

# 1.5A

## Rinforzo a taglio e confinamento di pilastri mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica



PRESCRIZIONE

1.
- Preparazione dei supporti. Preparare e bonificare i supporti a regola d'arte, comunque seguendo le indicazioni e prescrizioni della D.L. In caso di supporti non degradati irruvidire semplicemente la superficie, pulire e rimuovere polveri e oli che possano compromettere l'adesione del sistema, mediante aria compressa o idropulitrice. In caso di supporto evidentemente degradato, non planare o danneggiato da eventi gravosi rimuovere in profondità eventuale calcestruzzo ammalorato mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, rimuovere eventuale ruggine dai ferri d'armatura, che devono essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura; realizzare eventuale ricostruzione monolitica o rasatura della sezione mediante la geomalta tixotropica **Geolite**. Garantire in ogni caso asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura". Concludere la preparazione del supporto mediante stondatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
2.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Realizzare il sistema di rinforzo strutturale a taglio e confinamento Steel Reinforced Grout **Geosteel SRG** (abbinamento di fibra di acciaio e malta minerale strutturale tixotropica a base di geolegante) disponendo le fasce intorno alla sezione come da progetto, a cura di tecnico abilitato, con l'applicazione di una prima mano di **Geolite**, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio 3 – 5 mm) per regolarizzarlo e per adagiare e inglobare il tessuto di rinforzo. Successivamente applicare, sulla matrice ancora fresca, il tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato UHTSS **Geosteel G** (presagomato in funzione della geometria dell'elemento strutturale mediante impiego della **Piegatrice Geosteel**), garantendo il perfetto inglobamento del nastro nello strato di matrice, esercitando un'energica pressione con la spatola e avendo cura che la malta fuoriesca dai trefoli per garantire un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice. Nei punti di giunzione longitudinale, sovrapporre due strati di tessuto in fibra di acciaio per almeno 30 cm (eseguita la completa sovrapposizione sul lato corto del pilastro, installare il tessuto sino alla mezzera del lato lungo). Concludere l'applicazione, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore complessivo del rinforzo 5 – 8 mm), realizzata con **Geolite**, al fine di inglobare totalmente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa del secondo strato di fibra sullo strato di matrice ancora fresca. Quando il rapporto tra i lati del pilastro è maggiore di due, per garantire un miglior effetto di confinamento, procedere con l'applicazione di sistemi di connessione realizzati con **Geosteel G**, in abbinamento a **Iniettore&Connettore Geosteel**, previa adeguata foratura dell'elemento in c.a., inghisando gli stessi all'interno del supporto mediante **Geolite Magma**, **Geolite Gel** o **Epofix**. Nel caso in cui il sistema installato debba essere intonato o mascherato mediante rasatura, si consiglia l'utilizzo di **Geolite Silt**, **Geocalce Multiuso** o **Rasobuild Top**.
3.
- Protezione e decorazione. Qualora il sistema di rinforzo venga installato in ambienti particolarmente aggressivi, o comunque si voglia garantire un'ulteriore protezione oltre a quella già fornita dalla geomalta, si consiglia l'applicazione finale della geopittura **Geolite Microsilicato** o della pittura elastomerica **Flex Paint**, da estendere, possibilmente, anche nelle zone non rinforzate. Se le opere sono a contatto permanente o occasionale con sostanze liquide, si consiglia di contattare l'ufficio tecnico Kerakoll per predisporre il sistema di protezione più idoneo.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRG (Steel Reinforced Grout) per il rinforzo a taglio e confinamento di pilastri mediante placcaggio, provvisto di Marcatura CE tramite ETA, realizzato con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio prodotti secondo norma ISO 16120 -1/4 2017 fissati su microrete in fibra di vetro, del peso netto di fibra di circa 670 g/mq, impregnato con matrice minerale inorganica, tixotropica, a presa normale – tipo **Geosteel SRG** realizzato con **Geosteel G600** abbinato a **Geolite** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione (valore caratteristico) = 2697 MPa, deformazione a trazione (valore caratteristico) = 1,38%,  $\sigma_{lim,conv}$  = 1827 MPa,  $\epsilon_{lim,conv}$  = 0,94%, modulo elastico del tessuto  $E_f$  = 195 GPa. Caratteristiche del tessuto: resistenza a trazione valore caratteristico > 3000 MPa, deformazione ultima a rottura > 1,5%; area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili) = 0,538 mm²; n° trefoli per cm = 1,57 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm. La malta è provvista di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla Norma EN 1504-7 per la passivazione delle barre di armatura, dalla EN 15043, Classe R4 (stagionatura CC e PCC) per la ricostruzione volumetrica e la rasatura, dalla EN 1504-2 per la protezione delle superfici e dalla EN 1504-6 per l'ancoraggio ad effetto espansivo di armatura in acciaio; nessuna corrosione della barra metallica (EN 15183), resistenza a compressione a 28 gg > 50 MPa (EN 12190), resistenza a trazione per flessione a 28 gg > 8 MPa (EN 196/1), legame di aderenza a 28 gg > 2 MPa (EN 1542), modulo elastico E a 28 gg ≥ 20 GPa (EN 13412), resistente alla carbonatazione (EN 13295), ritiro lineare < 0,3% (EN 12617-1), resistenza all'abrasione con perdita di peso del provino < 3000 mg (EN ISO 5470-1).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale trattamento di ripristino delle superfici degradate, ammalorate, decoese o non planari (da contabilizzare a parte), irruvidimento della superficie garantendo asperità di almeno 5 mm e stondatura degli spigoli con raggio di curvatura di almeno 20 mm e bagnatura a rifiuto delle superfici; piegatura del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, in funzione della geometria dell'elemento strutturale mediante impiego di idonea piegatrice certificata; stesura di un primo strato di malta, di spessore di circa 3 - 5 mm; con malta ancora fresca, procedere alla posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto; esecuzione del secondo strato di malta, per uno spessore complessivo del rinforzo di 5 – 8 mm, al fine di inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti; eventuale ripetizione delle fasi precedenti per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto.

La quantificazione è espressa ad unità di superficie di rinforzo effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni.

AVVERTENZE

- Geosteel G** viene fornito per il sistema SRG in n. 2 grammature utili in funzione delle esigenze di calcolo:
- **Geosteel G600** (grammatura: 670 g/m²; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
  - **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m²; n° trefoli per cm = 3,14; spessore equivalente del nastro = 0,169 mm).

Prima di effettuare l'intervento verificare l'idoneità della classe di resistenza del calcestruzzo di supporto.  
Consultare l'APPENDICE 1.A per conoscere le modalità di realizzazione degli ancoraggi dei sistemi di rinforzo realizzati con la gamma di tessuti **Geosteel G**.

1

Smussatura degli spigoli del pilastro

2

Preparazione delle superfici di supporto.

3

Indicazione delle zone di tessuto dove effettuare le piegature.

4

Piegatura del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.

5

Applicazione prima mano di **Geolite**.

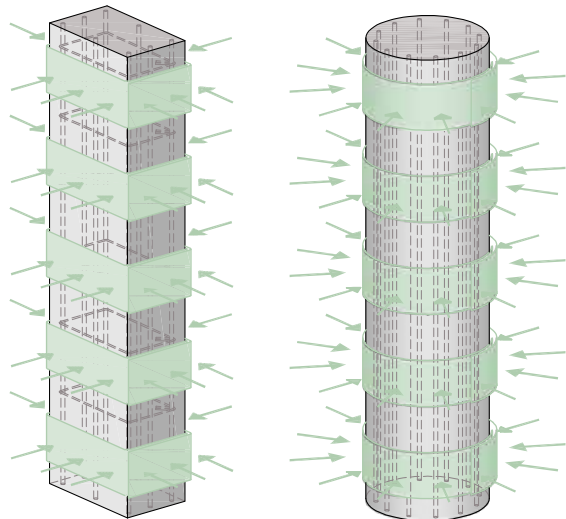
6

Installazione del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G** e applicazione seconda mano di **Geolite**.

# 1.5A

RINFORZO A TAGLIO E CONFINAMENTO DI PILASTRI MEDIANTE PLACCAGGIO CON TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E GEOMALTA MINERALE STRUTTURALE TIXOTROPICA

Geoforceone  
Software



VISTA ASSONOMETRICA  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO

## NOTE

E' possibile ottimizzare la disposizione del rinforzo per aumentare la capacità flessionale oltre che quella a confinamento e a taglio. Nel caso del sistema di rinforzo a solo confinamento e taglio non è necessario prevedere l'ancoraggio alle strutture orizzontali esistenti.

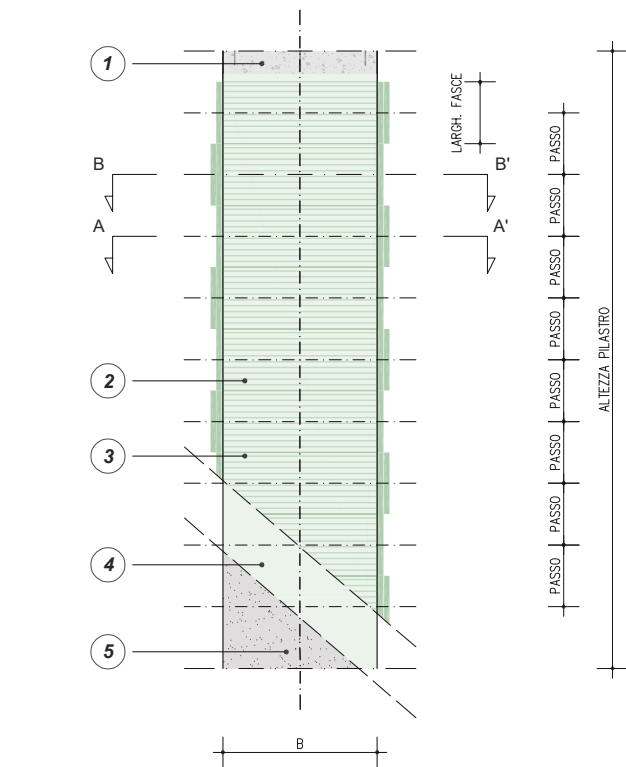
Nota bene: la normativa CNR-DT 215/2018, al paragrafo 5, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 N/mm rinforzo per aderenza.

POWERED BY

kerakoll

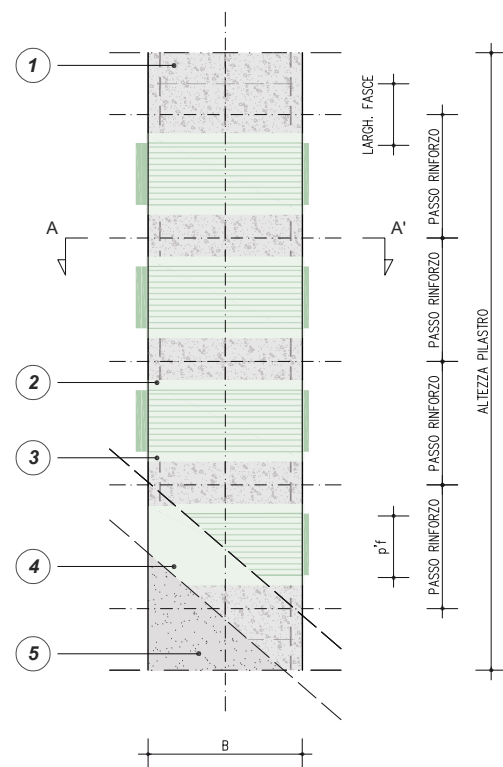
ENGINEERED BY

ASDEA

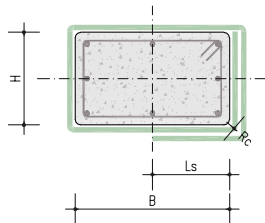


PROSPETTO  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE FASCIATURA  
CONTINUA CON GEOSTEEL G600/G1200

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

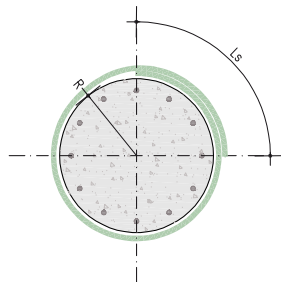


PROSPETTO  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE FASCIATURA  
DISCONTINUA CON GEOSTEEL G600/G1200



SEZIONE RETTANGOLARE A-A'  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE  
FASCIATURA CONTINUA O DISCONTINUA  
CON GEOSTEEL G600/G1200

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m



SEZIONE CIRCOLARE A-A'  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE  
FASCIATURA CONTINUA O DISCONTINUA  
CON GEOSTEEL G600/G1200

Si consiglia una lunghezza di sovrapposizione Ls pari ad un minimo di 30 cm.

## QUADRO NORMATIVO

Placcatura e fasciatura in materiali compositi L'uso di idonei materiali compositi (o altri materiali resistenti a trazione) nel rinforzo sismico di elementi di c.a. è finalizzato a conseguire i seguenti obiettivi:- aumento della resistenza a taglio di pilastri, travi, nodi trave-pilastro e pareti mediante applicazione di fasce con le fibre disposte secondo la direzione delle staffe; - aumento della resistenza nelle parti terminali di travi e pilastri mediante applicazione di fasce con le fibre disposte secondo la direzione delle barre longitudinali ed opportunamente ancorate, purché si garantisca l'efficacia dell'ancoraggio nel tempo; - un aumento della duttilità degli elementi monodimensionali, per effetto dell'azione di confinamento passivo esercitata dalle fasce con le fibre disposte secondo la direzione delle staffe. Ai fini delle verifiche di sicurezza degli elementi rafforzati con materiali compositi si possono adottare documenti di comprovata validità.

(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell' Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018 §C8.7.4.2.3)

In tutti i casi in cui il sistema di rinforzo FRCM debba essere applicato intorno a spigoli, quest'ultimi devono essere opportunamente arrotondati ed il raggio di curvatura dell'arrotondamento deve essere almeno pari a 20 mm. Tale arrotondamento può non essere necessario per reti di acciaio, anche in relazione a quanto dichiarato dal Fabbrikante, sempre che suffragato da specifiche prove di laboratorio. Va altresì indicato nel manuale di installazione il dispositivo di piegatura che deve essere utilizzato per realizzare le piegature.

(CNR - DT 215/2018 §6)

Il confinamento mediante FRCM di elementi a sezione quadrata o rettangolare consente di conseguire solo modesti incrementi della resistenza a compressione. Applicazioni di questo genere devono pertanto essere attentamente vagliate ed analizzate. In assenza di adeguate prove sperimentali, che ne comprovino l'efficacia, non va considerato l'effetto del confinamento esterno su sezioni rettangolari per le quali  $b/h > 2$  essendo b la dimensione maggiore ed h la dimensione minore della sezione. Prima dell'applicazione del sistema FRCM è opportuno procedere ad un arrotondamento degli spigoli della sezione, allo scopo di evitare pericolose concentrazioni di tensione localizzate in corrispondenza degli stessi, che potrebbero provocare una rottura prematura del sistema. Il raggio di curvatura dello spigolo deve soddisfare la seguente limitazione:  $r \geq 20$  mm. Nel caso di confinamento di colonne mediante reti di acciaio, tale prescrizione sul raggio di curvatura può essere disattesa, come indicato nel § 6.

(CNR - DT 215/2018 § 4.4.2)

Deve essere assicurata un'adeguata lunghezza di ancoraggio, al di là dell'estrema sezione in cui il rinforzo FRCM è necessario. In mancanza di più accurate indagini, essa deve essere di almeno 300 mm. [...] In presenza di più strati di rinforzo, le giunzioni devono essere opportunamente sfalsate. Sono sconsigliati sfalsamenti inferiori alla metà dello spessore dell'elemento rinforzato, con un minimo di 300 mm.

(CNR - DT 215/2018 § 6)

\* Per la pulizia del supporto si è fatto riferimento a normative di comprovata validità

EVENTUALE ASPORTAZIONE IN PROFONDITÀ DI CALCESTRUZZO AMMALORATO (ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm). EVENTUALE RIMOZIONE DI RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA. PULIZIA DEL SUBSTRATO DA RESIDUI DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI. EVENTUALE RICOSTRUZIONE MONOLITICA O RASATURA DELLA SEZIONE CON **GEOLITE** AVENDO CURA DI GARANTIRE LA SUFFICIENTE ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm. BAGNATURA DEL SUPPORTO FINO A CHE SIA SATURO, MA PRIVO DI ACQUA IN SUPERFICIE

1

STESURA SUL SUPPORTO DI UNO SPESSORE MINIMO DI 3-5 mm DI **GEOLITE**, PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO

2

INSTALLAZIONE TESSUTO **GEOSTEEL G600/G1200** IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO DISPOSTO IN FASCE PARALLELE E/O PERPENDICOLARI ALL'ASSE DELL'ELEMENTO

3

Il rinforzo a taglio viene realizzato applicando strisce di tessuto alla superficie dell'elemento di cui si vuole incrementare la resistenza. Il rinforzo può essere continuo, applicando ogni striscia di tessuto in adiacenza alla precedente, o discontinuo, intervallando con spazi vuoti le strisce di rinforzo. Inoltre il rinforzo può essere realizzato avvolgendo completamente la sezione o con una configurazione ad U, eventualmente utilizzando connettori.

(CNR - DT 215/2018 §2.2.2.2)

Come per le murature, la fasciatura di elementi sottoposti a compressione centrata o in presenza di piccole eccentricità permette di aumentare la duttilità dell'elemento ed aumentarne la capacità portante.

(CNR - DT 215/2018 §2.2.3)

RASATURA FINALE PROTETTIVA FRESCO SU FRESCO CON **GEOLITE** PER UNO SPESSORE COMPLESSIVO DI 5-8 mm PER INGLOBARE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI

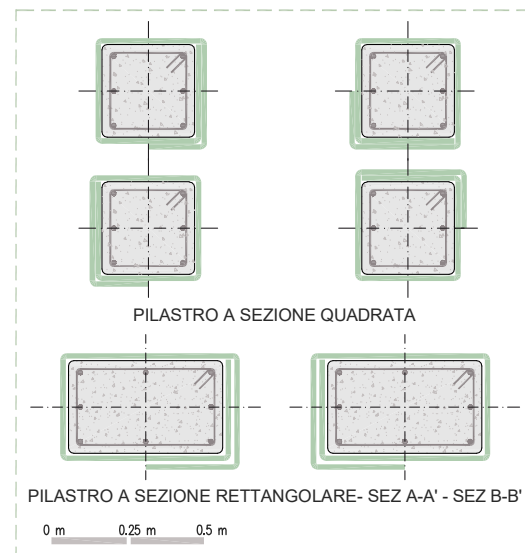
4

Qualora il sistema di rinforzo venga installato in ambienti particolarmente aggressivi, o comunque si voglia garantire un'ulteriore protezione oltre a quella già fornita dalla geomalta, si consiglia l'applicazione finale della geopittura **Geolite Microsilicato** o della pittura elastomerica **Flex Paint**, da estendere possibilmente anche nelle zone non rinforzate. Se le opere sono a contatto permanente o occasionale con sostanze liquide, si consiglia di contattare l'ufficio tecnico Kerakoll per predisporre il sistema di protezione più idoneo.

EVENTUALE RASATURA O INTONACATURA MEDIANTE **GEOLITE SILT**, **GEOCALCE MULTIUSO** O **RASOBUILD TOP**

5

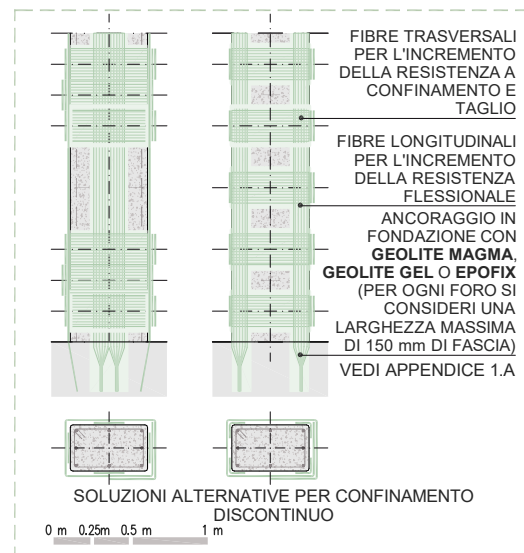
## PARTICOLARI DI SOVRAPPOSIZIONE



PILASTRO A SEZIONE QUADRATA

PILASTRO A SEZIONE RETTANGOLARE- SEZ A-A' - SEZ B-B'

## PARTICOLARI DI ESECUZIONE



FIBRE TRASVERSALI  
PER L'INCREMENTO  
DELLA RESISTENZA A  
CONFINAMENTO E  
TAGLIO

FIBRE LONGITUDINALI  
PER L'INCREMENTO  
DELLA RESISTENZA  
FLESSIONALE  
ANCORAGGIO IN  
FONDAZIONE CON  
**GEOLITE MAGMA**,  
**GEOLITE GEL** O **EPOFIX**  
(PER OGNI FORO SI  
CONSIDERI UNA  
LARGHEZZA MASSIMA  
DI 150 mm DI FASCIA)  
VEDI APPENDICE 1.A

SOLUZIONI ALTERNATIVE PER CONFINAMENTO  
DISCONTINUO