnica di ristilatura armata dei giunti di malta tipo ANCHORSTEEL NET, per interventi realizzati su una sola faccia o su entrambe, ottenuta con le seguenti lavorazioni:

1. Studio della tessitura muraria per decidere il tracciato dei trefoli metallici e la posizione dei nodi in cui realizzare i fori per le barre;
2. Esecuzione della scarifica dei giunti di malta per una profondità di almeno 50-60 mm e idropulizia degli stessi;
3. Applicazione di un primo strato di malta in calce idraulica da stilatura tipo LIMECRETE TA nei corsi precedentemente scarificati (tale operazione può non essere richiesta in presenza di giunti regolari e non molto profondi);
4. Esecuzione del foro pilota di diametro 8 mm con trapano a rotazione sulla faccia da trattare (se la tipologia muraria lo consente tale lavorazione preliminare può essere eliminata). Successiva pulizia per mezzo di getto d'aria;
5. Inserimento a secco delle barre elicoidali in inox tipo STEEL ANCHORFIX in funzione delle dimensioni del reticolo, o quanto previsto in progetto, a mezzo speciale mandrino e trapano a percussione di adeguata potenza per una profondità di ca. 2/3 dello spessore murario o quanto definito in progetto, avendo cura di lasciare sporgere i sistemi di ritegno posti nella parte superiore delle barre;
6. Posa dei trefoli di acciaio galvanizzato lungo le traiettorie individuate a formare una maglia quadrata di lato 30-40 cm o in alternativa con andamenti sempre mutuamente ortogonali fra loro, ma diagonali rispetto ai giunti di malta; per murature regolari disporre i trefoli nei corsi orizzontali di malta (tipicamente ogni tre) da collegarsi fra loro da coppie di trefoli verticali disposte a una distanza di circa 0,8-1 m l'uno dall'altro e comunque secondo progetto, avendo cura di far passare i trefoli all'interno dei sistemi di ritegno delle barre;
7. Tensionamento dei trefoli mediante avvitamento con trapano a percussione delle teste sporgenti delle barre con contemporaneo inserimento finale della barra nella muratura;
8. Ristilatura finale dei giunti con malta tipo LIMECRETE TA.omissis

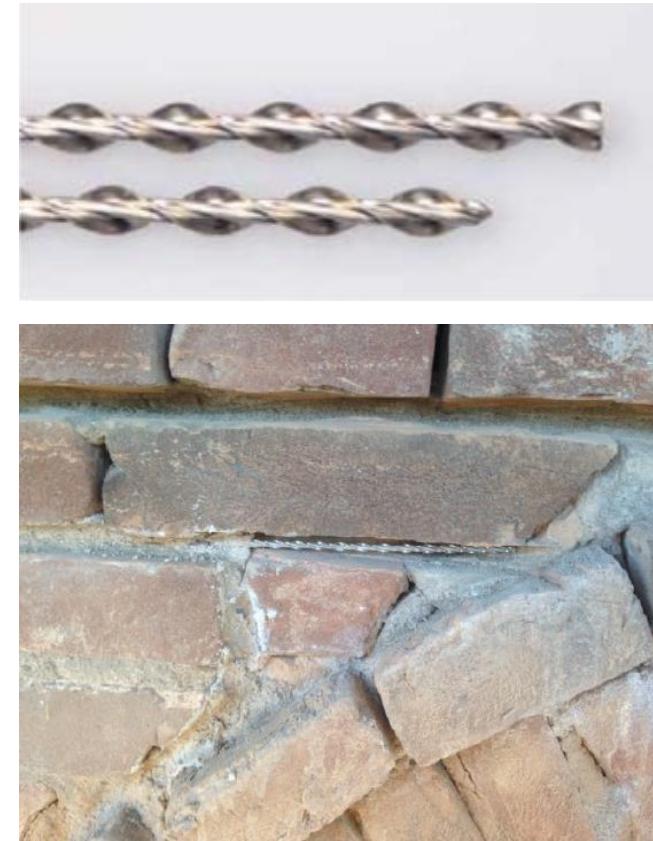
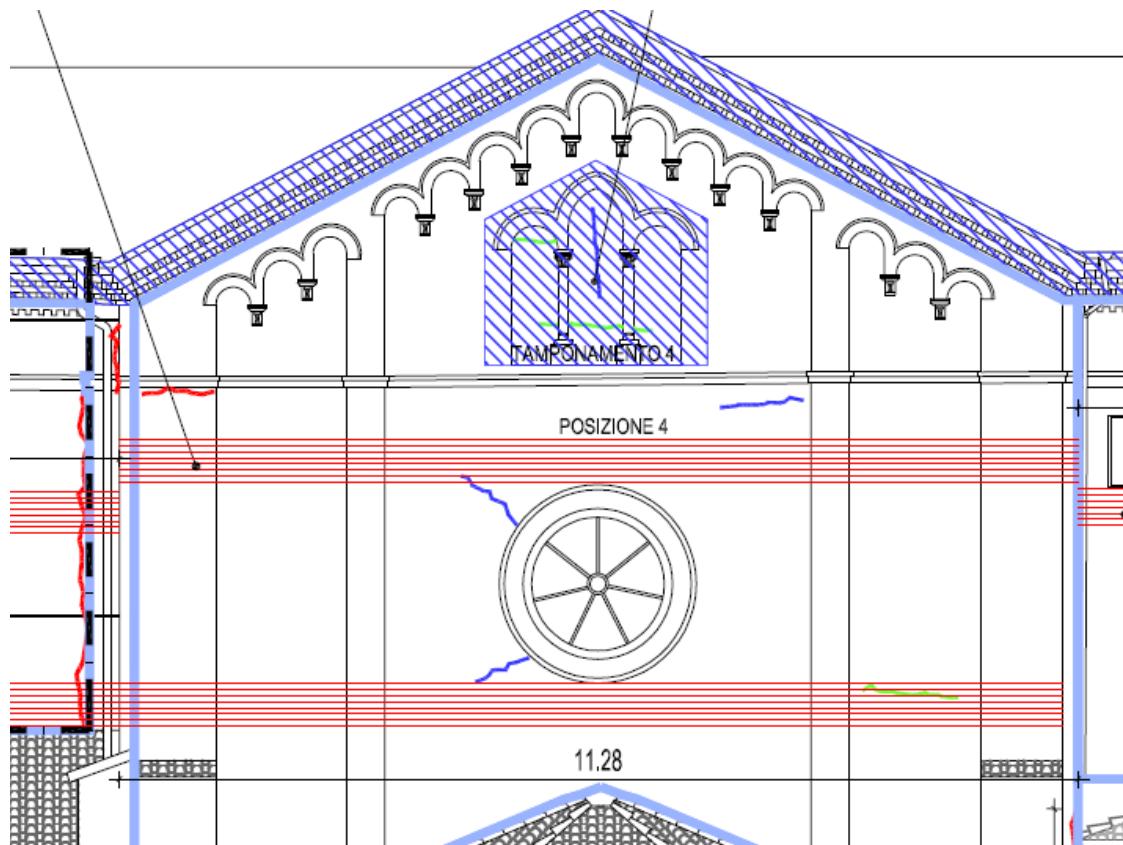
Applicazione su una sola faccia della muratura	€/m ²	160,00
Applicazione su entrambe le facce della muratura	€/m ²	290,00

Duomo di Crevalcore (BO) – Sisma 2012



Duomo di Crevalcore (BO)

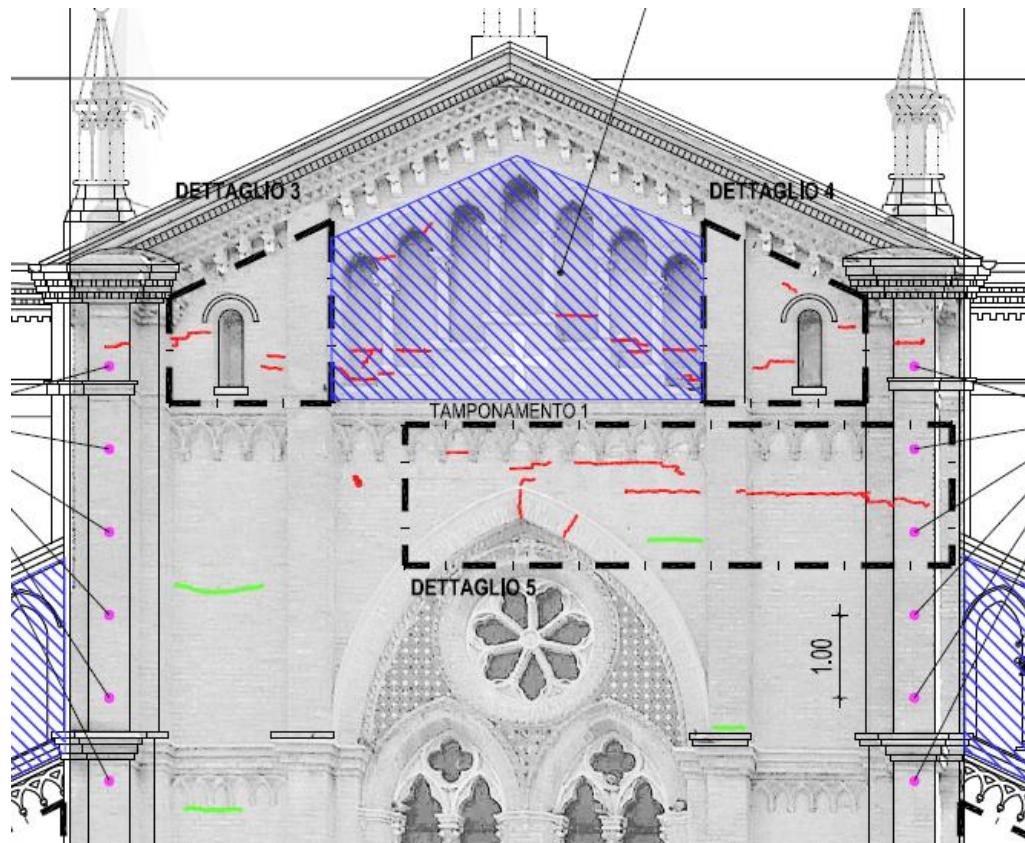
Ristilature armate nei giunti di malta con barre elicoidali inox STEEL ANCHORFIX Ø 6 e malta di allettamento LIMECRETE TA M5



Duomo di Crevalcore (BO)

Cuciture armate a secco di collegamento facciata - murature d'ambito con barre elicoidali

INOX STEEL ANCHORFIX Ø 10



Da prezzario 2020 disponibile per il professionista

Stilature armate nei giunti di malta con barre elicoidali inox STEEL ANCHORFIX e malta di allettamento LIMECRETE TA M5

Fornitura e posa in opera di barre elicoidali in acciaio inox AISI 316, senza l'utilizzo di resine di fissaggio, per la stilatura armata di murature storiche di pregio architettonico. Le barre elicoidali tipo STEEL ANCHORFIX saranno conformi alla norma EN 845-1: 2003+A1:2008 e avranno le seguenti caratteristiche tecniche: acciaio inox AISI 316, diametro nominale \varnothing 4,5-6 mm, tensione di rottura a trazione 1100 MPa, modulo di elasticità della barra 200 GPa, tensione a trazione in campo elastico ($\epsilon = 0,2\%$) >750 MPa, allungamento a rottura $>5\%$, carico di rottura della barra \varnothing 4,5 mm $>8kN$, \varnothing 6 mm >9 kN.

Intervento: esecuzione della scarifica dei giunti di malta interessanti dall'intervento per una profondità di circa 50-60 mm, soffiatura ad aria compressa dei giunti al fine di rimuovere parti incoerenti e polvere, bagnatura degli stessi; applicazione di un primo strato di malta d'allettamento in calce idraulica naturale tipo LIMECRETE TA M5 nei corsi precedentemente scarificati; posizionamento delle barre elicoidali all'interno del giunto; ristilatura finale dei giunti con la stessa malta di allettamento.

Fornitura e posa di barra elicoidale in inox \varnothing 4,5 mm, con malta tipo LIMECRETE TA	€ / m	44,00
Fornitura e posa di barra elicoidale in inox \varnothing 6 mm, con malta tipo LIMECRETE TA	€ / m	46,00

Da prezzario 2020 disponibile per il professionista

Cuciture armate a secco di paramenti murari con barre elicoidali INOX STEEL ANCHORFIX

Fornitura e posa in opera di barre elicoidali in acciaio inox AISI 316 inserite a secco, senza l'utilizzo di resine e malte di fissaggio, per la cucitura armata di murature storiche di pregio architettonico. Le barre elicoidali tipo STEEL ANCHORFIX saranno conformi alla norma EN 845-1: 2003+A1:2008 e avranno le seguenti caratteristiche tecniche: acciaio inox AISI 316, diametro nominale \varnothing 8-10 mm, tensione di rottura a trazione 1100 MPa, modulo di elasticità della barra 200 GPa, tensione a trazione in campo elastico ($\varepsilon = 0,2\%$) >750 MPa, allungamento a rottura >5 %, carico di rottura della barra \varnothing 8 mm ≥ 12 kN, \varnothing 10 mm ≥ 15 kN. Per la cucitura muraria inserire a secco con apposito trapano e mandrino la barra elicoidale dopo aver realizzato, se necessario in funzione della consistenza muraria, un foro pilota di diametro 6-8 mm e fino ad una profondità di 100 cm. La barra dovrà essere inserita a forza a mezzo avvitamento con speciale mandrino con innesto per trapano a percussione di buona potenza. La verifica di aderenza verrà realizzata a mezzo test di pull out con idonea attrezzatura (onere da compensarsi a parte).

Fornitura e posa di barra elicoidale in inox \varnothing 8 mm € / m 53,00

Fornitura e posa di barra elicoidale in inox \varnothing 10 mm € / m 57,00



G&P intech offre a Enti e Società Pubbliche e Private, Studi di Progettazione, Imprese Generali di Costruzioni e Ditte di Applicazioni Specialistiche, formazione, consulenza tecnica ed ingegneria di servizio, fornitura materiali e tecnologie certificate di elevata affidabilità e durabilità, assistenza tecnica nei cantieri.

G&P intech è presente nel territorio nazionale ed internazionale con le proprie agenzie commerciali, consulenti tecnici ed installatori specializzati.

Head Office: Via Retrone, 39 - 36077 – Altavilla Vicentina (VI)

Tel.: +39 0444 522797 – Fax: +39 0444 349110

E-mail: info@gpintech.com Sito web: www.gpintech.com