

# 1.27A

Rinforzo per azioni nel piano e fuori dal piano di maschi murari mediante placcaggio diffuso con rete in fibra naturale di basalto e acciaio Inox e geomalta a base di pura calce idraulica naturale



PRESCRIZIONE

1.
- Preparazione del supporto. Pulire la superficie sino alla messa a nudo degli elementi strutturali ed eseguire sigillatura e rincocciatura delle eventuali lesioni presenti con scaglie di materiale idoneo e impiego della geomalta **Geocalce F Antisismico** compatibile con la malta esistente, in modo da ripristinare la continuità strutturale ed estetica. Realizzare eventuale applicazione di consolidante **Primer Uni** diluito in rapporto 1:4 con acqua pulita. Eseguire la soffiatura conclusiva della parete mediante aria compressa e successiva aspirazione dei detriti.
2.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Eseguire il sistema di rinforzo diffuso Fabric Reinforced Cementitious Matrix **Geosteel FRM** (abbinamento di rete in fibra di basalto e malta minerale a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e geolegante). Stendere un primo strato di spessore medio di 3 – 5 mm di geomalta **Geocalce F Antisismico**. Successivamente, con malta ancora fresca, procedere alla posa della rete biassiale in fibra di basalto e acciaio Inox AISI 304, con speciale trattamento protettivo alcali-resistente con resina all’acqua priva di solventi, **Geosteel Grid 200** esercitando un’energica pressione con la spatola, 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; le lunghezze d’ancoraggio e la lunghezza di sovrapposizione devono essere opportunamente calcolate dal progettista. Per garantire una migliore efficacia del sistema di rinforzo, realizzare il sistema di connessione **Diatono Geosteel** impiegando il tessuto **Geosteel G**, pretagliato al fine di ottenere una lunghezza d’ancoraggio pari a quella prevista e verificata dal progettista. È compito del progettista dimensionare gli eventuali interassi tra un connettore e quello subito adiacente. Concludere l’applicazione, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore medio 2 – 5 mm) sempre realizzata con **Geocalce F Antisismico**, al fine di inglobare totalmente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa dei successivi strati di rinforzo avendo cura di ripetere le fasi con le stesse modalità delle precedenti. È preferibile che strati successivi vengano eseguiti fresco su fresco.
3.
- Intonacatura. Realizzare eventuale intonacatura mediante **Geocalce Tenace**: intonaco tecnico composito classe M5, a matrice minerale a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e geolegante, con texture a tecnologia TPI 3D, traspirante, a rischio fessurativo nullo, applicabile anche in alto spessore fino a 30 mm in passata unica.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix) per il rinforzo a pressoflessione e taglio di maschi murari applicato su doppio lato provvisto di Marcatura CE tramite ETA realizzato con tessuto biassiale bilanciato in fibra di basalto e acciaio inox AISI 304 con trattamento protettivo alcali-resistente con resina all'acqua priva di solventi (massa totale 200 g/mq) impregnato con malta inorganica igroscopica e traspirabile a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 - tipo **Geosteel FRM** realizzato con **Geosteel Grid 200** abbinato a **Geocalce F Antisismico** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione (valore caratteristico) = 361 MPa, olim,conv= 945 MPa (laterizio) - 917 MPa (tufo) - 871 MPa (pietra). Modulo elastico del tessuto Ef = 62 GPa. Reazione al fuoco Classe A1. Caratteristiche della rete certificate: resistenza a trazione del filo > 750 MPa, dimensione della maglia 17x17 mm, spessore equivalente tf (0°-90°) = 0,032 mm, carico a trazione per unità di larghezza Ff ≈ 40 kN/m. Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), classe di resistenza R1 PCC (EN 1504-3), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9 GPa (EN 13412), adesione al supporto a 28 gg > 1,0 N/mm² – FB: B (EN 1015-12). Le connessioni trasversali sono realizzate in numero di 4 elementi al mq tramite diatoni in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza di lunghezza pari a 30 cm, iniettati con malta fluida a base di pura calce naturale NHL 3.5 - tipo **Diatono Geosteel** realizzato con **Geosteel G600** in abbinamento a **Geocalce FL Antisismico** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate della connessione: σpull-out = 2555 MPa (laterizio) - 2503 MPa (tufo). L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale preparazione delle superfici da rinforzare, mediante demolizione e rimozione dell’intonaco esistente, ripristino di eventuali lesioni mediante cucitura e/o consolidamento con iniezione di malta fluida (da contabilizzare a parte) e depolverizzazione finale mediante idrolavaggio a bassa pressione; realizzazione del foro d’ingresso, avente dimensione (diametro e profondità) idonea alla natura del connettore, e successiva rimozione delle malte dai giunti; stesura di un primo strato di geomalta, di spessore di circa 3 – 5 mm; con malta ancora fresca, procedere alla posa della rete, 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; confezionamento del connettore metallico mediante taglio, "sfiocatura", e arrotolamento finale del tessuto in fibra d’acciaio galvanizzato, con bloccaggio dello stesso mediante fascetta plastica; inserimento del connettore all’interno del foro (numero, profondità di ancoraggio, interassi a cura di tecnico abilitato); collaborazione del connettore mediante iniezione a bassa pressione di malta fluida; fissaggio dei trefoli "sfioccati", con celatura dell’intero connettore, e contestuale stilatura dei giunti mediante malta; esecuzione del secondo strato di geomalta, di spessore di circa 2 – 5 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 per unità di superficie di rinforzo effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni.

**AVVERTENZE**

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla rete biassiale in fibra di basalto e acciaio Inox **Geosteel Grid 200**, la rete biassiale in fibra di basalto e acciaio Inox **Geosteel Grid 400** o la rete di armatura biassaiale in fibra di vetro alcali-resistente e aramide **Rinforzo ARV 100**.

Consultare l'APPENDICE 1.B per conoscere le modalità di installazione e le prestazioni meccaniche del sistema di connessione a fiocco, realizzato con la gamma di tessuti **Geosteel G** in combinazione con il tassello in polipropilene armato con fibra di vetro **Iniettore&Connettore Geosteel**.

Intervento compatibile con il sistema **Klimaexpert Eta Airtech**, primo sistema a cappotto con marcatura CE testato e verificato per l'applicazione senza tasselli. L'assenza dei fissaggi meccanici del sistema **Klimaexpert Eta Airtech** non danneggia l'intervento di rinforzo strutturale antisismico, rendendolo l'ideale completamento per la riqualificazione sismica ed energetica dell'edificio.

Intervento compatibile con i sistemi deumidificanti Kerakoll.

1

Esecuzione dei fori, bagnatura dei supporti e applicazione della prima mano di **Geocalce F Antisismico**.

2

Installazione della rete biassiale in fibra di basalto **Geosteel Grid**.

3

Taglio tessuto **Geosteel Grid** a livello del foro di iniezione.

4

Installazione del **Diatono Geosteel** con **Iniettore&Connettore Geosteel**.

5

Applicazione seconda mano di **Geocalce F Antisismico**.

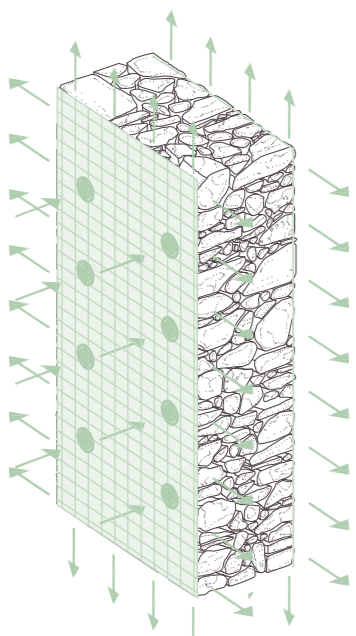
6

Inghisaggio del diatono con iniezione a bassa pressione di **Geocalce FL Antisismico** e chiusura del foro con apposito tappo.

# 1.27A

RINFORZO PER AZIONI NEL PIANO E FUORI DAL PIANO DI MASCHI MURARI MEDIANTE PLACCAGGIO DIFFUSO CON RETE IN FIBRA NATURALE DI BASALTO E ACCIAIO INOX E GEOMALTA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE

Geoforceone  
Software



ASSONOMETRIA  
RETE GEOSTEEL GRID 200/400 O  
RINFORZO ARV 100

## NOTE

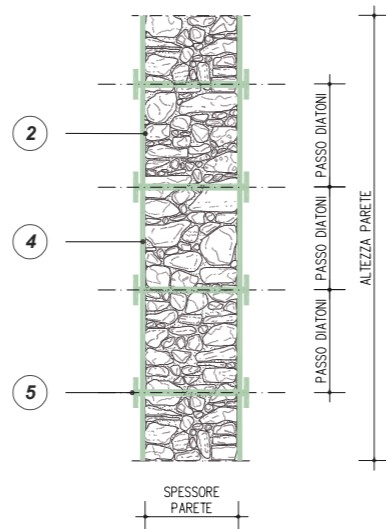
I disegni rappresentano a titolo esemplificativo un apparecchio murario in pietra, ma lo schema rimane invariato se ci si trova in presenza di muratura di laterizio o tufo. In presenza di muratura caotica è sempre consigliabile effettuare un preconsolidamento mediante iniezioni di malta (TAV 1.24).

POWERED BY

kerakoll

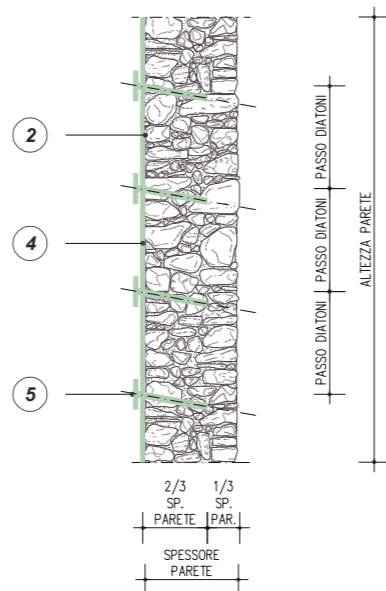
ENGINEERED BY

ASDEA



SEZIONE A-A'  
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL MASCHIO  
MURARIO TRAMITE GEOSTEEL GRID 200/400 O  
RINFORZO ARV100

0m 0.5m 1m 2m

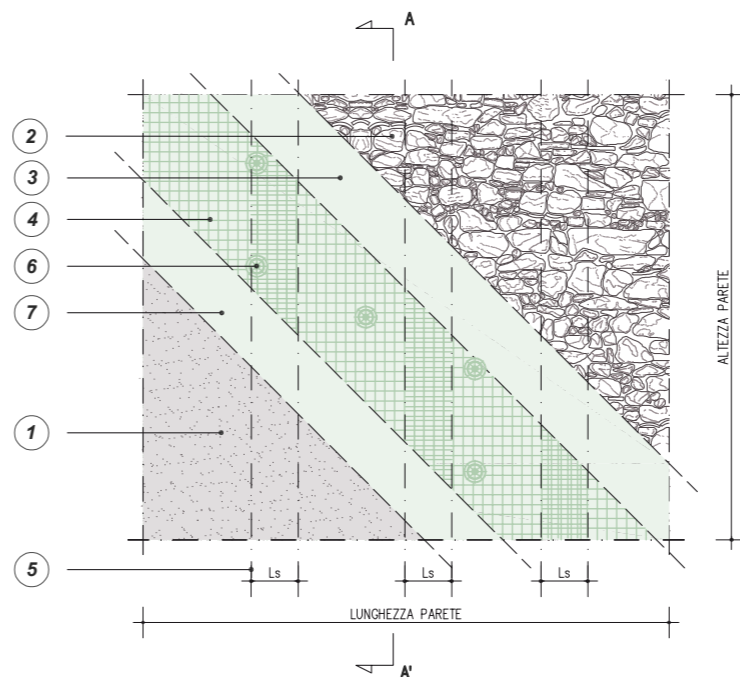


SEZIONE A-A'  
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL MASCHIO  
MURARIO TRAMITE GEOSTEEL GRID 200/400 O  
RINFORZO ARV100 SU UN SOLO LATO DEL PARAMENTO

0m 0.5m 1m 2m

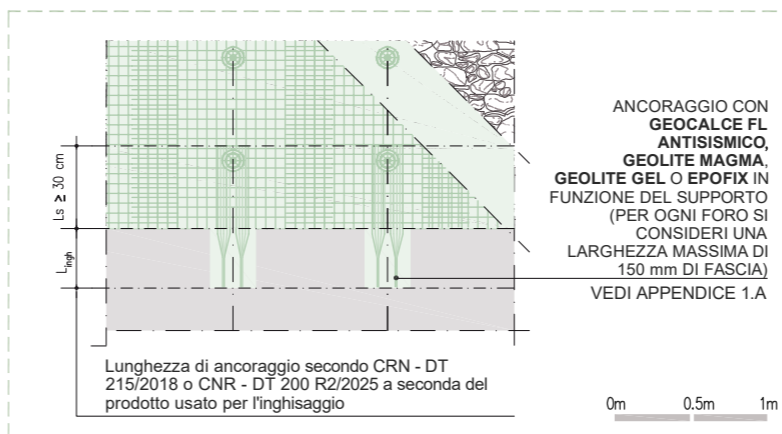
## QUADRO NORMATIVO PER L'INTERVENTO REALIZZATO SU UNA SOLA FACCIA

- Se il sistema di rinforzo FRM è applicato su una sola faccia del pannello è obbligatorio adottare connettori di lunghezza tale da penetrare all'interno dello strato più esterno del paramento non rinforzato.  
(CNR - DT 215/2018 §6)



PROSPETTO  
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL MASCHIO  
MURARIO TRAMITE GEOSTEEL GRID 200/400 O  
RINFORZO ARV100

## DETTAGLIO DI ANCORAGGIO



## QUADRO NORMATIVO

La capacità portante a taglio e a pressoflessione di un maschio murario può essere incrementata applicando sulle superfici murarie il rinforzo con FRM, che può prevedere la stesura del tessuto sia con continuità che per fasce.  
(CNR - DT 215/2018 §2.2.1.1)

### RINFORZO DI PARETI SOLLECITATE NEL PROPRIO PIANO

Per migliorare la capacità portante di pareti sollecitate nel proprio piano si possono utilizzare rinforzi FRM. Nei casi di muratura con caratteristiche meccaniche scadenti, quali ad esempio le murature a sacco, è necessario affiancare all'intervento di rinforzo con composito FRM altri tipi di intervento allo scopo di assicurare la compagine interna della parete e permettere il corretto trasferimento degli sforzi al rinforzo FRM.

**Capacità a taglio:** Allo scopo di incrementare la portanza a taglio di pareti sollecitate nel proprio piano, si può prevedere l'applicazione di rinforzi FRM disposti preferibilmente in modo simmetrico sulle due facce, ed estesi solitamente all'intera loro superficie con le fibre preferibilmente dirette nelle direzioni verticale e orizzontale. Ai fini del progetto del rinforzo a taglio si considera l'area delle fibre disposte parallelamente alla forza di taglio; in ogni caso, per garantire l'efficacia di tale rinforzo, anche a seguito di fessurazione, è consigliabile prevedere anche fibre disposte ortogonalmente.

**Capacità a pressoflessione:** Allo scopo di incrementare la portanza a pressoflessione nel piano di pannelli murari può essere prevista l'applicazione di rinforzi FRM in cui siano presenti fibre disposte nella direzione dell'asse dell'elemento strutturale. I rinforzi sono applicati preferibilmente su entrambe le facce del pannello, ricoprendone di solito la quasi totalità della superficie (Figura 4.1).

Rinforzi così disposti incrementano il momento resistente di calcolo di una sezione del pannello solo se sono efficacemente ancorati. Si intendono efficacemente ancorati rinforzi prolungati almeno di 300 mm a partire dalla sezione di verifica oppure connessi alla muratura per mezzo di idonei dispositivi.  
(CNR - DT 215/2018 §4.1 - §4.1.1 - §4.1.2)

### Incremento della capacità delle pareti

Il rinforzo dei setti murari può essere eseguito mediante elementi strutturali integrativi collaboranti disposti sulla superficie; questi possono essere, per esempio, realizzati in acciaio (strutture reticolari costituite da piattini/nastri) o in legno (pannellature). Opportune connessioni devono consentire la collaborazione tra la parete esistente e il rinforzo. L'applicazione di **fasciature resistenti a trazione** può essere realizzata sia con fasce di materiali compositi (sopra citati) sia con tessuti in trefoli di acciaio inossidabile, fissate al supporto murario con prodotti a base cementizia o polimerica.  
(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 - 4)

\* Normative di comprovata validità

EVENTUALE DEMOLIZIONE DELL'INTONACO E RICOSTRUZIONE DOPO L'INTERVENTO DI RINFORZO

1

PULIZIA DELLA SUPERFICIE DEL MASCHIO MURARIO, EVENTUALE APPLICAZIONE DI CONSOLIDANTE **PRIMER UNI** DILUITO IN RAPPORTO 1:4 CON ACQUA PULITA. EVENTUALE RICOSTRUZIONE DELLA CONTINUITÀ MATERICA ED EVENTUALE REGOLARIZZAZIONE DELLA SUPERFICIE CON GEOMALTA

2

In tutti i casi in cui il sistema di rinforzo FRM 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.  
(CNR - DT 215/2018 §6)

STESURA SUL SUPPORTO DI UNO SPESSORE MEDIO DI 3-5 mm DI **GEOCALCE F ANTISISMICO** PER APPLICARE ED INGLOBARE LA RETE DI RINFORZO

3

INSTALLAZIONE RETE **GEOSTEEL GRID 200/400** O RETE **RINFORZO ARV 100**

4

APPLICAZIONE DELLA RETE CON UNA LUNGHEZZA DI SOVRAPPOSIZIONE  $L_s$  TALE DA GARANTIRE IL CORRETTO FUNZIONAMENTO DEL RINFORZO

5

- 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.[...]  
- Deve essere assicurata un'adeguata lunghezza di ancoraggio, al di là dell'estrema sezione in cui il rinforzo FRM è necessario. In mancanza di più accurate indagini, essa deve essere di almeno 300 mm.  
- Deve essere assicurata un'adeguata sovrapposizione delle reti di rinforzo, seguendo le istruzioni contenute nel manuale di installazione.  
(CNR - DT 215/2018 §6)

La rete in fibra naturale di basalto ed acciaio inox **Geosteel Grid 200/400** e quella in fibra di vetro e aramide **Rinforzo ARV 100** è disponibile in larghezza di 1 m. Per il montaggio si consiglia una lunghezza di sovrapposizione pari a 30 cm.

INSERIMENTO DI DIATONI A FIOCCO **GEOSTEEL G600/G1200** INGHISATI CON MALTA COLABILE **GEOCALCE FL ANTISISMICO**

6

-Nel caso di rinforzo su due facce di murature a sacco o con paramenti scollegati è obbligatorio che i connettori siano passanti.  
- Nel caso di rinforzo di pannelli di spessore  $t \leq 400$  mm con FRM e con l'impiego di connettori si suggerisce un interasse tra questi ultimi  $i \geq 3t$  e comunque non superiore a 1600 mm; in corrispondenza dei cantonali e dei martelli murari si suggerisce una lunghezza dei connettori  $l=3t$ .  
- Nel caso di rinforzo di pannelli di spessore  $t > 400$  mm si suggerisce un interasse  $i \geq 2t$  e comunque non superiore a 2000 mm; in corrispondenza dei cantonali e dei martelli murari si suggerisce una lunghezza dei connettori  $l=3t$  disposti a quinconce.  
(CNR - DT 215/2018 §6)

Si consiglia di disporre 4 connessioni al mq, realizzate mediante diatoni meccanici a fiocco in fibra di acciaio ad altissima resistenza **Geosteel G600/G1200**. Consultare l'APPENDICE 1.B per dettagli più approfonditi sulle modalità di montaggio dei diatoni.

RASATURA FINALE PROTETTIVA CON **GEOCALCE F ANTISISMICO** (SPESSORE 2-5 mm). PER INGLOBARE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI. È NECESSARIO GARANTIRE LA CONTEMPORANEA MATURAZIONE DELLO STRATO INIZIALE E DI QUELLO FINALE CHE VA QUINDI APPLICATO QUANDO IL PRECEDENTE È ANCORA UMIDO

7