



# Guida alla progettazione di sistemi per il consolidamento, il rinforzo strutturale e la sicurezza sismica.

Prescrizioni, voci di capitolato e tavole esecutive

MANUALE TECNICO STRUTTURALE  
ottava edizione - 2026

**kerakoll**



# Manuale del consolidamento

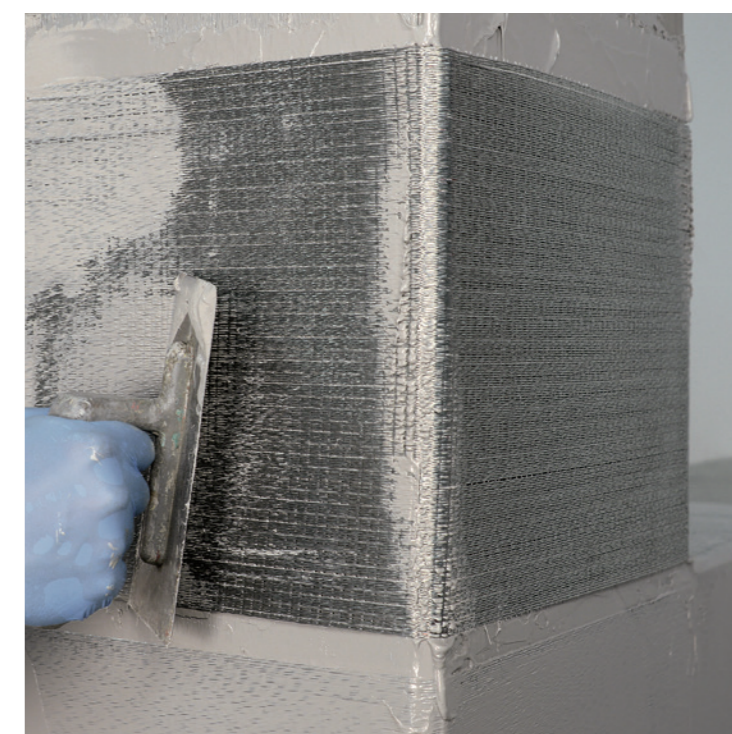
In Italia e nel resto del mondo, si contano ogni anno numerosi eventi sismici che colpiscono il patrimonio edilizio, in tutte le sue forme: dall'edilizia storica in muratura di varia natura fino alle più recenti strutture in calcestruzzo armato. Questi episodi hanno evidenziato problematiche legate alla presenza di murature disomogenee e in pessime condizioni di conservazione, elementi con bassissima resistenza meccanica, o elementi in calcestruzzo armato realizzati con calcestruzzi scadenti o in evidente stato di degrado.

È proprio dallo studio attento della meccanica dei sistemi di rinforzo e dell'interazione con i vari materiali da costruzione che i nostri ricercatori hanno progettato moderni sistemi di rinforzo, composti da innovative matrici minerali abbinate a tessuti unidirezionali in fibra d'acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, reti in fibra naturale di basalto e acciaio Inox, fibre corte in acciaio ad alta resistenza e barre elicoidali in acciaio Inox.

Il primato della nostra metodologia di ricerca, unito alle eccellenze dei principali istituti di ricerca nazionali italiani ed esteri con cui collaboriamo, si fonda sullo sviluppo di sistemi di rinforzo in grado di modularsi perfettamente alle resistenze e rigidità delle diverse tipologie di supporti.

Gli abbinamenti delle matrici Kerakoll con i tessuti in fibra di acciaio, di basalto e di vetro costituiscono gli innovativi sistemi di rinforzo strutturale, che offrono molteplici vantaggi: semplicità applicativa e performance di resistenza, modulo elastico e tenacità superiori a quelle dei più comuni sistemi compositi.

Questo Manuale Tecnico è un'utile guida pratica per i Progettisti e la Direzione Lavori, per pianificare e dirigere il cantiere in modo più semplice ed efficace.

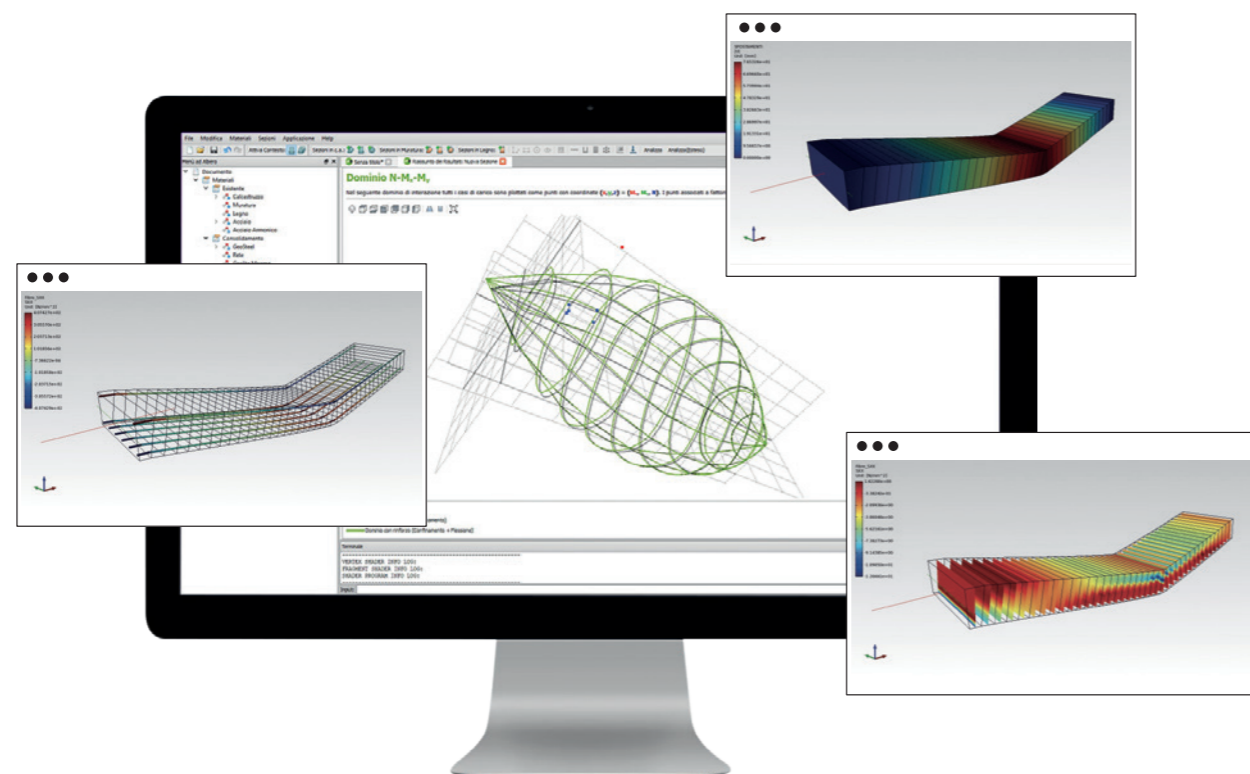


Kerakoll è socio sostenitore di





## GEOFORCE ONE, IL SOFTWARE PER PROGETTARE IL CONSOLIDAMENTO E IL RINFORZO STRUTTURALE



L'innovativo software Geoforce One, sviluppato e concepito da Asdea per Kerakoll, permette di progettare e verificare sezioni di forma standard o generica in c.a., c.a.p., legno e muratura. Con soli tre semplici passaggi è possibile progettare e verificare il sistema di rinforzo nell'elemento strutturale. Geoforce One permette inoltre la modellazione e l'analisi di elementi strutturali quali travi/pilastri in c.a., setti, architravi, fasce di piano, archi e volte in muratura e nodi trave-pilastro.

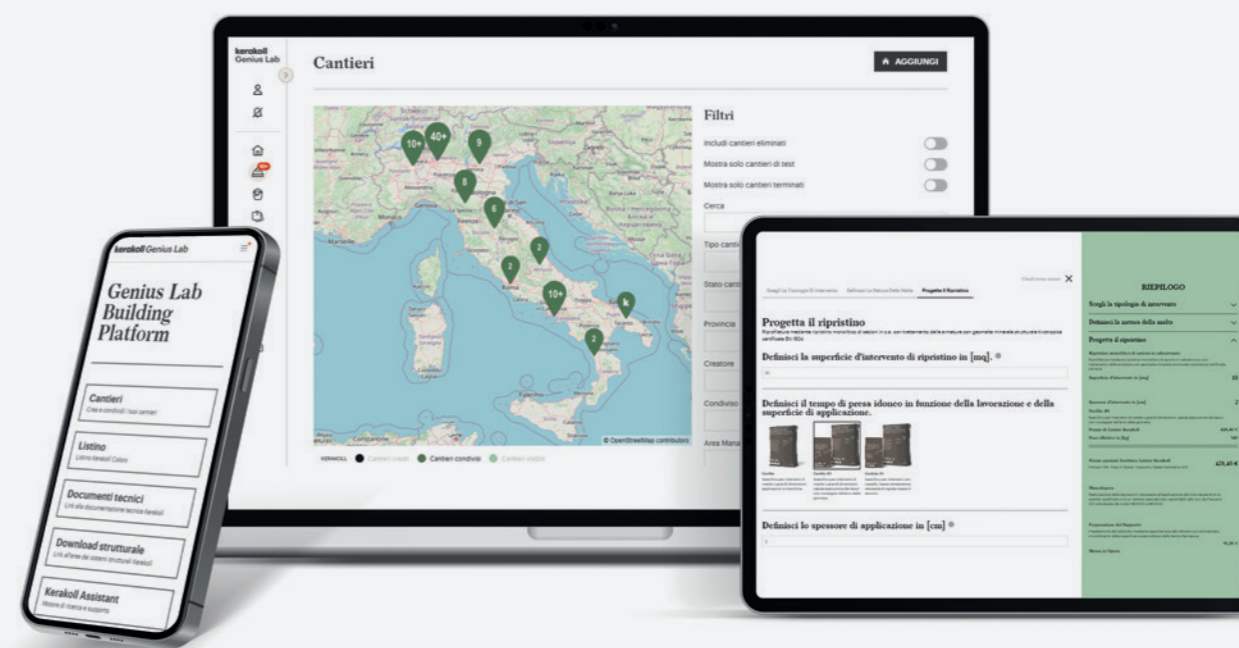
ENGINEERED BY

# ASDEA

ASDEA è una società di ingegneria costituita da professionisti che nel corso di decenni hanno maturato significative esperienze di ricerca in campo internazionale. La società è nata con l'obiettivo di offrire soluzioni innovative e altamente tecnologiche nel campo dell'ingegneria strutturale e opera attivamente in diversi paesi, contando più di 300 professionisti, fornendo in tutto il mondo servizi di ingegneria e architettura altamente specializzati.

## GENIUS LAB LA PIATTAFORMA DIGITALE COLLABORATIVA PER ELABORARE E GESTIRE I TUOI PROGETTI

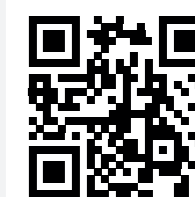
# kerakoll Genius Lab



Scopri le funzionalità:

- Creare un cantiere e collaborare con Kerakoll e i professionisti della zona
- Effettuare una configurazione guidata di un intervento di rinforzo strutturale, identificando i costi di fornitura e posa
- Esportare le analisi prezzi in file .xpwe per la redazione di capitolati
- Ottenere la documentazione tecnica delle soluzioni progettate (Tavole tecniche, disegni dwg, Schede di Sicurezza, CAM, EPD, VOC, DOP...)
- Verificare i sistemi di rinforzo e scaricare le relazioni di calcolo

**Registrati:**







# Indice generale

<b>SOLUZIONI PER IL CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE IN C.A., C.A.P. E PREFABBRICATE</b>	8
• RICOSTRUZIONE E RIPARAZIONE	10
• PILASTRI E NODI	14
• SOLAI E TRAVI	42
<b>SOLUZIONI PER IL CONSOLIDAMENTO, IL RINFORZO E LA RIPARAZIONE DI PARETI DI TAMPONAMENTO IN STRUTTURE INTELAIATE IN C.A.</b>	73
• RIPARAZIONE, RIPRISTINO LESIONI LOCALI	74
• PRESIDIO E MIGLIORAMENTO DIFFUSO	78
<b>SOLUZIONI PER IL CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE IN MURATURA PORTANTE DI LATERIZIO, TUFO E PIETRA NATURALE</b>	88
• MASCHI MURARI E PILASTRI	90
• ARCHI	130
• VOLTE	138
• CUPOLE	162
<b>APPENDICI</b>	171


## SOLUZIONI PER IL CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE IN C.A., C.A.P. E PREFABBRICATE


### RICOSTRUZIONE E RIPARAZIONE


**1.1**  Riparazione/ricucitura di fessure in sezioni danneggiate mediante stuccatura e iniezione con sistemi organici 10

**1.2**  Ripofilatura mediante ripristino monolitico di sezioni in c.a. e trattamento delle armature con geomalta minerale strutturale tixotropica 12


### PILASTRI E NODI


**1.3A**  Rinforzo di pilastri mediante ricostruzione volumetrica monolitica con aumento di sezione e armatura integrativa, con getto collaborante di geomalta minerale strutturale colabile 14


**1.3B**  Rinforzo di pilastri mediante ricostruzione volumetrica monolitica ed aumento di sezione, con getto collaborante di geomalta minerale colabile fibrorinforzata ad altissima prestazione 16


**1.4A**  Rinforzo a flessione di pilastri mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica 18


**1.4B**  Rinforzo a flessione di pilastri mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico 20






**1.5A**  Rinforzo a taglio e confinamento di pilastri mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica 22

**1.5B**  Rinforzo a taglio e confinamento di pilastri mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico 24

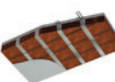


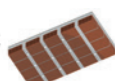
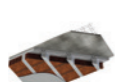
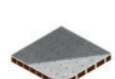
**1.6A**  Rinforzo di setti in c.a. mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica 26

**1.6B**  Rinforzo di setti in c.a. mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico 28

**1.7A**  Rinforzo di nodi trave-pilastro di facciata mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica 30

<b>1.7B</b>		Rinforzo di nodi trave-pilastro di facciata mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico	32
<b>1.7C</b>		Rinforzo dall'esterno di nodi trave-pilastro di facciata mediante applicazione del sistema modulabile Steel Combo	34
<b>1.8A</b>		Rinforzo di nodi trave-pilastro d'angolo mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica	36
<b>1.8B</b>		Rinforzo di nodi trave-pilastro d'angolo mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico	38
<b>1.8C</b>		Rinforzo dall'esterno di nodi trave-pilastro d'angolo mediante applicazione del sistema modulabile Steel Combo	40

### SOLAI E TRAVI

<b>1.9</b>		Consolidamento e rinforzo a flessione di solai in laterocemento mediante placcaggio intradossale con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale tixotropica o adesivo epossidico	42
<b>1.10A</b>		Prevenzione antisfondellamento mediante applicazione su intonaco esistente di rete biassiale in fibra naturale di basalto con intonaco rasante a base di pura calce idraulica naturale e ancoraggi mediante barre elicoidali	44
<b>1.10B</b>		Ripristino e prevenzione per problemi di sfondellamento mediante intonaco rasante a base di pura calce idraulica naturale e rete biassiale in fibra naturale di basalto	46
<b>1.10C</b>		Ripristino e prevenzione per problemi di sfondellamento mediante applicazione a secco di rete in fibra di vetro e ancoraggio con connettori in acciaio	48
<b>1.11A</b>		Rinforzo mediante irrigidimento estradossale di solaio in laterocemento o soletta in c.a. con armatura integrativa e getto collaborante di geomalta minerale strutturale colabile	50
<b>1.11B</b>		Rinforzo a flessione e irrigidimento estradossale di solaio in laterocemento o soletta in c.a. mediante getto collaborante di geomalta minerale fibrorinforzata ad altissima prestazione	52

<b>1.11c</b>		Rinforzo a flessione e irrigidimento estradossale di solaio in legno mediante getto collaborante di geomalta minerale fibrorinforzata ad altissima prestazione	54
<b>1.11D</b>		Realizzazione di diaframma di piano mediante getto collaborante di geomalta minerale colabile fibrorinforzata ad altissima prestazione	56
<b>1.12A</b>		Rinforzo di travi mediante ricostruzione volumetrica monolitica con aumento di sezione e armatura integrativa, con getto collaborante di geomalta minerale strutturale colabile	58
<b>1.12B</b>		Rinforzo di travi mediante ricostruzione volumetrica monolitica ed aumento di sezione, con getto collaborante di geomalta minerale colabile fibrorinforzata ad altissima prestazione	60
<b>1.13A</b>		Rinforzo a flessione di travi mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica	62
<b>1.13B</b>		Rinforzo a flessione di travi mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico	64
<b>1.14A</b>		Rinforzo a taglio di travi mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica	66
<b>1.14B</b>		Rinforzo a taglio di travi mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico	68
<b>1.15</b>		Collegamento rigido tra soletta industriale in c.a. e pilastro prefabbricato mediante adesivo epossidico	70

# 1.1

## Riparazione/ricucitura di fessure in sezioni danneggiate mediante stuccatura e iniezione con sistemi organici

### PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Procedere con la svasatura della lesione mediante picconatura o flessibile, al fine di ottenere un allargamento a V per facilitare la successiva iniezione di resina. Pulire il substrato interessato, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti. Successivamente effettuare dei fori ai lati della fessura (diametro foro di circa 10 mm), in maniera alternata rispetto allo sviluppo lineare della lesione, con un andamento a 45° rispetto al piano della superficie al fine di intercettare in profondità la lesione stessa. L'interasse tra un foro e quello successivo non deve superare i 20 cm. Nei casi in cui la fessura sia di modesta entità è possibile realizzare i fori direttamente al di sopra dello sviluppo longitudinale della lesione. Inserire idonei iniettori di plastica e bloccarli mediante l'adesivo epossidico **Geolite Gel**. Provvedere con **Geolite Gel** anche alla stuccatura superficiale dell'intero sviluppo lineare della lesione. Qualora si debba procedere all'applicazione successiva di prodotti minerali per rasare o intonacare quali **Geolite Silt**, **Geocalce Multiuso** o **Rasobuild Top**, completare l'intervento con spolvero di **Quarzo 5.12** o sabbia asciutta di opportuna granulometria sulla resina ancora fresca. Ad indurimento avvenuto di **Geolite Gel**, insufflare dell'aria compressa nel sistema per verificare che i fori siano comunicanti tra loro e per rimuovere contestualmente la polvere dall'interno della sezione danneggiata.
2. Ricucitura monolitica. Iniettare la resina epossidica iperfluida **Epofill** avendo cura di partire dal foro di iniezione posto più in basso, al fine di far completamente defluire l'aria all'interno della fessura dai fori soprastanti; non appena il prodotto fuoriesce dall'iniettore superiore, sigillare quello appena utilizzato per l'iniezione e ripetere in sequenza la procedura ripartendo dal foro di iniezione subito superiore, fino alla completa saturazione della lesione in oggetto. Terminata l'operazione, rimuovere tutti gli iniettori impiegati e sigillare i fori con **Geolite Gel**.

### AVVERTENZE

Nel caso in cui la lesione abbia uno sviluppo su superficie orizzontale, ripristinare la monoliticità dell'elemento strutturale colando direttamente per gravità **Epofill**. Procedere, pertanto, con la svasatura preventiva della lesione mediante flessibile, al fine di ottenere un allargamento a V per facilitare la successiva colata di resina. Pulire il substrato, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti. Colare **Epofill**.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema epossidico bicomponente, iperfluida, a bassissima viscosità, per la riparazione di fessure in elementi in c.a. e c.a.p. mediante iniezione - tipo **Epofill** di Kerakoll. La resina epossidica iperfluida è provvista di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla Norma EN 1504-5 per l'iniezione e dalla EN 1504-6 per l'ancoraggio, aderenza con rottura coesiva del substrato (EN 12618-2) e viscosità dell'impasto circa 335 mPa\*s (rotore 2 RPM 50 - Metodo Brookefield). La stuccatura della fessura e l'inserimento delle cannule da iniezione sono realizzati mediante sistema epossidico bicomponente in gel tixotropico, provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla norma EN 1504-4 per incollaggio di elementi strutturali e dalla norma EN 1504-6 per l'inghisaggio di barre di ancoraggio - tipo **Geolite Gel di Kerakoll**. Caratteristiche tecniche certificate del sistema epossidico: Euroclasse di reazione al fuoco D-s2,d0 (EN 13501-1); emissione di sostanze organiche volatili EC1 Plus certificato GEV-Emicode; temperatura di transizione vetrosa +60 °C (EN 12614). L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: preparazione della superficie, pulizia per eliminare residui di polvere, grasso e oli e svasatura della lesione; esecuzione dei fori ai lati della lesione e soffiatura per eliminare residui di polveri dovuti alla lavorazione; installazione degli iniettori di plastica; stuccatura preliminare della superficie della lesione mediante adesivo epossidico minerale; iniezione di sistema epossidico bicomponente iperfluida, partendo dall'iniettore posto più in basso fino alla fuoriuscita del materiale dall'iniettore successivo; rimozione degli iniettori impiegati e sigillatura dei fori utilizzati mediante adesivo epossidico minerale. La quantificazione è espressa per metro lineare.

1

Individuazione della fessura su struttura in c.a.



2

Apertura e svasatura della fessura.



3

Fissaggio iniettori plastici, stuccatura mediante **Geolite Gel** e insufflaggio con aria compressa.



4

Iniezione del sistema bicomponente epossidico **Epofill**.



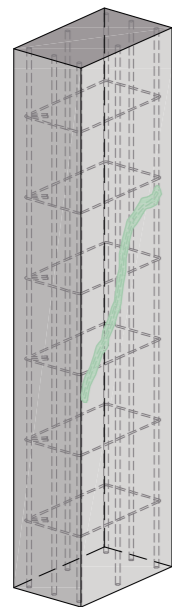
5

A saturazione avvenuta sigillatura degli iniettori plastici.



# 1.1

RIPARAZIONE/RICUCITURA DI FESSURE IN SEZIONI DANNEGGIATE MEDIANTE STUCCATURA E INIEZIONE CON SISTEMI ORGANICI

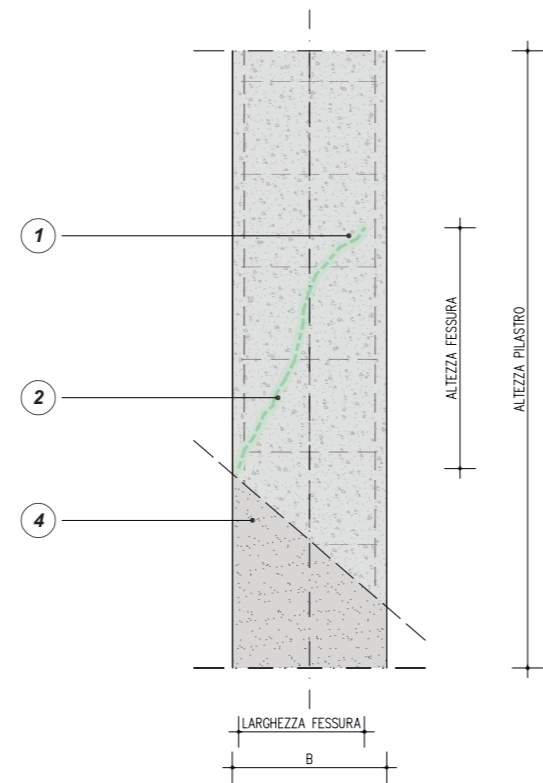


ASSONOMETRIA  
RIPARAZIONE DI FESSURE CON RESINA

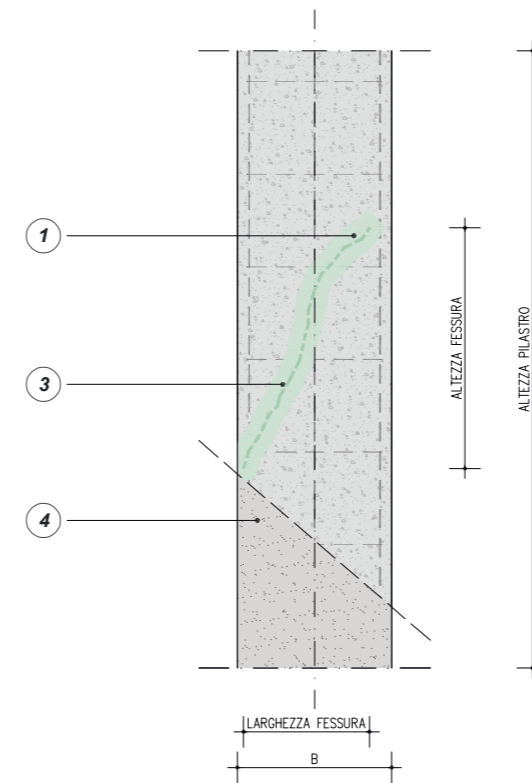
**NOTE**

A titolo esemplificativo è stato rappresentato come elemento strutturale un pilastro, lo schema rimane invariato qualora ci si trovasse di fronte a travi o pareti.

POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



PROSPETTO  
RIPARAZIONE/RICUCITURA DI FESSURE MEDIANTE  
INIEZIONE CON RESINA (SUPERFICI VERTICALI)



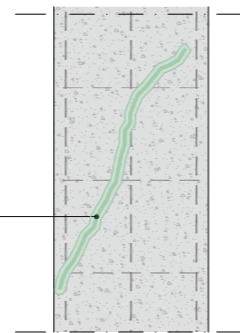
PROSPETTO  
RIPARAZIONE/RICUCITURA DI FESSURE MEDIANTE  
STUCCATURA CON RESINA

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

FASI OPERATIVE DELLA RIPARAZIONE DELLA LESIONE MEDIANTE INIEZIONE

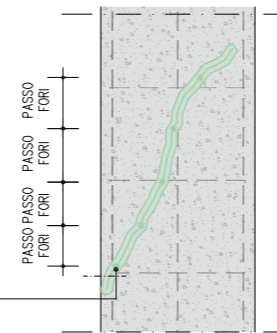
**A)**

SVASATURA DELLA LESIONE MEDIANTE FLESSIBILE. PULIZIA DEL SUBSTRATO ELIMINANDO QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI CON ASPIRATORE. STUCCATURA SUPERFICIALE DELLA LESIONE CON **EPOFIX** O **GEOLITE GEL**



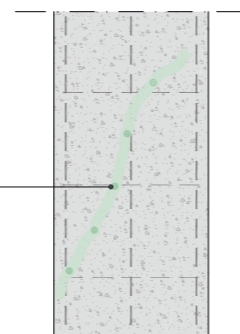
**B)**

REALIZZAZIONE DI FORI DI DIAMETRO MASSIMO 10 mm CON UN INTERASSE MASSIMO DI 20 cm. PULIZIA DEI FORI ELIMINANDO QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE. INSERIMENTO NEI FORI DI INIETTORI PLASTICI FISSATI CON **GEOLITE GEL**



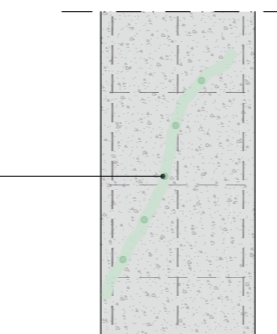
**C)**

INIEZIONE TRAMITE I FORI DI **EPOFILL**, PARTENDO DALL'INIETTORE PIU' BASSO E PROCEDENDO VERSO L'ALTO, FINO ALLA COMPLETA SATURAZIONE DELLA FESSURA



**D)**

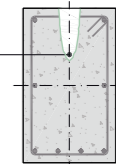
RIMOZIONE DI TUTTI GLI INIETTORI E SIGILLATURA DEI FORI CON **GEOLITE GEL**



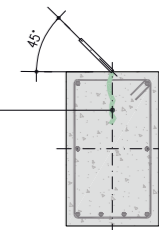
0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

RIPARAZIONE DI LESIONI SU SUPERFICI ORIZZONTALI

PREVENTIVA SVASATURA A V DELLA LESIONE MEDIANTE FLESSIBILE. PULIZIA DEL SUBSTRATO PER ELIMINARE QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI CON ASPIRATORE



NEL CASO LA LESIONE SIA SU UNA SUPERFICIE ORIZZONTALE, COLATA PER GRAVITÀ DI **EPOFILL**



Qualora si debba intonacare o rasare mediante **Geolite Silt** o **Rasobuild Top** si consiglia lo spolvero con **Quarzo 5.12** o sabbia asciutta di opportuna granulometria, sul sistema epossidico ancora fresco, per rendere sufficientemente ruvida la superficie per l'aggrappo.

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

QUADRO NORMATIVO

La riparazione delle fessure in elementi di calcestruzzo armato deve essere effettuata in modo da ripristinare la continuità strutturale di ogni elemento. Le procedure prevedono l'utilizzo di prodotti che, spatolati, iniettati o colati, siano in grado di garantire un'adesione monolitica tra le due parti lesionate e per tutta la profondità della lesione. Le procedure devono prevedere l'utilizzo di prodotti rispondenti ai principi definiti nella EN 1504-9 ("Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizione, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principio generale per l'uso dei prodotti e sistemi") e recanti la marcatura CE in conformità, a seconda delle finalità, ai requisiti prestazionali richiesti dalla norma europea armonizzata EN 1504-4 ("Incollaggio strutturale") ed ai requisiti prestazionali richiesti dalla norma europea armonizzata EN 1504-5 ("Iniezione del calcestruzzo").  
Linee Guida per la riparazione ed il rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni - Dipartimento di Protezione Civile §3.1.2.2

# 1.2 Riprofilatura mediante ripristino monolitico di sezioni in c.a. e trattamento delle armature con geomalta minerale strutturale tixotropica

## PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Irruvidire il substrato in calcestruzzo con asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura", mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, provvedendo all'asportazione in profondità dell'eventuale calcestruzzo ammalorato fino al raggiungimento dello strato di calcestruzzo con caratteristiche di buona solidità, omogeneità e comunque non carbonatato. L'asportazione di materiale ammalorato deve interessare ogni altro elemento che possa fungere da falso aggrappo ai successivi trattamenti e/o getti. Successivamente rimuovere accuratamente la ruggine dai ferri d'armatura, che devono essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbatura. Pulire il substrato, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice. Per riporti a spessore su superfici estese si richiede l'applicazione di un'opportuna armatura metallica di contrasto ancorata al supporto mediante idonea tassellatura.
2. Eventuale armatura integrativa. Prevedere, se necessario, adeguata armatura integrativa, sia longitudinale che di contenimento trasversale, opportunamente calcolata e verificata da tecnico professionista abilitato, e ancorata al supporto esistente. Le armature devono essere distanziate dal supporto e si deve garantire un copriferro adeguato in funzione della classe di esposizione dell'elemento strutturale.
3. Riprofilatura/ripristino monolitico del copriferro e trattamento dei ferri di armatura. Realizzare la protezione dei ferri, il ripristino volumetrico del calcestruzzo mancante e l'eventuale rasatura mediante la geomalta tixotropica **Geolite**. Per velocizzare ed eventualmente modulare i tempi di presa della geomalta è possibile miscelare **Geolite** con **Geolite 40** o **Geolite 10**. Pulito il substrato, eseguire la ricostruzione manualmente (a cazzuola) o mediante idonea macchina spruzzatrice, su fondo saturo ma privo di acqua in superficie, nel rispetto delle corrette tecniche applicative. L'applicazione deve garantire il riempimento di tutte le cavità e l'inglobamento dei ferri d'armatura nella geomalta da ripristino. Terminata l'applicazione procedere alla staggiatura e rifinire con frattazzo di spugna, curando la stagionatura umida delle superfici per almeno 24 ore.
4. Protezione e decorazione. Proteggere e decorare le superfici mediante la geopittura **Geolite Microsilicato** (dopo 4 ore nel caso si utilizzi **Geolite 40** o **Geolite 10**) o mediante la pittura elastomerica **Flex Paint**. 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.

## AVVERTENZE

Prima di effettuare l'intervento verificare l'idoneità della classe di resistenza del calcestruzzo di supporto.

## VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di geomalta minerale, tixotropica a presa normale, a base di geolegante, a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche, per il ripristino monolitico localizzato o generalizzato di sezioni danneggiate o degradate di elementi in calcestruzzo armato e per il contestuale trattamento dei ferri di armatura e rasatura protettiva - tipo **Geolite** di Kerakoll. 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: preparazione della superficie, irruvidimento del calcestruzzo e spazzolatura delle barre d'armatura; inserimento di eventuale armatura integrativa (da contabilizzare a parte) e bagnatura a rifiuto del supporto; applicazione di malta tixotropica minerale per riprofilare e ripristinare il copriferro;

La quantificazione è espressa a metro quadro di sezione ricostruita, considerando uno spessore medio di 10 mm.

1

Preparazione dei supporti.



2

Applicazione di **Geolite**.



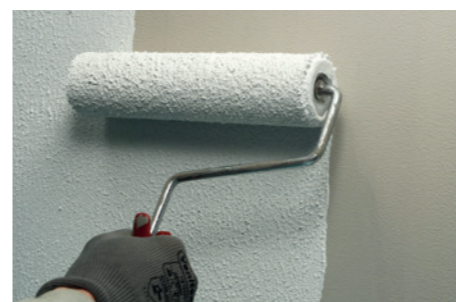
3

Rasatura delle superfici con **Geolite**.



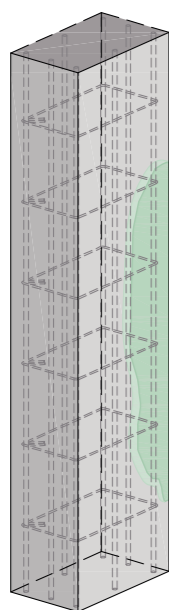
4

Protezione con **Geolite Microsilicato**.

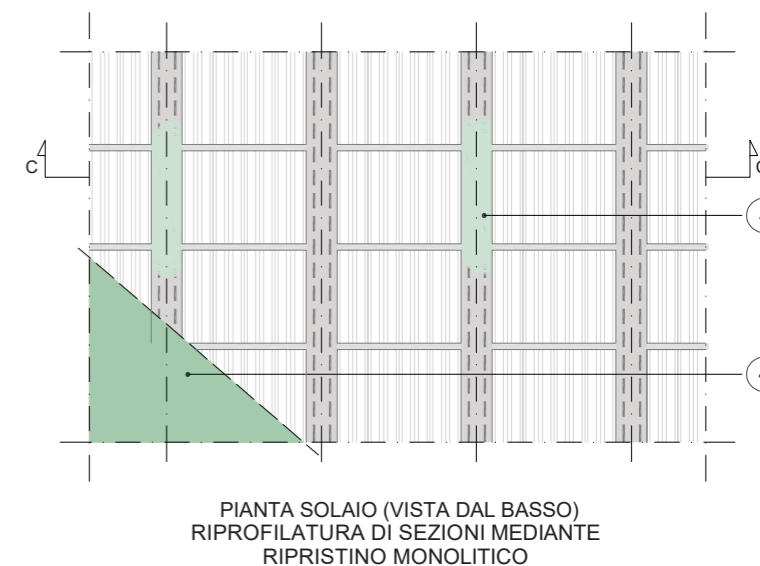
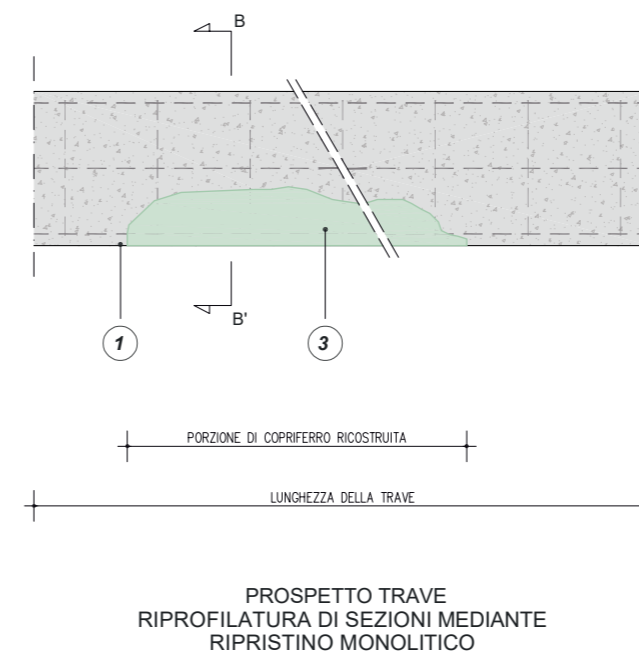
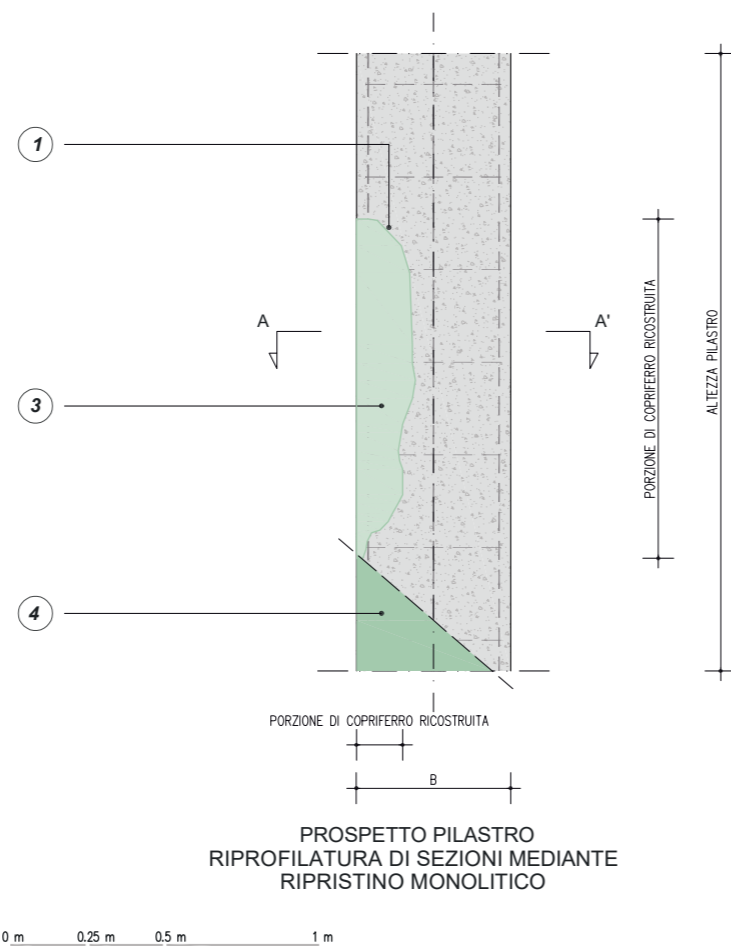


# 1.2

RIPROFILATURA MEDIANTE RIPRISTINO MONOLITICO DI SEZIONI IN C.A. E TRATTAMENTO DELLE ARMATURE CON GEOMALTA MINERALE STRUTTURALE TIXOTROPICA



ASSONOMETRIA RIPRISTINO DEL COPRIFERRO DEL PILASTRO



1 IRRUVIMENTO DEL SUBSTRATO IN CALCESTRUZZO (ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm) MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE. ASPORTAZIONE IN PROFONDITÀ DELL'EVENTUALE CALCESTRUZZO AMMALORATO FINO AL RAGGIUNGIMENTO DELLO STRATO DI CALCESTRUZZO CON CARATTERISTICHE DI BUONA SOLIDITÀ E COMUNQUE NON CARBONATATO. RIMOZIONE DELLA RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBIAURA. PULIZIA DEL SUBSTRATO PER ELIMINARE QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI CON ARIA COMPRESSA O IDROPULITRICE. BAGNATURA A RIFIUTO FINO AD OTTENERE UN SUBSTRATO SATURO, MA PRIVO DI ACQUA IN SUPERFICIE

2 EVENTUALE INSERIMENTO DI ADEGUATA ARMATURA INTEGRATIVA, SIA LONGITUDINALE CHE DI CONTENIMENTO TRASVERSALE, OPPORTUNAMENTE CALCOLATA E VERIFICATA DA TECNICO PROFESSIONISTA ABILITATO. ANCORAGGIO DELLE ARMATURE AL SUPPORTO ESISTENTE, OPPORTUNAMENTE DISTANZIATE GARANTENDO UN COPRIFERRO ADEGUATO IN FUNZIONE DELLA CLASSE DI ESPOSIZIONE

3 APPLICAZIONE DELLA GEOMALTA TIXOTROPICA **GEOLITE**, UTILIZZATA SIA PER LA PROTEZIONE DEI FERRI, SIA PER IL RIPRISTINO VOLUMETRICO DEL CALCESTRUZZO MANCANTE, CHE PER LA RASATURA FINALE. PER VELOCIZZARE E MODULARE I TEMPI DI PRESA È POSSIBILE MISCELARE **GEOLITE** CON **GEOLITE 40** O **GEOLITE 10**. LA RICOSTRUZIONE DEL CALCESTRUZZO PUÒ AVVENIRE MANUALMENTE (A CAZZUOLA) O MEDIANTE IDONEA MACCHINA SPRUZZATRICE, SU FONDO SATURO MA PRIVO DI ACQUA LIQUIDA IN SUPERFICIE, NEL RISPETTO DELLE CORRETTE TECNICHE APPLICATIVE

4 PROTEZIONE E DECORAZIONE DELLE SUPERFICI MEDIANTE LA GEOPITTURA **GEOLITE MICROSILICATO** O MEDIANTE LA PITTURA ELASTOMERICA **FLEX PAINT**

Per riporti a spessore su superfici estese si richiede l'applicazione di un'armatura (rete elettrosaldata o tondino) ancorata al supporto mediante tassellatura. Porre attenzione affinché la geomalta riempia tutte le cavità e inglobi perfettamente i ferri di armatura. Curare la stagionatura umida delle superfici per almeno 24 ore. Qualora necessario, prevedere armatura longitudinale e trasversale integrativa, che va opportunamente calcolata e verificata dal tecnico progettista. Le barre di armatura dovranno essere opportunamente distanziate dal supporto e si dovrà garantire un copriferro minimo di 10 mm (TAV 1.3A - Ricostruzione volumetrica monolitica) e comunque dimensionato in funzione della classe di esposizione.

### QUADRO NORMATIVO

Il D.M. 17.01.2018 stabilisce univocamente i criteri generali di progettazione, di esecuzione e di collaudo degli interventi di ripristino che attengono alle costruzioni esistenti (Capitolo 8); in particolare, richiede che gli interventi sulle costruzioni esistenti devono essere effettuati ricorrendo all'impiego di "Materiali e prodotti per uso strutturale" le cui proprietà vengono stabilite nel Capitolo 11. In accordo con quanto contenuto in suddetto capitolo, i materiali per il ripristino di strutture esistenti in calcestruzzo devono essere identificati e qualificati secondo la serie di Norme EN 1504. Pertanto, la ricostruzione volumetrica per il ripristino del copriferro del calcestruzzo armato avverrà mediante applicazione di malta premiscelata tixotropica, strutturale di Classe R4 in accordo alla EN 1504 - 3 ("Riparazione strutturale e non strutturale"), per applicazione a spruzzo o manuale, nello spessore massimo di 35-40 mm (spessori superiori dovranno essere eseguiti in più strati). Il prodotto deve essere inoltre rispondente ai principi definiti dalla EN 1504 - 9 ("Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principi generali per l'uso dei prodotti e dei sistemi").

# 1.3A

## Rinforzo di pilastri mediante ricostruzione volumetrica monolitica con aumento di sezione e armatura integrativa, con getto collaborante di geomalta minerale strutturale colabile

### PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Irruvidire il substrato in calcestruzzo con asperità maggiore o uguale a 5 mm, pari al grado 9 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura", mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, provvedendo all'asportazione in profondità dell'eventuale calcestruzzo ammalorato fino al raggiungimento dello strato di calcestruzzo con caratteristiche di buona solidità, omogeneità e comunque non carbonatato. L'asportazione di materiale ammalorato deve interessare ogni altro elemento che possa fungere da falso aggrappo ai successivi trattamenti e/o getti. Successivamente può essere necessario rimuovere accuratamente la ruggine dai ferri d'armatura, che devono essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura. Pulire il substrato, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice, e bagnare a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acqua in superficie. Per riporti a spessore su superfici estese si richiede l'applicazione di un'opportuna armatura metallica di contrasto ancorata al supporto mediante idonea tassellatura.
2. Armatura integrativa. Prevedere adeguata armatura integrativa, sia longitudinale che di contenimento trasversale e di contrasto, opportunamente calcolata e verificata da tecnico professionista abilitato, e ancorata al supporto esistente. Le armature devono essere distanziate dal supporto e si deve garantire un copriferro adeguato in funzione della classe di esposizione.
3. Ricostruzione volumetrica monolitica con getto collaborante e trattamento dei ferri di armatura. Realizzare la ricostruzione volumetrica con conseguente aumento della sezione resistente del pilastro con la geomalta colabile **Geolite Magma**. Provveduto alla preparazione del fondo e al posizionamento dell'idonea armatura metallica, applicare **Geolite Magma** per colaggio (a mano o mediante pompa), su fondo saturo ma privo di acqua liquida in superficie, in casseri sigillati e trattati con disarmante, favorendo la fuoriuscita dell'aria, in spessori non inferiori a 10 mm, nel rispetto delle corrette tecniche applicative. Per spessori importanti, confezionare un betoncino aggiungendo **Ghiaia 3.6** (ghiaietto lavato e selezionato in curva granulometrica 3 - 6 mm, conforme alla EN 12620) in misura del 25-40% sul peso di **Geolite Magma**. Curare la stagionatura umida delle superfici nelle prime 24 ore.
4. Protezione e decorazione. Proteggere e decorare le superfici mediante la geopittura **Geolite Microsilicato** o mediante la pittura elastomerica **Flex Paint**.

### AVVERTENZE

Prima di effettuare l'intervento verificare l'idoneità della classe di resistenza del calcestruzzo di supporto.  
In alternativa a **Geolite Magma** è possibile utilizzare la malta tixotropica **Geolite**.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di rinforzo strutturale di pilastri mediante ricostruzione volumetrica monolitica con aumento di sezione tramite getto entro cassero realizzato con geomalta minerale certificata e colabile, a base di geolegante a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche - tipo **Geolite Magma** di Kerakoll. 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 il consolidamento, 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 > 75 MPa (EN 12190), resistenza a trazione per flessione a 28 gg > 9 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).  
L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: preparazione della superficie, irruvidimento del calcestruzzo e spazzolatura delle barre d'armatura; inserimento di eventuale armatura integrativa e realizzazione cassero a tenuta (da contabilizzare a parte) e bagnatura a rifiuto del supporto; applicazione di malta colabile minerale per la ricostruzione volumetrica;  
La quantificazione è espressa a metro quadro di ringrosso realizzato per uno spessore di 5 cm.

1

Preparazione dei supporti.



2

Armatura integrativa.



3

Posizionamento dei casseri.



4

Getto di **Geolite Magma**.



5

Scasseratura dei nuovi getti.



6

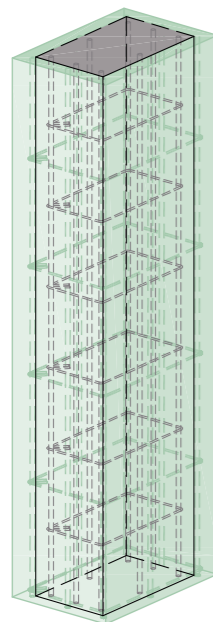
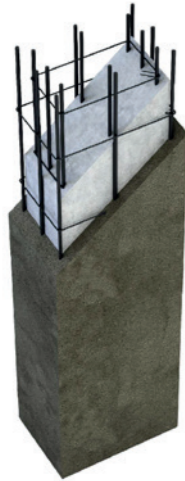
Protezione con **Geolite Microsilicato**.



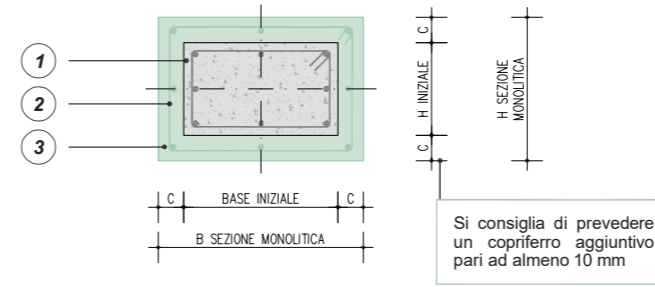
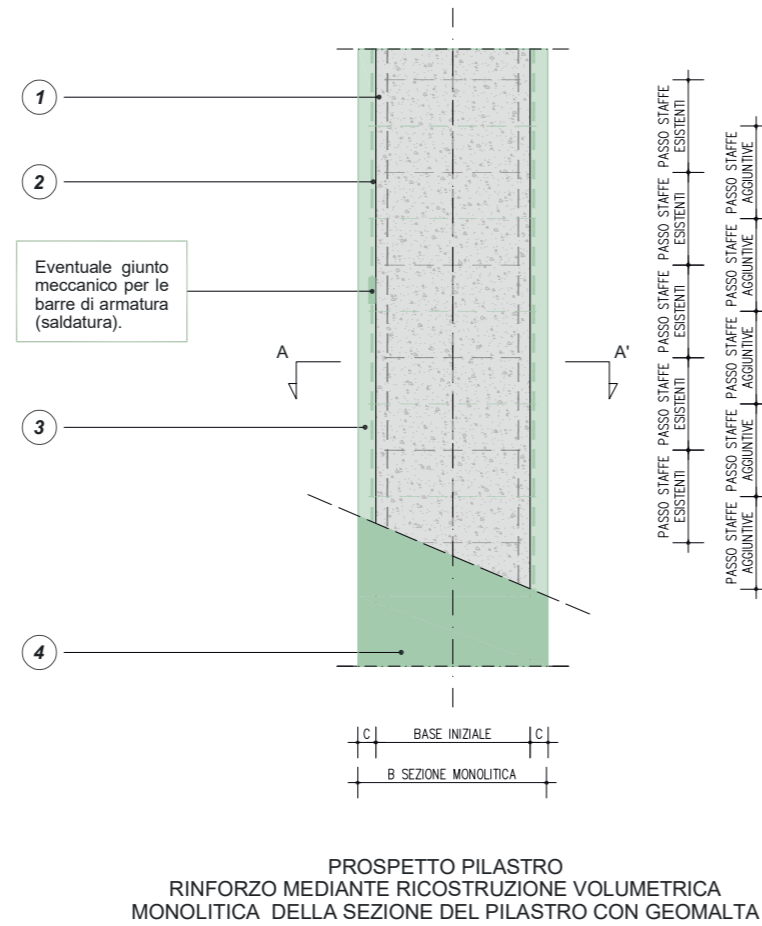
# 1.3A

RINFORZO DI PILASTRI MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA MONOLITICA CON AUMENTO DI SEZIONE E ARMATURA INTEGRATIVA CON GETTO COLLABORANTE DI GEOMALTA MINERALE STRUTTURALE COLABILE

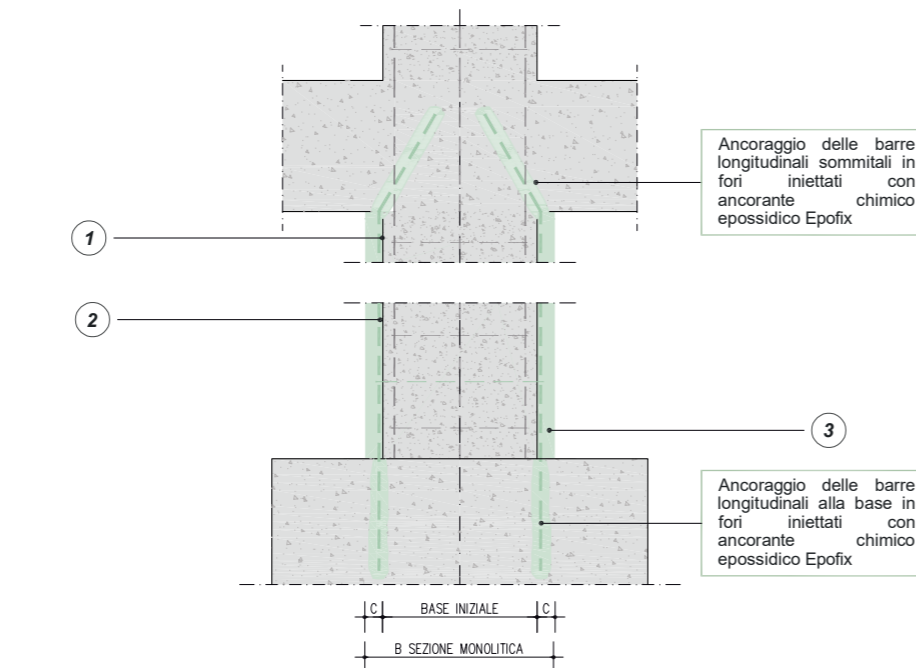
Geoforceone  
Software



ASSONOMETRIA RINGROSSO DELLA SEZIONE DEL PILASTRO



0 m 0,25 m 0,5 m 1 m



0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

L'armatura longitudinale e trasversale integrativa richiede opportuno calcolo e verifica da parte di tecnico professionista abilitato, ponendo attenzione a distanziarla adeguatamente dal supporto.

IRRUVIMENTO DEL SUBSTRATO IN CALCESTRUZZO (ASPERITÀ  $\geq 5$  mm) MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE. ASPORTAZIONE IN PROFONDITÀ DELL'EVENTUALE CALCESTRUZZO AMMALORATO FINO AL RAGGIUNGIMENTO DELLO STRATO DI CALCESTRUZZO CON CARATTERISTICHE DI BUONA SOLIDITÀ, OMOGENEITÀ E COMUNQUE NON CARBONATATO. RIMOZIONE DELLA RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBIAURA. PULIZIA DEL SUBSTRATO PER ELIMINARE QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI, CON ARIA COMPRESSA O IDROPULITRICE. BAGNATURA A RIFIUTO FINO AD OTTENERE UN SUBSTRATO SATURO, MA PRIVO DI ACQUA IN SUPERFICIE. PER RIPORTI A SPESSORE SU SUPERFICI ESTESE SI RICHIEDE L'APPLICAZIONE DI UN'ARMATURA METALLICA DI CONTRASTO ANCORATA AL SUPPORTO MEDIANTE TASSELLATURA

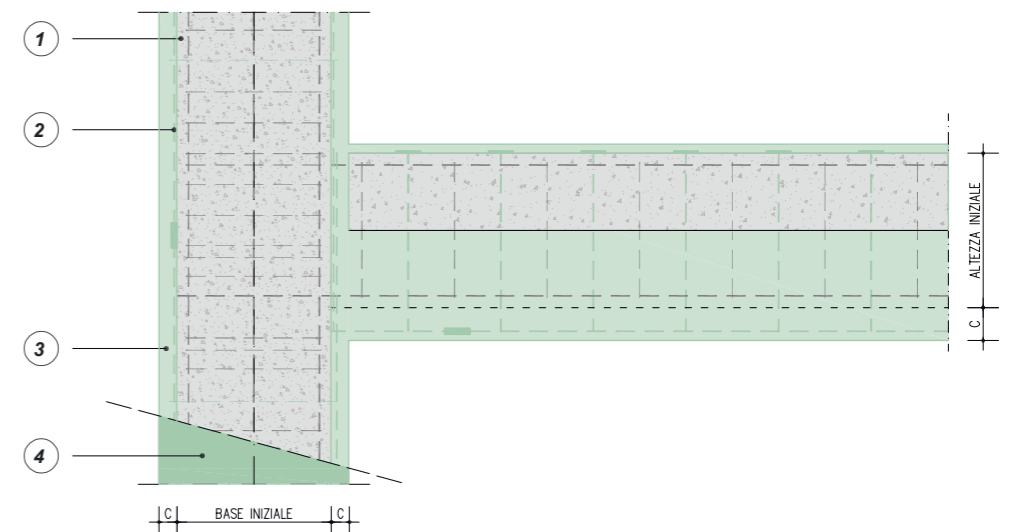
INSERIMENTO DI UNA ADEGUATA ARMATURA INTEGRATIVA, SIA LONGITUDINALE CHE DI CONTENIMENTO TRASVERSALE E DI CONTRASTO, OPPORTUNAMENTE CALCOLATA E VERIFICATA DA TECNICO PROFESSIONISTA ABILITATO. ANCORAGGIO DELLE ARMATURE AL SUPPORTO ESISTENTE, OPPORTUNAMENTE DISTANZIATE GARANTENDO UN COPRIFERRO ADEGUATO IN FUNZIONE DELLA CLASSE DI ESPOSIZIONE

APPLICAZIONE DI **GEOLITE MAGMA** PER COLAGGIO (A MANO O MEDIANTE POMPA) IN CASSERI SIGILLATI E TRATTATI CON DISARMANTE, FAVORENDO LA FUORIUSCITA DELL'ARIA, IN SPESSORI NON INFERIORI A 10 mm. NEL RISPETTO DELLE CORRETTE TECNICHE APPLICATIVE. PER SPESSORI SUPERIORI AI 60 mm, CONFEZIONAMENTO DI UN BETONCINO, AGGIUNDO **GHIAIA 3.6** (CONFORME ALLA EN 12620) NELLA MISURA DEL 25-40% SUL PESO DI **GEOLITE MAGMA**. CURARE LA STAGIONATURA UMIDA DELLE SUPERFICI NELLE PRIME 24 ORE

PROTEZIONE E DECORAZIONE DELLE SUPERFICI MEDIANTE LA GEOPITTURA **GEOLITE MICROSILICATO** O MEDIANTE LA PITTURA ELASTOMERICA **FLEX PAINT**

## SOLUZIONI PARTICOLARI

Durante la messa in opera è consigliabile accertarsi che il nuovo getto non presenti vuoti che potrebbero compromettere l'intervento di rinforzo.



## QUADRO NORMATIVO

### Incamicatura in c.a.

A pilastri o pareti possono essere applicate camicie di c.a. per conseguire tutti o alcuni dei seguenti obiettivi:

- aumento della capacità portante verticale;
- aumento della resistenza a flessione e/o taglio;
- aumento della capacità in termini di deformazione;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione.

Lo spessore delle "camicie" deve essere tale da consentire il posizionamento di armature longitudinali e trasversali e la realizzazione di uno spessore del copriferro adeguato.

Ai fini della valutazione della resistenza e della deformabilità di elementi incamiciati sono accettabili le seguenti ipotesi semplificative:

- l'elemento incamiciato si comporta monoliticamente, con piena aderenza tra il calcestruzzo vecchio e il nuovo;
  - il carico assiale si considera applicato alla sola porzione preesistente dell'elemento per i soli carichi permanenti, all'intera sezione incamiciata per i carichi variabili e per le azioni sismiche;
  - le proprietà meccaniche del calcestruzzo della camicia si considerano estese all'intera sezione se le differenze fra i due materiali non sono eccessive.
- (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 § C8.7.4.2.1)

POWERED BY

kerakoll

ENGINEERED BY

ASDEA

# 1.3B

## Rinforzo di pilastri mediante ricostruzione volumetrica monolitica ed aumento di sezione, con getto collaborante di geomalta minerale colabile fibrorinforzata ad altissima prestazione



### PRESCRIZIONE

- Preparazione dei supporti. Irruvidire il supporto in calcestruzzo con asperità maggiore o uguale a 5 mm, pari al grado 9 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura", mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, provvedendo all'asportazione in profondità dell'eventuale calcestruzzo ammalorato fino al raggiungimento dello strato di calcestruzzo con caratteristiche di buona solidità, omogeneità e comunque non carbonatato. L'asportazione di materiale ammalorato deve interessare ogni altro elemento che possa fungere da falso aggrappo ai successivi trattamenti e/o getti. Successivamente può essere necessario rimuovere accuratamente la ruggine dai ferri d'armatura, che devono essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura. Pulire il substrato, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice, e bagnare a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acqua in superficie. Per riporti ad alto spessore su superfici estese potrebbe essere richiesta l'applicazione di un'opportuna armatura metallica ancorata al supporto mediante idonea tassellatura.
- Ricostruzione volumetrica monolitica con getto collaborante e trattamento dei ferri di armatura. Realizzare la ricostruzione volumetrica con conseguente aumento della sezione resistente del pilastro con la geomalta minerale colabile fibrorinforzata ad elevata duttilità nel sistema **Geolite FRC - Geolite Magma Xenon & Steel Fiber** (Fiber Reinforced Concrete). Effettuare l'aumento di sezione resistente per colaggio in casseri sigillati e trattati con disarmante, su fondo saturo ma privo di acqua in superficie, favorendo la fuoriuscita dell'aria, in spessore minimo di 15 mm, nel rispetto delle corrette tecniche applicative. La preparazione dell'impasto può essere effettuata in betoniera o per ridotte quantità in secchio, utilizzando un trapano con frusta a basso numero di giri (mantenendo la corretta proporzione tra fibre metalliche corte e polvere pari al 6,5% in peso). Curare la stagionatura umida delle superfici nelle prime 48 ore.
- Protezione e decorazione. Proteggere e decorare le superfici mediante la geopittura **Geolite Microsilicato** o mediante la pittura elastomerica **Flex Paint**.

### AVVERTENZE

Prima di effettuare l'intervento verificare l'idoneità della classe di resistenza del calcestruzzo di supporto.

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla geomalta **Geolite Magma Xenon**, la geomalta colabile **Geolite Magma** sempre in abbinamento alle fibre metalliche corte **Steel Fiber**, mantenendo invariato il rapporto del 6,5% in peso.

Nel caso sia necessario realizzare un ringrosso di spessore superiore ai 30 mm, il progettista può prevedere l'utilizzo della geomalta **Geolite Magma Xenon** in abbinamento alle fibre metalliche uncinato **Steel Fiber Hook**, miscelate in rapporto del 3,5% del peso.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema FRC (Fiber Reinforced Concrete) per il rinforzo di pilastri mediante ricostruzione volumetrica monolitica con aumento di sezione mediante getto entro cassero, realizzato con geomalta minerale certificata e colabile, a base di geolegante a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche miscelata con fibre di acciaio ad alta resistenza e alto indice di carbonio - tipo sistema **Geolite FRC** realizzato con **Geolite Magma Xenon** in abbinamento a **Steel Fiber** di Kerakoll - caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a compressione a 28 gg (valore caratteristico) > 106,5 MPa (EN 12190-3); resistenza a trazione per flessione a 28 gg 7,4 MPa (valore medio CNR DT 204); modulo elastico a compressione a 28 gg > 43,41 GPa (NTC 2018); classe di tenacità  $f_{R,1k}=9,54$  MPa,  $f_{R,2k}=8,83$  MPa,  $f_{R,3k}=7,33$  MPa e  $f_{R,4k}=6,10$  MPa e  $f_{R,1k}/f_{R,3k}=0,768$  (valori caratteristici, EN 14651). 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 il consolidamento, dalla EN 1504-6 per l'ancoraggio ad effetto espansivo di armatura in acciaio. Le fibre sono provviste di marcatura CE 14889-1 e hanno le seguenti caratteristiche: lunghezza 13 mm, diametro 0,20 mm; resistenza a trazione  $\geq 3100$  MPa; modulo elastico  $\geq 200$  GPa.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: preparazione della superficie, irruvidimento del calcestruzzo; realizzazione cassero a tenuta (da contabilizzare a parte) e bagnatura a rifiuto del supporto; miscelazione e applicazione del sistema FRC.

La quantificazione è espressa a metro quadro di ringrosso realizzato per uno spessore di 3 cm.

1

Preparazione dei supporti.



2

Posizionamento dei casseri.



3

Miscelazione del sistema **Geolite FRC**.



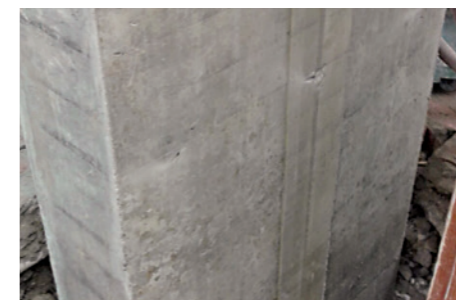
4

Getto del sistema **Geolite FRC**.



5

Scasseratura dei nuovi getti.



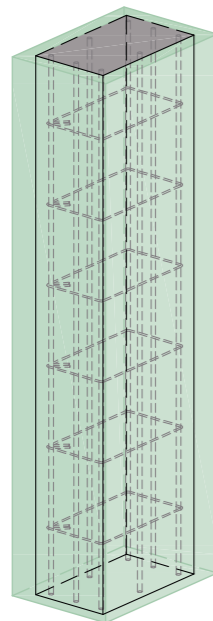
6

Protezione con **Geolite Microsilicato**.

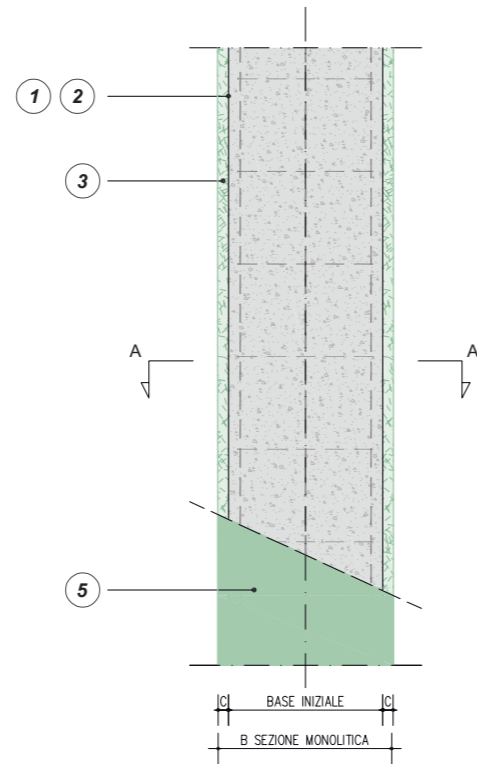


# 1.3B

RINFORZO DI PILASTRI MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA MONOLITICA ED AUMENTO DI SEZIONE CON GETTO COLLABORANTE DI GEOMALTA MINERALE COLABILE FIBRORINFORZATA AD ALTISSIMA PRESTAZIONE

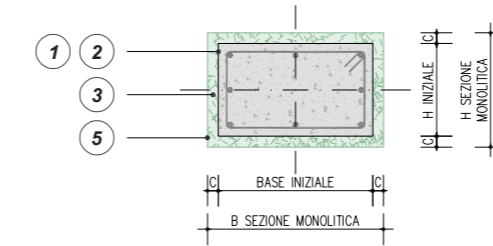


ASSONOMETRIA RINGROSSO DELLA SEZIONE DEL PILASTRO MEDIANTE SISTEMI GEOLITE FRC



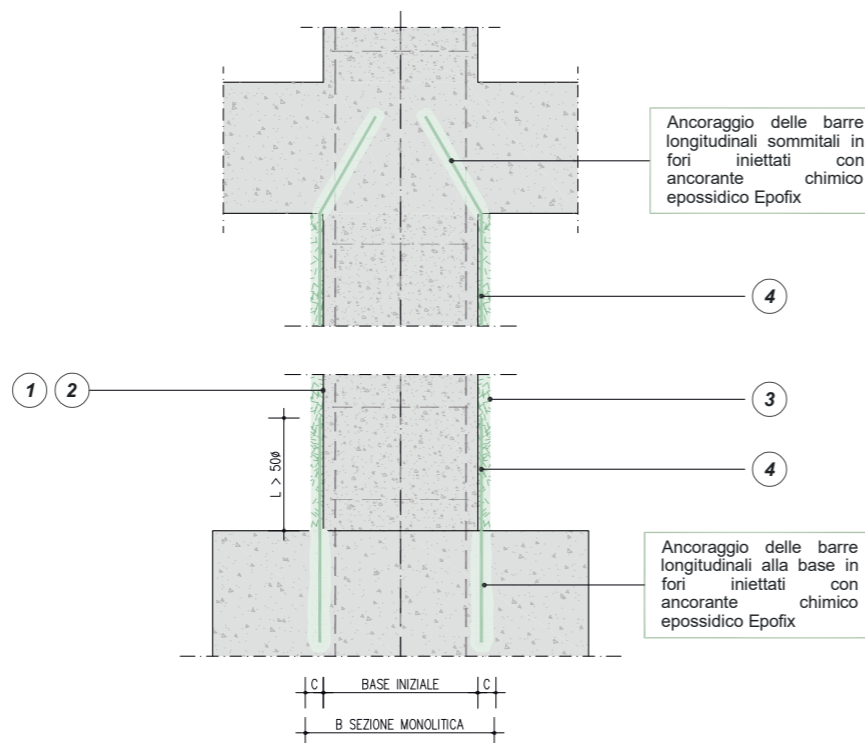
PROSPETTO DEL PILASTRO RINFORZO MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA MONOLITICA DELLA SEZIONE CON SISTEMI GEOLITE FRC

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m



SEZIONE A-A' RINFORZO MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA MONOLITICA DELLA SEZIONE DEL PILASTRO CON SISTEMI GEOLITE FRC

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m



SCHEMA DI ANCORAGGIO SOMMITALE E ALLA BASE RINFORZO MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA MONOLITICA DELLA SEZIONE CON SISTEMI GEOLITE FRC

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

IRRUVIMENTO DEL SUBSTRATO IN CALCESTRUZZO (ASPERITÀ  $\geq 5$  mm) MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE, ASPORTAZIONE IN PROFONDITÀ DELL'EVENTUALE CALCESTRUZZO AMMALORATO FINO AL RAGGIUNGIMENTO DELLO STRATO DI CALCESTRUZZO CON CARATTERISTICHE DI BUONA SOLIDITÀ, OMOGENEITÀ E COMUNQUE NON CARBONATATO. RIMOZIONE DELLA RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBATURA. PULIZIA DEL SUBSTRATO PER ELIMINARE QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI, CON ARIA COMPRESSA O IDROPULTRICE

1

BAGNATURA A RIFIUTO FINO AD OTTENERE UN SUBSTRATO SATURO, MA PRIVO DI ACQUA IN SUPERFICIE

2

APPLICAZIONE DI SISTEMI **GEOLITE FRC: GEOLITE MAGMA XENON & STEEL FIBER** O **GEOLITE MAGMA & STEEL FIBER** PER COLAGGIO A MANO IN CASSERI SIGILLATI E TRATTATI CON DISARMANTE, FAVORENDO LA FUORIUSCITA DELL'ARIA, IN SPESSORE MINIMO DI 15 mm, NEL RISPETTO DELLE CORRETTE TECNICHE APPLICATIVE, CURANDO LA STAGIONATURA UMIDA DELLE SUPERFICI NELLE PRIME 48 ORE

3

L'intervento richiede opportuno calcolo e verifica da parte di tecnico professionista abilitato. Ove necessario, predisporre adeguati connettori a taglio per i quali sono riportate alcune soluzioni nei dettagli appositi. Inoltre, per riporti maggiori di 30 mm si consiglia l'utilizzo di **Steel Fiber Hook** in abbinamento a **Geolite Magma Xenon** o, in alternativa, l'applicazione di un'armatura metallica di contrasto adeguatamente ancorata al supporto. Si consulti TAV 1.3A per maggiori informazioni.

FERRI DI RIPRESA PER LA CONNESSIONE TRA RINFORZO E STRUTTURA ESISTENTE

4

PROTEZIONE E DECORAZIONE DELLE SUPERFICI MEDIANTE LA GEOPITTURA **GEOLITE MICROSILICATO** O MEDIANTE LA PITTURA ELASTOMERICA **FLEX PAINT**

5

Nel caso in cui nell'intervento si faccia uso di materiali compositi, ai fini delle verifiche di sicurezza degli elementi rinforzati, si possono utilizzare 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)

[...] in accordo con quanto previsto dall'Eurocodice 2 (EC2), la valutazione del momento ultimo per un assegnato sforzo normale resistente può eventualmente essere effettuata sulla base di legami costitutivi semplificati (legami corrispondenti alla massima tensione di compressione e alla tensione di post-fessurazione a trazione [...]), verificando a posteriori che non siano violate le deformazioni ultime  $\epsilon_{cu}$ ,  $\epsilon_{su}$  ed  $\epsilon_{Fu}$  dei materiali e, nel contempo, la modalità di rottura. (CNR - DT 204/2006 § 4.1.2)

## QUADRO NORMATIVO

### Incamicatura in c.a.

A pilastri o pareti possono essere applicate camicie di c.a. per conseguire tutti o alcuni dei seguenti obiettivi:

- aumento della capacità portante verticale;
- aumento della resistenza a flessione e/o taglio;
- aumento della capacità in termini di deformazione;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione.

Lo spessore delle "camicie" deve essere tale da consentire il posizionamento di armature longitudinali e trasversali e la realizzazione di uno spessore del copriferro adeguato. Ai fini della valutazione della resistenza e della deformabilità di elementi incamiciati sono accettabili le seguenti ipotesi semplificative:

- l'elemento incamiciato si comporta monoliticamente, con piena aderenza tra il calcestruzzo vecchio e il nuovo;
- il carico assiale si considera applicato alla sola porzione preesistente dell'elemento per i soli carichi permanenti, all'intera sezione incamiciata per i carichi variabili e per le azioni sismiche;
- le proprietà meccaniche del calcestruzzo della camicia si considerano estese all'intera sezione se le differenze fra i due materiali non sono eccessive.

(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 § C8.7.4.2.1)

POWERED BY

kerakoll

ENGINEERED BY

ASDEA

## 1.4A

## Rinforzo a flessione 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 stonatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
2. Applicazione del sistema di rinforzo. Realizzare il sistema di rinforzo strutturale a flessione Steel Reinforced Grout **Geosteel SRG** (abbinamento di fibra di acciaio e malta minerale strutturale tixotropica a base di geolegante) disponendo le fasce longitudinali 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**, 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. Alle estremità, procedere alla realizzazione del sistema di ancoraggio sfioccando il tessuto, realizzando code cilindriche e inghisando con **Geolite Magma**, **Geolite Gel** o **Epofix**. 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. 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.

## 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/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m<sup>2</sup>; 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**.

## VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRG (Steel Reinforced Grout) per il rinforzo a flessione 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 mm<sup>2</sup>; 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 bagnatura a rifiuto delle superfici; 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; eventuale ancoraggio delle estremità del tessuto in fibra d'acciaio tramite arrotolamento del tessuto e inghisaggio delle code all'interno dei fori precedentemente realizzati con adesivo minerale epossidico o placcaggio con elementi metallici installati con adesivo minerale epossidico (da contabilizzare a parte).

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

1 Preparazione delle superfici di supporto.



2 Applicazione prima mano di **Geolite**.



3 Realizzazione dei sistemi di ancoraggio d'estremità.



4 Installazione del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



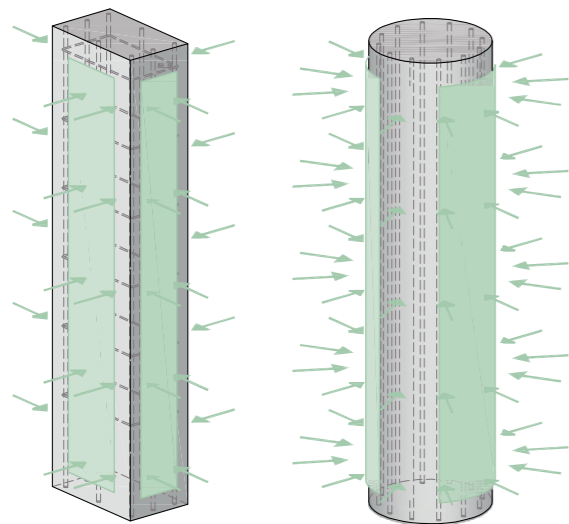
5 Applicazione seconda mano di **Geolite**.



# 1.4A

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

Geoforceone  
Software

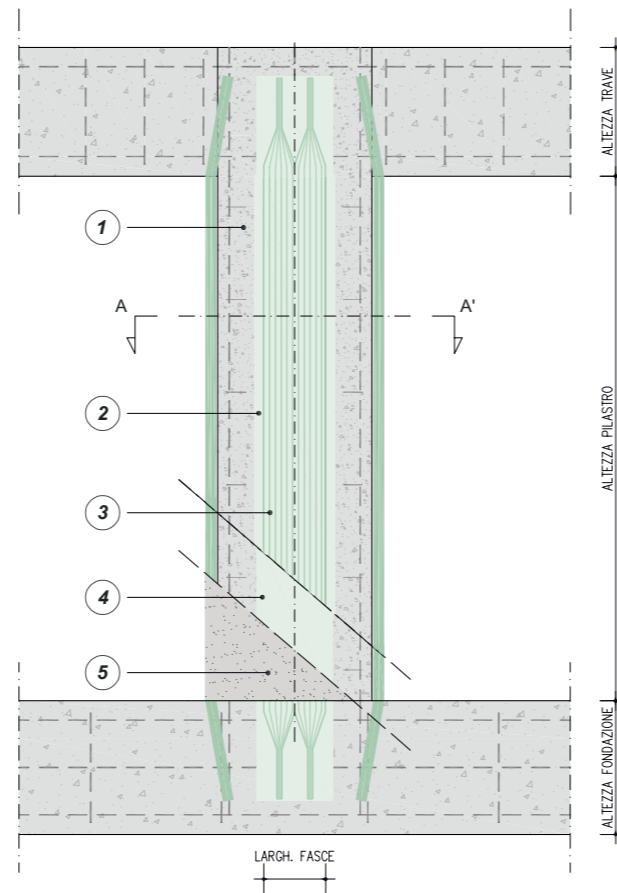


VISTA ASSONOMETRICA CONFINAMENTO DEL PILASTRO

NOTE

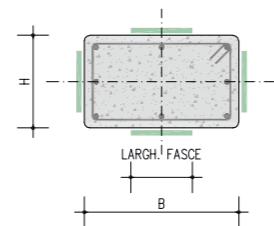
E' possibile ottimizzare la disposizione del rinforzo per aumentare la capacità flessionale.  
Nota bene: la normativa CNR-DT 215/2018, al paragrafo 5, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 N/mm rinforzo per aderenza.

POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



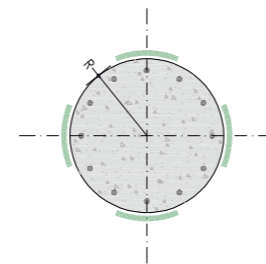
PROSPETTO RINFORZO A FLESSIONE DEL PILASTRO MEDIANTE FASCE LONGITUDINALI CON GEOSTEEL G600/G1200

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m



SEZIONE RETTANGOLARE A-A' RINFORZO A FLESSIONE DEL PILASTRO MEDIANTE FASCE LONGITUDINALI CON GEOSTEEL G600/G1200

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m



SEZIONE CIRCOLARE A-A' RINFORZO A FLESSIONE DEL PILASTRO MEDIANTE FASCE LONGITUDINALI CON GEOSTEEL G600/G1200

Si consiglia una lunghezza di sovrapposizione  $L_s$  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)  
Deve essere assicurata un'adeguata sovrapposizione delle reti di rinforzo, seguendo le istruzioni contenute nel manuale di installazione. [...] Particolari indicazioni, supportate da adeguate sperimentazioni, devono essere fornite nei manuali di installazione per interventi di confinamento con reti di acciaio. Attesa la rigidità flessionale di queste reti, la lunghezza di sovrapposizione deve essere infatti in grado di prevenire fenomeni di distacco.  
(CNR - DT 215/2018 §6)  
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)  
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

1 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

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

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

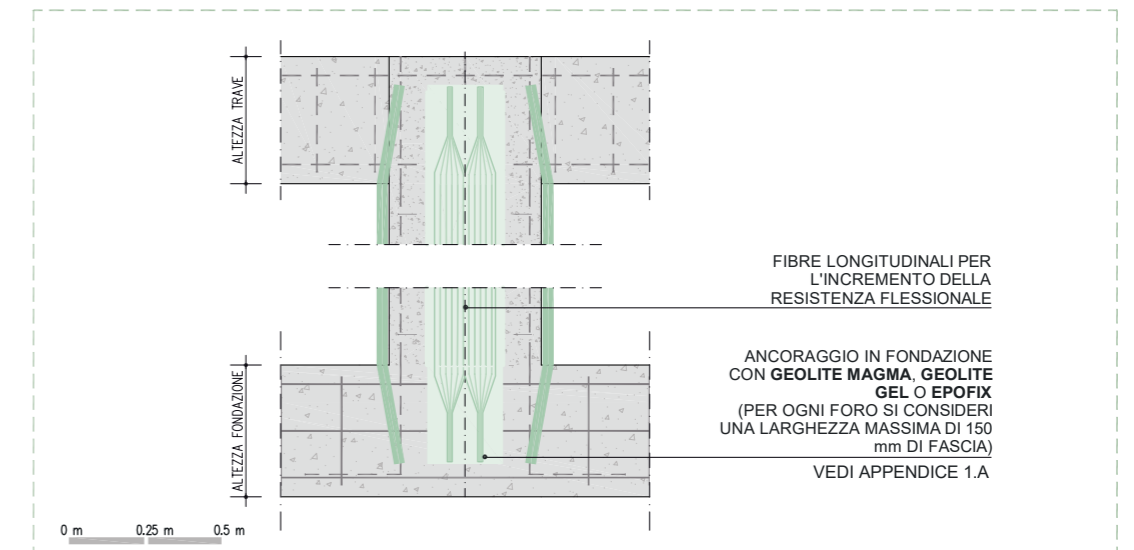
Il rinforzo a flessione viene eseguito applicando strisce di tessuto al lembo teso dell'elemento di cui si vuole incrementare la capacità flessionale. L'intervento consente inoltre la riduzione delle deformazioni sotto i carichi di servizio, anche se spesso in modo non sostanziale, e la limitazione degli stati fessurativi. (CNR - DT 215/2018 §2.2.2.1)

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

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.

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

PARTICOLARI DI ANCORAGGIO



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

0 m 0,25 m 0,5 m

# 1.4B

## Rinforzo a flessione di pilastri mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico



### 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 la superficie mediante scarifica meccanica garantendo asperità di almeno 0,5 mm, pari al grado 5 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura". Pulire e rimuovere polveri e oli che possano compromettere l'adesione del sistema mediante aria compressa. In caso di supporto evidentemente degradato, non planare o danneggiato da eventi gravosi, rimuovere in profondità eventuale calcestruzzo ammalorato mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, avendo cura di irruvidire il substrato con asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazioni supporti c.a. e muratura"; 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**. Concludere la preparazione del supporto mediante stonatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
2. Applicazione del sistema di rinforzo. Realizzare il sistema di rinforzo strutturale a flessione Steel Reinforced Polymer **Geosteel SRP** (abbinamento di fibra di acciaio e adesivo minerale epossidico) disponendo le fasce longitudinali come da progetto, a cura di tecnico abilitato. Applicare una prima mano dell'adesivo minerale epossidico **Geolite Gel**, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio 2 – 3 mm) per adagiare e inglobare il tessuto di rinforzo. Successivamente applicare, sulla matrice ancora fresca, il tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato UHTSS **Geosteel G**, garantendo il perfetto inglobamento del nastro nello strato di matrice, esercitando un'energica pressione con spatola o rullo in acciaio e avendo cura che la stessa fuoriesca dai trefoli, garantendo un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice. Alle estremità, procedere alla realizzazione del sistema di ancoraggio sfocciando il tessuto, realizzando code cilindriche e inghisando con **Geolite Gel** o **Epofix**. Concludere l'applicazione con la rasatura finale protettiva (spessore complessivo del rinforzo 3 – 4 mm) per il totale ricoprimento del tessuto in acciaio, agendo fresco su fresco. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa del secondo strato di fibra sullo strato di matrice ancora fresca. Nel caso in cui il sistema installato debba essere intonacato o mascherato mediante rasatura, si consiglia l'utilizzo di **Geolite Silt**, **Geocalce Multiuso** o **Rasobuild Top**, avendo cura, a resina ancora fresca, di eseguire uno spolvero di **Quarzo 5.12** o sabbia asciutta di opportuna granulometria per facilitarne l'aggrappo.
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 matrice, si consiglia l'applicazione finale 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.

### AVVERTENZE

**Geosteel G** viene fornito per il sistema SRP in n. 4 grammature utili in funzione delle esigenze di calcolo:

- **Geosteel G600** (grammatura: 670 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 3,14; spessore equivalente del nastro = 0,169 mm)
- **Geosteel G2000** (grammatura: 2000 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 4,72; spessore equivalente del nastro = 0,254 mm)
- **Geosteel G3300** (grammatura: 3300 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 7,09; spessore equivalente del nastro = 0,381 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**.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRP (Steel Reinforced Polymer) per il rinforzo a flessione 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 3300 g/mq, impregnato con sistema epossidico bicomponente in gel tixotropico, provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla norma EN 1504-4 per incollaggio di elementi strutturali e dalla norma EN 1504-6 per l'inghisaggio di barre di ancoraggio – tipo **Geosteel SRP** realizzato con **Geosteel G3300** abbinato a **Geolite Gel** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione  $\geq 2970$  MPa, deformazione a trazione  $\geq 0,015$  mm/mm; modulo di elasticità a trazione  $E \geq 216$  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 mm<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 7,09 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,381 mm. Caratteristiche tecniche certificate del sistema epossidico: Euroclasse di reazione al fuoco D-s2,d0 (EN 13501-1); emissione di sostanze organiche volatili EC1 Plus certificato GEV-Emicode; temperatura di transizione vetrosa +60 °C (EN 12614).

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 un'asperità di almeno 0,5 mm; stesura di un primo strato di spessore di circa 2 – 3 mm, di adesivo minerale epossidico; con adesivo ancora fresco, 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 matrice, fino a completa copertura del tessuto di rinforzo per uno spessore complessivo del rinforzo di 3 – 4 mm; eventuale ripetizione delle fasi precedenti per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto; eventuale ancoraggio delle estremità del tessuto in fibra d'acciaio tramite arrotolamento del tessuto e inghisaggio delle code all'interno dei fori precedentemente realizzati con adesivo minerale epossidico o placcaggio con elementi metallici installati con adesivo minerale epossidico (da contabilizzare a parte).

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

1 Preparazione della superficie di supporto.



2 Applicazione prima mano di **Geolite Gel**.



3 Realizzazione dei sistemi di ancoraggio d'estremità.



4 Installazione del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



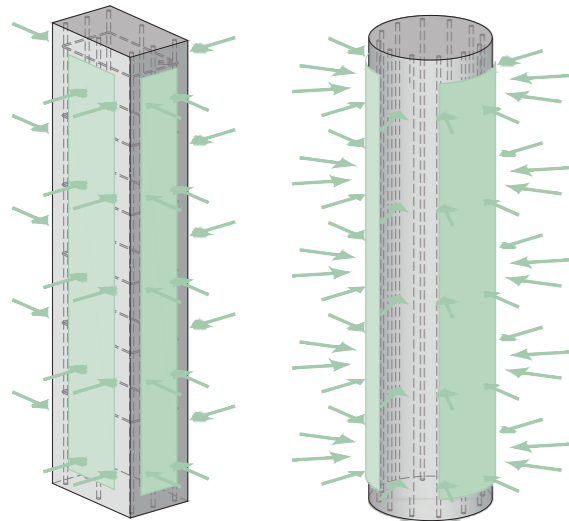
5 Applicazione seconda mano di **Geolite Gel**.



# 1.4B

RINFORZO A FLESSIONE DI PILASTRI MEDIANTE PLACCAGGIO CON TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E ADESIVO EPOSSIDICO

Geoforceone  
Software



VISTA ASSONOMETRICA  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO

**NOTE**

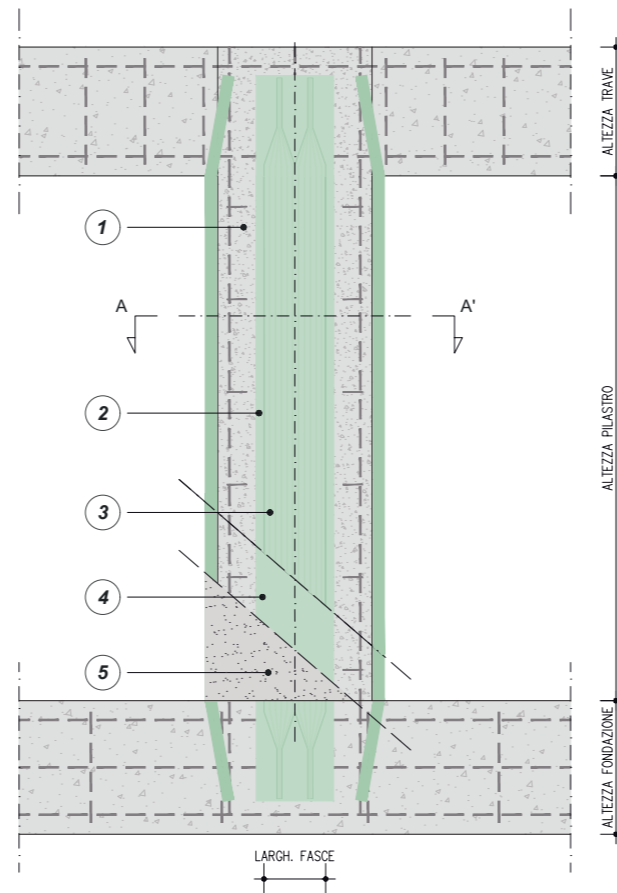
E' possibile ottimizzare la disposizione del rinforzo per aumentare la capacità flessionale  
Nota bene: la normativa CNR-DT R2/200 2025, al paragrafo 4.9.1.1, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 MPa nel caso del rinforzo per aderenza.

POWERED BY

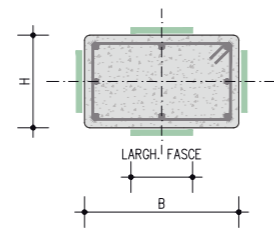
kerakoll

ENGINEERED BY

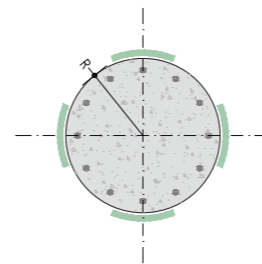
ASDEA



PROSPETTO  
RINFORZO A FLESSIONE DEL PILASTRO MEDIANTE  
FASCE LONGITUDINALI CON GEOSTEEL  
G600/G1200/G2000/G3300



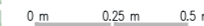
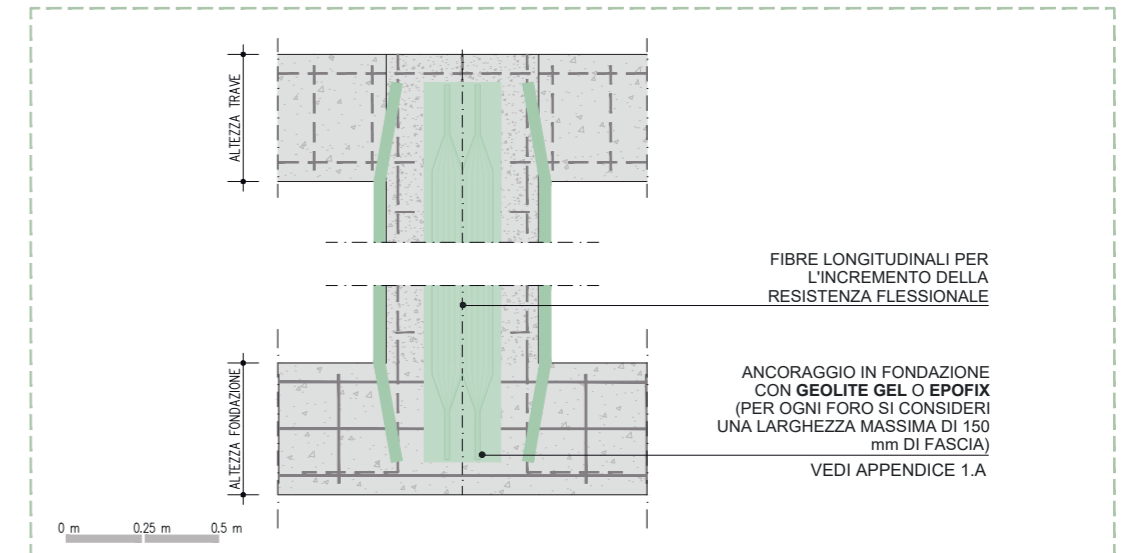
SEZIONE RETTANGOLARE A-A'  
RINFORZO A FLESSIONE DEL PILASTRO  
MEDIANTE FASCE LONGITUDINALI CON  
GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300



SEZIONE CIRCOLARE A-A'  
RINFORZO A FLESSIONE DEL PILASTRO  
MEDIANTE FASCE LONGITUDINALI CON  
GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300

Si consiglia una lunghezza di sovrapposizione  $L_s$  pari ad un minimo di 20 cm.

PARTICOLARI DI ANCORAGGIO



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 0,5 mm.

1 Dopo aver accertato la qualità del substrato ed aver eventualmente provveduto al ripristino del calcestruzzo ammalorato ed al trattamento delle barre metalliche, può essere opportuno ricorrere ad un ulteriore provvedimento di sabbatura a carico della superficie interessata dal rinforzo. [...] Nel caso in cui si operi su una superficie di calcestruzzo che non necessiti di ripristino, ma che sia di qualità scadente, è opportuno valutare la possibilità di applicare su di essa un consolidante. [...] In generale, è necessario verificare che sulla superficie di applicazione del rinforzo non siano presenti polveri, grassi, idrocarburi e tensioattivi. (CNR - DT 200 R2/2025 § 4.9.1.3)

2 STESURA SUL SUPPORTO DI UNO SPESSORE MEDIO DI 2-3 mm DI GEOLITE GEL, PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO.

3 INSTALLAZIONE TESSUTO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO DISPOSTO IN FASCE PARALLELE ALL'ASSE DELL'ELEMENTO.

4 RASATURA FINALE PROTETTIVA FRESCO SU FRESCO CON GEOLITE GEL PER UNO SPESSORE COMPLESSIVO DEL RINFORZO PARI A 3-4 mm PER INGLOBARE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI. IN PRESENZA DI AMBIENTI PARTICOLARMENTE AGGRESSIVI O PER UN'ULTERIORE PROTEZIONE, SI CONSIGLIA L'APPLICAZIONE DI FLEX PAINT.

5 RASATURA MEDIANTE GEOLITE SILT, GEOCALCE MULTIUSO O RASOBUILD TOP CON UNO SPOLVERO DI QUARZO 5.12 O SABBIA ASCIUTTA DI OPPORTUNA GRANULOMETRIA SUL SISTEMA EPOSSIDICO ANCORA FRESCO PER EVENTUALE INTONACATURA.

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)  
Il rinforzo a flessione si rende necessario per elementi strutturali soggetti ad un momento flettente di progetto maggiore della corrispondente resistenza. [...] Il rinforzo a flessione con materiali compositi può essere realizzato applicando al lembo teso dell'elemento da rinforzare una o più lamine composite preformate, ovvero uno o più strati di tessuti FRP o SFRP impregnati in situ [...] (dt r2/200 2025 4.3.1)  
(CNR - DT R2/200 2025 § 4.3.1)  
Nella messa in opera di sistemi di rinforzo realizzati in situ le fibre devono essere disposte secondo l'orientamento previsto in progetto e devono essere esenti da ondulazioni.  
(CNR - DT R2/200 2025 § 4.9.2.2)  
La lunghezza ottimale di ancoraggio può essere stimata mediante la formula (4.1)  
(CNR - DT R2/200 2025 § 4.1.2)

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

## 1.5A

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



## PRESCRIZIONE

- 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 stonatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
- 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**.
- 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.

## 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/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m<sup>2</sup>; 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**.

## 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 mm<sup>2</sup>; 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 stonatura 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.

1 Smussatura degli spigoli del pilastro



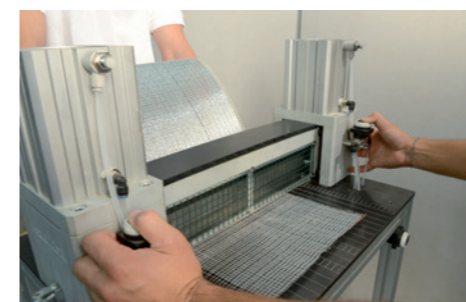
2 Preparazione delle superfici di supporto.



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**.



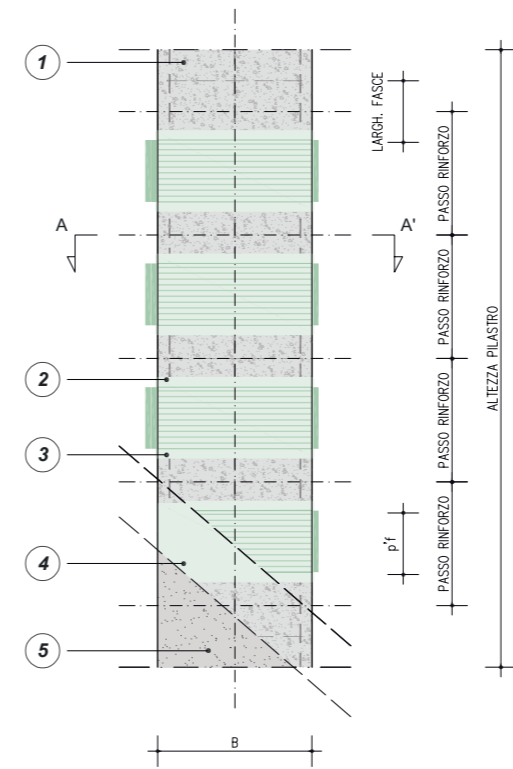
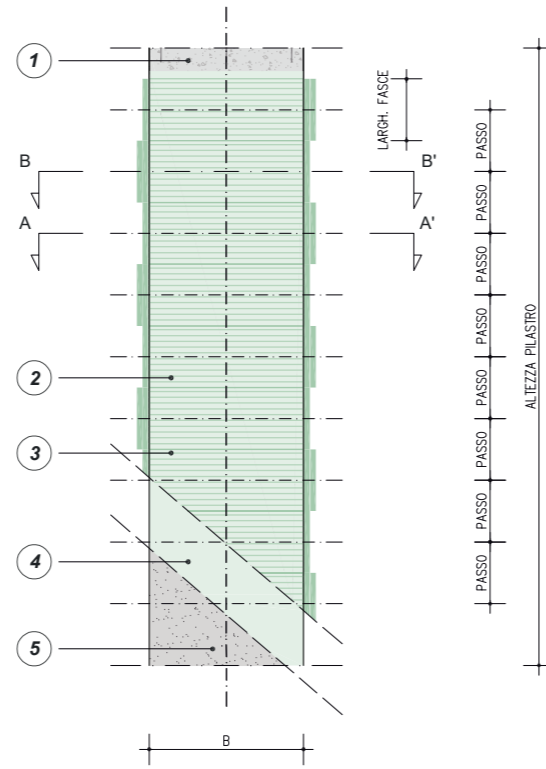
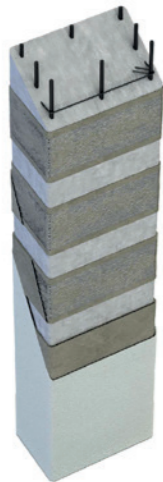
6 Installazione del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G** e applicazione seconda mano di **Geolite**.



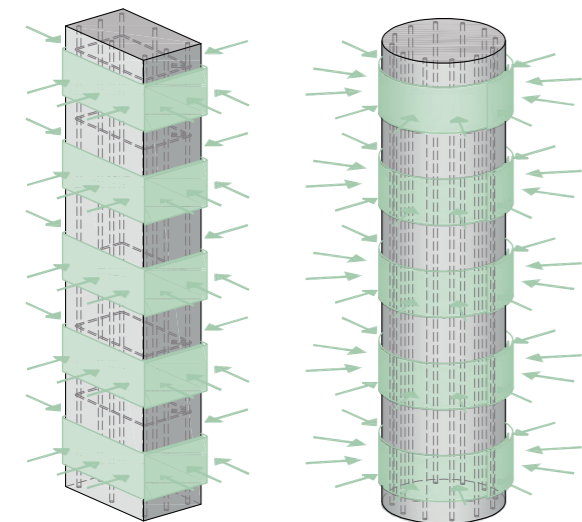
# 1.5A

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

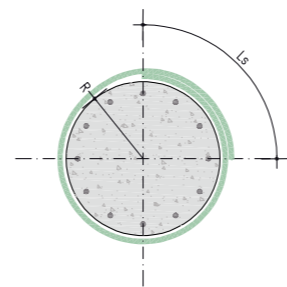
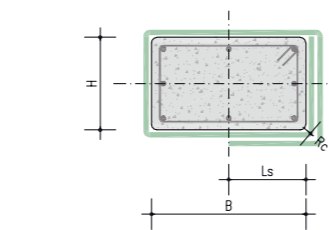
Geoforceone  
Software



0 m 0.25 m 0.5 m 1 m



VISTA ASSONOMETRICA  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO



0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

Si consiglia una lunghezza di sovrapposizione  $L_s$  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, OLII 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)

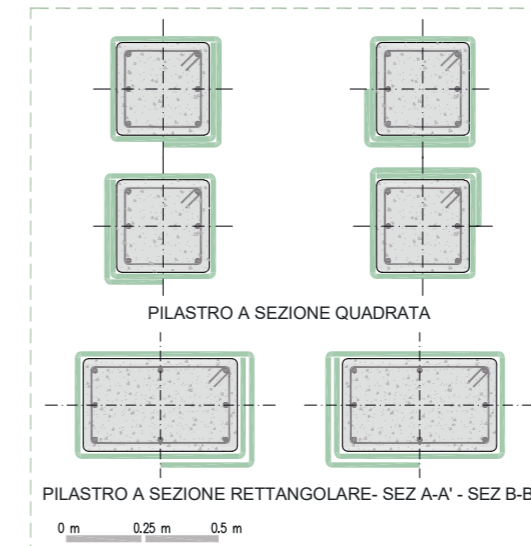
Come per le murature, la fasciatura di elementi sottoposti a compressione centrata o in presenza di piccole eccentricità permette di aumentare la duttilità dell'elemento ed aumentarne la capacità portante. (CNR - DT 215/2018 §2.2.3)

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

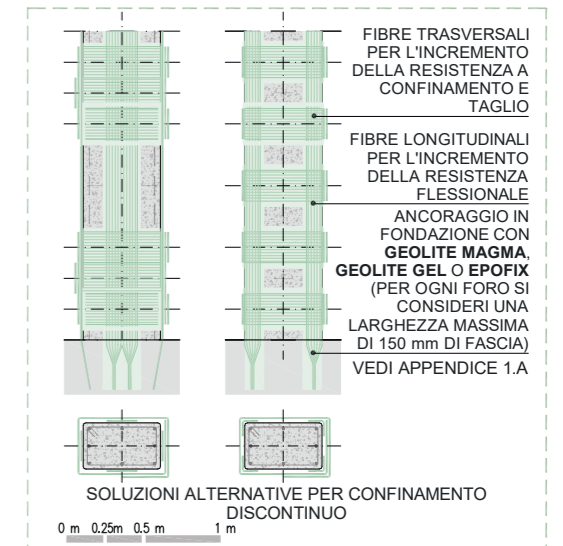
Qualora il sistema di rinforzo venga installato in ambienti particolarmente aggressivi, o comunque si voglia garantire un'ulteriore protezione oltre a quella già fornita dalla geomalta, si consiglia l'applicazione finale della geopittura **Geolite Microsilicato** o della pittura elastomerica **Flex Paint**, 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.

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

### PARTICOLARI DI SOVRAPPOSIZIONE



### PARTICOLARI DI ESECUZIONE



### 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

# 1.5B

## Rinforzo a taglio e confinamento di pilastri mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico



### PRESCRIZIONE

- 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 la superficie mediante scarifica meccanica garantendo asperità di almeno 0,5 mm, pari al grado 5 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura". Pulire e rimuovere polveri e oli che possano compromettere l'adesione del sistema mediante aria compressa. In caso di supporto evidentemente degradato, non planare o danneggiato da eventi gravosi, rimuovere in profondità eventuale calcestruzzo ammalorato mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, avendo cura di irruvidire il substrato con asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazioni supporti c.a. e muratura"; rimuovere eventuale ruggine dai ferri d'armatura, che devono essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbatura; realizzare eventuale ricostruzione monolitica o rasatura della sezione mediante la geomalta tixotropica **Geolite**. Concludere la preparazione del supporto mediante stonatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Realizzare il sistema di rinforzo strutturale a taglio e confinamento Steel Reinforced Polymer **Geosteel SRP** (abbinamento di fibra di acciaio e adesivo minerale epossidico) disponendo le fasce intorno alla sezione come da progetto, a cura di tecnico abilitato. Applicare una prima mano dell'adesivo minerale epossidico **Geolite Gel**, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio 2 - 3 mm) 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 spatola o rullo in acciaio e avendo cura che la stessa fuoriesca dai trefoli, garantendo 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 20 cm (eseguire la completa sovrapposizione sul lato corto del pilastro). Concludere l'applicazione con la rasatura finale protettiva (spessore complessivo del rinforzo 3 - 4 mm) per il totale ricoprimento del tessuto in acciaio, agendo fresco su fresco. 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, applicare i sistemi di connessione realizzati con **Geosteel G** e **Inietttore&Connettore Geosteel**, previa foratura dell'elemento in c.a., inghisando gli stessi all'interno del supporto mediante **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**, avendo cura, a resina ancora fresca, di eseguire uno spolvero di **Quarzo 5.12** o sabbia asciutta di opportuna granulometria per facilitarne l'aggrappo.
- 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 matrice, si consiglia l'applicazione finale 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.

### AVVERTENZE

**Geosteel G** viene fornito per il sistema SRP in n. 4 grammature utili in funzione delle esigenze di calcolo:

- **Geosteel G600** (grammatura: 670 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 3,14; spessore equivalente del nastro = 0,169 mm)
- **Geosteel G2000** (grammatura: 2000 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 4,72; spessore equivalente del nastro = 0,254 mm)
- **Geosteel G3300** (grammatura: 3300 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 7,09; spessore equivalente del nastro = 0,381 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**.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRP (Steel Reinforced Polymer) 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 3300 g/mq, impregnato con sistema epossidico bicomponente in gel tixotropico, provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla norma EN 1504-4 per incollaggio di elementi strutturali e dalla norma EN 1504-6 per l'inghisaggio di barre di ancoraggio - tipo **Geosteel SRP** realizzato con **Geosteel G3300** abbinato a **Geolite Gel** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione  $\geq 2970$  MPa, deformazione a trazione  $\geq 0,015$  mm/mm; modulo di elasticità a trazione  $E \geq 216$  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 mm<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 7,09 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,381 mm. Caratteristiche tecniche certificate del sistema epossidico: Euroclasse di reazione al fuoco D-s2,d0 (EN 13501-1); emissione di sostanze organiche volatili EC1 Plus certificato GEV-Emicode; temperatura di transizione vetrosa +60 °C (EN 12614).

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 un'asperità di almeno 0,5 mm e stonatura degli spigoli con raggio di curvatura di almeno 20 mm; 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 spessore di circa 2 - 3 mm, di adesivo minerale epossidico; con adesivo ancora fresco, 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 matrice, fino a completa copertura del tessuto di rinforzo per uno spessore complessivo del rinforzo di 3 - 4 mm; 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.

1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_

Smussatura degli spigoli del pilastro.

Preparazione delle superfici di supporto.

Indicazione delle zone di tessuto dove effettuare le piegature.

4 \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_

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

Applicazione prima mano di **Geolite Gel**.

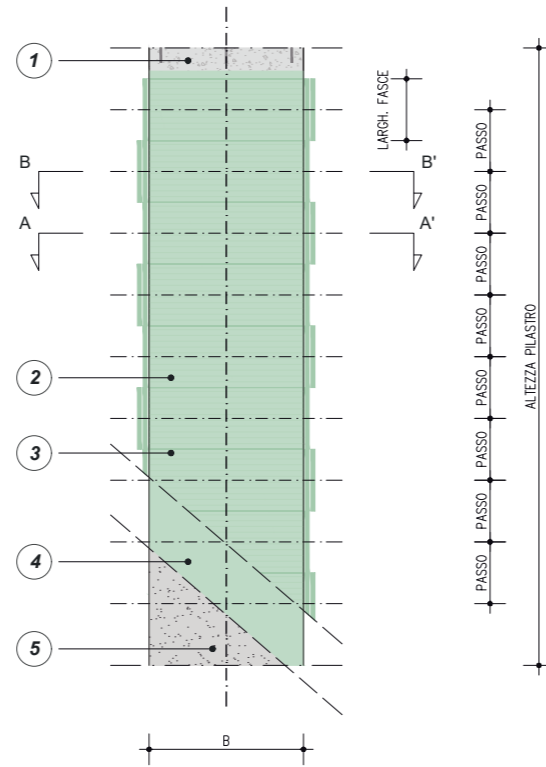
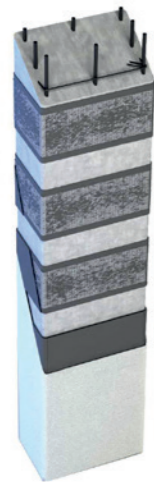
Installazione del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G** e applicazione della seconda mano di **Geolite Gel**.



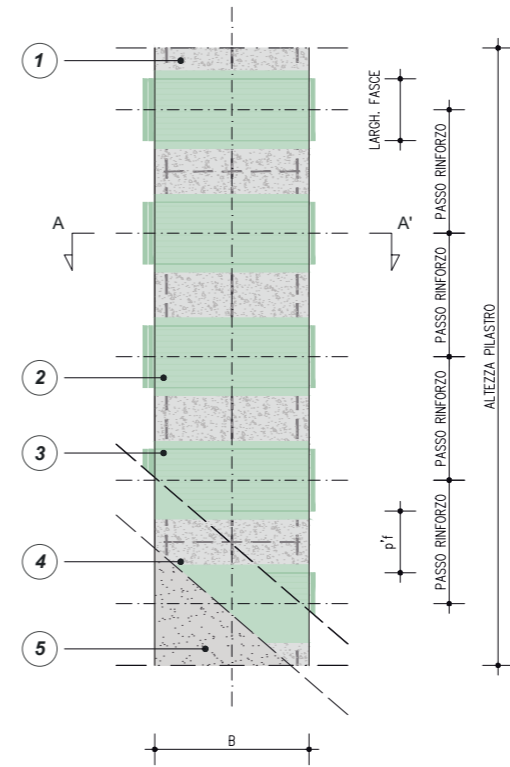
# 1.5B

RINFORZO A TAGLIO E CONFINAMENTO DI PILASTRI MEDIANTE PLACCAGGIO CON TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATA E ADESIVO EPOSSIDICO

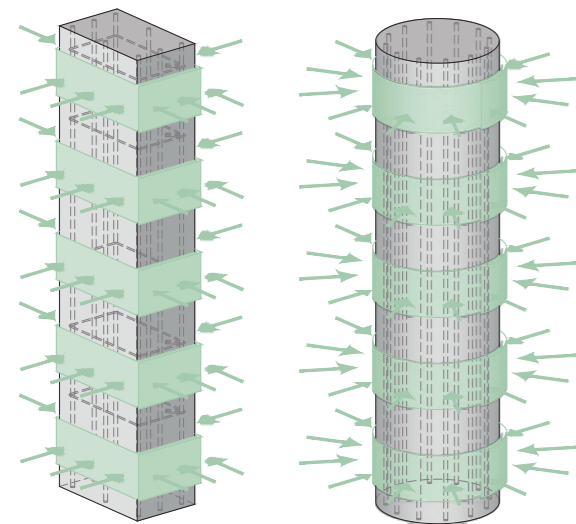
Geoforceone  
Software



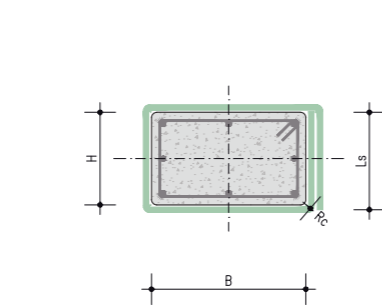
PROSPETTO  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE FASCIATURA  
CONTINUA CON GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300



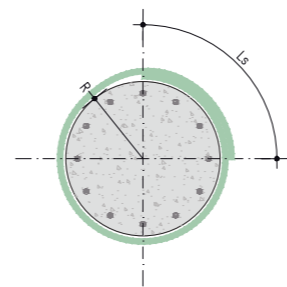
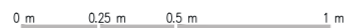
PROSPETTO  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE FASCIATURA  
DISCONTINUA CON GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300



VISTA ASSONOMETRICA  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO



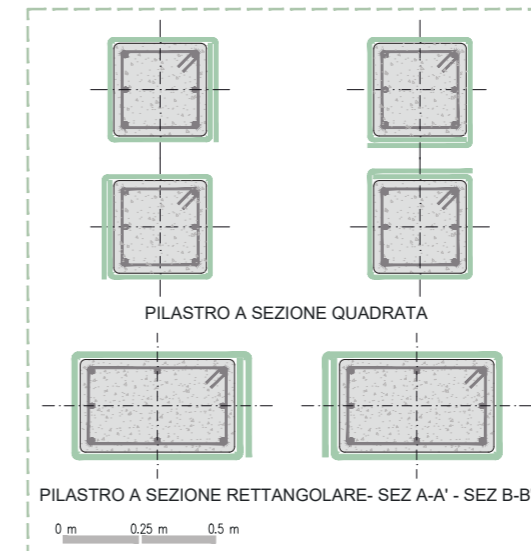
SEZIONE RETTANGOLARE A-A'  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE  
FASCIATURA CONTINUA O DISCONTINUA  
CON GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300



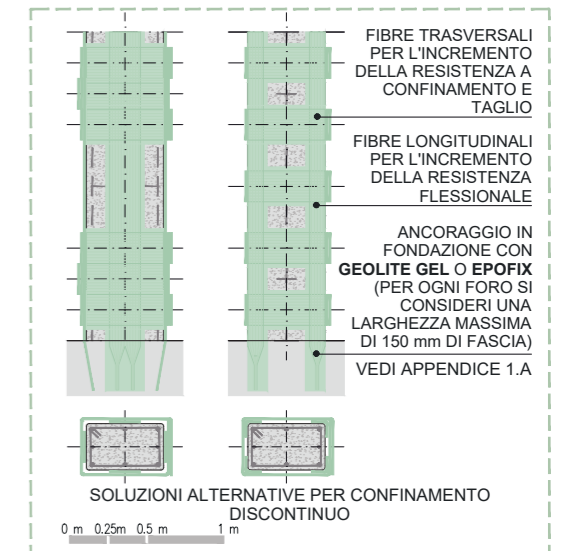
SEZIONE CIRCOLARE A-A'  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE  
FASCIATURA CONTINUA O DISCONTINUA  
CON GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300

Si consiglia una lunghezza di sovrapposizione  $L_s$  pari ad un minimo di 20 cm.

## PARTICOLARI DI SOVRAPPOSIZIONE



## PARTICOLARI DI ESECUZIONE



### 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 R2/200 2025, al paragrafo 4.9.1.1, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 MPa nel caso del rinforzo per aderenza.

### 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)

Un adeguato confinamento degli elementi di c.a. può determinare un miglioramento delle prestazioni dell'elemento strutturale, consentendo di incrementare:

- la resistenza ultima e la corrispondente deformazione ultima di elementi sollecitati da sforzo normale centrato o con piccola eccentricità;
- la duttilità e, congiuntamente all'impiego di rinforzi longitudinali (§ 4.3.2.4 e Appendice E), la resistenza ultima di elementi pressoinflessi.

(CNR - DT R2/200 2025 § 4.6.1)

Negli interventi di rinforzo a taglio, torsione e confinamento è opportuno procedere ad un preventivo arrotondamento degli spigoli degli elementi rinforzati, allo scopo di evitare pericolose concentrazioni di tensione ivi localizzate, che potrebbero provocare una rottura prematura del composito. Il raggio di curvatura  $r_c$  dell'arrotondamento deve essere almeno pari a 20 mm.

(CNR - DT R2/200 2025 § 4.9.2.2)

La lunghezza ottimale di ancoraggio può essere stimata mediante la formula (4.1)

(CNR - DT R2/200 2025 § 4.1.2)

Nel caso di sistemi di rinforzo discontinui costituiti da strisce di materiale composito, per gli interventi di rinforzo per il solo taglio, devono essere rispettate le limitazioni per le larghezze  $b_f$  e il passo  $p_f$ , misurati in (mm) ortogonalmente alla direzione delle fibre.

(CNR - DT R2/200 2025 § 4.4.3.1)

\* 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, OLII E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI. EVENTUALE RICOSTRUZIONE MONOLITICA O RASATURA DELLA SEZIONE CON **GEOLITE** AVENDO CURA DI GARANTIRE LA SUFFICIENTE ASPERITÀ DI ALMENO 0,5 mm

1

Dopo aver accertato la qualità del substrato ed aver eventualmente provveduto al ripristino del calcestruzzo ammalorato ed al trattamento delle barre metalliche, può essere opportuno ricorrere ad un ulteriore provvedimento di sabbatura a carico della superficie interessata dal rinforzo. [...]Nel caso in cui si operi su una superficie di calcestruzzo che non necessiti di ripristino, ma che sia di qualità scadente, è opportuno valutare la possibilità di applicare su di essa un consolidante. [...]In generale, è necessario verificare che sulla superficie di applicazione del rinforzo non siano presenti polveri, grassi, idrocarburi e tensioattivi. (CNR - DT 200 R2/2025 § 4.9.1.3)

2

STESURA SUL SUPPORTO DI UNO SPESSORE MEDIO DI 2-3 mm DI **GEOLITE GEL**, PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO

3

INSTALLAZIONE TESSUTO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300** IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO DISPOSTO IN FASCE PARALLELE E/O PERPENDICOLARI ALL'ASSE DELL'ELEMENTO

4

Per ottenere un efficace confinamento è buona norma disporre le fibre del composito in direzione perpendicolare all'asse dell'elemento. Nel caso di disposizione ad elica, l'efficacia del confinamento va opportunamente valutata (CNR - DT R2/200 2025 § 4.6.2)

Nel caso di fasciatura discontinua è opportuno che la distanza netta fra le strisce rispetti la limitazione  $p_f \leq d_{min} / 2$  (CNR - DT R2/200 2025 § 4.6.2.1)

5

RASATURA FINALE PROTETTIVA FRESCO SU FRESCO CON **GEOLITE GEL** PER UNO SPESSORE COMPLESSIVO DEL RINFORZO PARI A 3-4 mm PER INGLOBARE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI. IN PRESENZA DI AMBIENTI PARTICOLARMENTE AGGRESSIVI O PER UN'ULTERIORE PROTEZIONE, SI CONSIGLIA L'APPLICAZIONE DI **FLEX PAINT**

6

RASATURA MEDIANTE **GEOLITE SILT**, **GEOCALCE MULTIUSO** O **RASOBUILD TOP** CON UNO SPOLVERO DI **QUARZO 5.12** O SABBIA ASCIUTTA DI OPPORTUNA GRANULOMETRIA SUL SISTEMA EPOSSIDICO ANCORA FRESCO PER EVENTUALE INTONACATURA

7

POWERED BY

kerakoll

ENGINEERED BY

ASDEA

## 1.6A

## Rinforzo di setti in c.a. mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica



## PRESCRIZIONE

- 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 stonatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Realizzare il sistema di rinforzo strutturale Steel Reinforced Grout **Geosteel SRG** (abbinamento di fibra di acciaio e malta minerale strutturale tixotropica a base di geolegante) disponendo le fasce orizzontali e verticali 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**, 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. 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. Nei punti di intersezione tra le fasce di rinforzo, si consiglia di 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**.
- 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.

## 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/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m<sup>2</sup>; 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**.

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

## VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRG (Steel Reinforced Grout) per il rinforzo di setti in c.a. 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%,  $\epsilon_{lim,conv}$  = 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 mm<sup>2</sup>; 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 stonatura 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; eventuale ancoraggio delle estremità del tessuto in fibra d'acciaio tramite arrotolamento del tessuto e inghisaggio delle code all'interno dei fori precedentemente realizzati con adesivo minerale epossidico o placcaggio con elementi metallici installati con adesivo minerale epossidico (da contabilizzare a parte).

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

1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_

Stonatura degli spigoli e preparazione della superficie di supporto.



2 \_\_\_\_\_

Applicazione prima mano di **Geolite**.



3 \_\_\_\_\_

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



4 \_\_\_\_\_

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



5 \_\_\_\_\_

Iniezione con **Geolite Magma**.



6 \_\_\_\_\_

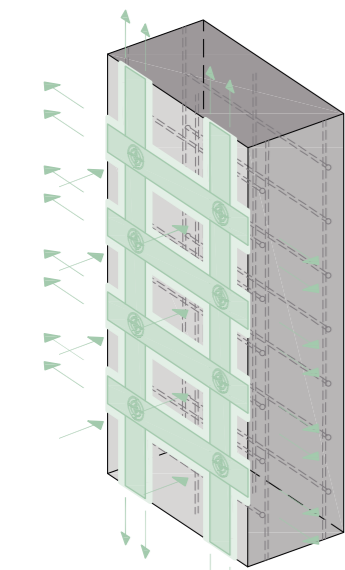
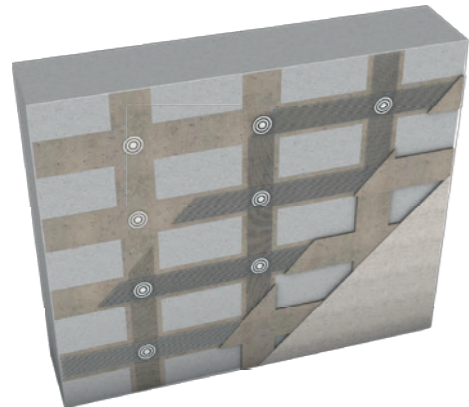
Applicazione seconda mano di **Geolite**.



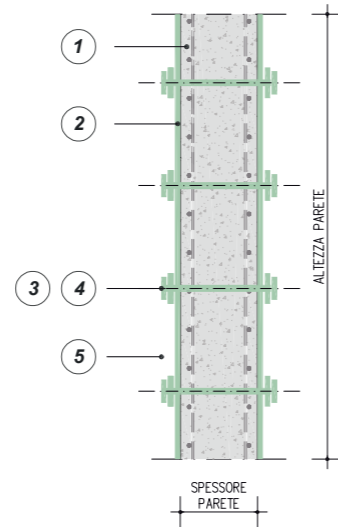
# 1.6A

RINFORZO DI SETTI IN C.A. MEDIANTE PLACCAGGIO CON TESSUTO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E GEOMALTA MINERALE STRUTTURALE TIXOTROPICA

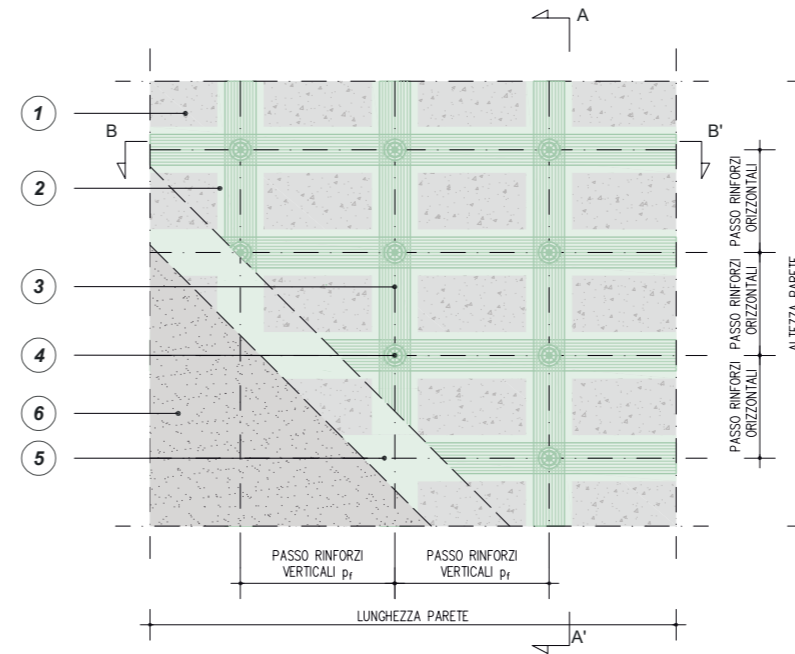
Geoforceone  
Software



ASSONOMETRIA  
TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GEOSTEEL  
G600/G1200



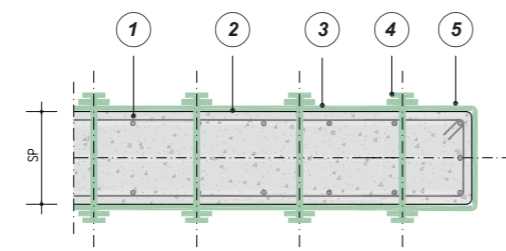
SEZIONE A-A'  
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL SETTO IN  
C.A. MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200



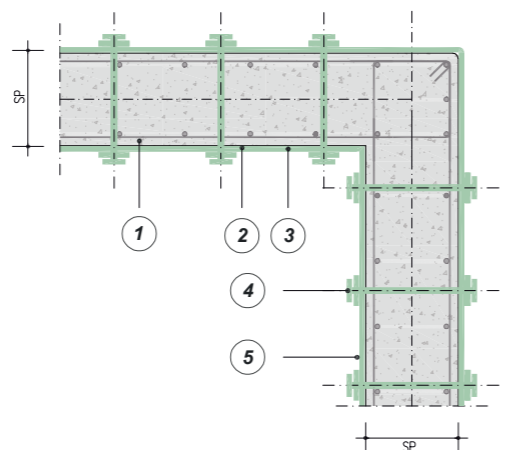
PROSPETTO  
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL SETTO IN C.A.  
MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200

0m 0.5m 1m 2m

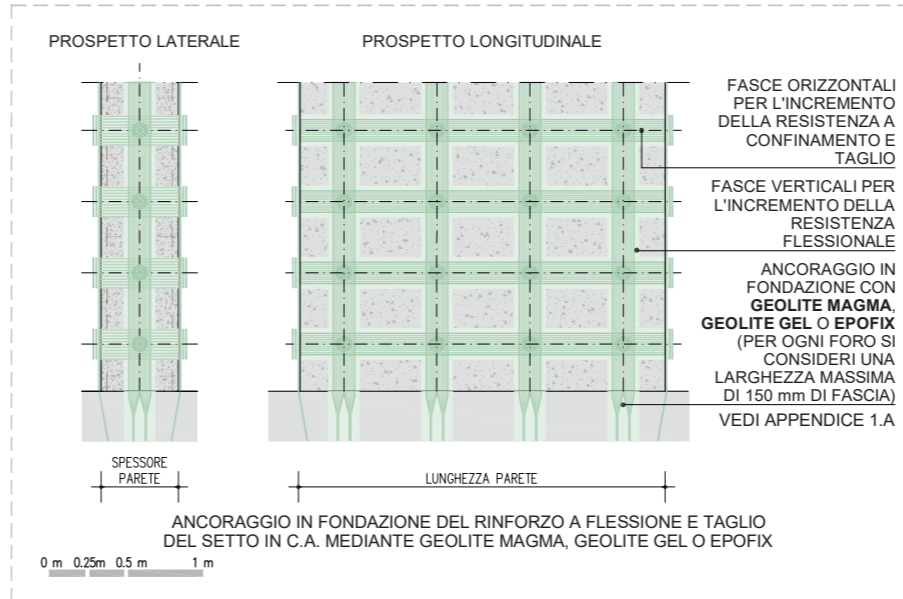
## PARTICOLARI DI ESECUZIONE



PIANTA B-B'  
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL SETTO  
IN C.A. MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200



PIANTA B-B'  
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL SETTO  
IN C.A. AD ANGOLO MEDIANTE GEOSTEEL  
G600/G1200



## 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' "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 FRCC 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 Fabbricante, 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)  
Deve essere assicurata un'adeguata lunghezza di ancoraggio, al di là dell'estrema sezione in cui il rinforzo FRCC 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, OLII 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 VERTICALI PER ASSORBIRE LE SOLLECITAZIONI A FLESSIONE ED ORIZZONTALI PER ASSORBIRE QUELLE A TAGLIO

- 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 FRCC 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)

Si consiglia una disposizione simmetrica delle fasce di acciaio, opportunamente ancorate, su entrambi i lati del paramento murario. Nei punti di giunzione, si sovrappongono i due tessuti in fibra per almeno 30 cm. Per maggiori informazioni sulla realizzazione degli ancoraggi consultare l'APPENDICE 1.A.

4 INSERIMENTO DIATONI A FIOCCO GEOSTEEL G600/G1200 INGHISATI CON GEOLITE MAGMA, GEOLITE GEL O EPOFIX

Si consiglia di disporre le connessioni in corrispondenza delle sovrapposizioni tra le fasce, realizzate mediante diatoni meccanici a fiocco in fibra di acciaio ad altissima resistenza Geosteel G. Consultare l'APPENDICE 1.B per dettagli più approfonditi sui diatoni.

In presenza di supporti idonei, il progettista può valutare l'inserimento di barre elicoidali Steel Dryfast come connettori trasversali in sostituzione dei diatoni elicoidali. Consultare l'APPENDICE 1.B per dettagli più approfonditi sulle barre elicoidali.

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

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

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.

POWERED BY

kerakoll

ENGINEERED BY

ASDEA

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

# 1.6B Rinforzo di setti in c.a. mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico



## 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 la superficie mediante scarifica meccanica garantendo asperità di almeno 0,5 mm, pari al grado 5 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura". Pulire e rimuovere polveri e oli che possano compromettere l'adesione del sistema mediante aria compressa. In caso di supporto evidentemente degradato, non planare o danneggiato da eventi gravosi, rimuovere in profondità eventuale calcestruzzo ammalorato mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, avendo cura di irruvidire il substrato con asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazioni supporti c.a. e muratura"; 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**. Concludere la preparazione del supporto mediante stonatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
2. Applicazione del sistema di rinforzo. Realizzare il sistema di rinforzo strutturale Steel Reinforced Polymer **Geosteel SRP** (abbinamento di fibra di acciaio e adesivo minerale epossidico) disponendo le fasce orizzontali e verticali come da progetto, a cura di tecnico abilitato. Applicare una prima mano dell'adesivo minerale epossidico **Geolite Gel**, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio 2 - 3 mm) per adagiare e inglobare il tessuto di rinforzo. Successivamente applicare, sulla matrice ancora fresca, il tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato UHTSS **Geosteel G**, garantendo il perfetto inglobamento del nastro nello strato di matrice, esercitando un'energica pressione con spatola o rullo in acciaio e avendo cura che la stessa fuoriesca dai trefoli, garantendo 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 20 cm. Concludere l'applicazione con la rasatura finale protettiva (spessore complessivo del rinforzo 3 - 4 mm) per il totale ricoprimento del tessuto in acciaio, agendo fresco su fresco. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa del secondo strato di fibra sullo strato di matrice ancora fresca. Nei punti di intersezione tra le fasce di rinforzo, si consiglia di procedere con l'applicazione di sistemi di connessione realizzati con **Geosteel G** e **Inietture&Connetture Geosteel**, previa foratura dell'elemento in c.a., inghisando gli stessi all'interno del supporto mediante **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**, avendo cura, a resina ancora fresca, di eseguire uno spolvero di **Quarzo 5.12** o sabbia asciutta di opportuna granulometria per facilitarne l'aggrappo.
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 matrice, si consiglia l'applicazione finale 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.

## AVVERTENZE

**Geosteel G** viene fornito per il sistema SRP in n. 4 grammature utili in funzione delle esigenze di calcolo:

- **Geosteel G600** (grammatura: 670 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 3,14; spessore equivalente del nastro = 0,169 mm)
- **Geosteel G2000** (grammatura: 2000 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 4,72; spessore equivalente del nastro = 0,254 mm)
- **Geosteel G3300** (grammatura: 3300 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 7,09; spessore equivalente del nastro = 0,381 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**.

Consultare l'APPENDICE 1.B per conoscere le modalità di installazione e le prestazioni meccaniche del **Diatono Geosteel**, realizzato con la gamma di tessuti

**Geosteel G** in combinazione con il tassello in polipropilene armato con fibra di vetro **Inietture&Connetture Geosteel**.

## VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRP (Steel Reinforced Polymer) per il rinforzo di setti in c.a. 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 3300 g/mq, impregnato con sistema epossidico bicomponente in gel tixotropico, provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla norma EN 1504-4 per incollaggio di elementi strutturali e dalla norma EN 1504-6 per l'inghisaggio di barre di ancoraggio - tipo **Geosteel SRP** realizzato con **Geosteel G3300** abbinato a **Geolite Gel** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione  $\geq 2970$  MPa, deformazione a trazione  $\geq 0,015$  mm/mm; modulo di elasticità a trazione  $E \geq 216$  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 mm<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 7,09 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,381 mm. Caratteristiche tecniche certificate del sistema epossidico: Euroclasse di reazione al fuoco D-s2,d0 (EN 13501-1); emissione di sostanze organiche volatili EC1 Plus certificato GEV-Emicode; temperatura di transizione vetrosa +60 °C (EN 12614).

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 un'asperità di almeno 0,5 mm e stonatura degli spigoli con raggio di curvatura di almeno 20 mm; 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 spessore di circa 2 - 3 mm, di adesivo minerale epossidico; con adesivo ancora fresco, 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 matrice, fino a completa copertura del tessuto di rinforzo per uno spessore complessivo del rinforzo di 3 - 4 mm; eventuale ripetizione delle fasi precedenti per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto; eventuale ancoraggio delle estremità del tessuto in fibra d'acciaio tramite arrotolamento del tessuto e inghisaggio delle code all'interno dei fori precedentemente realizzati con adesivo minerale epossidico o placcaggio con elementi metallici installati con adesivo minerale epossidico (da contabilizzare a parte).

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

- 1 \_\_\_\_\_
- 2 \_\_\_\_\_
- 3 \_\_\_\_\_

Stonatura degli spigoli e preparazione della superficie di supporto.



Applicazione prima mano di **Geolite Gel**.



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



- 4 \_\_\_\_\_
- 5 \_\_\_\_\_
- 6 \_\_\_\_\_

Installazione del **Diatono Geosteel** e **Inietture&Connetture Geosteel**.



Iniezione con **Epofix**.



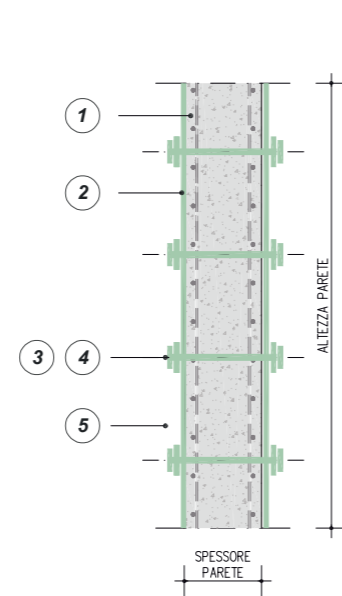
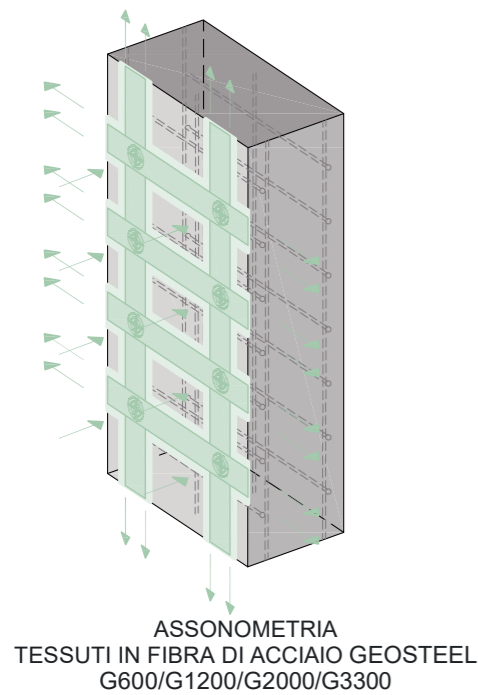
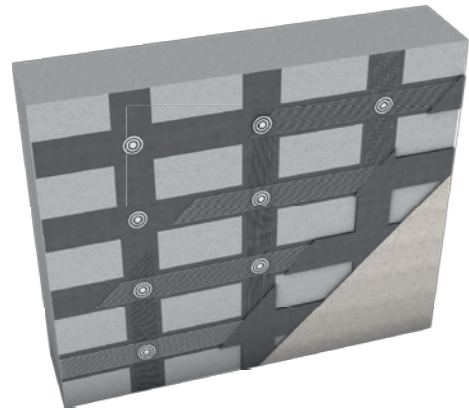
Applicazione seconda mano di **Geolite Gel**.



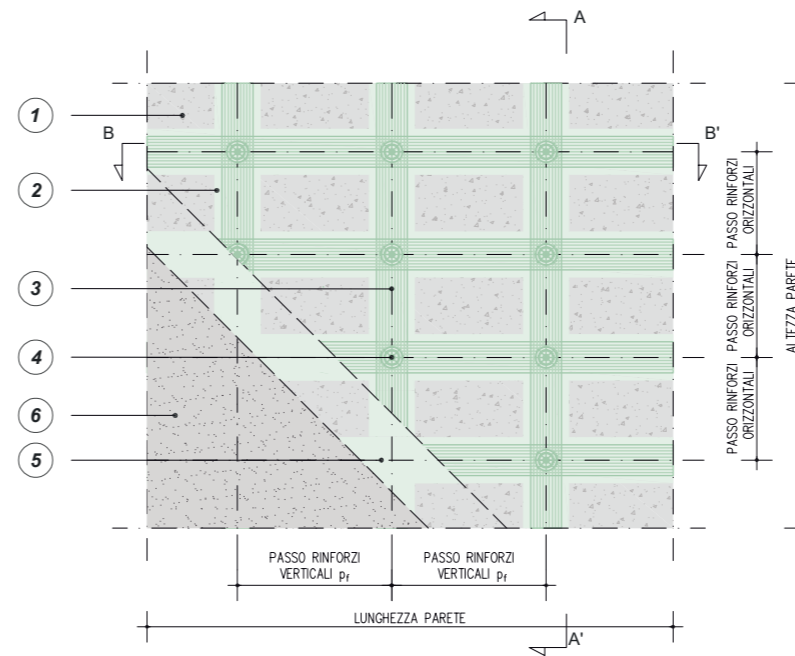
# 1.6B

RINFORZO DI SETTI IN C.A. MEDIANTE PLACCAGGIO CON TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E ADESIVO EPOSSIDICO

Geoforceone  
Software



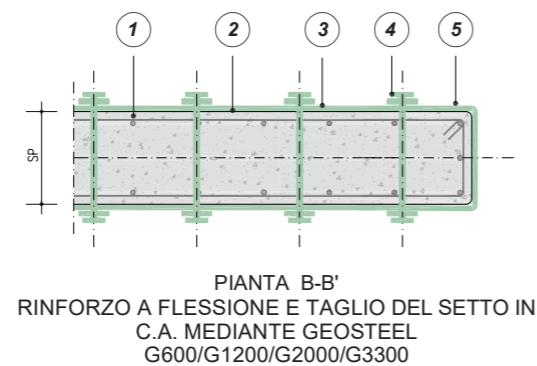
SEZIONE A-A'  
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL SETTO IN  
C.A. MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300



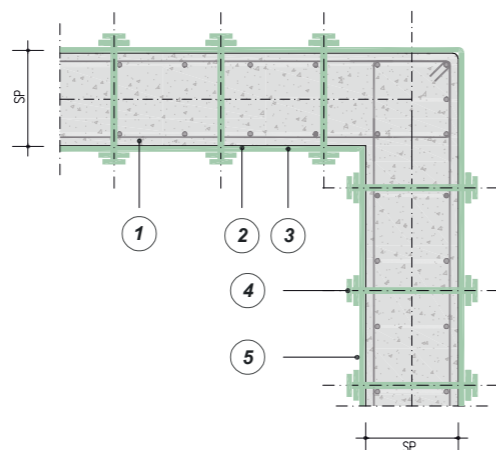
PROSPETTO  
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL SETTO IN C.A.  
MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300

0m 0.5m 1m 2m

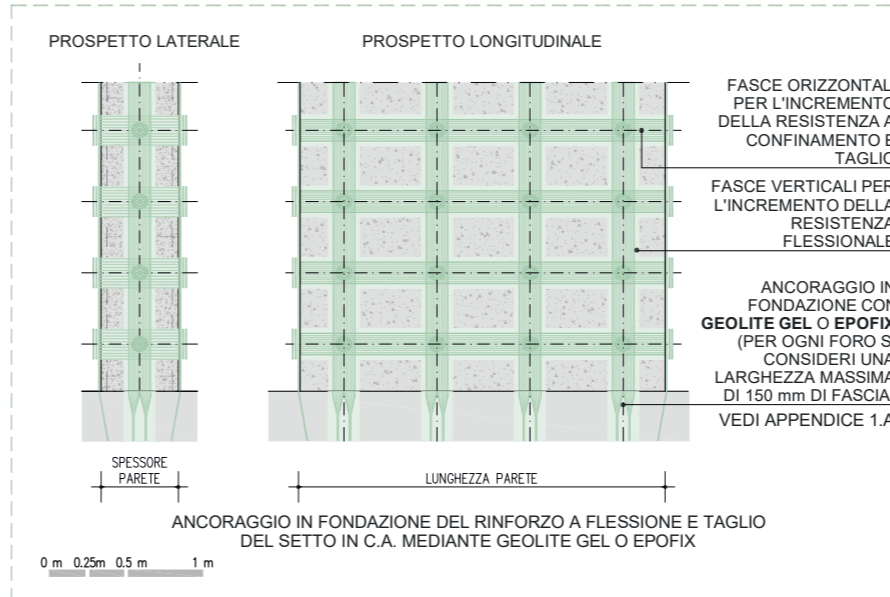
## PARTICOLARI DI ESECUZIONE



PIANTA B-B'  
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL SETTO IN  
C.A. MEDIANTE GEOSTEEL  
G600/G1200/G2000/G3300



PIANTA B-B'  
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL SETTO  
IN C.A. AD ANGOLO MEDIANTE GEOSTEEL  
G600/G1200/G2000/G3300



## 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)

Negli interventi di rinforzo a taglio, torsione e confinamento è opportuno procedere ad un preventivo arrotondamento degli spigoli degli elementi rinforzati, allo scopo di evitare pericolose concentrazioni di tensione ivi localizzate, che potrebbero provocare una rottura prematura del composito. Il raggio di curvatura  $r_c$  dell'arrotondamento deve essere almeno pari a 20 mm.

(CNR - DT R2/200 2025 § 4.9.2.2)

La lunghezza ottimale di ancoraggio può essere stimata mediante la formula (4.1).

(CNR - DT R2/200 2025 § 4.1.2)

Nel caso di sistemi di rinforzo discontinui costituiti da strisce di materiale composito, per gli interventi di rinforzo per il solo taglio, devono essere rispettate le limitazioni per le larghezze  $b_e$  e il passo  $p_t$ , misurati in (mm) ortogonalmente alla direzione delle fibre.

(CNR - DT R2/200 2025 § 4.4.3.1)

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

1 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 0,5 mm.

2 STESURA SUL SUPPORTO DI UNO SPESSORE MINIMO DI 2-3 mm DI GEOLITE GEL, PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO

3 INSTALLAZIONE TESSUTO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO DISPOSTO IN FASCE VERTICALI PER ASSORBIRE LE SOLLECITAZIONI A FLESSIONE ED ORIZZONTALI PER ASSORBIRE QUELLE A TAGLIO

Si consiglia una disposizione simmetrica delle fasce di tessuto d'acciaio, opportunamente ancorate, su entrambi i lati del paramento murario. Nei punti di giunzione, si sovrappongono i due tessuti in fibra per almeno 20 cm. Per maggiori informazioni sulla realizzazione degli ancoraggi consultare l'APPENDICE 1.A.

4 INSERIMENTO DIATONI A FIOCCO GEOSTEEL G600/G1200/G200/G3300 INGHISATI CON GEOLITE GEL O EPOFIX

Si consiglia di disporre le connessioni in corrispondenza delle sovrapposizioni tra le fasce, realizzate mediante diatoni meccanici a fiocco in fibra di acciaio ad altissima resistenza Geosteel G. Consultare l'APPENDICE 1.B per dettagli più approfonditi sui diatoni.

In presenza di supporti idonei, il progettista può valutare l'inserimento di barre elicoidali Steel Dryfast come connettori trasversali in sostituzione dei diatoni Geosteel. Consultare l'APPENDICE 1.B per dettagli più approfonditi sulle barre elicoidali.

5 RASATURA FINALE PROTETTIVA FRESCO SU FRESCO CON GEOLITE GEL PER UNO SPESSORE COMPLESSIVO DEL RINFORZO PARI A 3-4 mm PER INGLOBARE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI.

6 EVENTUALE RASATURA MEDIANTE GEOLITE SILT, GEOLCALCE MULTIUSO O RASOBUILD TOP CON UNO SPOLVERO DI QUARZO 5.12 O SABBIA ASCIUTTA DI OPPORTUNA GRANULOMETRIA SUL SISTEMA EPOSSIDICO ANCORA FRESCO PER EVENTUALE INTONACATURA

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 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.

## 1.7A

## Rinforzo di nodi trave-pilastro di facciata mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica



## PRESCRIZIONE

- 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, avendo cura di irruvidire il substrato; rimuovere eventuale ruggine dai ferri d'armatura, che devono essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura; 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 stonatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Realizzare il sistema di rinforzo strutturale Steel Reinforced Grout **Geosteel SRG** (abbinamento di fibra di acciaio e malta minerale strutturale tixotropica a base di geolegante) effettuando dei placcaggi conformati in modo da soddisfare le esigenze geometriche e prestazionali del manufatto oggetto di intervento, avvolgendo in maniera adeguata le superfici dei nodi, 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 stessa fuoriesca dai trefoli per garantire un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice. Concludere l'applicazione, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore complessivo del rinforzo 5 - 8 mm), sempre 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. 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**.
- 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.

## 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/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m<sup>2</sup>; 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.

## VOCE DI CAPITOLATO

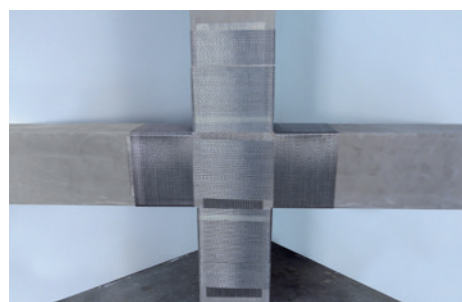
Fornitura e posa in opera di sistema SRG (Steel Reinforced Grout) per il rinforzo di nodi trave-pilastro di facciata, provvisto di Marcatura CE tramite ETA, realizzato con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio prodotti secondo 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 mm<sup>2</sup>; 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 stonatura degli spigoli con raggio di curvatura di almeno 20 mm e bagnatura a rifiuto delle superfici; eventuale 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 e le zone di ancoraggio.

1

Verifica della corretta preparazione delle fasce di rinforzo.



2

Applicazione fascia verticale di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



3

Applicazione fascia orizzontale di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



4

Applicazione fascia di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G** per la cerchiatura della trave.



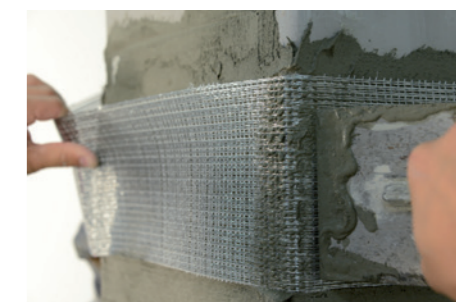
5

Applicazione fascia di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G** per la cerchiatura del pilastro.



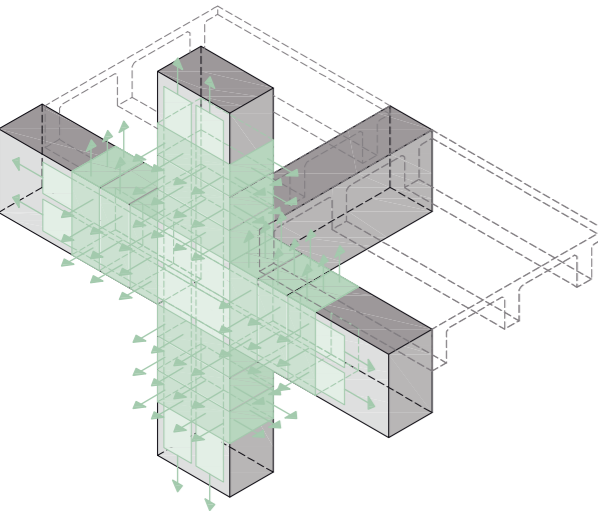
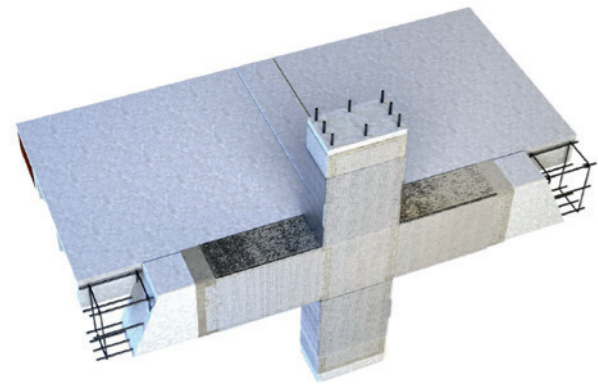
6

Inglobamento del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G** nello strato di matrice **Geolite**.



# 1.7A

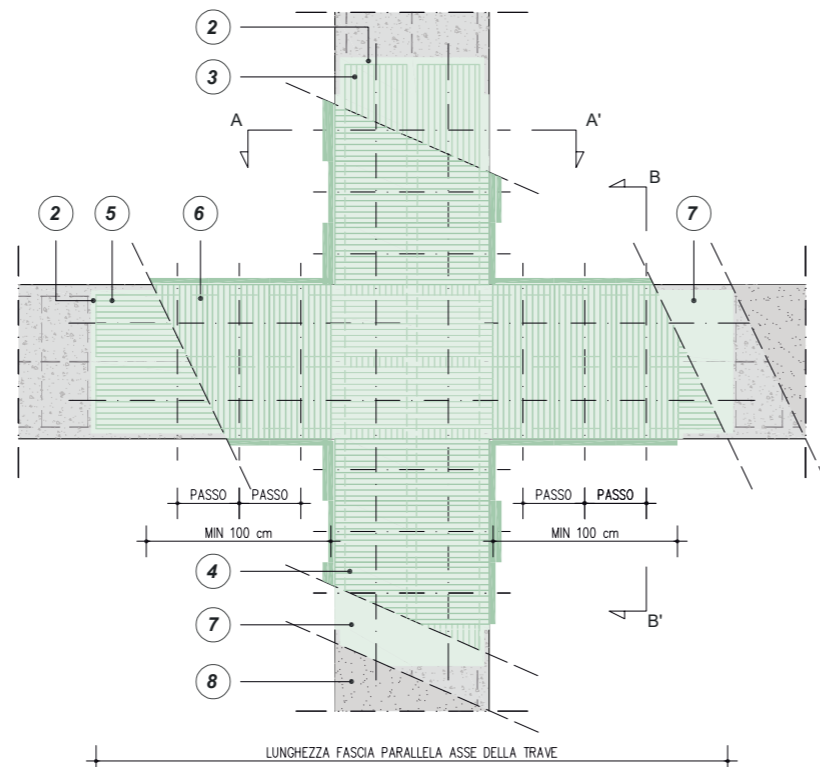
RINFORZO DI NODI TRAVE-PILASTRO DI FACCIATA MEDIANTE PLACCAGGIO CON TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E GEOMALTA MINERALE STRUTTURALE TIXOTROPICA



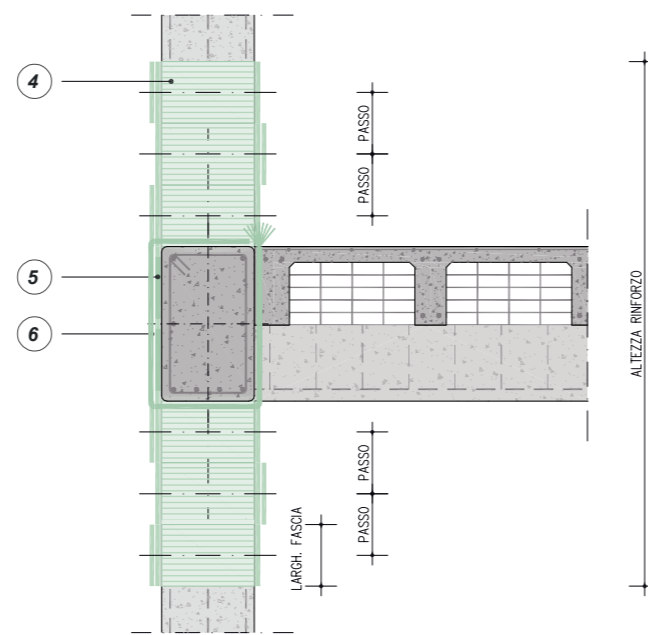
ASSONOMETRIA  
RINFORZO DI NODO DI FACCIATA A TRE VIE

**NOTE**

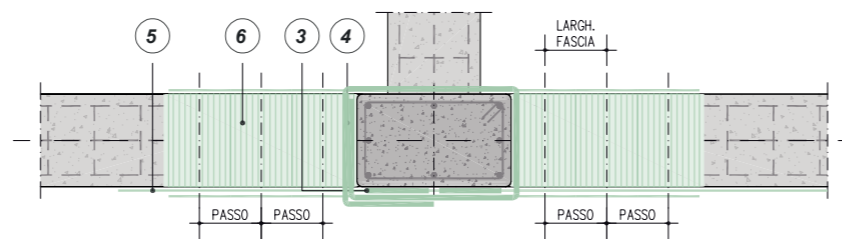
Nota bene: la normativa CNR-DT 215/2018, al paragrafo 5, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup> nel caso del rinforzo per aderenza.



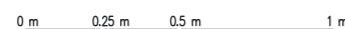
PROSPETTO  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 3 VIE (DI FACCIATA)  
MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200



SEZIONE B - B'  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 3 VIE (DI FACCIATA)  
MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200

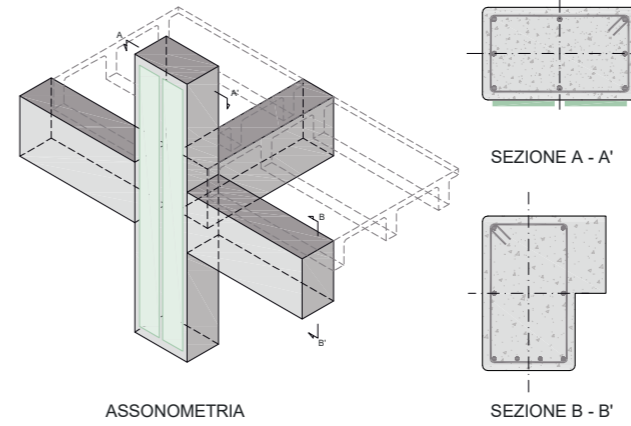


SEZIONE A - A'  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 3 VIE (DI FACCIATA)  
MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200



RINFORZO DI NODO A TRE VIE

**FASE I:** RINFORZO A FLESSIONE DEL PILASTRO

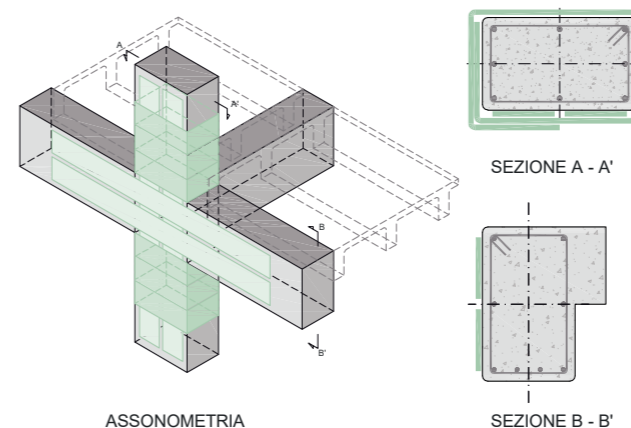


ASSONOMETRIA

SEZIONE A - A'

SEZIONE B - B'

**FASE II:** RINFORZO LONGITUDINALE DELLA TRAVE E CONFINAMENTO DEL PILASTRO

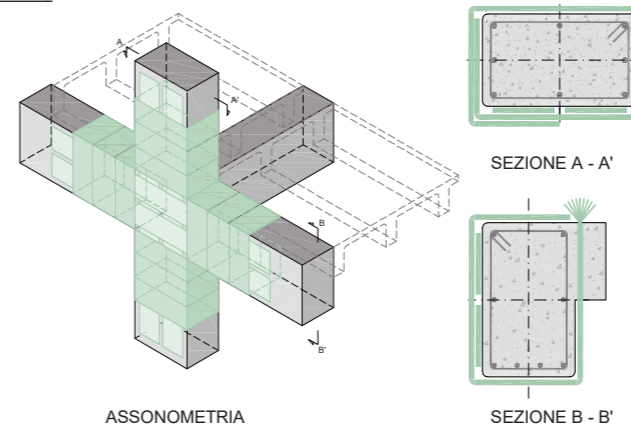


ASSONOMETRIA

SEZIONE A - A'

SEZIONE B - B'

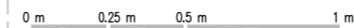
**FASE III:** RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE



ASSONOMETRIA

SEZIONE A - A'

SEZIONE B - B'



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)

[...] Al fine di garantire comunque un buon comportamento d'insieme del sistema nodo-travi-pilastri, e garantire un significativo incremento della duttilità a tale sistema, e dunque alla struttura nel suo insieme, gli interventi proposti conseguono anche un incremento della resistenza a taglio delle travi e dei pilastri nelle loro parti terminali convergenti nel nodo ed un confinamento delle estremità dei pilastri, dove si concentrano le massime richieste di duttilità in pressoflessione.  
(Linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni § 3.1.- DPC, ReLUIS)

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

IN CASO DI SUPPORTI NON DEGRADATI, IRRUVIDIMENTO DELLA SUPERFICIE, PULIZIA E RIMOZIONE DI 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: RIMOZIONE IN PROFONDITÀ DEL CALCESTRUZZO AMMALORATO MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE, AVENDO CURA DI IRRUVIDIRE IL SUBSTRATO CON ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm; RIMOZIONE DI RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBIAURA; RICOSTRUZIONE MONOLITICA O RASATURA DELLA SEZIONE MEDIANTE LA GEOMALTA TIXOTROPICA **GEOLITE**. PREPARARE IL SUPPORTO CON ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm E REALIZZARE LA STONDATURA DEGLI SPIGOLI CON RAGGIO DI CURVATURA MINIMO DI 20 mm

**1** APPLICAZIONE DI UNA PRIMA MANO DI **GEOLITE**, GARANTENDO SUL SUPPORTO UNA QUANTITÀ DI MATERIALE SUFFICIENTE (SPESSORE MEDIO 3-5 mm) PER REGOLARIZZARLO E PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO.

**2** INSTALLAZIONE PRIMO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200** DISPOSTO IN FASCE PARALLELE ALL'ASSE DEL PILASTRO PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI **GEOLITE®** (SPESSORE MEDIO 3-5 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

**3** INSTALLAZIONE SECONDO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200** DISPOSTO IN FASCE PERPENDICOLARI ALL'ASSE DEL PILASTRO (CONFINAMENTO DEL PILASTRO) PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI **GEOLITE** (SPESSORE MEDIO 3-5 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

**4** INSTALLAZIONE TERZO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200** DISPOSTO IN FASCE PARALLELE ALL'ASSE DELLA TRAVE PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI **GEOLITE** (SPESSORE MEDIO 3-5 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

**5** INSTALLAZIONE QUARTO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200** DISPOSTO IN FASCE PERPENDICOLARI ALL'ASSE DELLA TRAVE (RINFORZO A TAGLIO) PONENDO ATTENZIONE ALL'EVENTUALE PRESENZA DI SOLAI PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI **GEOLITE** (SPESSORE MEDIO 3-5 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

**6** RASATURA FINALE PROTETTIVA CON **GEOLITE** PER UNO SPESSORE MEDIO PARI A 3-5 mm, AL FINE DI INGLOBARE TOTALMENTE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI SOTTOSTANTI, AGENDO FRESCO SU FRESCO

**7** 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.

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

# 1.7B

## Rinforzo di nodi trave-pilastro di facciata mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico



### PRESCRIZIONE

- 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 la superficie mediante scarifica meccanica garantendo asperità di almeno 0,5 mm, pari al grado 5 del "Kit collaudo preparazione supporti in c.a. e muratura". Pulire e rimuovere polveri e oli che possano compromettere l'adesione del sistema mediante aria compressa. In caso di supporto evidentemente degradato, non planare o danneggiato da eventi gravosi rimuovere in profondità eventuale calcestruzzo ammalorato mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, avendo cura di irruvidire il substrato con asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazione supporti in c.a. e muratura"; 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**. Concludere la preparazione del supporto mediante stonatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Eseguire il sistema di rinforzo strutturale Steel Reinforced Polymer **Geosteel SRP** (abbinamento di fibra di acciaio e adesivo minerale epossidico) effettuando dei placcaggi conformati in modo da soddisfare le esigenze geometriche e prestazionali del manufatto oggetto di intervento, avvolgendo in maniera adeguata le superfici dei nodi. Applicare ad avvenuta maturazione dei trattamenti preventivi descritti, una prima mano dell'adesivo minerale epossidico **Geolite Gel**, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio 2 - 3 mm) 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 spatola o rullo in acciaio e avendo cura che la stessa fuoriesca dai trefoli, garantendo un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice. Concludere l'applicazione con la rasatura finale protettiva, impiegando un quantitativo di adesivo necessario (spessore complessivo del rinforzo 3 - 4 mm) per il totale ricoprimento del tessuto in acciaio, agendo fresco su fresco. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa del secondo strato di fibra sullo strato di matrice ancora fresca. 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**, avendo cura, a resina ancora fresca, di eseguire uno spolvero di **Quarzo 5.12** o sabbia asciutta di opportuna granulometria per facilitarne l'aggrappo.
- 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 matrice, si consiglia l'applicazione finale 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.

### AVVERTENZE

**Geosteel G** viene fornito per il sistema SRP in n. 4 grammature utili in funzione delle esigenze di calcolo:

- **Geosteel G600** (grammatura: 670 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 3,14; spessore equivalente del nastro = 0,169 mm)
- **Geosteel G2000** (grammatura: 2000 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 4,72; spessore equivalente del nastro = 0,254 mm)
- **Geosteel G3300** (grammatura: 3300 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 7,09; spessore equivalente del nastro = 0,381 mm).

Prima di effettuare l'intervento verificare l'idoneità della classe di resistenza del calcestruzzo di supporto.

### VOCE DI CAPITOLATO

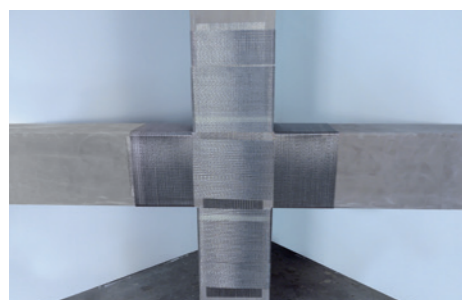
Fornitura e posa in opera di sistema SRP (Steel Reinforced Polymer) per il rinforzo di nodi trave-pilastro di facciata, provvisto di Marcatura CE tramite ETA, realizzato con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio prodotti secondo norma ISO 16120 -1/4 2017 fissati su microrete in fibra di vetro, del peso netto di fibra di circa 3300 g/mq, impregnato con sistema epossidico bicomponente in gel tixotropico, provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla norma EN 1504-4 per incollaggio di elementi strutturali e dalla norma EN 1504-6 per l'inghisaggio di barre di ancoraggio - tipo **Geosteel SRP** realizzato con **Geosteel G3300** abbinato a **Geolite Gel** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione  $\geq 2970$  MPa, deformazione a trazione  $\geq 0,015$  mm/mm; modulo di elasticità a trazione  $E \geq 216$  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 mm<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 7,09 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,381 mm. Caratteristiche tecniche certificate del sistema epossidico: Euroclasse di reazione al fuoco D-s2,d0 (EN 13501-1); emissione di sostanze organiche volatili EC1 Plus certificato GEV-Emicode; temperatura di transizione vetrosa +60 °C (EN 12614).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale trattamento di ripristino delle superfici degradate, ammalorate, decoese o non planari, irruvidimento della superficie con asperità di almeno 0,5 mm e stonatura degli spigoli con raggio di curvatura di almeno 20 mm; eventuale 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 spessore di circa 2 - 3 mm, di adesivo minerale epossidico; con adesivo ancora fresco, 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 matrice, fino a completa copertura del tessuto di rinforzo, per uno spessore complessivo del rinforzo di 3 - 4 mm; 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 e le zone di ancoraggio.

1 \_\_\_\_\_

Verifica della corretta preparazione delle fasce di rinforzo.



2 \_\_\_\_\_

Applicazione fascia verticale di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



3 \_\_\_\_\_

Applicazione fascia orizzontale di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



4 \_\_\_\_\_

Applicazione fascia di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G** per la cerchiatura della trave.



5 \_\_\_\_\_

Applicazione fascia di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G** per la cerchiatura del pilastro.



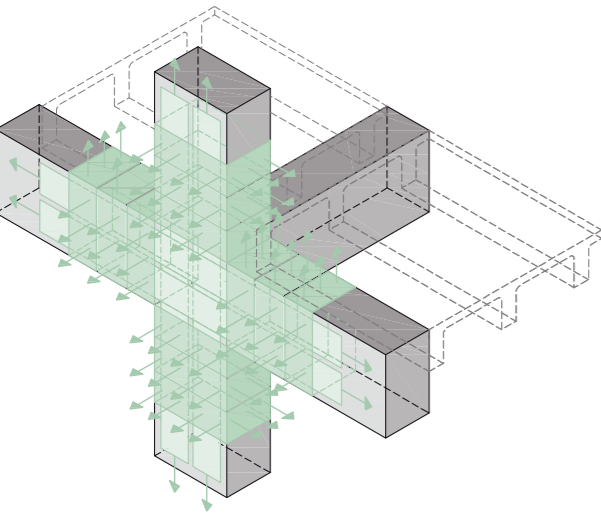
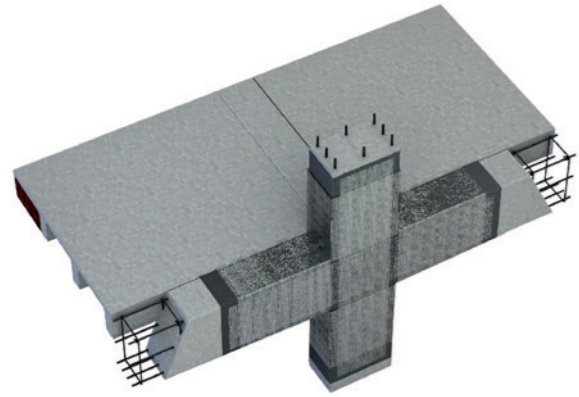
6 \_\_\_\_\_

Installazione della fascia in spessore millimetrico con **Geolite Gel**.



# 1.7B

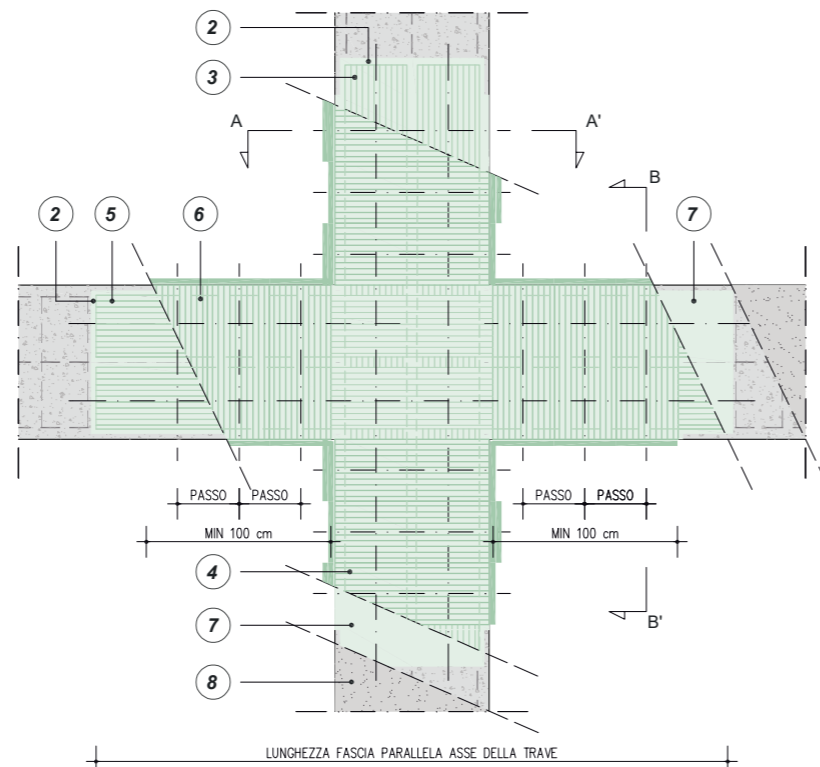
RINFORZO DI NODI TRAVE-PILASTRO DI FACCIATA MEDIANTE PLACCAGGIO CON TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E ADESIVO EPOSSIDICO



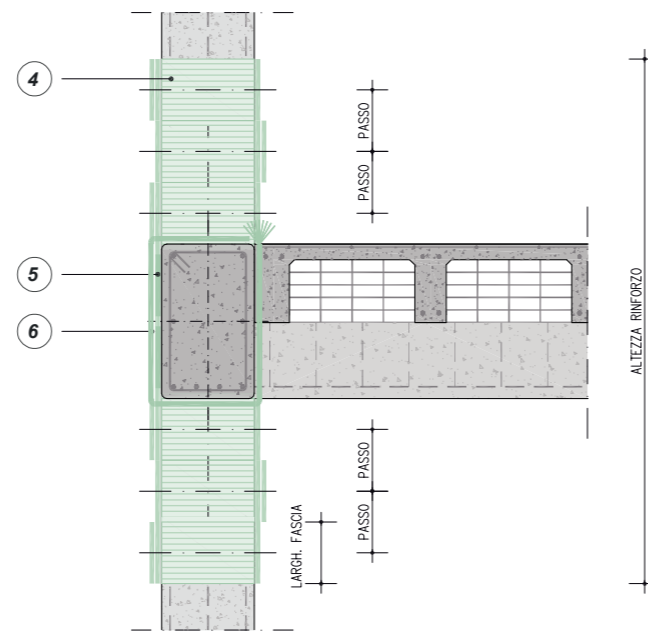
ASSONOMETRIA  
RINFORZO DI NODO DI FACCIATA A TRE VIE

**NOTE**

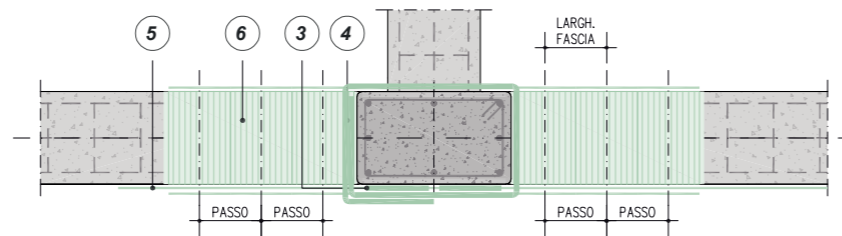
Nota bene: la normativa CNR-DT 200 R2/2025, al paragrafo 4.9.1.1, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 MPa nel caso del rinforzo per aderenza.



PROSPETTO  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 3 VIE (DI FACCIATA)  
MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300



SEZIONE B - B'  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 3 VIE (DI FACCIATA)  
MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300

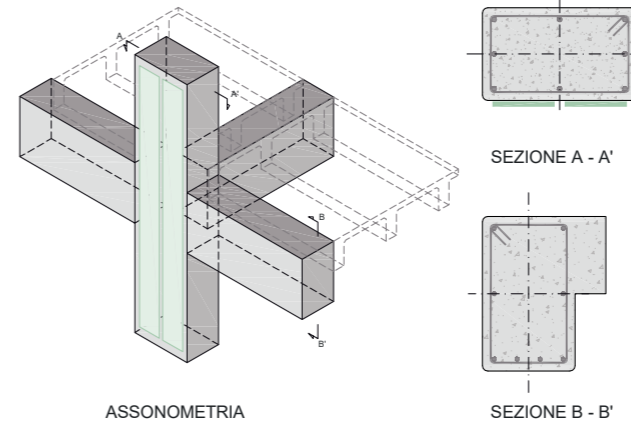


SEZIONE A - A'  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 3 VIE (DI FACCIATA)  
MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300



RINFORZO DI NODO A TRE VIE

**FASE I:** RINFORZO A FLESSIONE DEL PILASTRO

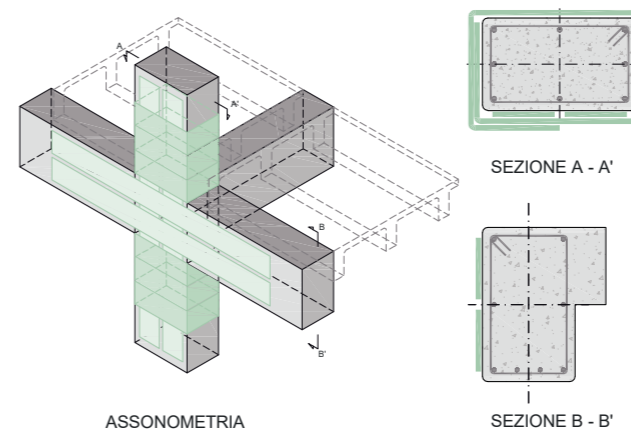


ASSONOMETRIA

SEZIONE A - A'

SEZIONE B - B'

**FASE II:** RINFORZO LONGITUDINALE DELLA TRAVE E CONFINAMENTO DEL PILASTRO

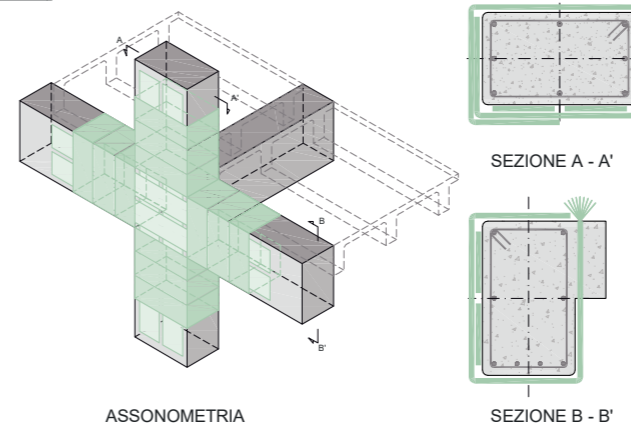


ASSONOMETRIA

SEZIONE A - A'

SEZIONE B - B'

**FASE III:** RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE



ASSONOMETRIA

SEZIONE A - A'

SEZIONE B - B'



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)

[...] Al fine di garantire comunque un buon comportamento d'insieme del sistema nodo-travi-pilastri, e garantire un significativo incremento della duttilità a tale sistema, e dunque alla struttura nel suo insieme, gli interventi proposti conseguono anche un incremento della resistenza a taglio delle travi e dei pilastri nelle loro parti terminali convergenti nel nodo ed un confinamento delle estremità dei pilastri, dove si concentrano le massime richieste di duttilità in pressoflessione. (Linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni § 3.1.- DPC, ReLUIS)

IN CASO DI SUPPORTI NON DEGRADATI, IRRUVIDIMENTO DELLA SUPERFICIE, PULIZIA E RIMOZIONE DI POLVERI E OLII 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: RIMOZIONE IN PROFONDITÀ DEL CALCESTRUZZO AMMALORATO MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE, AVENDO CURA DI IRRUVIDIRE IL SUBSTRATO CON ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm; RIMOZIONE DI RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBIAIATURA; RICOSTRUZIONE MONOLITICA O RASATURA DELLA SEZIONE MEDIANTE LA GEOMALTA TIXOTROPICA **GEOLITE**. PREPARARE IL SUPPORTO CON ASPERITÀ DI ALMENO 0,5 mm E REALIZZARE LA STONDATURA DEGLI SPIGOLI CON RAGGIO DI CURVATURA MINIMO DI 20 mm

1 Dopo aver accertato la qualità del substrato ed aver eventualmente provveduto al ripristino del calcestruzzo ammalorato ed al trattamento delle barre metalliche, può essere opportuno ricorrere ad un ulteriore provvedimento di sabbiaatura a carico della superficie interessata dal rinforzo. [...] Nel caso in cui si operi su una superficie di calcestruzzo che non necessiti di ripristino, ma che sia di qualità scadente, è opportuno valutare la possibilità di applicare su di essa un consolidante. [...] In generale, è necessario verificare che sulla superficie di applicazione del rinforzo non siano presenti polveri, grassi, idrocarburi e tensioattivi. (CNR - DT 200 R2/2025 § 4.9.1.3)

2 APPLICAZIONE, AD AVVENUTA MATURAZIONE DEI TRATTAMENTI PREVENTIVI, DI UNA PRIMA MANO DELL'ADESIVO MINERALE EPOSSIDICO **GEOLITE GEL**, GARANTENDO SUL SUPPORTO UNA QUANTITÀ DI MATERIALE SUFFICIENTE (SPESSORE MEDIO 2-3 mm) PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO.

3 INSTALLAZIONE PRIMO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300** DISPOSTO IN FASCE PARALLELE ALL'ASSE DEL PILASTRO PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI **GEOLITE GEL** (SPESSORE MEDIO 2-3 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

4 INSTALLAZIONE SECONDO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300** DISPOSTO IN FASCE PERPENDICOLARI ALL'ASSE DEL PILASTRO (CONFINAMENTO DEL PILASTRO) PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI **GEOLITE GEL** (SPESSORE MEDIO 2-3 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

5 INSTALLAZIONE TERZO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300** DISPOSTO IN FASCE PARALLELE ALL'ASSE DELLA TRAVE PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI **GEOLITE GEL** (SPESSORE MEDIO 2-3 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

6 INSTALLAZIONE QUARTO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300** DISPOSTO IN FASCE PERPENDICOLARI ALL'ASSE DELLA TRAVE (RINFORZO A TAGLIO) PONENDO ATTENZIONE ALL'EVENTUALE PRESENZA DI SOLAI PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI **GEOLITE GEL** (SPESSORE MEDIO 2-3 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

7 RASATURA FINALE PROTETTIVA CON **GEOLITE GEL** PER UNO SPESSORE MEDIO PARI A 2-3 mm PER RICOPRIRE, INGLOBARE IL TESSUTO IN ACCIAIO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI, AGENDO FRESCO SU FRESCO

8 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 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.

SI SUGGERISCE RASATURA MEDIANTE **GEOLITE SILT**, **GEOCALCE MULTIUSO** O **RASOBUILD TOP** CON UNO SPOLVERO DI **QUARZO 5.12** O SABBIA ASCIUTTA DI OPPORTUNA GRANULOMETRIA SUL SISTEMA EPOSSIDICO ANCORA FRESCO PER EVNTUALE INTONACATURA

# 1.7C

## Rinforzo dall'esterno di nodi trave-pilastro di facciata mediante applicazione del sistema modulare Steel Combo

### PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Individuare la posizione del nodo nella struttura in calcestruzzo armato, bonificare il substrato e irruvidirlo con asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura", mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, rimuovendo il copriferro, l'eventuale calcestruzzo ammalorato e l'eventuale ruggine dai ferri d'armatura che dovranno essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura. Procedere quindi alla pulizia della superficie trattata, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice.
2. Assemblaggio dei moduli. Individuare la geometria del pannello di nodo, quindi assemblare i moduli di facciata mediante fissaggio dell'apposito insieme Bullone-d8, Dado-d8, Rondella-d8 in due fori per ogni pettine orizzontale. Se il nodo ha una larghezza maggiore o uguale a 40 cm, collegare i moduli tramite le opposte prolunghe P5 o P8 di spessore pari a quello dei moduli collegati. Il fissaggio avviene sempre mediante l'apposito insieme Bullone-d8, Dado-d8, Rondella-d8 in due fori per ogni pettine orizzontale. Quando si utilizzano moduli di altezza 20 o 30 cm e il nodo ha larghezza pari ad almeno 50 cm, prevedere l'applicazione delle prolunghe verticali PV5-125 e/o PV5-160 (nei moduli da 30 cm posizionare le due prolunghe verticali in fori differenti). Il fissaggio avviene mediante l'apposito insieme Bullone-d8, Dado-d8, Rondella-d8 in un foro per ogni pettine orizzontale.
3. Foratura. Determinare la posizione dei fori internamente alle barre longitudinali del pilastro mantenendosi più vicini possibili alle stesse, utilizzando, come dima, l'insieme dei moduli assemblati sulla faccia del nodo. I moduli F sono dotati di più fori per agevolare l'installazione. Realizzare i fori a rotopercolazione di diametro pari a 14 mm e profondità 160 mm.
4. Primo strato di malta. Bagnare il supporto a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acqua in superficie. Eseguire il ripristino localizzato e/o generalizzato mediante l'applicazione di **Geolite 40**, manualmente a cazzuola. L'applicazione deve garantire il riempimento di tutte le cavità e l'inglobamento dei ferri d'armatura.
5. Installazione sistema. Seguendo le indicazioni degli opportuni Esplosi applicativi presenti nella brochure dedicata e nel Manuale di installazione, posizionare gli elementi D (in spessore pari a quello dei moduli collegati) sotto l'opportuno modulo F in corrispondenza dei connettori MMS-plus SS 16x130, prima dell'installazione del nodo. Posizionare l'insieme dei moduli sulla matrice ancora fresca, garantendone il perfetto inglobamento nello strato di geomalta, avendo cura che fuoriesca e riempia i fori. Installare i connettori MMS-plus SS 16x130 mediante avvitatore a impulsi.
6. Ripristino del copriferro. Ripristinare il copriferro rimosso tramite **Geolite 40**, assicurando uno spessore minimo di ricoprimento di almeno 10 mm.

### AVVERTENZE

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla geomalta **Geolite 40** l'applicazione di **Geolite** oppure del sistema **Geolite FRC** composto da **Geolite Magma Xenon & Steel Fiber**, prevedendo adeguata cassetta per il getto.

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**, con interposto **Rinforzo V 50**. Qualora il sistema di rinforzo venga installato in ambienti particolarmente aggressivi, si consiglia l'applicazione finale della pittura elastomerica **Flex Paint**, da estendere, possibilmente, anche nelle zone non rinforzate.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema di rinforzo per il confinamento dall'esterno di nodo trave-pilastro d'angolo, composto da moduli in acciaio S355 intagliati e sagomati con adeguato profilo e spessore, marcati CE secondo EN 1090, applicati con connessioni a secco realizzate mediante viti da calcestruzzo, provviste di marcatura CE e benessere tecnico europeo ETA e con geomalta minerale certificata, tixotropica a presa semi-rapida (40 min.), a base di geolegante, a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche, specifica per la passivazione, il ripristino, la rasatura, la protezione monolitica a durabilità garantita di strutture in calcestruzzo e l'inghisaggio di barre - tipo **Steel Combo** realizzato con appositi moduli, connettori MMS-PLUS SS 16x130 e **Geolite 40** di Kerakoll caratteristiche tecniche certificate della malta: marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla Norma EN 1504-7, EN 1504-3 Classe R4; EN 1504-2 e EN 1504-6, GreenBuilding Rating 4.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: rimozione dell'intonaco esterno e scarifica del calcestruzzo sul nodo fino al ritrovamento delle armature passanti, pulizia del supporto, spazzolatura delle armature in acciaio per rimuovere la ruggine se presente; assemblaggio dei moduli in funzione della geometria del nodo; realizzazioni dei fori corrispondenti al numero di connettori utilizzando l'insieme dei moduli assemblati come dima tenendolo in posizione sulla faccia del nodo; bagnatura a rifiuto delle superfici e stesura di un primo strato di geomalta di spessore 5 mm per rendere la superficie complanare e priva di vuoti; posizionamento dei moduli **Steel Combo**, installazione dei connettori mediante avvitatore ad impulsi; ripristino delle dimensioni geometriche del nodo con applicazione di geomalta con copriferro di spessore minimo 10 mm. La quantificazione è espressa per singolo nodo trave-pilastro effettivamente rinforzato.

1

Preparazione del supporto.



2

Assemblaggio dei moduli **Steel Combo**.



3

Foratura.



4

Primo strato di malta **Geolite 40**.



5

Installazione sistema **Steel Combo**.



6

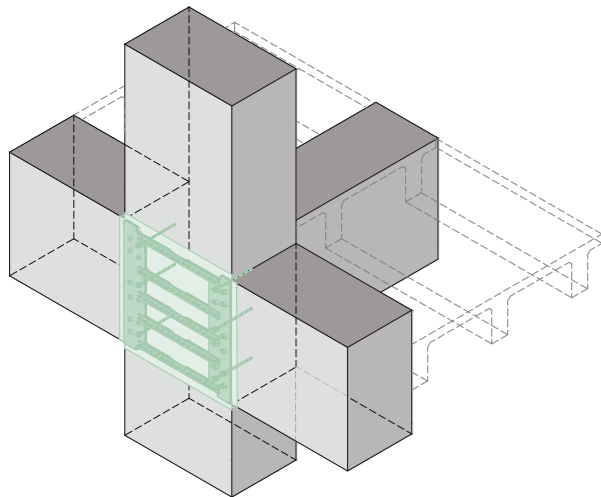
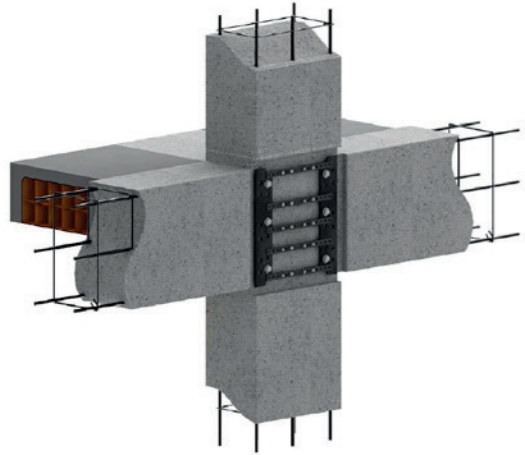
Ripristino del copriferro con **Geolite 40**.



# 1.7C

RINFORZO DALL'ESTERNO DI NODI TRAVE-PILASTRO DI FACCIATA MEDIANTE APPLICAZIONE DEL SISTEMA MODULABILE STEEL COMBO

Genius Lab



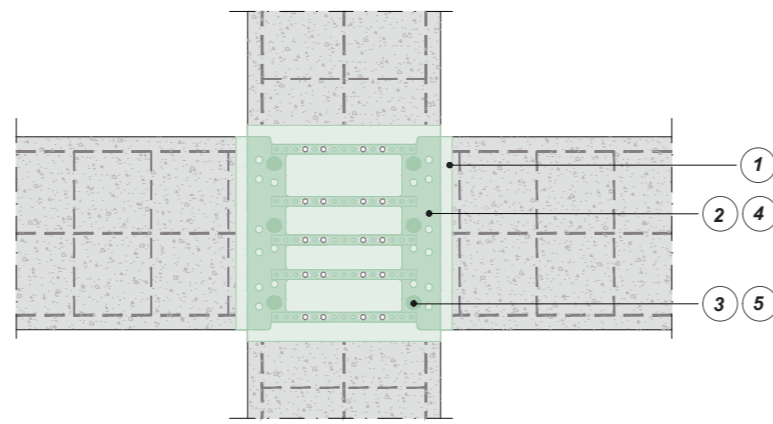
## ASSONOMETRIA RINFORZO DI NODO TRAVE PILASTRO A TRE VIE

### NOTE

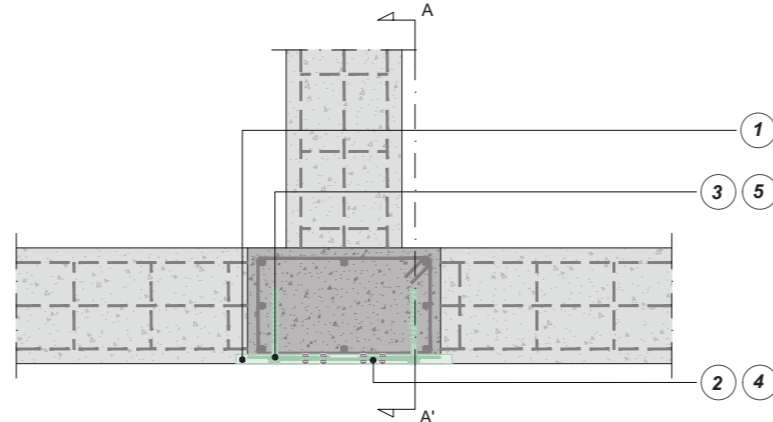
La soluzione illustrata fornisce confinamento al nodo, aumentandone al contempo la resistenza e la duttilità, ma evitando un aumento della geometria degli elementi e, soprattutto, la conseguente perdita di spazio. Inoltre, non viene aumentata la massa o la rigidità degli elementi convergenti nel nodo, a fronte di tempi di interventi minimi, di nessun impatto estetico e per la cui realizzazione non c'è necessità di interrompere l'utilizzo dell'edificio in fase di installazione.

POWERED BY

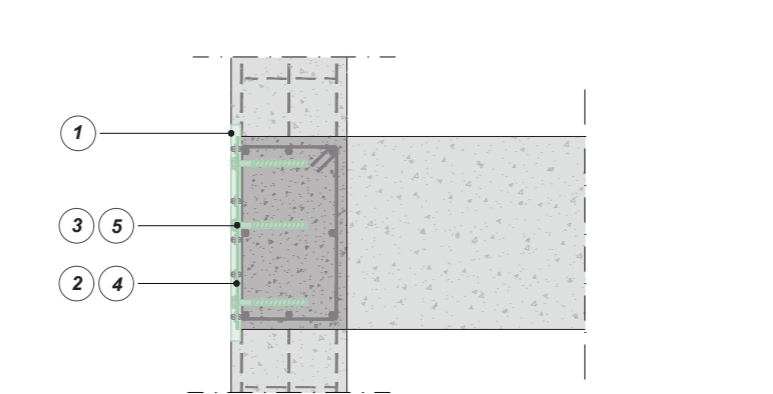
kerakoll



PROSPETTO RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 3 VIE (DI FACCIATA) MEDIANTE SISTEMA STEEL COMBO



PIANTA RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 3 VIE (DI FACCIATA) MEDIANTE SISTEMA STEEL COMBO



SEZIONE A-A' RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 3 VIE (DI FACCIATA) MEDIANTE SISTEMA STEEL COMBO

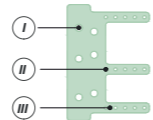
0 m 0,25 m 0,5 m

### COMPONENTI DEL SISTEMA DI RINFORZO E DISPOSIZIONE DEI CONNETTORI

È possibile rinforzare il nodo di facciata mediante il modulo F disponibile in differenti altezze e spessori. In caso di pilastri con larghezza maggiore o uguale a 40 cm è necessario adottare le prolunghe P. Il collegamento tra moduli e prolunghe deve essere effettuato mediante l'inserimento di 2 bulloni M8 cl. 8.8 nei fori (II) in corrispondenza di ciascuna flangia (III). Per ridurre la lunghezza libera delle flange dei moduli con H pari a 200 mm e 300 mm per pilastri di larghezza maggiore di 50 cm si prevede di adottare le prolunghe verticali PV per il collegamento verticale.

#### Dimensioni dei moduli F

H	n. flange	n. bulloni	n. connettori	sp[mm]
200	2	4	2	5/8
300	3	6	3	5/8
500	5	10	3	5/8
700	7	14	3	5/8



MODULO F



PROLUNGHE P



PROLUNGHE VERTICALI PV



DISTANZIALE D

Prolunghe orizzontali	
L[mm]	n.bulloni
375	2+2

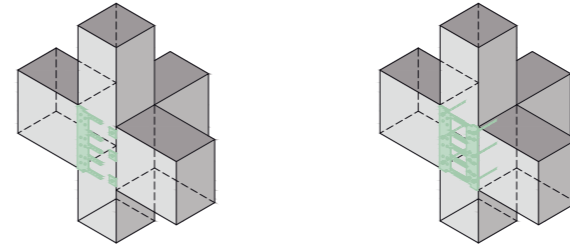
Prolunghe verticali	
L[mm]	n.bulloni
125	2
160	2

Distanziale	
L[mm]	sp[mm]
60	5
60	8

### TIPOLOGIE DI ASSEMBLAGGIO

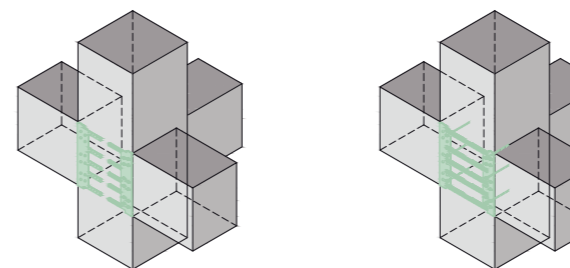
Il sistema di rinforzo del nodo può essere facilmente assemblato a piè d'opera mediante l'unione dei moduli F a seconda delle tipologie di seguito riportate. Per nodi con dimensioni in pianta del pilastro minori di 40 cm il sistema si ottiene dall'assemblaggio dei moduli F in sovrapposizione. In corrispondenza dei connettori è necessario posizionare i relativi distanziali D in fase di posa in opera. Il collegamento tra moduli è effettuato mediante l'inserimento di 2 bulloni M8 cl. 8.8 (II) in corrispondenza di ciascuna flangia (III).

#### ORDINE DI ASSEMBLAGGIO



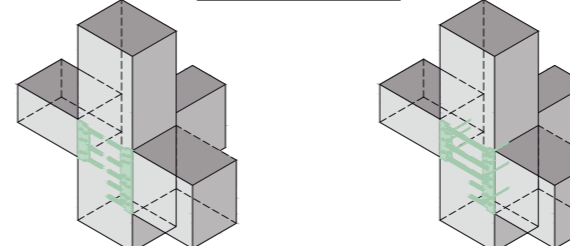
Per nodi con dimensioni in pianta del pilastro maggiori o uguali a 40 cm il sistema si ottiene dall'assemblaggio dei moduli F e delle prolunghe P. Il collegamento tra moduli e prolunghe è effettuato mediante l'inserimento di 2 bulloni M8 cl. 8.8 (II) in corrispondenza di ciascuna flangia (III). Nel caso in cui la larghezza del nodo non sia modulare al passo dei fori delle flange, è necessario centrare la composizione del sistema rispetto al pannello nodale.

#### ORDINE DI ASSEMBLAGGIO



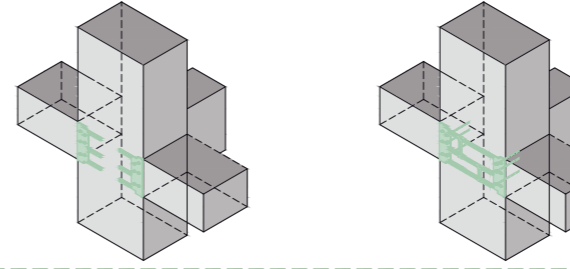
Per nodi con travi asimmetriche il sistema si ottiene mediante l'assemblaggio dei moduli F di differenti altezze ciascuno pari all'altezza pertinente alla rispettiva trave.

#### ORDINE DI ASSEMBLAGGIO

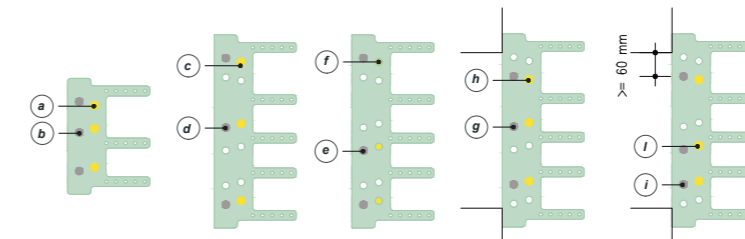


Per i moduli con H pari a 200 o 300 mm, nel caso di pilastri con larghezza maggiore di 50 cm, è necessario applicare anche le prolunghe verticali PV.

#### ORDINE DI ASSEMBLAGGIO



I connettori MMS-PLUS SS 16x130 sono installati negli appositi alloggi (I) e fissati attraverso l'uso di opportuno avvitatore ad impulsi. Per i moduli con H pari a 200 mm e 300 mm, nel caso di nodi con travi convergenti di altezze pari o maggiore a quelle del modulo impiegato è possibile scegliere se utilizzare la configurazione a) o b). Nel caso di travi con altezze minori utilizzare la configurazione a). Per i moduli con H pari a 500 mm e 700 mm, nel caso di nodi con travi convergenti di altezze pari o maggiore a quelle del modulo impiegato è possibile disporre i connettori secondo le configurazioni c), d), e), f). Nel caso di travi con altezze minori utilizzare la configurazione g), h), i), l). È preferibile incrementare la distanza tra i connettori.



IRRUVIMENTO DEL SUBSTRATO IN CALCESTRUZZO (ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm) MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE RIMUOVENDO IL COPRIFERRO. ASPORTAZIONE IN PROFONDITÀ DELL'EVENTUALE CALCESTRUZZO AMMALORATO FINO AL RAGGIUNGIMENTO DELLO STRATO DI CALCESTRUZZO CON CARATTERISTICHE DI BUONA SOLIDITÀ, OMOGENEITÀ E COMUNQUE NON CARBONATATO.

RIMOZIONE DELLA RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBATURA. PULIZIA DEL SUBSTRATO PER ELIMINARE QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI, CON ARIA COMPRESSA O IDROPULTRICE

1 ASSEMBLAGGIO DEI MODULI STEEL COMBO SEGUENDO LE INDICAZIONI CONTENUTE NELL'ESPLOSO APPLICATIVO OPPORTUNO PRESENTE NELLA BROCHURE DEDICATA E NEL MANUALE DI INSTALLAZIONE

2 Il sistema di rinforzo è un sistema modulare composto da più elementi componibili che permettono di coprire diverse geometrie di pannelli di nodo. I diversi componenti hanno dimensioni standard, pertanto, qualora la geometria del nodo non sia corrispondente a queste ultime, è necessario posizionare i moduli in modo da centrare il sistema sia in altezza sia in larghezza rispetto al pannello di nodo.

3 INDIVIDUAZIONE DELLA POSIZIONE DEI FORI TENENDO IN POSIZIONE IL SISTEMA SUL PANNELLO DI NODO

3 Posizionare i fori internamente alle barre longitudinali del pilastro mantenendosi più vicini possibili alle stesse. Il modulo F possiede più alloggi per i connettori per adattarsi alle diverse possibili configurazioni delle armature. In base all'altezza del modulo di rinforzo è necessario inserire un numero stabilito di connettori.

BAGNATURA A RIFIUTO FINO AD OTTENERE UN SUBSTRATO SATURO MA PRIVO DI ACQUA IN SUPERFICIE. REALIZZAZIONE DEI PREFORI DI DIAMETRO 14 mm E LUNGHEZZA 160 mm MEDIANTE ROTOPERCUSSIONE. REALIZZAZIONE DI UNO STRATO DI ALLETAMENTO MEDIANTE GEOMALTA MINERALE CERTIFICATA GEOLITE 40 O GEOLITE E SUCCESSIVO POSIZIONAMENTO DEL SISTEMA DI RINFORZO. LO SPESSORE DELLO STRATO DI MALTA TRA IL SUPPORTO E IL SISTEMA DEVE ESSERE ≤ 8 mm E DEVE GARANTIRE IL RIEMPIMENTO DI TUTTE LE CAVITÀ E L'INGLOBAMENTO DEI FERRI D'ARMATURA

4 SEGUENDO LE INDICAZIONI DEGLI OPPORTUNI ESPLOSI APPLICATIVI PRESENTI NELLA BROCHURE DEDICATA E NEL MANUALE DI INSTALLAZIONE, POSIZIONAMENTO DEGLI ELEMENTI D (IN SPESSORE PARI A QUELLO DEI MODULI COLLEGATI) SOTTO L'OPPORTUNO MODULO F IN CORRISPONDENZA DEI CONNETTORI MMS-PLUS SS 16x130, PRIMA DELL'INSTALLAZIONE SUL NODO. POSIZIONAMENTO DELL'INSIEME DEI MODULI SULLA MATRICE ANCORA FRESCA, GARANTENDONE IL PERFETTO INGLOBAMENTO NELLO STRATO DI GEOMALTA, AVENDO CURA CHE FUORIESCA E RIEMPIA I FORI. INSTALLAZIONE DEI CONNETTORI MMS-PLUS SS 16x130 MEDIANTE AVVITATORE A IMPULSI. AL TERMINE DELL'INSTALLAZIONE NON EFFETTUARE ULTERIORI ROTAZIONI DEI CONNETTORI: LA TESTA DI CIASCUN DI ESSI DEVE ESSERE A CONTATTO CON LA PIASTRA E NON DANNEGGIATA

5 RIPRISTINO DEL COPRIFERRO CON GEOMALTA MINERALE CERTIFICATA GEOLITE 40 O GEOLITE ASSICURANDO UNO SPESSORE MINIMO DI RICOPRIMENTO DI ALMENO 10 mm

### QUADRO NORMATIVO

Il progetto dei nodi è essenziale, indipendentemente dal comportamento strutturale prescelto, perché la sollecitazione da taglio all'interno del pannello nodale (la zona di intersezione tra travi e pilastri) è decisamente più elevata dell'analoga sollecitazione nei pilastri. [...] Infatti gli sforzi di taglio all'interno del pannello nodale non possono essere determinati direttamente dal modello di calcolo ma richiedono specifiche analisi per determinare la trasmissione degli sforzi all'interno della zona diffusiva. È pertanto indispensabile, se si vogliono evitare rotture da taglio del nodo, ricorrere a criteri di progettazione in capacità, in questo caso non legata al conseguimento di un comportamento duttile, ma indispensabile per il progetto della resistenza del pannello nodale che deve garantire il trasferimento delle sollecitazioni tra gli elementi in esso convergenti. (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 §C7.4.4.3) La verifica di resistenza deve essere eseguita solo per i nodi non interamente confinati come definiti al § 7.4.4.3 delle NTC. Deve essere verificata sia la resistenza a trazione diagonale che quella a compressione diagonale. (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 §C8.7.2.3.5) La distribuzione del carico dipende dall'efficacia degli elementi di ancoraggio a resistere ai carichi di taglio, che è ad esempio influenzata dal gioco del foro e dalla distanza dal bordo. (EN 1992-4:2018 Eurocode 2 - Design of Concrete Structures - Part 4: Design of fastenings for use in concrete)

## 1.8A

## Rinforzo di nodi trave-pilastro d'angolo mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica



## PRESCRIZIONE

- 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 la stondatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Realizzare il sistema di rinforzo strutturale Steel Reinforced Grout **Geosteel SRG** (abbinamento di fibra di acciaio e malta minerale strutturale tixotropica a base di geolegante) effettuando dei placcaggi conformati in modo da soddisfare le esigenze geometriche e prestazionali del manufatto oggetto di intervento, avvolgendo in maniera adeguata le superfici dei nodi, 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 stessa fuoriesca dai trefoli per garantire un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice. Concludere l'applicazione, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore complessivo del rinforzo 5 - 8 mm), sempre 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. 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**.
- 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.

## 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/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m<sup>2</sup>; 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.

## VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRG (Steel Reinforced Grout) per il rinforzo di nodi trave-pilastro d'angolo, 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 mm<sup>2</sup>; 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), garantendo asperità di almeno 5 mm e stondatura degli spigoli con raggio di curvatura di almeno 20 mm e bagnatura a rifiuto delle superfici; eventuale 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 per unità di superficie di rinforzo effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni e le zone di ancoraggio.

1

Verifica della corretta preparazione delle fasce di rinforzo.



2

Applicazione fascia verticale di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



3

Applicazione fascia orizzontale di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



4

Applicazione fascia di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G** per la cerchiatura della trave.



5

Applicazione fascia di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G** per la cerchiatura del pilastro.



6

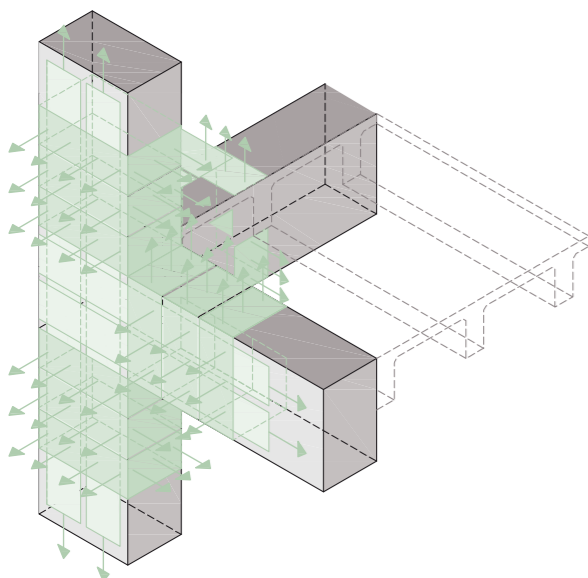
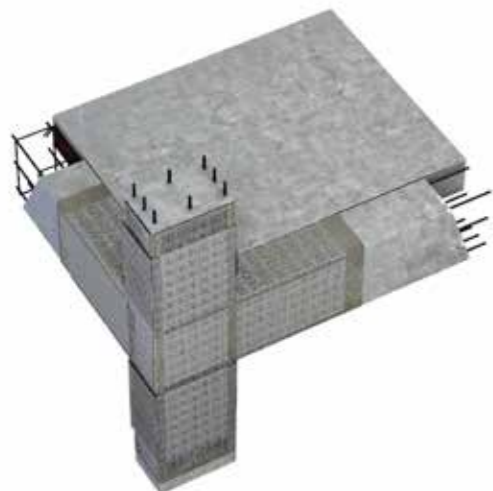
Inglobamento del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G** nello strato di matrice **Geolite**.



# 1.8A

RINFORZO DI NODI TRAVE-PILASTRO D'ANGOLO MEDIANTE PLACCAGGIO CON TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E GEOMALTA MINERALE STRUTTURALE TIXOTROPICA

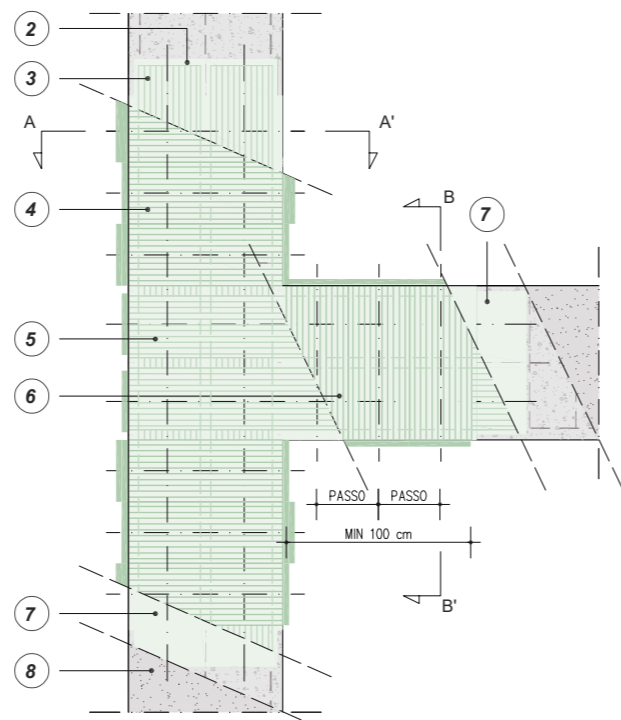
Geoforceone  
SOFTWARE



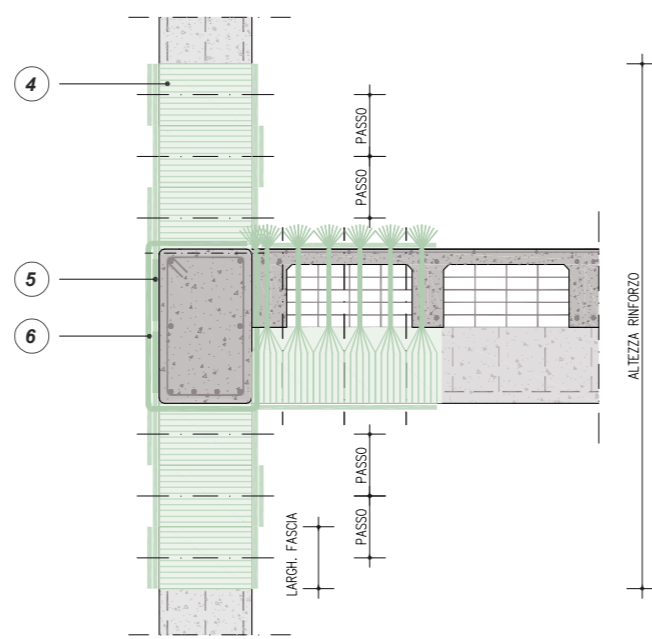
ASSONOMETRIA  
RINFORZO DI NODO D'ANGOLO A DUE VIE

NOTE  
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<sup>2</sup> nel caso del rinforzo per aderenza.

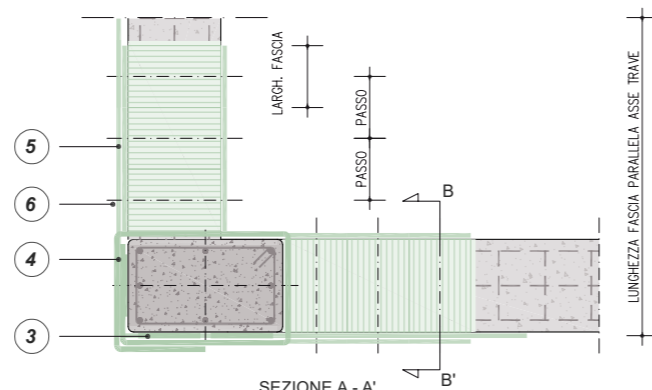
POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



PROSPETTO  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 2 VIE (D'ANGOLO) MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200



SEZIONE B - B'  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 2 VIE (D'ANGOLO) MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200

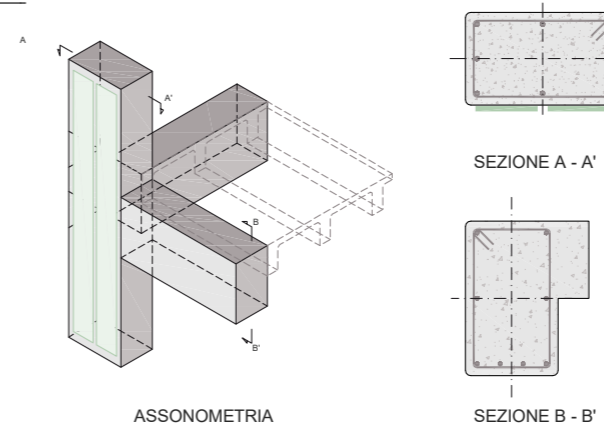


SEZIONE A - A'  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 2 VIE (D'ANGOLO) MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200

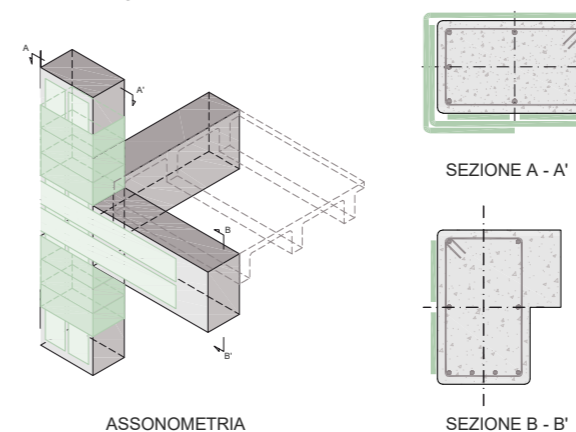
0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

## RINFORZO DI NODO A DUE VIE

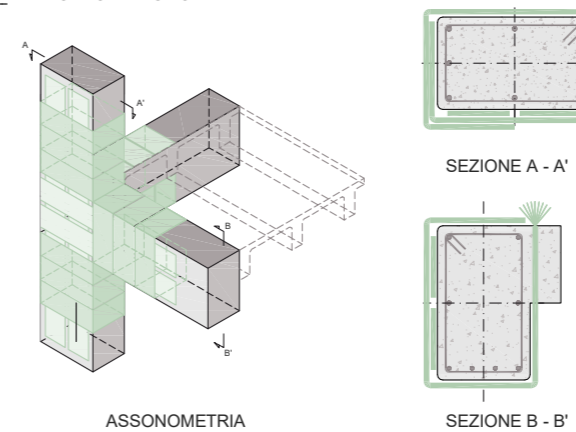
### FASE I: RINFORZO A FLESSIONE DEL PILASTRO



### FASE II: RINFORZO LONGITUDINALE DELLA TRAVE E CONFINAMENTO DEL PILASTRO



### FASE III: RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE



0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

## QUADRO NORMATIVO

Placcatura e fasciatura in 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)

[...] Al fine di garantire comunque un buon comportamento d'insieme del sistema nodo-travi-pilastri, e garantire un significativo incremento della duttilità a tale sistema, e dunque alla struttura nel suo insieme, gli interventi proposti conseguono anche un incremento della resistenza a taglio delle travi e dei pilastri nelle loro parti terminali convergenti nel nodo ed un confinamento delle estremità dei pilastri, dove si concentrano le massime richieste di duttilità in pressoflessione.  
 (Linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni § 3.1.- DPC, ReLUIS)

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

IN CASO DI SUPPORTI NON DEGRADATI, IRRUVIMENTO DELLA SUPERFICIE, PULIZIA E RIMOZIONE DI POLVERI E OLII CHE POSSANO COMPROMETTERE L'ADESIONE DEL SISTEMA, MEDIANTE ARIA COMPRESSA O IDROPULTRICE. IN CASO DI SUPPORTO EVIDENTEMENTE DEGRADATO, NON PLANARE O DANNEGGIATO DA EVENTI GRAVOSI: RIMOZIONE IN PROFONDITÀ DEL CALCESTRUZZO AMMALORATO MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE, AVENDO CURA DI IRRUVIDIRE IL SUBSTRATO CON ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm; RIMOZIONE DI RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBIAURA; RICOSTRUZIONE MONOLITICA O RASATURA DELLA SEZIONE MEDIANTE LA GEOMALTA TIXOTROPICA **GEOLITE**. PREPARARE IL SUPPORTO CON ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm E REALIZZARE LA STONDATURA DEGLI SPIGLI CON RAGGIO DI CURVATURA MINIMO DI 20 mm

1 APPLICAZIONE DI UNA PRIMA MANO DI **GEOLITE**, GARANTENDO SUL SUPPORTO UNA QUANTITÀ DI MATERIALE SUFFICIENTE (SPESSORE MEDIO 3-5 mm) PER REGOLARIZZARLO E PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO

2 INSTALLAZIONE PRIMO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200** DISPOSTO IN FASCE PARALLELE ALL'ASSE DEL PILASTRO PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI **GEOLITE** (SPESSORE MEDIO 3-5 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

3 INSTALLAZIONE SECONDO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200** DISPOSTO IN FASCE PERPENDICOLARI ALL'ASSE DEL PILASTRO (CONFINAMENTO DEL PILASTRO) PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI **GEOLITE** (SPESSORE MEDIO 3-5 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

4 INSTALLAZIONE TERZO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200** DISPOSTO IN FASCE PARALLELE ALL'ASSE DELLA TRAVE PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI **GEOLITE** (SPESSORE MEDIO 3-5 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

5 INSTALLAZIONE QUARTO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200** DISPOSTO IN FASCE PERPENDICOLARI ALL'ASSE DELLA TRAVE (RINFORZO A TAGLIO) PONENDO ATTENZIONE ALL'EVENTUALE PRESENZA DI SOLAI PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI **GEOLITE** (SPESSORE MEDIO 3-5 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

6 RASATURA FINALE PROTETTIVA CON **GEOLITE** PER UNO SPESSORE MEDIO PARI A 3-5 mm, AL FINE DI INGLOBARE TOTALMENTE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI SOTTOSTANTI, AGENDO FRESCO SU FRESCO

7 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.

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

# 1.8B

## Rinforzo di nodi trave-pilastro d'angolo mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico



### 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 la superficie mediante scarifica meccanica garantendo asperità di almeno 0,5 mm, pari al grado 5 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura". Pulire e rimuovere polveri e oli che possano compromettere l'adesione del sistema mediante aria compressa. In caso di supporto evidentemente degradato, non planare o danneggiato da eventi gravosi rimuovere in profondità eventuale calcestruzzo ammalorato mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, avendo cura di irruvidire il substrato con asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura"; 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**. Concludere la preparazione del supporto mediante stonatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
2. Applicazione del sistema di rinforzo. Realizzare il sistema di rinforzo strutturale Steel Reinforced Polymer **Geosteel SRP** (abbinamento di fibra di acciaio e adesivo minerale epossidico) effettuando dei placcaggi conformati in modo da soddisfare le esigenze geometriche e prestazionali del manufatto oggetto di intervento, avvolgendo in maniera adeguata le superfici dei nodi. Applicare ad avvenuta maturazione dei trattamenti preventivi descritti, una prima mano dell'adesivo minerale epossidico **Geolite Gel**, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio 2 - 3 mm) 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 spatola o rullo in acciaio e avendo cura che la stessa fuoriesca dai trefoli, garantendo un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice. Concludere l'applicazione con la rasatura finale protettiva, impiegando un quantitativo di adesivo necessario (spessore complessivo del rinforzo 3 - 4 mm) per il totale ricoprimento del tessuto in acciaio, agendo fresco su fresco. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa del secondo strato di fibra sullo strato di matrice ancora fresca. Nel caso in cui il sistema installato debba essere intonacato o mascherato mediante rasatura, si consiglia l'utilizzo di **Geolite Silt**, **Geocalce Multiuso** o **Rasobuild Top**, avendo cura, a resina ancora fresca, di eseguire uno spolvero di **Quarzo 5.12** o sabbia asciutta di opportuna granulometria per facilitarne l'aggrappo.
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 matrice, si consiglia l'applicazione finale 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.

### AVVERTENZE

**Geosteel G** viene fornito per il sistema SRP in n. 4 grammature utili in funzione delle esigenze di calcolo:

- **Geosteel G600** (grammatura: 670 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 3,14; spessore equivalente del nastro = 0,169 mm)
- **Geosteel G2000** (grammatura: 2000 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 4,72; spessore equivalente del nastro = 0,254 mm)
- **Geosteel G3300** (grammatura: 3300 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 7,09; spessore equivalente del nastro = 0,381 mm).

Prima di effettuare l'intervento verificare l'idoneità della classe di resistenza del calcestruzzo di supporto.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRP (Steel Reinforced Polymer) per il rinforzo di nodi trave-pilastro d'angolo, 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 3300 g/mq, impregnato con sistema epossidico bicomponente in gel tixotropico, provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla norma EN 1504-4 per incollaggio di elementi strutturali e dalla norma EN 1504-6 per l'inghisaggio di barre di ancoraggio - tipo **Geosteel SRP** realizzato con **Geosteel G3300** abbinato a **Geolite Gel** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione  $\geq 2970$  MPa, deformazione a trazione  $\geq 0,015$  mm/mm; modulo di elasticità a trazione  $E \geq 216$  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 mm<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 7,09 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,381 mm. Caratteristiche tecniche certificate del sistema epossidico: Euroclasse di reazione al fuoco D-s2,d0 (EN 13501-1); emissione di sostanze organiche volatili EC1 Plus certificato GEV-Emicode; temperatura di transizione vetrosa +60 °C (EN 12614).

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 con asperità di almeno 0,5 mm e stonatura degli spigoli con raggio di curvatura di almeno 20 mm; eventuale 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 spessore di circa 2 - 3 mm, di adesivo minerale epossidico; con adesivo ancora fresco, 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 matrice, fino a completa copertura del tessuto di rinforzo, per uno spessore complessivo del rinforzo di 3 - 4 mm; 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 e le zone di ancoraggio.

1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_

Verifica della corretta preparazione delle fasce di rinforzo.



2 \_\_\_\_\_

Applicazione fascia verticale di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



3 \_\_\_\_\_

Applicazione fascia orizzontale di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



4 \_\_\_\_\_

Applicazione fascia di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G** per la cerchiatura della trave.



5 \_\_\_\_\_

Applicazione fascia di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G** per la cerchiatura del pilastro.



6 \_\_\_\_\_

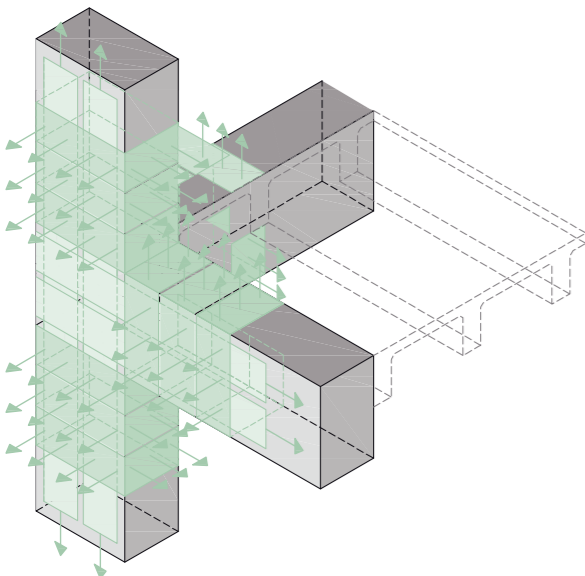
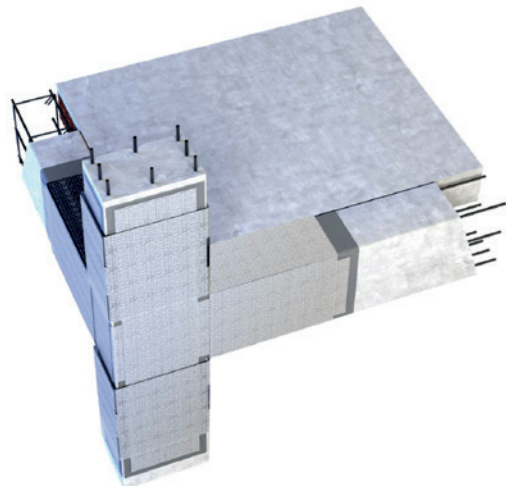
Installazione della fascia in spessore millimetrico con **Geolite Gel**.



# 1.8B

RINFORZO DI NODI TRAVE-PILASTRO D'ANGOLO MEDIANTE PLACCAGGIO CON TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E ADESIVO EPOSSIDICO

Geoforceone Software



ASSONOMETRIA RINFORZO DI NODO D'ANGOLO A DUE VIE

NOTE

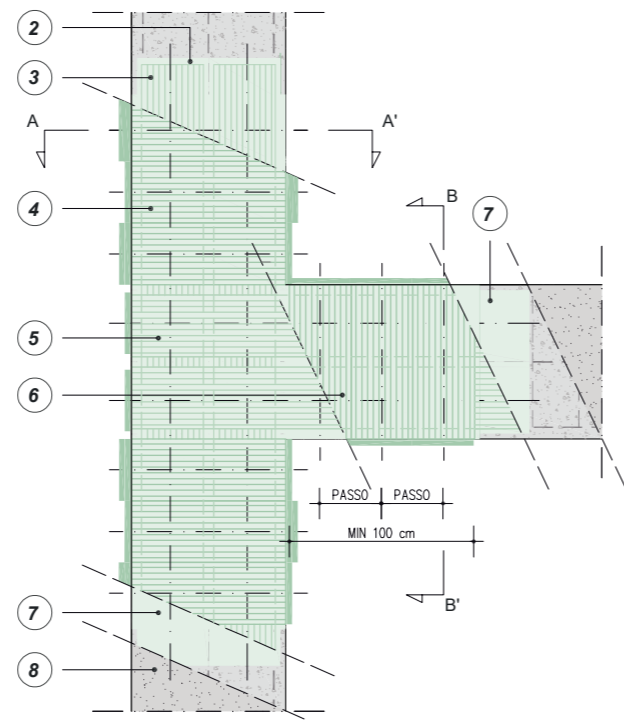
Nota bene: la normativa CNR-DT 200 R2/2025, al paragrafo 4.9.1.1, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 MPa nel caso del rinforzo per aderenza.

POWERED BY

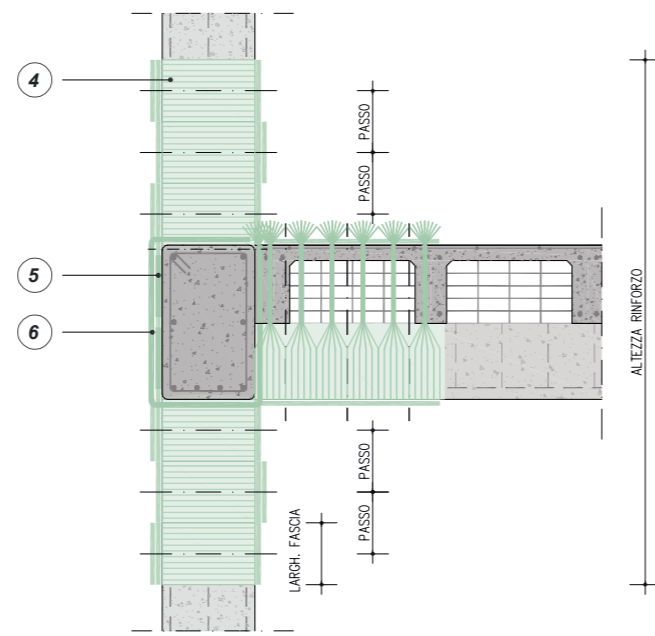
kerakoll

ENGINEERED BY

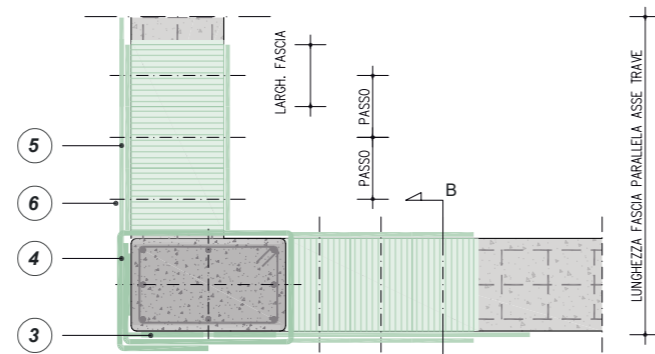
ASDEA



PROSPETTO RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 2 VIE (D'ANGOLO) MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300



SEZIONE B - B' RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 2 VIE (D'ANGOLO) MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300

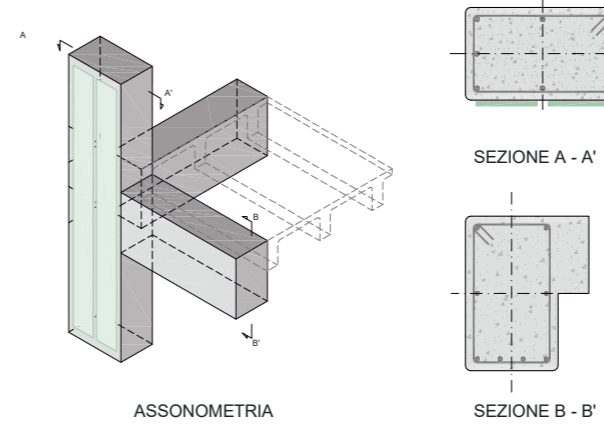


SEZIONE A - A' RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 2 VIE (D'ANGOLO) MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300

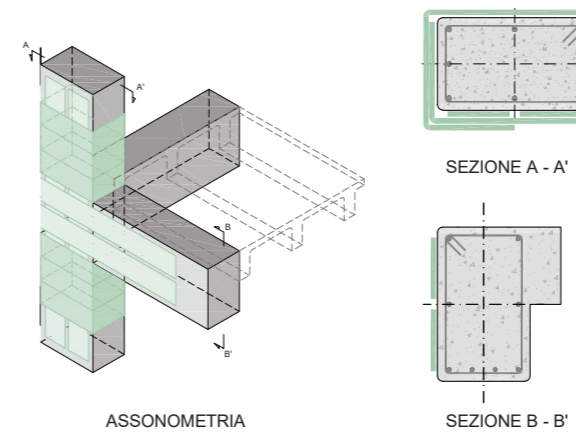
0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

RINFORZO DI NODO A DUE VIE

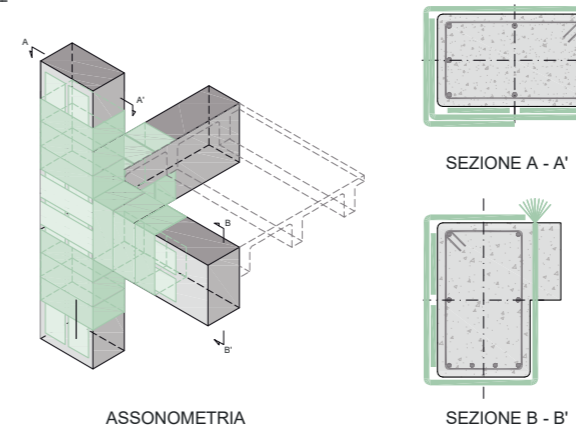
FASE I: RINFORZO A FLESSIONE DEL PILASTRO



FASE II: RINFORZO LONGITUDINALE DELLA TRAVE E CONFINAMENTO DEL PILASTRO



FASE III: RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE



0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

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)

[...] Al fine di garantire comunque un buon comportamento d'insieme del sistema nodo-travi-pilastri, e garantire un significativo incremento della duttilità a tale sistema, e dunque alla struttura nel suo insieme, gli interventi proposti conseguono anche un incremento della resistenza a taglio delle travi e dei pilastri nelle loro parti terminali convergenti nel nodo ed un confinamento delle estremità dei pilastri, dove si concentrano le massime richieste di duttilità in pressoflessione. (Linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni § 3.1.- DPC, ReLUIS)

IN CASO DI SUPPORTI NON DEGRADATI, IRRUVIMENTO DELLA SUPERFICIE, PULIZIA E RIMOZIONE DI POLVERI E OLII 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: RIMOZIONE IN PROFONDITÀ DEL CALCESTRUZZO AMMALORATO MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE, AVENDO CURA DI IRRUVIDIRE IL SUBSTRATO CON ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm; RIMOZIONE DI RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBIAIATURA; RICOSTRUZIONE MONOLITICA O RASATURA DELLA SEZIONE MEDIANTE LA GEOMALTA TIXOTROPICA GEOLITE. PREPARARE IL SUPPORTO CON ASPERITÀ DI ALMENO 0,5 mm E REALIZZARE LA STONATURA DEGLI SPIGOLI CON RAGGIO DI CURVATURA MINIMO DI 20 mm

1 Dopo aver accertato la qualità del substrato ed aver eventualmente provveduto al ripristino del calcestruzzo ammalorato ed al trattamento delle barre metalliche, può essere opportuno ricorrere ad un ulteriore provvedimento di sabbatura a carico della superficie interessata dal rinforzo. [...] Nel caso in cui si operi su una superficie di calcestruzzo che non necessiti di ripristino, ma che sia di qualità scadente, è opportuno valutare la possibilità di applicare su di essa una consolidante. [...] In generale, è necessario verificare che sulla superficie di applicazione del rinforzo non siano presenti polveri, grassi, idrocarburi e tensioattivi. (CNR - DT 200 R2/2025 § 4.9.1.3)

2 APPLICAZIONE, AD AVVENUTA MATURAZIONE DEI TRATTAMENTI PREVENTIVI, DI UNA PRIMA MANO DELL'ADESIVO MINERALE EPOSSIDICO GEOLITE GEL, GARANTENDO SUL SUPPORTO UNA QUANTITÀ DI MATERIALE SUFFICIENTE (SPESSORE MEDIO 2-3 mm) PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO.

3 INSTALLAZIONE PRIMO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 DISPOSTO IN FASCE PARALLELE ALL'ASSE DEL PILASTRO PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI GEOLITE GEL (SPESSORE MEDIO 2-3 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

4 INSTALLAZIONE SECONDO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 DISPOSTO IN FASCE PERPENDICOLARI ALL'ASSE DEL PILASTRO (CONFINAMENTO DEL PILASTRO) PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI GEOLITE GEL (SPESSORE MEDIO 2-3 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

5 INSTALLAZIONE TERZO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 DISPOSTO IN FASCE PARALLELE ALL'ASSE DELLA TRAVE PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI GEOLITE GEL (SPESSORE MEDIO 2-3 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

6 INSTALLAZIONE QUARTO STRATO DI TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 DISPOSTO IN FASCE PERPENDICOLARI ALL'ASSE DELLA TRAVE (RINFORZO A TAGLIO) PONENDO ATTENZIONE ALL'EVENTUALE PRESENZA DI SOLAI PROTETTO DA UN SECONDO STRATO DI GEOLITE GEL (SPESSORE MEDIO 2-3 mm) APPLICATO FRESCO SU FRESCO

7 RASATURA FINALE PROTETTIVA CON GEOLITE GEL PER UNO SPESSORE MEDIO PARI A 2-3 mm PER RICOPRIRE, INGLOBARE IL TESSUTO IN ACCIAIO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI, AGENDO FRESCO SU FRESCO.

8 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 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.

RASATURA MEDIANTE GEOLITE SILT, GEOALCE MULTIUSO O RASOBUILD TOP CON UNO SPOLVERO DI QUARZO 5.12 O SABBIA ASCIUTTA DI OPPORTUNA GRANULOMETRIA SUL SISTEMA EPOSSIDICO ANCORA FRESCO PER EVENTUALE INTONACATURA

# 1.8C

## Rinforzo dall'esterno di nodi trave-pilastro d'angolo mediante applicazione del sistema modulare Steel Combo

### PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Individuare la posizione del nodo nella struttura in calcestruzzo armato, bonificare il substrato e irruvidirlo con asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura", mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, rimuovendo il copriferro, l'eventuale calcestruzzo ammalorato e l'eventuale ruggine dai ferri d'armatura, che dovranno essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura. Procedere quindi alla pulizia della superficie trattata, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice.
2. Assemblaggio dei moduli. Individuare la geometria del pannello di nodo, quindi assemblare i moduli di facciata e angolo mediante fissaggio dell'apposito insieme Bullone-d8, Dado-d8, Rondella-d8 in due fori per ogni pettine orizzontale. Se il nodo ha una larghezza maggiore o uguale a 40 cm, collegare i moduli tramite le opposte prolunghe P5 o P8 di spessore pari a quello dei moduli collegati. Il fissaggio avviene sempre mediante l'apposito insieme Bullone-d8, Dado-d8, Rondella-d8 in due fori per ogni pettine orizzontale. Quando si utilizzano moduli di altezza 20 o 30 cm e il nodo ha larghezza pari ad almeno 50 cm, prevedere l'applicazione delle prolunghe verticali PV5-125 e/o PV5-160 (nei moduli da 30 cm posizionare le due delle prolunghe verticali in fori differenti). Il fissaggio avviene mediante l'apposito insieme Bullone-d8, Dado-d8, Rondella-d8 in un foro per ogni pettine orizzontale.
3. Foratura. Determinare la posizione dei fori internamente alle barre longitudinali del pilastro mantenendosi più vicini possibili alle stesse, utilizzando, come dima, l'insieme dei moduli assemblati sulla faccia del nodo. I moduli F sono dotati di più fori per agevolare l'installazione. Realizzare i fori a rotopercolazione di diametro pari a 14 mm e profondità 160 mm.
4. Primo strato di malta. Bagnare il supporto a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acqua in superficie. Eseguire il ripristino localizzato e/o generalizzato mediante l'applicazione di **Geolite 40**, manualmente a cazzuola. L'applicazione deve garantire il riempimento di tutte le cavità e l'inglobamento dei ferri d'armatura.
5. Installazione sistema. Seguendo le indicazioni degli opportuni Esplosi applicativi presenti nella brochure dedicata e nel Manuale di installazione, posizionare gli elementi D (in spessore pari a quello dei moduli collegati) sotto l'opportuno modulo F in corrispondenza dei connettori MMS-plus SS 16x130, prima dell'installazione del nodo. Posizionare l'insieme dei moduli sulla matrice ancora fresca, garantendone il perfetto inglobamento nello strato di geomalta, avendo cura che fuoriesca e riempia i fori. Installare i connettori MMS-plus SS 16x130 mediante avvitatore a impulsi.
6. Ripristino del copriferro. Ripristinare il copriferro rimosso tramite **Geolite 40**, assicurando uno spessore minimo di ricoprimento di almeno 10 mm.

### AVVERTENZE

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla geomalta **Geolite 40** l'applicazione di **Geolite** oppure del sistema **Geolite FRC** composto da **Geolite Magma Xenon & Steel Fiber**, prevedendo adeguata cassetta per il getto.

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**, con interposto **Rinforzo V 50**. Qualora il sistema di rinforzo venga installato in ambienti particolarmente aggressivi, si consiglia l'applicazione finale della pittura elastomerica **Flex Paint**, da estendere, possibilmente, anche nelle zone non rinforzate.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema di rinforzo per il confinamento dall'esterno di nodo trave-pilastro d'angolo, composto da moduli in acciaio S355 intagliati e sagomati con adeguato profilo e spessore, marcati CE secondo EN 1090, applicati con connessioni a secco realizzate mediante viti da calcestruzzo, provviste di marcatura CE e benessere tecnico europeo ETA e con geomalta minerale certificata, tixotropica a presa semi-rapida (40 min.), a base di geolegante, a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche, specifica per la passivazione, il ripristino, la rasatura, la protezione monolitica a durabilità garantita di strutture in calcestruzzo e l'inghisaggio di barre – tipo **Steel Combo** realizzato con appositi moduli, connettori MMS-PLUS SS 16x130 e **Geolite 40** di Kerakoll caratteristiche tecniche certificate della malta: marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla Norma EN 1504-7, EN 1504-3 Classe R4; EN 1504-2 e EN 1504-6, GreenBuilding Rating 4.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: rimozione dell'intonaco esterno e scarifica del calcestruzzo sul nodo fino al ritrovamento delle armature passanti, pulizia del supporto, spazzolatura delle armature in acciaio per rimuovere la ruggine se presente; assemblaggio dei moduli in funzione della geometria del nodo; realizzazioni dei fori corrispondenti al numero di connettori utilizzando l'insieme dei moduli assemblati come dima tenendolo in posizione sulla faccia del nodo; bagnatura a rifiuto delle superfici e stesura di un primo strato di geomalta di spessore 5 mm per rendere la superficie complanare e priva di vuoi; posizionamento dei moduli **Steel Combo**, installazione dei connettori mediante avvitatore ad impulsi; ripristino delle dimensioni geometriche del nodo con applicazione di geomalta con copriferro di spessore minimo 10 mm. La quantificazione è espressa per singolo nodo trave-pilastro effettivamente rinforzato.

1

Preparazione del supporto.



2

Assemblaggio dei moduli **Steel Combo**.



3

Foratura.



4

Primo strato di malta **Geolite 40**.



5

Installazione sistema **Steel Combo**.



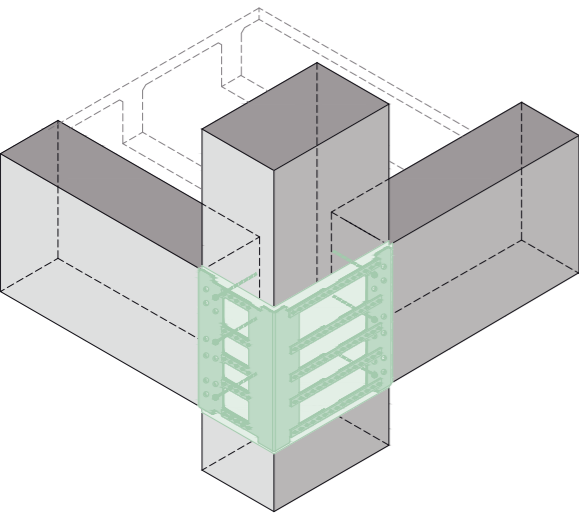
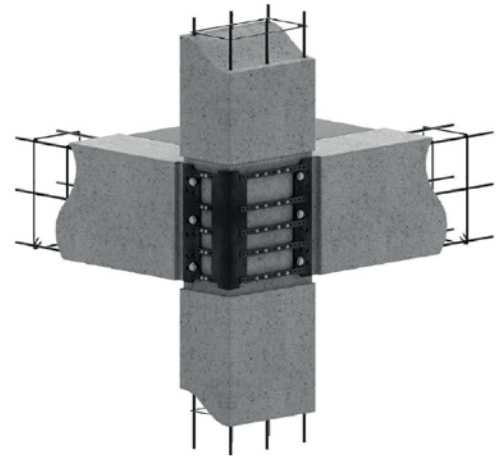
6

Ripristino del copriferro con **Geolite 40**.



# 1.8C

RINFORZO DALL'ESTERNO DI NODI TRAVE-PILASTRO D'ANGOLO MEDIANTE APPLICAZIONE DEL SISTEMA MODULABILE STEEL COMBO  
Genius Lab

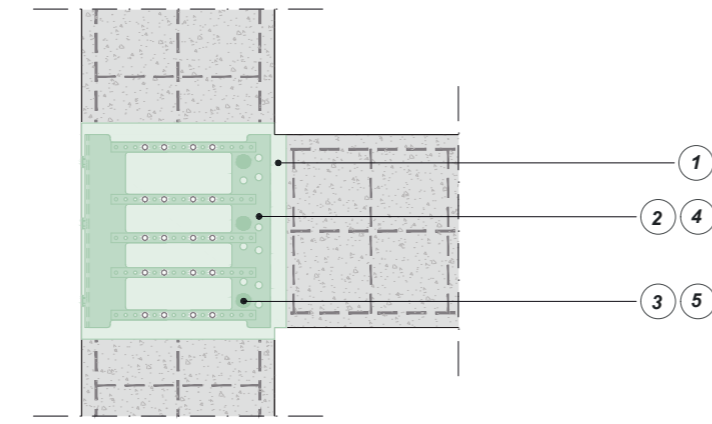


ASSONOMETRIA  
RINFORZO DI NODO TRAVE PILASTRO A DUE VIE

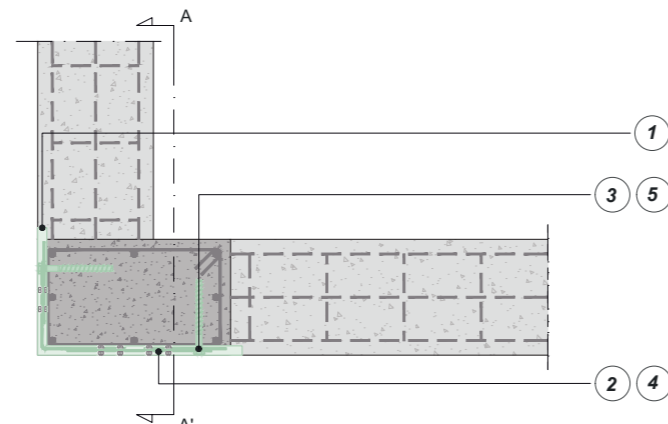
NOTE

La soluzione illustrata fornisce confinamento al nodo, aumentandone al contempo la resistenza e la duttilità, ma evitando un aumento della geometria degli elementi e, soprattutto, la conseguente perdita di spazio. Inoltre, non viene aumentata la massa o la rigidità degli elementi convergenti nel nodo, a fronte di tempi di interventi minimi, di nessun impatto estetico e per la cui realizzazione non c'è necessità di interrompere l'utilizzo dell'edificio in fase di installazione.

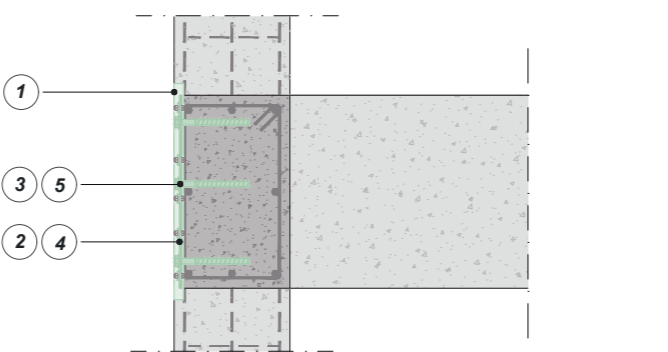
POWERED BY  
**kerakoll**



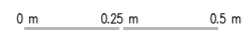
PROSPETTO  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 2 VIE (D'ANGOLO)  
MEDIANTE SISTEMA STEEL COMBO



PIANTA  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 2 VIE (D'ANGOLO)  
MEDIANTE SISTEMA STEEL COMBO



SEZIONE A-A'  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 2 VIE (D'ANGOLO)  
MEDIANTE SISTEMA STEEL COMBO

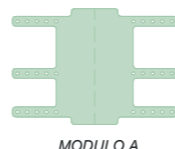
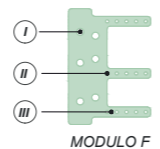


COMPONENTI DEL SISTEMA DI RINFORZO E DISPOSIZIONE DEI CONNETTORI

È possibile rinforzare il nodo d'angolo mediante i moduli F e A disponibili in differenti altezze e spessori. In caso di pilastri con larghezza maggiore o uguale a 40 cm è necessario adottare le prolunghe P. Il collegamento tra moduli e prolunghe deve essere effettuato mediante l'inserimento di 2 bulloni M8 cl. 8.8 nei fori (II) in corrispondenza di ciascuna flangia (III). Per ridurre la lunghezza libera delle flange dei moduli con H pari a 200 mm e 300 mm per pilastri di larghezza maggiore di 50 cm si prevede di adottare le prolunghe verticali PV per il collegamento verticale.

Dimensioni dei moduli A				
H	n. flange	n. bulloni	n. connettori	sp[mm]
200	4	8	-	5/8
300	6	12	-	5/8
500	10	20	-	5/8
700	14	28	-	5/8

Per le dimensioni del modulo F consultare TAV 1.7C



Per ulteriori dettagli sull'installazione delle prolunghe consultare TAV 1.7C

Prolunghe orizzontali

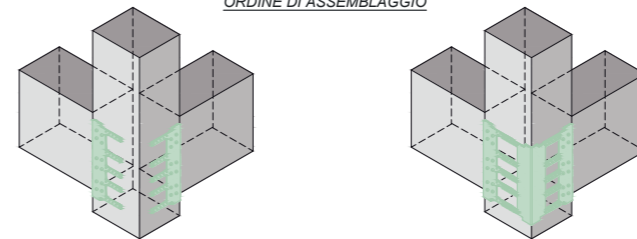
L[mm]	n.bulloni
375	2+2

Prolunghe verticali

L[mm]	n.bulloni
125	2
160	2

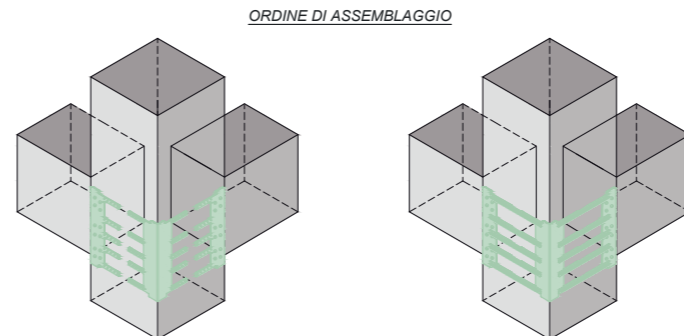
TIPOLOGIE DI ASSEMBLAGGIO

Il sistema di rinforzo del nodo può essere facilmente assemblato a piè d'opera mediante l'unione dei moduli F e del modulo A a seconda delle tipologie di seguito riportate. Per nodi con dimensioni in pianta del pilastro minori di 40 cm il sistema si ottiene dall'assemblaggio dei moduli F e del modulo A in sovrapposizione in modo da coprire il pannello nodale. Il collegamento tra moduli è effettuato mediante l'inserimento di 2 bulloni M8 cl. 8.8 (II) in corrispondenza di ciascuna flangia (III). Per garantire il contatto tra il modulo A e il pilastro, in fase di messa in opera, prevedere una quantità maggiore di malta di alettamento in corrispondenza dell'angolo del nodo.



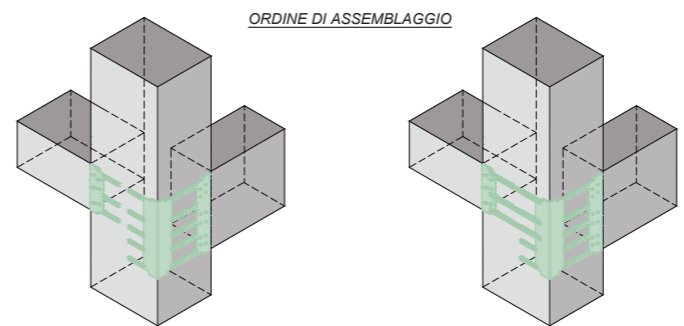
Per nodi con dimensioni in pianta del pilastro maggiori o uguali a 40 cm il sistema si ottiene dall'assemblaggio dei moduli A e F e delle prolunghe P. I moduli A e F sono assemblati posizionando le prolunghe P in sovrapposizione in modo da coprire il pannello nodale. Il collegamento tra moduli e prolunghe è effettuato mediante l'inserimento di 2 bulloni M8 cl. 8.8 (II) in corrispondenza di ciascuna flangia (III). Nel caso in cui la larghezza del nodo non sia modulare al passo dei fori delle flange, è necessario centrare la composizione del sistema rispetto al pannello nodale.

Per nodi con dimensioni in pianta di un lato del pilastro minori di 40 cm e dell'altro lato maggiori o uguali a 40 cm, è necessario posizionare i relativi distanziali D in fase di posa in opera. Per ulteriori dettagli sull'applicazione dei distanziali D consultare TAV 1.7C.

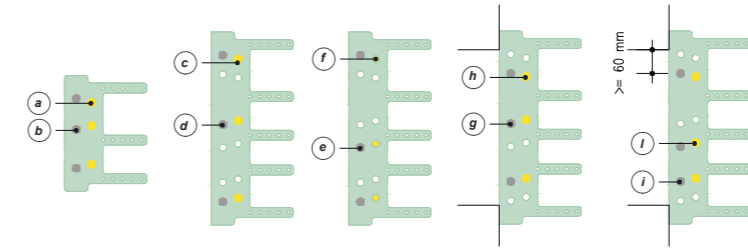


Per nodi con travi asimmetriche, il sistema si ottiene mediante l'assemblaggio dei moduli F di differenti altezze ciascuno pari all'altezza pertinente alla rispettiva trave. Successivamente si assembla il modulo A di altezza pari alla maggiore tra le altezze dei moduli F. Se le dimensioni del pilastro sono maggiori o uguali a 40 cm si procede inoltre all'applicazione delle prolunghe P. Per i moduli con H pari a 200 o 300 mm, nel caso di pilastri con larghezza maggiore di 50 cm, è necessario applicare anche le prolunghe verticali PV.

Per ulteriori dettagli sull'installazione delle prolunghe verticali PV consultare TAV 1.7C



I connettori MMS-PLUS SS 16x130 sono installati negli appositi alloggi (I) e fissati attraverso l'uso di opportuno avvitatore ad impulsi. Per i moduli con H pari a 200 mm e 300 mm, nel caso di nodi con travi convergenti di altezze pari o maggiore a quelle del modulo impiegato è possibile scegliere se utilizzare la configurazione a) o b). Nel caso di travi con altezze minori utilizzare la configurazione a). Per i moduli con H pari a 500 mm e 700 mm, nel caso di nodi con travi convergenti di altezze pari o maggiore a quelle del modulo impiegato è possibile disporre i connettori secondo le configurazioni c), d), e), f). Nel caso di travi con altezze minori utilizzare la configurazione g), h), i), l). È preferibile incrementare la distanza tra i connettori.



IRRUVIMENTO DEL SUBSTRATO IN CALCESTRUZZO (ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm) MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE RIMUOVENDO IL COPRIFERRO. ASPORTAZIONE IN PROFONDITÀ DELL'EVENTUALE CALCESTRUZZO AMMALORATO FINO AL RAGGIUNGIMENTO DELLO STRATO DI CALCESTRUZZO CON CARATTERISTICHE DI BUONA SOLIDITÀ, OMOGENEITÀ E COMUNQUE NON CARBONATATO. RIMOZIONE DELLA RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBATURA. PULIZIA DEL SUBSTRATO PER ELIMINARE QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI, CON ARIA COMPRESSA O IDROPULTRICE

1 ASSEMBLAGGIO DEI MODULI STEEL COMBO SEGUENDO LE INDICAZIONI CONTENUTE NELL'ESPLOso APPLICATIVO OPPORTUNO PRESENTE NELLA BROCHURE DEDICATA E NEL MANUALE DI INSTALLAZIONE

2 Il sistema di rinforzo è un sistema modulare composto da più elementi componibili che permettono di coprire diverse geometrie di pannelli di nodo. I diversi componenti hanno dimensioni standard, pertanto, qualora la geometria del nodo non sia corrispondente a queste ultime, è necessario posizionare i moduli in modo da centrare il sistema sia in altezza sia in larghezza rispetto al pannello di nodo.

3 INDIVIDUAZIONE DELLA POSIZIONE DEI FORI TENENDO IN POSIZIONE IL SISTEMA SUL PANNELLO DI NODO

4 Posizionare i fori internamente alle barre longitudinali del pilastro mantenendosi più vicini possibili alle stesse. Il modulo F possiede più alloggi per i connettori per adattarsi alle diverse possibili configurazioni delle armature. In base all'altezza del modulo di rinforzo è necessario inserire un numero stabilito di connettori.

5 BAGNATURA A RIFIUTO FINO AD OTTENERE UN SUBSTRATO SATURO MA PRIVO DI ACQUA IN SUPERFICIE. REALIZZAZIONE DEI PREFORI DI DIAMETRO 14 mm E LUNGHEZZA 160 mm MEDIANTE ROTOPERCUSSIONE. REALIZZAZIONE DI UNO STRATO DI ALLETAMENTO MEDIANTE GEOMALTA MINERALE CERTIFICATA GEOLITE 40 O GEOLITE E SUCCESSIVO POSIZIONAMENTO DEL SISTEMA DI RINFORZO. LO SPESSORE DELLO STRATO DI MALTA TRA IL SUPPORTO E IL SISTEMA DEVE ESSERE ≤ 8 mm E DEVE GARANTIRE IL RIEMPIMENTO DI TUTTE LE CAVITÀ E L'INGLOBAMENTO DEI FERRI D'ARMATURA

6 SEGUENDO LE INDICAZIONI DEGLI OPPORTUNI ESPLOSI APPLICATIVI PRESENTI NELLA BROCHURE DEDICATA E NEL MANUALE DI INSTALLAZIONE, POSIZIONAMENTO DEGLI ELEMENTI D (IN SPESSORE PARI A QUELLO DEI MODULI COLLEGATI) SOTTO L'OPPORTUNO MODULO F IN CORRISPONDENZA DEI CONNETTORI MMS-PLUS SS 16x130, PRIMA DELL'INSTALLAZIONE SUL NODO. POSIZIONAMENTO DELL'INSIEME DEI MODULI SULLA MATRICE ANCORA FRESCA, GARANTENDONE IL PERFETTO INGLOBAMENTO NELLO STRATO DI GEOMALTA, AVENDO CURA CHE FUORIESCA E RIEMPIA I FORI. INSTALLAZIONE DEI CONNETTORI MMS-PLUS SS 16x130 MEDIANTE AVVITATORE A IMPULSI. AL TERMINE DELL'INSTALLAZIONE NON EFFETTUARE ULTERIORI ROTAZIONI DEI CONNETTORI: LA TESTA DI CIASCUN DI ESSI DEVE ESSERE A CONTATTO CON LA PIASTRA E NON DANNEGGIATA

7 RIPRISTINO DEL COPRIFERRO CON GEOMALTA MINERALE CERTIFICATA GEOLITE 40 O GEOLITE ASSICURANDO UNO SPESSORE MINIMO DI RICOPRIMENTO DI ALMENO 10 mm

QUADRO NORMATIVO

Il progetto dei nodi è essenziale, indipendentemente dal comportamento strutturale prescelto, perché la sollecitazione da taglio all'interno del pannello nodale (la zona di intersezione tra travi e pilastri) è decisamente più elevata dell'analoga sollecitazione nei pilastri. [...] Infatti gli sforzi di taglio all'interno del pannello nodale non possono essere determinati direttamente dal modello di calcolo ma richiedono specifiche analisi per determinare la trasmissione degli sforzi all'interno della zona diffusiva. È pertanto indispensabile, se si vogliono evitare rotture da taglio del nodo, ricorrere a criteri di progettazione in capacità, in questo caso non legata al conseguimento di un comportamento duttile, ma indispensabile per il progetto della resistenza del pannello nodale che deve garantire il trasferimento delle sollecitazioni tra gli elementi in esso convergenti. (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 §C7.4.4.3) La verifica di resistenza deve essere eseguita solo per i nodi non interamente confinati come definiti al § 7.4.4.3 delle NTC. Deve essere verificata sia la resistenza a trazione diagonale che quella a compressione diagonale. (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 §C8.7.2.3.5) La distribuzione del carico dipende dall'efficacia degli elementi di ancoraggio a resistere ai carichi di taglio, che è ad esempio influenzata dal gioco del foro e dalla distanza dal bordo. (EN 1992-4:2018 Eurocode 2 - Design of Concrete Structures - Part 4: Design of fastenings for use in concrete)

# 1.9 Consolidamento e rinforzo a flessione di solai in laterocemento mediante placcaggio intradossale con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale tixotropica o adesivo epossidico



## PRESCRIZIONE

- Preparazione dei supporti. Rimossi gli eventuali strati di intonaco ammalorati o decoesi dal supporto, irruvidire il substrato in calcestruzzo (asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazione supporti in c.a. e muratura") dei travetti in c.a. mediante scarifica meccanica ed esportare in profondità l'eventuale calcestruzzo ammalorato; questa asportazione deve proseguire fino al raggiungimento dello strato di calcestruzzo con caratteristiche di buona solidità, omogeneità e comunque non carbonatato, e deve interessare anche ogni altro elemento che possa fungere da falso aggrappo ai successivi trattamenti e/o getti. Successivamente rimuovere accuratamente la ruggine dai ferri d'armatura, che devono essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura. Pulire il substrato, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice, e bagnare a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acqua in superficie.
- Ricostruzione monolitico dei travetti in c.a. e trattamento dei ferri di armatura. Realizzare la protezione dei ferri e il ripristino volumetrico del calcestruzzo mancante dei travetti in c.a. del solaio in laterocemento mediante la geomalta tixotropica **Geolite**. Eseguire la ricostruzione manualmente (a cazzuola), nel rispetto delle corrette tecniche applicative. L'applicazione deve garantire il riempimento di tutte le cavità e l'inglobamento dei ferri d'armatura nella malta da ripristino. Appena la malta va in presa, irruvidire la superficie intradossale (asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazione supporti in c.a. e muratura"), al fine di favorire l'adesione del successivo strato di rinforzo. Ottenere un profilo piano del solaio con riempimento delle cartelle danneggiate o rimosse di laterizio, mediante la posa di pannelli termoisolanti in EPS **Klima Air** o in lana di roccia **Klima Airwool Plus** in opportuni spessori, idoneamente incollati alla cartella di laterizio mediante **Keraklima Granello** avendo cura di pulire bene il substrato, garantendo una superficie asciutta, consistente e priva di parti friabili. Nel caso si utilizzi il pannello in lana di roccia, è necessario prevedere per ogni pannello un collegamento al solaio mediante barre elicoidali **Steel Dryfast** e **Tassello Steel Dryfast**.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Ultimata la ricostruzione dei travetti in c.a., a malta indurita, ovvero non appena entrata in presa, realizzare il sistema di rinforzo strutturale Steel Reinforced Grout **Geosteel SRG** (abbinamento di fibra di acciaio e malta minerale strutturale tixotropica a base di geolegante), lungo l'intero sviluppo longitudinale dei travetti in c.a. all'intradosso e comunque secondo le indicazioni progettuali. Applicare una prima mano di **Geolite**, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio 3 - 5 mm) per adagiare e inglobare il tessuto di rinforzo. Successivamente applicare sulla matrice ancora fresca il tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato UHTSS **Geosteel G**, garantendo il perfetto inglobamento del nastro nello strato di matrice, esercitando un'energica pressione con la spatola e avendo cura che la stessa 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. Concludere l'applicazione, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore complessivo del rinforzo 5 - 8 mm), sempre 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.

## 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/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 3,14; spessore equivalente del nastro = 0,169 mm)

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, quale grammatura di **Geosteel G** adottare in abbinamento a geomalta minerale tixotropica o adesivo epossidico. Qualora si voglia installare il sistema di rinforzo a matrice epossidica SRP consultare TAV. 1.13B.

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**.

## VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRG (Steel Reinforced Grout) per il consolidamento e rinforzo a flessione di solai in laterocemento, 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 geomalta minerale, tixotropica a presa normale, a base di geolegante, a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche - tipo sistema **Geosteel SRG** realizzato con **Geosteel G600** in abbinamento 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 mm<sup>2</sup>; 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 adesione a 28 gg > 2 MPa (EN 1542), modulo elastico E a 28 gg  $\geq 20$  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), garantendo asperità di almeno 5 mm e bagnatura a rifiuto delle superfici; 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 geomalta, spessore complessivo del rinforzo di circa 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 per unità di superficie di rinforzo effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni.

1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_

Preparazione delle superfici e ricostruzione volumetrica dei travetti.



Irruvidimento della superficie.



Riempimento vuoti con pannelli in EPS Klima Air incollati e rasati con Keraklima Granello.



4 \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_

Applicazione prima mano di Geolite.



Installazione del tessuto in fibra d'acciaio Geosteel G.



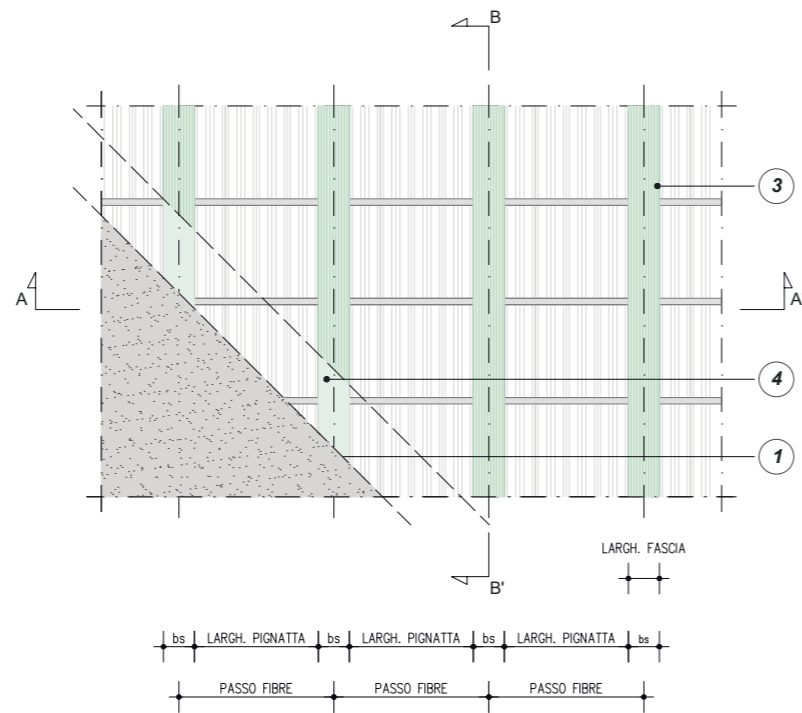
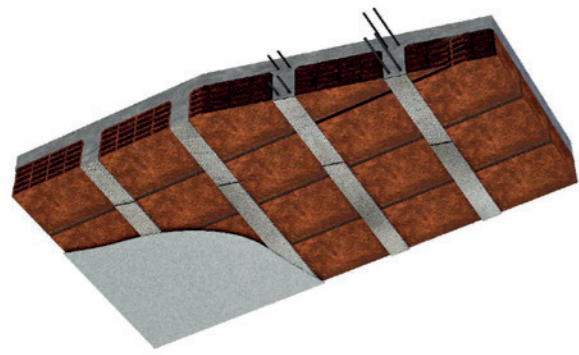
Applicazione seconda mano di Geolite.



# 1.9

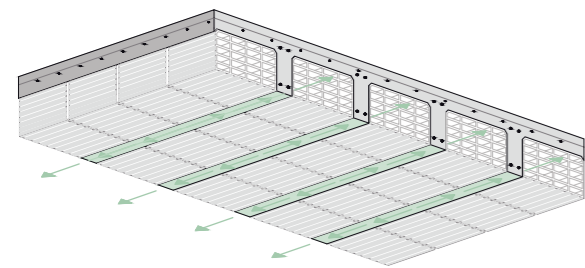
CONSOLIDAMENTO E RINFORZO A FLESSIONE DI SOLAI IN LATEROCEMENTO MEDIANTE PLACCAGGIO INTRADOSSALE CON TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E GEOMALTA MINERALE TIXOTROPICA O ADESIVO EPOSSIDICO

Geoforceone  
Software

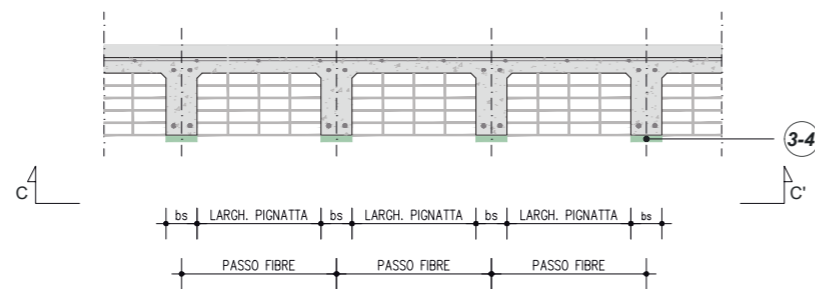


PIANTA C - C'  
CONSOLIDAMENTO E RINFORZO A FLESSIONE DI SOLAI IN LATEROCEMENTO MEDIANTE PLACCAGGIO INTRADOSSALE CON GEOSTEEL G600/G1200 E GEOLITE O GEOSTEEL G600/1200/2000/3300 E GEOLITE GEL

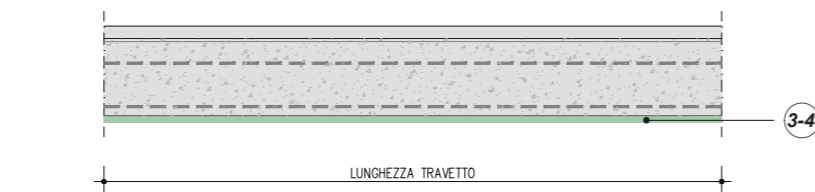
0 m 0.25 m 0.5 m 1 m



ASSONOMETRIA  
RINFORZO A FLESSIONE DEL SOLAIO



SEZIONE A - A'  
CONSOLIDAMENTO E RINFORZO A FLESSIONE DI SOLAI IN LATEROCEMENTO MEDIANTE PLACCAGGIO INTRADOSSALE CON GEOSTEEL G600/G1200 E GEOLITE O GEOSTEEL G600/1200/2000/3300 E GEOLITE GEL



SEZIONE B - B'  
CONSOLIDAMENTO E RINFORZO A FLESSIONE DI SOLAI IN LATEROCEMENTO MEDIANTE PLACCAGGIO INTRADOSSALE CON GEOSTEEL G600/G1200 E GEOLITE O GEOSTEEL G600/1200/2000/3300 E GEOLITE GEL

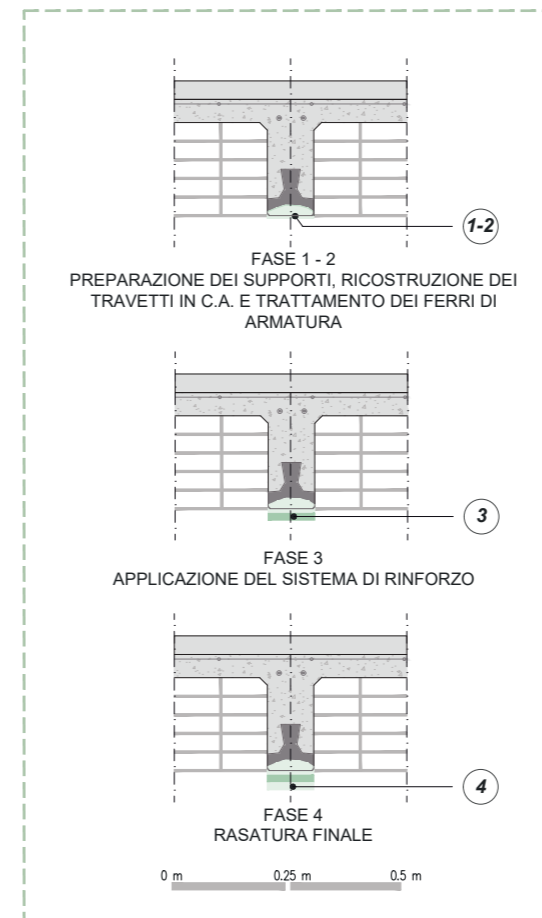
0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

NOTE

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<sup>2</sup> nel caso del rinforzo per aderenza.

POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**

FASI OPERATIVE



1 RIMOZIONE DI EVENTUALI STRATI DI INTONACO AMMALORATI O DECOESI DAL SUPPORTO; IRRUVIMENTO DEL SUBSTRATO IN CALCESTRUZZO (ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm PER SISTEMI SRG O 0.5 mm PER SISTEMI SRP) DEI TRAVETTI IN C.A. MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA E ASPORTAZIONE DI EVENTUALE CALCESTRUZZO AMMALORATO; RIMOZIONE DELLA RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA; PULITURA DEI FERRI MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBATURA; PULIZIA DEL SUBSTRATO MEDIANTE ELIMINAZIONE DEI RESIDUI DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI CON ARIA COMPRESSA O IDROPULTRICE; BAGNATURA A RIFIUTO FINO AD OTTENERE UN SUBSTRATO SATURO, MA PRIVO DI ACQUA IN SUPERFICIE

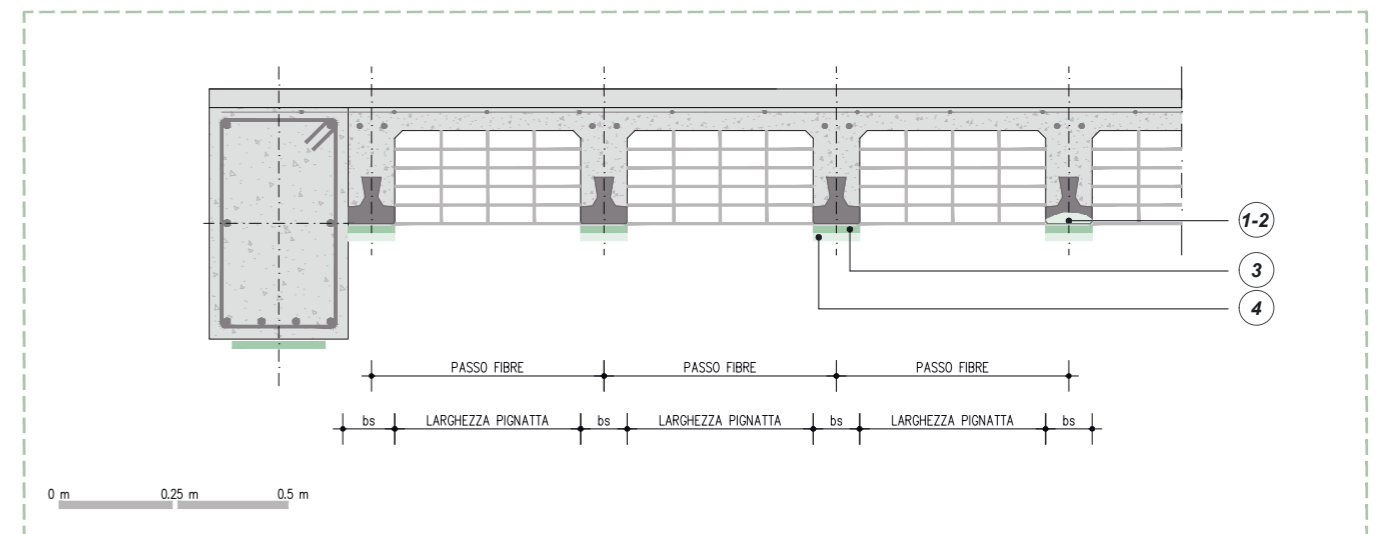
2 RICOSTRUZIONE MONOLITICA DEI TRAVETTI IN C.A. E TRATTAMENTO DEI FERRI DI ARMATURA MEDIANTE LA GEOMALTA TIXOTROPICA **GEOLITE**; PULIZIA E RICOSTRUZIONE MANUALE (A CAZZUOLA) DEL SUBSTRATO, SU FONDO SATURO MA PRIVO DI ACQUA LIQUIDA IN SUPERFICIE. L'APPLICAZIONE DEVE GARANTIRE IL RIEMPIMENTO DI TUTTE LE CAVITÀ E L'INGLOBAMENTO DEI FERRI D'ARMATURA. IRRUVIMENTO DELLA SUPERFICIE INTRADOSSALE (ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm PER SISTEMI SRG O 0.5 mm PER SISTEMI SRP), AL FINE DI FAVORIRE L'ADESIONE DEL SUCCESSIVO STRATO DI RINFORZO

3 REALIZZAZIONE DEL SISTEMA DI RINFORZO STRUTTURALE SULLE SUPERFICI INTRADOSSALI LUNGO L'INTERO SVILUPPO LONGITUDINALE DEI TRAVETTI IN C.A. APPLICAZIONE DI UNA PRIMA MANO DI **GEOLITE**, (SPESSORE MEDIO 3-5 mm) O **GEOLITE GEL** (SPESSORE MEDIO 2-3 mm) PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO. STESURA SULLA MATRICE ANCORA FRESCA, DEL TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G**, GARANTENDO IL PERFETTO INGLOBAMENTO DEL NASTRO NELLO STRATO DI MATRICE. NEI PUNTI DI GIUNZIONE LONGITUDINALE, SOVRAPPORRE DUE STRATI DI TESSUTO IN FIBRA DI ACCIAIO PER ALMENO 30 cm.

3 Per maggiori informazioni sulla sovrapposizione degli strati di tessuto consultare l'APPENDICE 1.A.  
Estendere comunque la fibra per tutta la lunghezza del travetto.

4 RASATURA FINALE PROTETTIVA CON **GEOLITE** O **GEOLITE GEL** PER UNO SPESSORE COMPLESSIVO DEL RINFORZO RISPETTIVAMENTE PARI A 5-8 mm O 3-4 mm, AL FINE DI INGLOBARE TOTALMENTE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI SOTTOSTANTI, AGENDO FRESCO SU FRESCO

RINFORZO TRAVE SOLAIO



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)

Rinforzo a flessione di travi, pilastri e travetti di solaio  
Il rinforzo a flessione viene eseguito applicando strisce di tessuto al lembo teso dell'elemento di cui si vuole incrementare la capacità flessionale. L'intervento consente inoltre la riduzione delle deformazioni sotto i carichi di servizio, anche se spesso in modo non sostanziale, e la limitazione degli stati fessurativi.  
(CNR - DT 215/2018 §2.2.1.1)

# 1.10A

## Prevenzione antisfondellamento mediante applicazione su intonaco esistente di rete biassiale in fibra naturale di basalto con intonaco rasante a base di pura calce idraulica naturale e ancoraggi mediante barre elicoidali

### PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Rimuovere completamente le pitture e verificare lo stato di adesione al solaio dell'intonaco esistente. In presenza di intonaco bene adeso al supporto pulire il substrato per asportare polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti che possano compromettere l'adesione del sistema di presidio. Preparare la superficie con asperità di 0,5 mm pari al grado 5 del "Kit collaudo preparazione supporti in c.a. e murature". Non utilizzare il sistema su fondi in gesso o anidrite, su materiali plastici, legno o metalli; fondi soggetti a rischio di movimenti, su supporti con presenza di umidità di risalita.
2. Applicazione del sistema di presidio. Eseguire l'installazione di ancoraggi meccanici a secco realizzati con barre elicoidali in acciaio Inox AISI 316 **Steel Dryfast**, in numero e interasse secondo indicazioni del tecnico abilitato (si consigliano 2 elementi al m<sup>2</sup>). Realizzare i fori pilota per l'installazione delle barre di connessione **Steel Dryfast** con diametro opportuno in funzione della barra scelta e della consistenza del supporto. Installare le barre elicoidali utilizzando l'apposito **Mandrino Steel Dryfast** avendo cura di attraversare le pignatte ed entrare per circa 2 - 3 cm all'interno della soletta in c.a. Applicare una prima mano di **Geocalce Multiuso**, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio 3 - 5 mm) per adagiare e inglobare la rete di rinforzo. Successivamente applicare sulla matrice ancora fresca la rete in fibra di basalto **Geo Grid 120**, garantendo il perfetto inglobamento della stessa nello strato di matrice, esercitando un'energica pressione con la spatola e avendo cura che la malta fuoriesca dalle maglie della rete per garantire un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice. Nei punti di giunzione longitudinale, sovrapporre due strati di rete per almeno 20 cm. Prima di realizzare la seconda mano di **Geocalce Multiuso** avvitare sulla testa della barra l'apposito **Tassello Steel Dryfast**. Concludere l'applicazione, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore complessivo del rinforzo 5 - 8 mm) sempre realizzata con **Geocalce Multiuso**, al fine di inglobare completamente il rinforzo.
3. Protezione e decorazione. Attesi i tempi di asciugatura di **Geocalce Multiuso**, l'eventuale decorazione e protezione finale delle nuove superfici realizzate può avvenire mediante l'impiego di una pittura decorativa all'acqua inodore con finitura naturale extra-opaca ad elevata profondità cromatica tipo **Absolute**.

### AVVERTENZE

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, se adottare le barre **Steel Dryfast 8** o **Steel Dryfast 10** installate utilizzando gli appositi **Mandrino Steel Dryfast** e **Tassello Steel Dryfast**.

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla rete **Geo Grid 120**, la rete **Geosteel Grid 200** o **Rinforzo ARV 100**:

- **Geosteel Grid 200**: rete biassiale bilanciata in fibra di basalto e acciaio Inox AISI 304, con speciale trattamento protettivo alcali-resistente con resina all'acqua priva di solventi (peso della rete apprettata ≈ 200 g/m<sup>2</sup>, spessore equivalente 0,032 mm)
- **Rinforzo ARV 100**: rete biassiale in fibra di vetro alcali-resistente e aramide di Kerakoll Spa (peso della rete apprettata circa 250 g/m<sup>2</sup> ± 5%, spessore equivalente: ordito 0,031 mm, trama 0,049 mm).

### VOCE DI CAPITOLATO

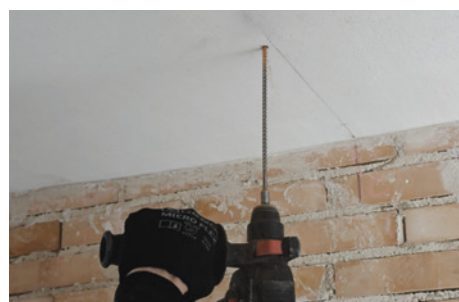
Fornitura e posa in opera di sistema di presidio antisfondellamento per solaio in laterocemento (con intonaco ben adeso e non asportabile) realizzato con rete bilanciata in fibra di basalto con trattamento protettivo alcali-resistente (massa totale 130 g/mq) e intonaco-rasante a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e geolegante con ancoraggio del sistema a elementi strutturali - tipo sistema antisfondellamento realizzato con **Geo Grid 120** abbinato a **Geocalce Multiuso** di Kerakoll. Caratteristiche certificate della rete: resistenza a trazione > 1250 MPa, modulo elastico E > 56 GPa, deformazione ultima a rottura ≥ 2,5%, dimensione della maglia 22 x 22 mm, spessore equivalente della rete tf = 0,023 mm. Caratteristiche tecniche certificate della barra: carico di rottura a trazione > 11,6 kN; carico di rottura a taglio > 8,7 kN; modulo elastico > 125 GPa; deformazione ultima a rottura 4,8%; area nominale 10,4 mm<sup>2</sup>. Le connessioni alla struttura, nel numero di 2 al mq, sono realizzate mediante barre elicoidali certificate EN 845-1 in acciaio Inox AISI 316, provviste di marcatura CE, di lunghezza pari a 250mm, installate in apposito foro pilota e poste in opera mediante apposito mandrino - tipo **Steel Dryfast 8** di Kerakoll. Caratteristiche tecniche certificate della barra: carico di rottura a trazione > 11,6 kN; carico di rottura a taglio > 8,7 kN; modulo elastico > 125 GPa; deformazione ultima a rottura 4,8%; area nominale 10,4 mm<sup>2</sup>.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: asportazione di parti friabili e/o non perfettamente ancorate che possano pregiudicare l'adesione (da contabilizzare a parte) e realizzazione del foro pilota con successiva installazione della barra elicoidale; applicazione di un primo strato di rasante minerale, spessore medio 3 mm; con rasante ancora fresco, procedere alla posa della rete in fibra di basalto (o vetro-aramide), avendo cura di garantire una completa impregnazione della rete ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione della rete alla matrice o al supporto; piegatura terminale della barra o avvitamento di apposito tassello sulla parte terminale della barra elicoidale precedentemente installata; esecuzione del secondo strato di matrice per uno spessore complessivo del sistema pari a circa 5 mm, al fine di inglobare totalmente la rete di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti.

La quantificazione è espressa per unità di superficie di presidio effettivamente posto in opera comprese le eventuali sovrapposizioni.

1

Realizzazione del preforo per la successiva installazione di **Steel Dryfast** e del tassello.



2

Installazione barre **Steel Dryfast**.



3

Applicazione prima mano di **Geocalce Multiuso**.



4

Installazione rete **Geo Grid 120**.



5

Avvitamento **Tassello Steel Dryfast** su barra **Steel Dryfast**.



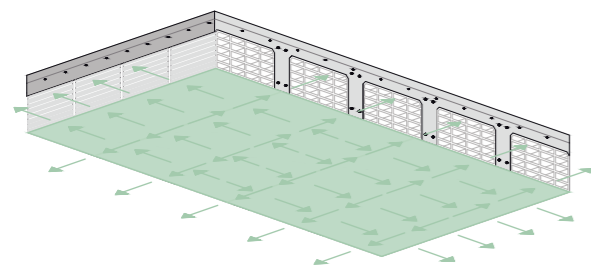
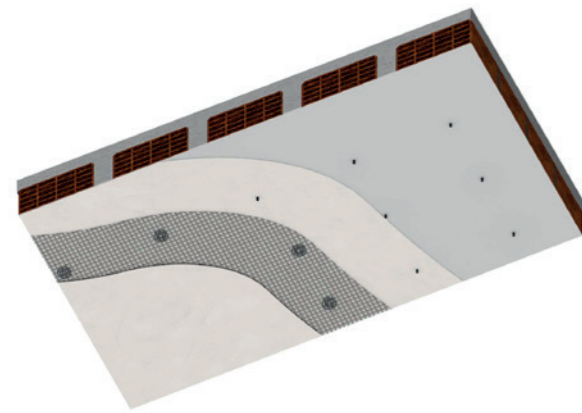
6

Applicazione seconda mano di **Geocalce Multiuso**.

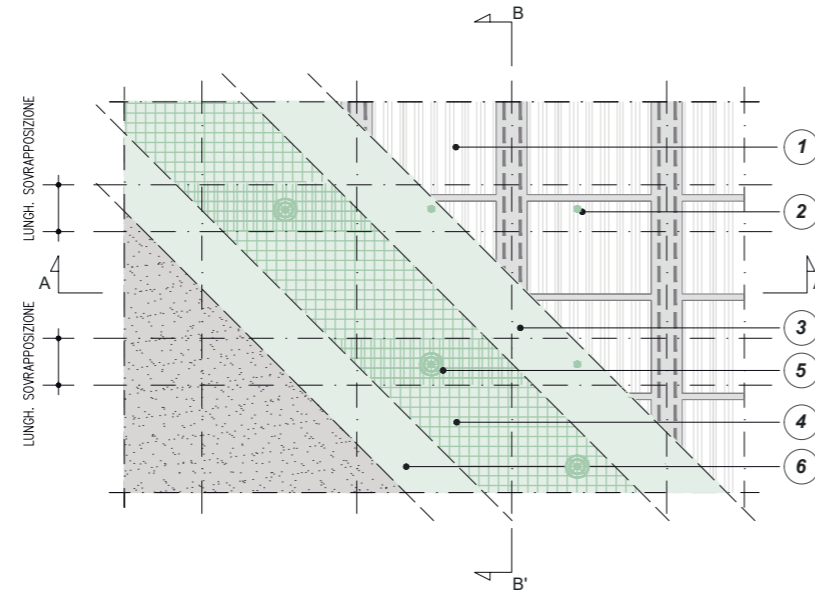


# 1.10A

PREVENZIONE ANTISFONDELLAMENTO MEDIANTE APPLICAZIONE SU INTONACO ESISTENTE DI RETE BIASSIALE IN FIBRA NATURALE DI BASALTO CON INTONACO RASANTE A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE E ANCORAGGI MEDIANTE BARRE ELICOIDALI

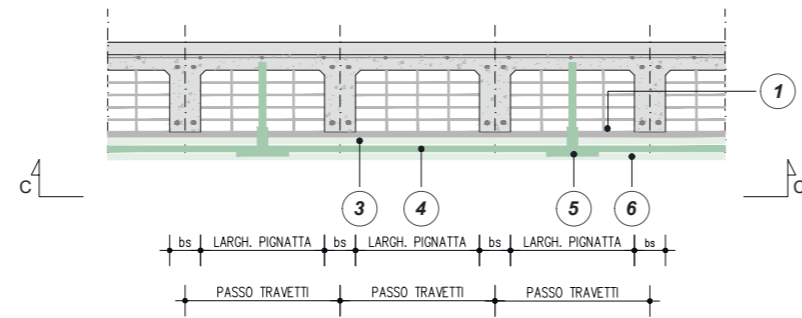


ASSONOMETRIA  
PRESIDIO ANTISFONDELLAMENTO DEL SOLAIO

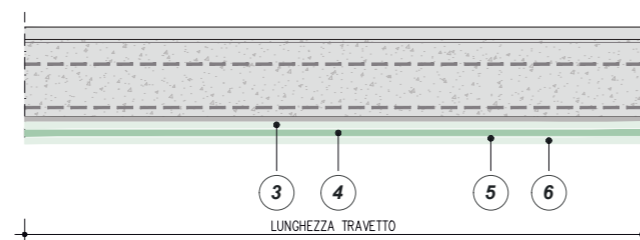


VISTA C - C'  
SISTEMA DI PREVENZIONE DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO CON RETE BIASSIALE IN BASALTO GEO GRID 120

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m



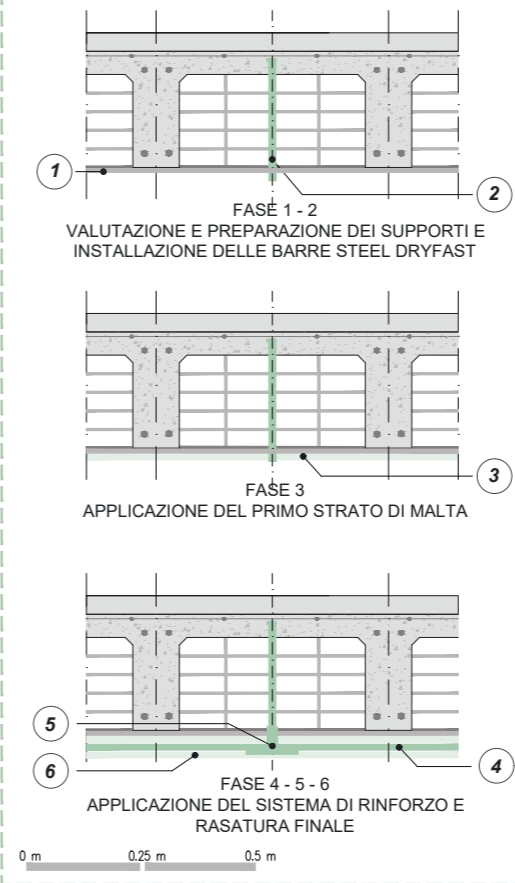
SEZIONE A - A'  
SISTEMA DI PREVENZIONE DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO CON RETE BIASSIALE IN BASALTO GEO GRID 120



SEZIONE B - B'  
SISTEMA DI PREVENZIONE DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO CON RETE BIASSIALE IN BASALTO GEO GRID 120

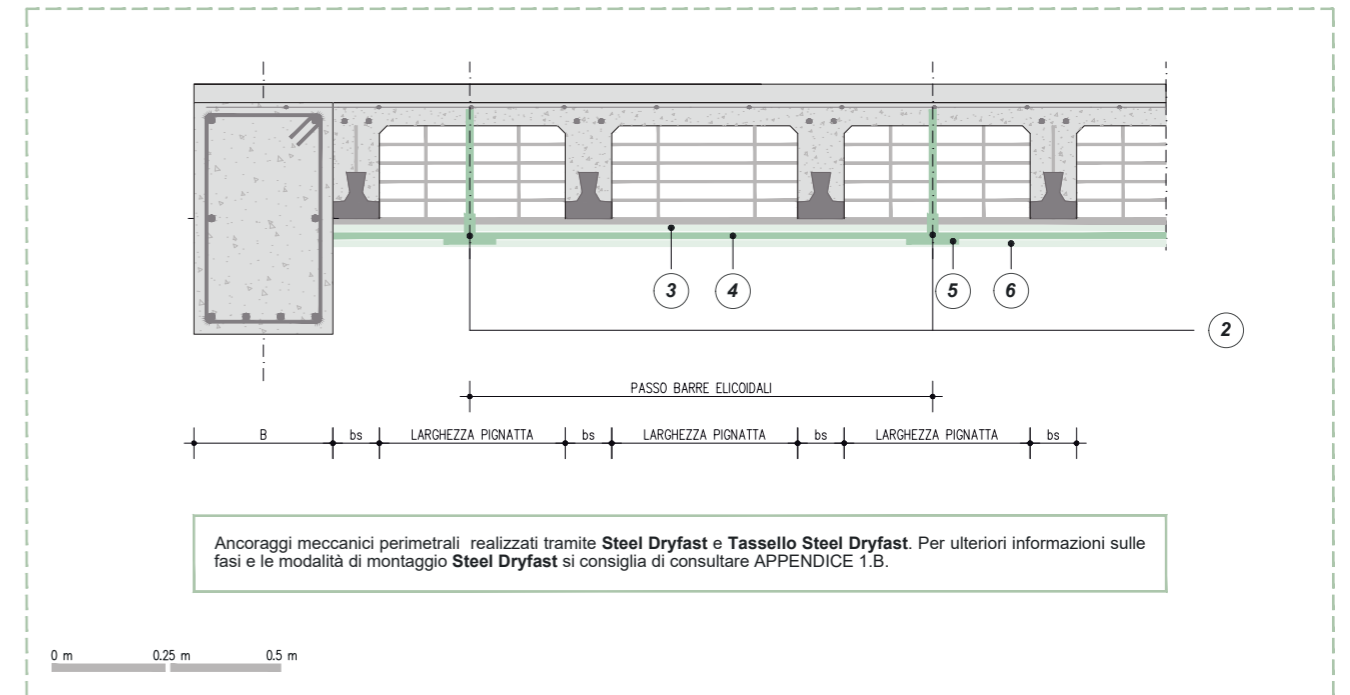
0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

## FASI OPERATIVE



- 1 ASPORTAZIONE COMPLETA DI PITTURA, VERIFICA DELLE CONDIZIONI DELL'INTONACO ESISTENTE E SUCCESSIVO IRRUVIMENTO DELLA SUPERFICIE CON ASPERITA' PARI A 0,5 mm
- 2 INSTALLAZIONE DELLE BARRE **STEEL DRYFAST** ALL'INTERNO DEL FORO PILOTA MEDIANTE APPOSITO **MANDRINO STEEL DRYFAST** IN CORRISPONDENZA DELLE PIGNATTE SINO AD ENTRARE PER 2 - 3 cm NELLA CAPPA COLLABORANTE
- 3 STESURA DI UNA PRIMA MANO DI **GEOCALCE MULTIUSO**, GARANTENDO SUL SUPPORTO UNA QUANTITÀ DI MATERIALE SUFFICIENTE (SPESSORE PRIMO STRATO 3 - 5 mm) PER APPLICARE E INGLOBARE LA RETE DI RINFORZO
- 4 APPLICAZIONE SULLA MATRICE ANCORA FRESCA DELLA RETE IN FIBRA DI BASALTO **GEO GRID 120**, GARANTENDO IL COMPLETO INGLOBAMENTO DELLA STESSA NELLO STRATO DI MATRICE E IN MANIERA DIFFUSA SU TUTTA LA SUPERFICIE INTERESSATA. NEI PUNTI DI GIUNZIONE LONGITUDINALE, SOVRAPPORRE DUE STRATI DI RETE PER ALMENO 20 cm (Ls)
- 5 AVVITAMENTO IN TESTA ALLE BARRE ELICOIDALI DEL **TASSELLO STEEL DRYFAST**
- 6 RASATURA FINALE PROTETTIVA, REALIZZATA FRESCO SU FRESCO CON **GEOCALCE MULTIUSO**, AL FINE DI INGLOBARE TOTALMENTE IL SISTEMA DI PRESIDIO (SPESSORE COMPLESSIVO PARI A 5 - 8 mm)

## RINFORZO TRAVE E SOLAIO



Ancoraggi meccanici perimetrali realizzati tramite **Steel Dryfast** e **Tassello Steel Dryfast**. Per ulteriori informazioni sulle fasi e le modalità di montaggio **Steel Dryfast** si consiglia di consultare APPENDICE 1.B.

0 m 0,25 m 0,5 m

# 1.10B Ripristino e prevenzione per problemi di sfondellamento mediante intonaco rasante a base di pura calce idraulica naturale e rete biassiale in fibra naturale di basalto

## PRESCRIZIONE

- Preparazione dei supporti. Rimuovere completamente intonaci e pitture e le eventuali porzioni di cartelle di laterizio danneggiate o in procinto di imminente rottura, bonificare le porzioni di travetti in c.a. danneggiati o ammalorati, ricostruendo e riprofilando le sezioni dei travetti mediante **Geolite** ed eventualmente rinforzati mediante tessuti **Geosteel G** (vedi TAV. 1.9). Pulire il substrato eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o spazzolatura energica al fine di garantire su tutta la superficie oggetto di intervento un supporto coeso.
- Ricostruzione del profilo intradossale del solaio. Ottenere un profilo piano del solaio con riempimento delle cartelle di laterizio danneggiate o rimosse, mediante la posa di pannelli termoisolanti in **EPS Klima Air** in opportuni spessori, idoneamente incollati alle cartelle di laterizio mediante **Keraklima Granello**, avendo cura di pulire bene il substrato, garantendo una superficie asciutta, consistente e priva di parti friabili. Per destinazioni d'uso particolari, sottoposte al controllo dei Vigili del Fuoco, è possibile sostituire il pannello **Klima Air** con un pannello incombustibile, tipo lana di roccia **Klima Airwool Plus**, installabile sempre con **Keraklima Granello** e con una connessione meccanica per pannello realizzata con la barra elicoidale **Steel Dryfast**. L'applicazione deve garantire il riempimento di tutte le cavità e la realizzazione di un piano di posa planare con l'intradosso dei travetti, pareggiando la superficie con una prima mano in spessore di **Keraklima Granello** in ragione di 15 mm di spessore massimo per singola mano.
- Applicazione del sistema di presidio. Si consiglia di installare lungo il perimetro della superficie oggetto di intervento le barre elicoidali in acciaio Inox AISI 316 **Steel Dryfast**, in numero e interasse secondo indicazioni di tecnico abilitato. Applicare una prima mano di **Geocalce Multiuso**, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio 3 - 5 mm) per adagiare e inglobare la rete di rinforzo. Successivamente applicare, sulla matrice ancora fresca, la rete in fibra di basalto **Geo Grid 120**, garantendo il perfetto inglobamento della stessa nello strato di matrice, esercitando un'energica pressione con la spatola e avendo cura che la malta fuoriesca dalle maglie della rete per garantire un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice. Nei punti di giunzione longitudinale, sovrapporre due strati di rete per almeno 20 cm. Avere cura di inglobare almeno 2 travetti d'estremità all'area interessata, in modo da garantire ancoraggio della rete all'intradosso dei travetti e debordare di almeno 10 cm oltre il profilo degli stessi. Avvitare sulla testa della barra l'apposito **Tassello Steel Dryfast**. Concludere l'applicazione, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore complessivo del rinforzo 5 - 8 mm), sempre realizzata con **Geocalce Multiuso**, al fine di inglobare totalmente il rinforzo. È necessario che le due mani di **Geocalce Multiuso** non superino lo spessore massimo di 10 mm.
- Protezione e decorazione. Attesi i tempi di asciugatura di **Geocalce Multiuso**, la decorazione e protezione finale delle nuove superfici realizzate può avvenire mediante l'impiego di pittura decorativa all'acqua inodore con finitura naturale extra-opaca ad elevata profondità cromatica tipo **Absolute** o intonachini colorati di Kerakoll Spa.

## AVVERTENZE

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, se adottare le barre **Steel Dryfast 8** o **Steel Dryfast 10** installate utilizzando gli appositi **Mandrino Steel Dryfast** e **Tassello Steel Dryfast**.

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla rete **Geo Grid 120**, la rete **Geosteel Grid 200** o **Rinforzo ARV 100**:

- **Geosteel Grid 200**: rete biassiale bilanciata in fibra di basalto e acciaio Inox AISI 304, con speciale trattamento protettivo alcali-resistente con resina all'acqua priva di solventi (peso della rete apprettata ≈ 200 g/m<sup>2</sup>, spessore equivalente 0,032 mm)
- **Rinforzo ARV 100**: rete biassiale ibrida in fibra di vetro alcali-resistente e aramide di Kerakoll Spa (peso della rete apprettata circa 250 g/m<sup>2</sup> ± 5%, spessore equivalente: ordito 0,031 mm, trama 0,049 mm).

In alternativa a **Geocalce Multiuso** il progettista può prevedere l'utilizzo dell'intonaco tecnico **Geocalce Tenace** o dell'intonaco civile **Geocalce Intonaco**.

## VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema di ripristino e prevenzione antisfondellamento per solaio in laterocemento, previo ripristino della planarità del solaio con sistema compatibile contabilizzato a parte in altra voce, realizzato con rete bilanciata in fibra di basalto con trattamento protettivo alcali-resistente (massa totale 130 g/mq) e intonaco-rasante a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e geolegante - tipo sistema antisfondellamento realizzato con **Geo Grid 120** abbinato a **Geocalce Multiuso** di Kerakoll. Caratteristiche certificate della rete: resistenza a trazione > 1250 MPa, modulo elastico E > 56 GPa, deformazione ultima a rottura ≥ 2,5%, dimensione della maglia 22 x 22 mm, spessore equivalente della rete  $t_f = 0,023$  mm. L'intonaco naturale è conforme ai requisiti della norma EN 998-1 - GP/CS IV, EN 1504/3, adesione ≥ 1 N/mm<sup>2</sup> e Reazione al fuoco classe A1.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: asportazione completa di intonaci, pitture ed eventuali porzioni di cartelle danneggiate, eventuale ricostruzione della planarità del solaio mediante pannelli in EPS incollati e perfettamente rasati mediante adesivo&rasante minerale (da contabilizzare a parte); applicazione di un primo strato di rasante minerale, spessore medio 3 mm; con rasante ancora fresco, procedere alla posa della rete in fibra di basalto, avendo cura di garantire una completa impregnazione della rete ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione della rete alla matrice o al supporto; eventuale realizzazione di connessione perimetrale mediante l'installazione in preforo con apposito mandrino di barre elicoidali in acciaio inox e loro piegatura sopra la rete di rinforzo (da contabilizzare a parte); esecuzione del secondo strato di rasante minerale eco-compatibile per uno spessore complessivo del sistema pari a 5 mm al fine di inglobare totalmente la rete di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti.

La quantificazione è espressa per unità di superficie di presidio effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni.

1

Riempimento vuoti con pannelli in **EPS Klima Air** incollati con **Keraklima Granello**.



2

Installazione barre **Steel Dryfast**.



3

Applicazione prima mano di **Geocalce Multiuso**.



4

Installazione rete **Geo Grid 120**.



5

Avvitamento **Tassello Steel Dryfast** su barra **Steel Dryfast**.



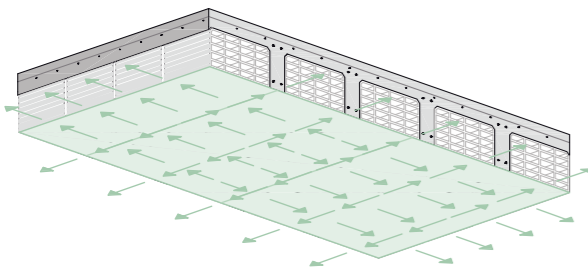
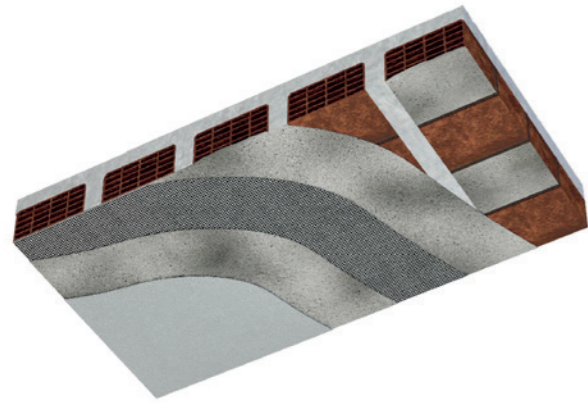
6

Rasatura finale con **Geocalce Multiuso**.

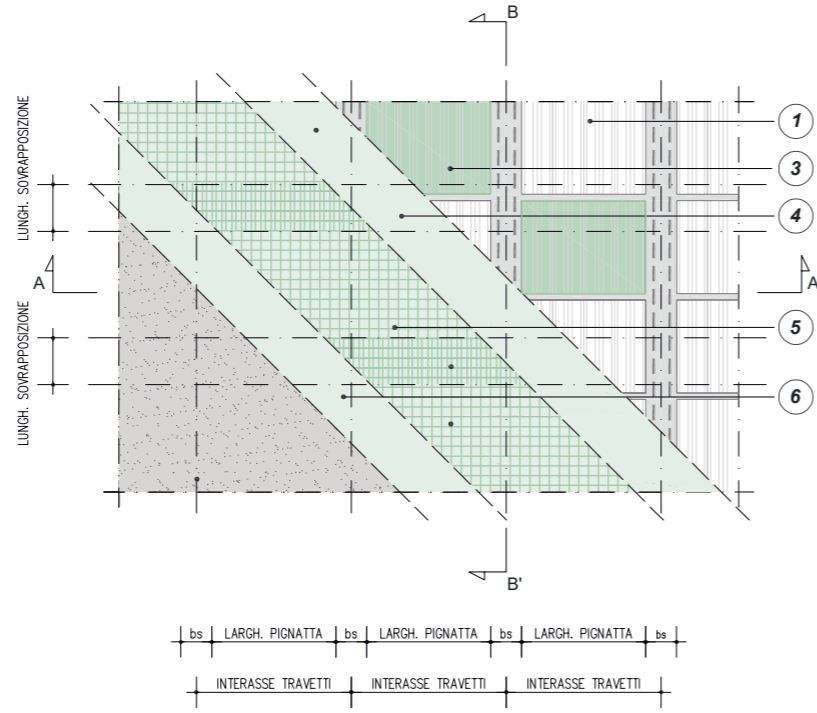


# 1.10B

RIPRISTINO E PREVENZIONE PER PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO MEDIANTE INTONACO RASANTE A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE E RETE BIASSIALE IN FIBRA NATURALE DI BASALTO

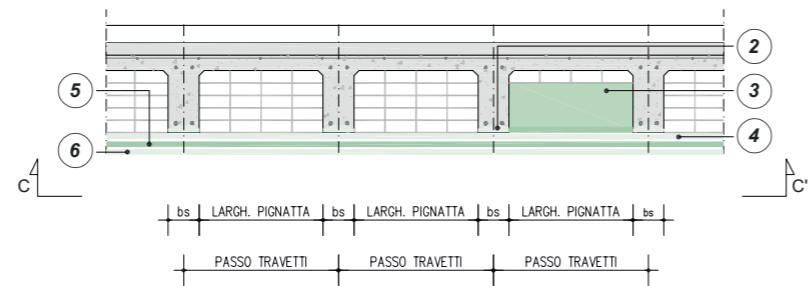


ASSONOMETRIA  
PRESIDIO ANTISFONDELLAMENTO DEL SOLAIO

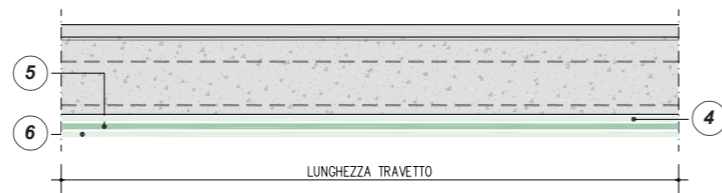


VISTA C - C'  
PRESIDIO DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO MEDIANTE RETE GEO GRID 120 O GEOSTEEL GRID 200 O RINFORZO ARV 100

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m



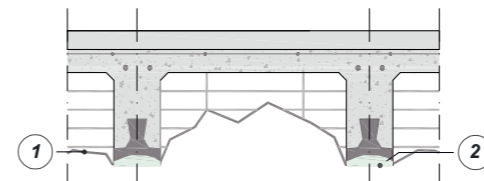
SEZIONE A - A'  
PRESIDIO DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO MEDIANTE RETE GEO GRID 120 O GEOSTEEL GRID 200 O RINFORZO ARV 100



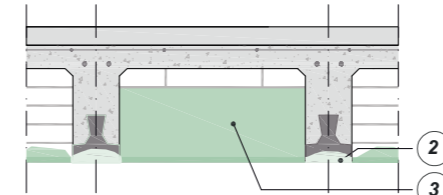
SEZIONE B - B'  
PRESIDIO DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO MEDIANTE RETE GEO GRID 120 O GEOSTEEL GRID 200 O RINFORZO ARV 100

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

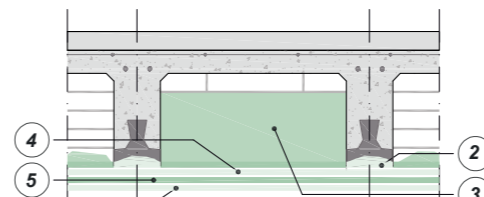
## FASI OPERATIVE



FASE 1 - 2  
PREPARAZIONE DEI SUPPORTI E RICOSTRUZIONE E RIPROFILATURA DEI TRAVETTI DANNEGGIATI



FASE 3  
RICOSTRUZIONE DEL PROFILO INTRADOSSALE DEL SOLAIO



FASE 4-5-6  
APPLICAZIONE DEL SISTEMA DI RINFORZO E RASATURA FINALE

0 m 0.25 m 0.5 m

ASPORTAZIONE COMPLETA DI INTONACI E VECCHIE PITTURE E DI EVENTUALI PORZIONI DI CARTELLE DI LATERIZIO DANNEGGIATE O IN PROCINTO DI IMMINENTE ROTTURA

1 RICOSTRUZIONE E RIPROFILATURA DEI TRAVETTI DANNEGGIATI O AMMALORATI MEDIANTE **GEOLITE** ED EVENTUALMENTE RINFORZATI MEDIANTE TESSUTI **GEOSTEEL G600/G1200**. RIMOZIONE DEI RESIDUI DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI CON ARIA COMPRESSA O SPAZZOLATURA ENERGICA, RIMOZIONE DI EVENTUALI PITTURE AL FINE DI GARANTIRE SU TUTTA LA SUPERFICIE OGGETTO DI INTERVENTO UN SUPPORTO COESO

2 REALIZZAZIONE DEL PROFILO PIANO DEL SOLAIO CON RIEMPIMENTO DELLE CARTELLE DANNEGGIATE O RIMOSSE DI LATERIZIO MEDIANTE POSA DI OPPORTUNI SPESSORI DI PANNELLI TERMOISOLANTI IN EPS **KLIMA AIR** INCOLLATI ALLE CARTELLE DI LATERIZIO CON **KERAKLIMA GRANELLO**. L'APPLICAZIONE DEVE GARANTIRE IL RIEMPIMENTO DI TUTTE LE CAVITÀ E LA REALIZZAZIONE DI UN PIANO DI POSA COMPLANARE CON L'INTRADOSSO DEI TRAVETTI PAREGGIANDO LA SUPERFICIE CON UNA PRIMA MANO DI **KERAKLIMA GRANELLO**

3 Per destinazioni d'uso particolari sottoposte al controllo dei vigili del fuoco, è possibile sostituire il pannello **Klima Air** con un pannello incombustibile, tipo lana di roccia **Klima Airwool Plus**, installabile sempre con **Keraklima Granello** e con una connessione meccanica per pannello realizzata con la barra elicoidale **Steel Dryfast**.

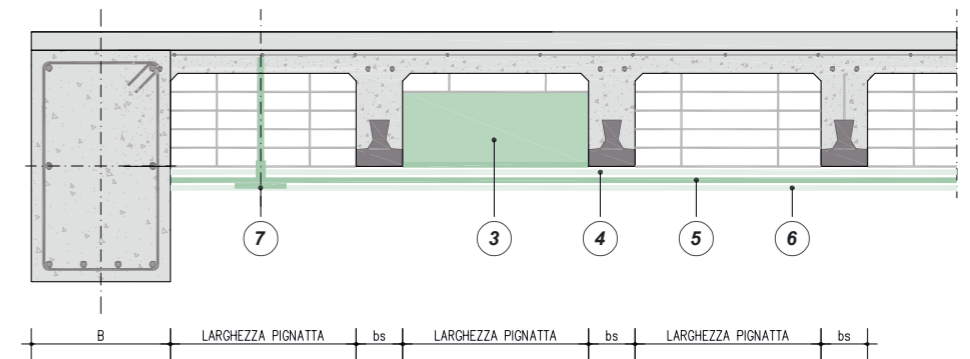
4 STESURA DI UNA PRIMA MANO DI **GEOCALCE MULTIUSO**, GARANTENDO SUL SUPPORTO UNA QUANTITÀ DI MATERIALE SUFFICIENTE (SPESSORE PRIMO STRATO CIRCA 3-5 mm) PER APPLICARE ED INGLOBARE LA RETE DI RINFORZO

5 APPLICAZIONE SULLA MATRICE ANCORA FRESCA DELLA RETE IN FIBRA DI BASALTO **GEO GRID 120**, O DI BASALTO E ACCIAIO INOX **GEOSTEEL GRID 200**, O DELLA RETE IN FIBRA DI VETRO E ARAMIDE **RINFORZO ARV 100**, GARANTENDO IL COMPLETO INGLOBAMENTO DELLA STESSA NELLO STRATO DI MATRICE, IN MANIERA DIFFUSA SU TUTTA LA SUPERFICIE INTERESSATA DALLO SFONDELLAMENTO E COMUNQUE SU TUTTA QUELLA COMPRESA FRA DUE TRAVETTI, AVENDO CURA DI DEBORDARE DI ALMENO 10 cm, OLTRE IL PROFILO DEGLI STESSI. NEI PUNTI DI GIUNZIONE LONGITUDINALE, SOVRAPPORRE DUE STRATI DI RETE PER ALMENO 20 cm (Ls)

6 RASATURA FINALE PROTETTIVA, REALIZZATA FRESCO SU FRESCO CON **GEOCALCE MULTIUSO**, AL FINE DI INGLOBARE TOTALMENTE IL RINFORZO. SPESSORE COMPLESSIVO DEL RINFORZO 5-8 mm

7 REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA DI CONNESSIONE LUNGO IL PERIMETRO DELLA SUPERFICIE OGGETTO DI RINFORZO MEDIANTE BARRE ELICOIDALI IN ACCIAIO INOX AISI 316 **STEEL DRYFAST** INSTALLATE A SECCO E AVVITAMENTO IN TESTA ALLE BARRE DI **TASSELLO STEEL DRYFAST**.

## PARTICOLARI CONNESSIONI PERIMETRALI



Eventuali ancoraggi meccanici perimetrali realizzati tramite **Steel Dryfast** e **Tassello Steel Dryfast**. Per ulteriori informazioni sulle fasi e le modalità di montaggio **Steel Dryfast** si consiglia di consultare APPENDICE 1.B.

0 m 0.25 m 0.5 m

# 1.10C Ripristino e prevenzione per problemi di sfondellamento mediante applicazione a secco di rete in fibra di vetro e ancoraggio con connettori in acciaio

## PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Rimuovere completamente le eventuali porzioni di cartelle di laterizio danneggiate o in procinto di imminente rottura, bonificare le porzioni di travetti in c.a. danneggiati o ammalorati, ricostruendo e riprofilando le sezioni dei travetti mediante **Geolite** ed eventualmente rinforzati mediante tessuti **Geosteel G** (vedi TAV. 1.9).
2. Applicazione del sistema di presidio. Realizzare sui travetti i fori pilota di diametro 5 mm per l'installazione dei connettori per calcestruzzo **Steel Connect C6**, in numero e interasse secondo indicazioni del tecnico abilitato (si consigliano almeno 4 elementi al m<sup>2</sup>). Posizionare all'intradosso del solaio la rete in fibra di vetro **Glass Net 315**, installando gli ancoraggi meccanici a secco realizzati con **Steel Connect C6** di lunghezza 75 mm e fissando il sistema di connessione alla rete con l'apposita rondella **Steel Connect R**. Nei punti di sovrapposizione longitudinale, sovrapporre due strati di rete in maniera tale da assicurare che i connettori mantengano entrambe le reti.
3. Ancoraggio su soletta. Laddove non sia possibile eseguire la connessione direttamente sui travetti in calcestruzzo a causa della geometria del solaio, sia nelle zone perimetrali che nelle zone di mezzera del solaio, è necessario realizzare la connessione mediante ancoraggio sulla soletta del solaio stesso. È pertanto necessario utilizzare i connettori **Steel Connect C6** di opportuna lunghezza (120, 160, 240 o 300 mm) in funzione della geometria del solaio, sempre in abbinamento alla rondella **Steel Connect R**, avendo cura di attraversare le pignatte ed entrare per almeno 3,5 cm all'interno della soletta in c.a.

In alternativa, è possibile realizzare questo tipo di connessione utilizzando le barre elicoidali in acciaio Inox **Steel Dryfast** avendo cura di attraversare le pignatte ed entrare per circa 2-3 cm all'interno della soletta in c.a. Nella zona perimetrale, è possibile installare la barra elicoidale **Steel Dryfast** in obliquo, ancorandosi al cordolo o a un elemento perimetrale, entrando per almeno 5 cm nell'elemento in c.a. In entrambi i casi, è necessario ripiegare le barre **Steel Dryfast** per almeno 10 cm sopra la rete in fibra di vetro per il suo fissaggio.

## AVVERTENZE

Nel caso di solaio con putrelle in acciaio, la connessione viene realizzata mediante le apposite viti per metallo **Steel Connect S5** accoppiate sempre con le rondelle **Steel Connect R**.

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla rete in fibra vetro **Glass Net 315**, se adottare **Glass Net 450** o **Glass Net 615**.

## VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema di presidio antisfondellamento a secco per solaio in laterocemento realizzato mediante rete bidirezionale in FRP composta da trefoli in fibra di vetro AR completamente impregnati con resina termoindurente (massa totale 315 g/m<sup>2</sup>) - tipo sistema antisfondellamento a secco realizzato con **Glass Net 315** di Kerakoll. Caratteristiche della rete: dimensione della maglia 50x52 mm, area nominale della sezione trasversale 8,33 mm<sup>2</sup> (trama) e 5 mm<sup>2</sup> (ordito), resistenza a trazione caratteristica 486,11 MPa (trama) e 567,98 MPa (ordito), deformazione ultima caratteristica 2,05% (trama) e 1,88% (ordito), modulo di elasticità a trazione caratteristico 24,67 GPa (trama) e 28,78 GPa (ordito), resistenza a taglio del nodo caratteristica 0,62 (trama) e 0,84 kN (ordito). Le connessioni al solaio sono realizzate nel numero di 4 elementi al m<sup>2</sup>, mediante connessione a secco realizzata con vite in acciaio autofilettante per calcestruzzo con superficie del filetto indurita e rivestimento anticorrosione, certificata CE, avente ø esterno 6,1 mm e lunghezza 75 mm - tipo **Steel Connect C6-75** di Kerakoll. Caratteristiche tecniche del connettore: profondità di installazione > 30 mm in preforo di diametro 5 mm e profondità > 35 mm. Resistenza caratteristica al pull-out 2,24 kN. L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale preparazione delle superfici da rinforzare, mediante asportazione completa di intonaci ammalorati e vecchie pitture e di eventuali porzioni di cartelle in laterizio danneggiate; eventuale ripristino e/o rinforzo dei travetti danneggiati o ammalorati (da contabilizzare a parte); realizzazione dei fori pilota di diametro 5 mm per l'installazione dei connettori; posizionamento all'intradosso della rete e ancoraggio a secco mediante viti installate nei prefori con apposita rondella; installazione degli appositi ancoraggi perimetrali (da contabilizzare a parte).

La quantificazione è espressa per unità di superficie di presidio applicato comprese le eventuali sovrapposizioni.

1

Preparazione delle superfici ed eventuale ricostruzione volumetrica dei travetti.



2

Realizzazione dei prefori per la successiva installazione di **Steel Connect C6**.



3

Posizionamento della rete **Glass Net 315**.



4

Installazione sistema di connessione mediante **Steel Connect C6** e **Steel Connect R**.



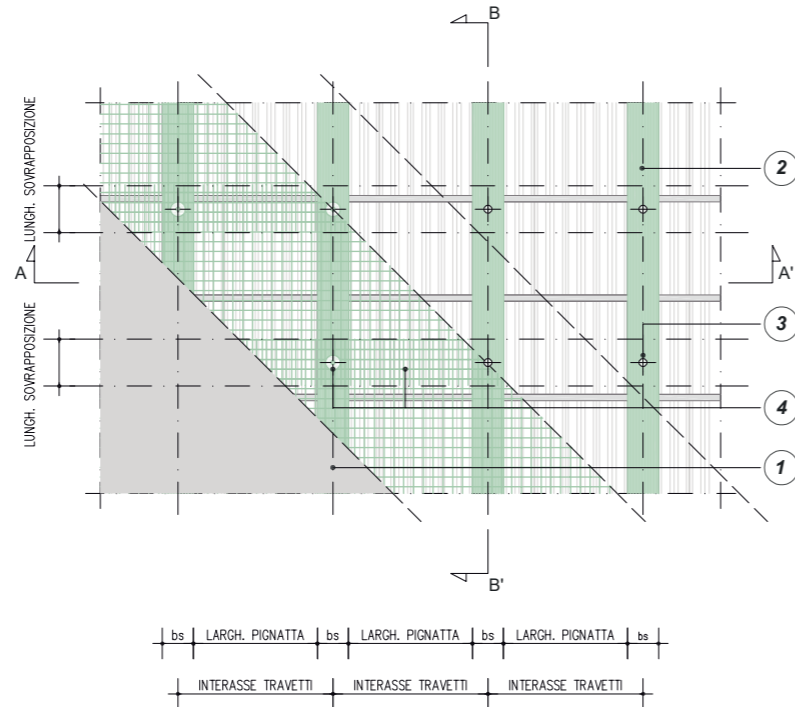
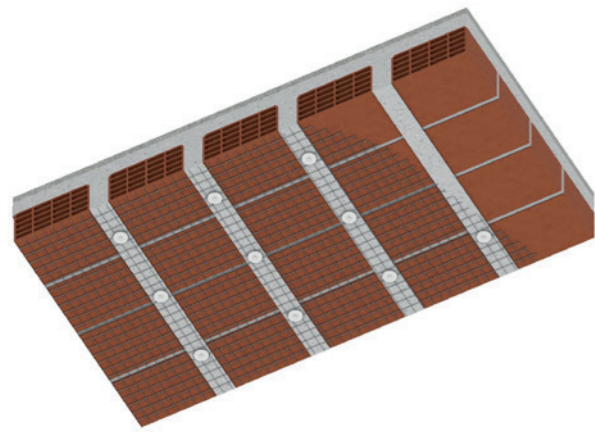
5

Installazione di connessione perimetrale con **Steel Connect C6** e **Steel Connect R** oppure con **Steel Dryfast**.



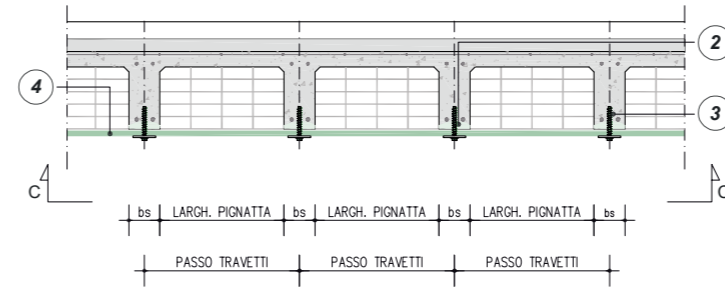
# 1.10C

RIPRISTINO E PREVENZIONE PER PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO MEDIANTE APPLICAZIONE A SECCO DI RETE IN FIBRA DI VETRO E ANCORAGGIO CON CONNETTORI IN ACCIAIO

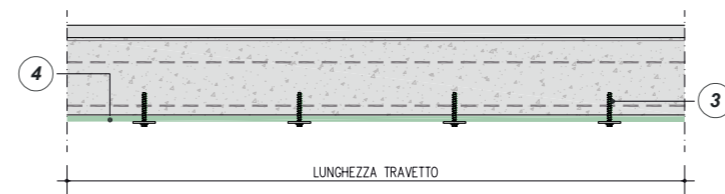


VISTA C - C'  
PRESIDIO A SECCO DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO MEDIANTE RETE IN FIBRA DI VETRO GLASS NET 315 E ANCORAGGI MECCANICI A SECCO STEEL CONNECT C6 CON RONDELLA STEEL CONNECT R

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m



SEZIONE A - A'  
PRESIDIO A SECCO DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO MEDIANTE RETE IN FIBRA DI VETRO GLASS NET 315 E ANCORAGGI MECCANICI A SECCO STEEL CONNECT C6 CON RONDELLA STEEL CONNECT R



SEZIONE B - B'  
PRESIDIO A SECCO DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO MEDIANTE RETE IN FIBRA DI VETRO GLASS NET 315 E ANCORAGGI MECCANICI A SECCO STEEL CONNECT C6 CON RONDELLA STEEL CONNECT R

1 ASPORTAZIONE COMPLETA DI INTONACI AMMALORATI E VECCHIE PITTURE E DI EVENTUALI PORZIONI DI CARTELLE DI LATERIZIO DANNEGGIATE O IN PROCINTO DI IMMINENTE ROTTURA

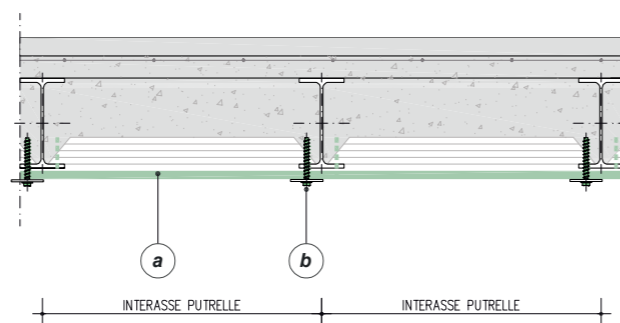
2 EVENTUALE BONIFICA DELLE PORZIONI DI TRAVETTI IN C.A. DANNEGGIATI O AMMALORATI, RICOSTRUIENDO E RIPROFILANDO LE SEZIONI DEI TRAVETTI MEDIANTE GEOLITE ED EVENTUALMENTE RINFORZATI MEDIANTE TESSUTI GEOSTEEL G (VEDI TAV. 1.9).

3 REALIZZARE I FORI PILOTA PER L'INSTALLAZIONE DEI CONNETTORI PER CALCESTRUZZO STEEL CONNECT C6 CON DIAMETRO 5 MM, IN NUMERO E INTERASSE SECONDO INDICAZIONI DEL TECNICO ABILITATO (SI CONSIGLIANO ALMENO 4 ELEMENTI AL M<sup>2</sup>).

4 POSIZIONARE ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO LA RETE IN FIBRA DI VETRO GLASS NET 315, INSTALLANDO GLI ANCORAGGI MECCANICI A SECCO REALIZZATI CON STEEL CONNECT C6 E FISSANDO IL SISTEMA DI CONNESSIONE ALLA RETE CON L'APPOSITA RONDELLA STEEL CONNECT R. IN CASO DI SOLAIO CON PUTRELLE IN ACCIAIO, LA CONNESSIONE È REALIZZATA MEDIANTE LE APPOSITE VITI STEEL CONNECT S5, SEMPRE ACCOPPIATE CON LA RONDELLA STEEL CONNECT R. NEI PUNTI DI GIUNZIONE LONGITUDINALE, ASSICURARSI CHE I CONNETTORI SIANO INSERITI ALL'INTERNO DELLE MAGLIE DI ENTRAMBE LE RETI.

5 NELLE ZONE PERIMETRALI, LADDOVE NON SIA POSSIBILE ESEGUIRE LA CONNESSIONE SU TRAVETTI IN CALCESTRUZZO A CAUSA DELLA GEOMETRIA DEL SOLAIO, È NECESSARIO REALIZZARE LA CONNESSIONE UTILIZZANDO STEEL CONNECT C6 DI OPPORTUNA LUNGHEZZA ACCOPPIATO ALLA RONDELLA STEEL CONNECT R PER ANCORARSI ALLA SOLETTA, OPPURE BARRE ELICOIDALI IN ACCIAIO INOX STEEL DRYFAST AVENDO CURA DI ATTRAVERSARE LE PIGNATTE ED ENTRARE PER CIRCA 2-3 CM ALL'INTERNO DELLA SOLETTA IN C.A. IN ALTERNATIVA, È POSSIBILE INSTALLARE IN OBLIQUO LA BARRA ELICOIDALE ANCORANDOSI AL CORDOLO O A UN ELEMENTO PERIMETRALE ENTRANDO PER ALMENO 5 CM. IN ENTRAMBI I CASI, È NECESSARIO RIPIEGARE LE BARRE PER ALMENO 10 CM AL FINE DI FISSARE LA RETE IN FIBRA DI VETRO.

PARTICOLARE SOLAIO IN PUTRELLE IN ACCIAIO E TAVELLONI



SEZIONE TIPO  
PRESIDIO A SECCO DI SOLAI IN PUTRELLE IN ACCIAIO E TAVELLONI CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO MEDIANTE RETE IN FIBRA DI VETRO GLASS NET 315 E VITI IN ACCIAIO STEEL CONNECT S5 CON RONDELLA STEEL CONNECT R

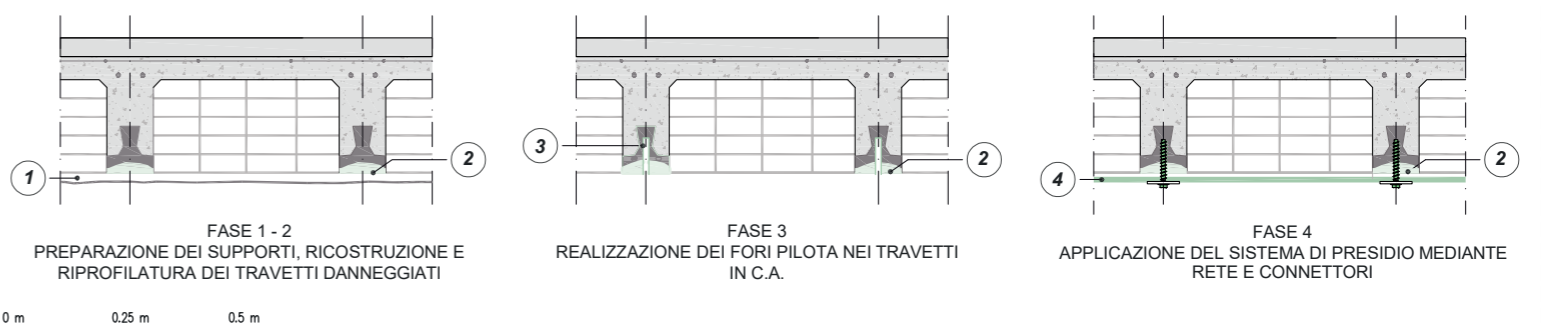
- a) Posizionamento della rete Glass Net 315
- b) Installazione sistema di connessione mediante Steel Connect S5 e rondella Steel Connect R
- c) Installazione di connessione perimetrale mediante Steel Connect C6 o barre elicoidali Steel Dryfast

AVVERTENZE

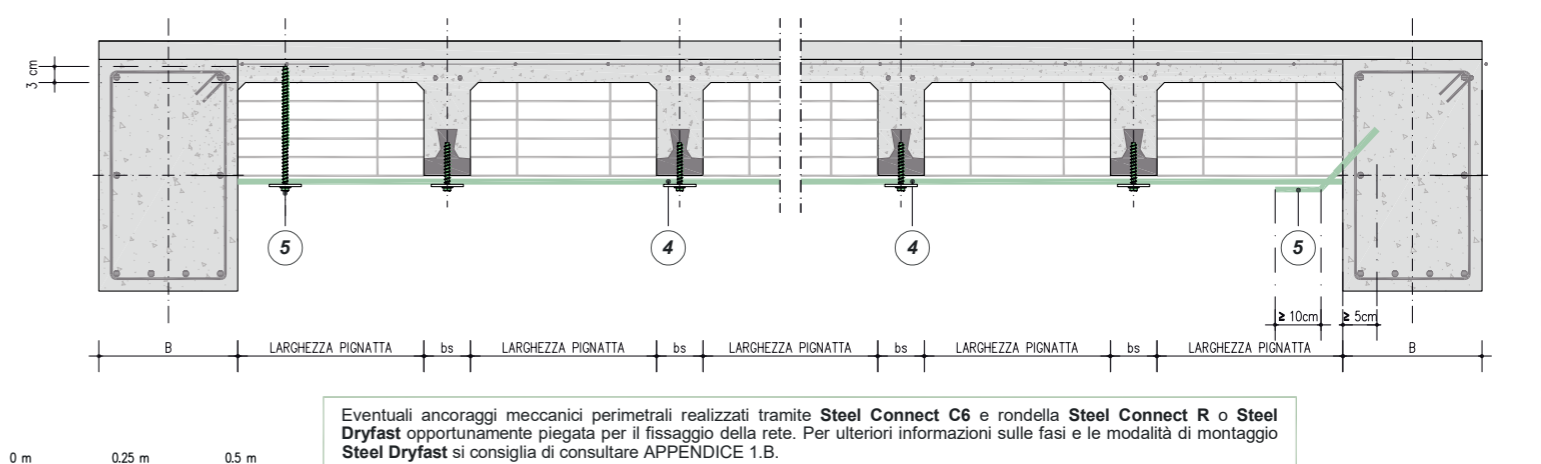
Nel caso di solaio con putrelle in acciaio, la connessione viene realizzata mediante le apposite viti per metallo **Steel Connect S5** accoppiate sempre con le rondelle **Steel Connect R**. Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla rete in fibra vetro **Glass Net 315**, se adottare **Glass Net 450** o **Glass Net 615**.

0 m 0.25 m 0.5 m

FASI OPERATIVE



PARTICOLARI CONNESSIONI PERIMETRALI



Eventuali ancoraggi meccanici perimetrali realizzati tramite **Steel Connect C6** e rondella **Steel Connect R** o **Steel Dryfast** opportunamente piegata per il fissaggio della rete. Per ulteriori informazioni sulle fasi e le modalità di montaggio **Steel Dryfast** si consiglia di consultare APPENDICE 1.B.

ASSONOMETRIA  
PRESIDIO ANTISFONDELLAMENTO A SECCO DEL SOLAIO

# 1.11A

## Rinforzo mediante irrigidimento estradossale di solaio in laterocemento o soletta in c.a. con armatura integrativa e getto collaborante di geomalta minerale strutturale colabile

### PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Previa puntellatura del solaio, rimuovere eventuali pavimentazioni e massetti esistenti, irruvidire il supporto in calcestruzzo con asperità maggiore o uguale a 5 mm, pari al grado 9 del "Kit collaudo preparazione supporti in c.a. e muratura", mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, provvedendo all'asportazione in profondità dell'eventuale calcestruzzo ammalorato fino al raggiungimento dello strato di calcestruzzo con caratteristiche di buona solidità, omogeneità e comunque non carbonatato. Successivamente rimuovere accuratamente la ruggine dai ferri d'armatura, che devono essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura. Pulire il substrato, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice.
2. Preparazione della superficie. Per solai in laterocemento applicare connettori verticali **Steel Connect C** per il rinforzo a flessione estradossale mediante realizzazione del foro di profondità pari alla lunghezza di infissione scelta, maggiorata di due volte il diametro della vite che si andrà a installare, e procedere con l'installazione del connettore mediante avvitatore ad impulsi. Per solai in legno è invece opportuno prevedere l'installazione dei connettori a taglio **Steel Connect W** idonei per applicazioni su trave, singolo e doppio tavolato. Ove necessario, procedere all'installazione di connettori perimetrali **Steel Connect Wall**, tra diaframma di piano e murature d'ambito come indicato nella tavola 1.11C. Entrambe le connessioni, verticali e perimetrali, dovranno essere opportunamente calcolate e verificate da tecnico professionista abilitato. Bagnare a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acqua in superficie. In alternativa su superfici orizzontali in calcestruzzo, applicare il promotore di adesione universale **Primer Uni** (su supporto asciutto) a spruzzo, pennello o rullo (prima della sovrapposizione attendere da 30 a 60 minuti, in funzione delle condizioni climatiche). In particolari condizioni ove è richiesto un ancoraggio di tipo chimico, su supporto asciutto, è possibile applicare il sistema epossidico fluido per riprese di getto **Epobinder**.
3. Armatura integrativa. Prevedere adeguata rete metallica integrativa, opportunamente calcolata e verificata da tecnico professionista abilitato (ipoteticamente, si consiglia una rete elettrosaldata a maglia 10x10 cm, filo 5 mm), e ancorata al supporto esistente, stabile e resistente, mediante idonei ancoranti disposti con passo prestabilito. È necessario che la rete sia opportunamente distanziata dal supporto, a circa metà dello spessore del riporto di malta, garantendo adeguato copriferro. La rete integrativa deve essere applicata sull'intera area dell'intervento di rinforzo.
4. Rinforzo mediante nuovo strato estradossale monolitico collaborante. Realizzare l'aumento della sezione resistente del solaio mediante ringrosso estradossale con il colaggio della geomalta colabile **Geolite Magma**. Indicativamente, la nuova soletta deve avere uno spessore non inferiore a 4 cm. Applicare **Geolite Magma** per colaggio, in funzione della geometria del cantiere. Per applicazioni che prevedano spessori superiori ai 6 cm (inferiori comunque ai 10 cm), confezionare un betoncino, aggiungendo **Ghiaia 3.6** (ghiaietto lavato e selezionato in curva granulometrica 3 - 6 mm, conforme alla EN 12620) in misura del 25-40% sul peso di **Geolite Magma**. Curare la stagionatura umida delle superfici nelle prime 24 ore. Ad avvenuta maturazione del nuovo getto, rimuovere i puntelli sottostanti precedentemente posizionati.

### AVVERTENZE

L'intervento estradossale, se necessario, può essere abbinato al rinforzo intradossale mediante sistemi a matrice minerale SRG o matrice epossidica SRP, come indicato in TAV. 1.9.

In alternativa all'utilizzo di **Geolite Magma** per applicazioni su beni vincolati si consiglia il confezionamento di malta con l'utilizzo di **Geocalce G Antisismico** miscelato a **Ghiaia 3.6**.

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, se adottare i connettori **Steel Connect C10** o **Steel Connect C12**.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di rinforzo mediante irrigidimento estradossale di solaio in laterocemento o soletta in c.a., con getto collaborante e armatura integrativa realizzato con geomalta minerale certificata e colabile, a base di geolegante a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche - tipo **Geolite Magma** di Kerakoll. 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 il consolidamento, 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 > 75 MPa (EN 12190), resistenza a trazione per flessione a 28 gg > 9 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).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: puntellatura del solaio, demolizione e rimozione di pavimentazioni e massetti esistenti, eventuale asportazione del calcestruzzo ammalorato mediante idroscarifica (da contabilizzare a parte), irruvidimento e pulizia delle superfici esistenti; applicazione di rete metallica elettrosaldata distanziate dal supporto esistente (da contabilizzare a parte); eventuale trattamento preventivo del fondo con promotore di adesione universale - tipo **Primer Uni** di Kerakoll - o sistema epossidico fluido per riprese di getto - tipo **Epobinder** di Kerakoll (da contabilizzare a parte); miscelazione e colaggio della malta all'estradosso di superfici orizzontali, nel rispetto delle corrette tecniche applicative.

La quantificazione è espressa per metro quadro di rinforzo realizzato in spessore di 5 cm.

1

Preparazione dei supporti.



2

Installazione rete metallica integrativa.



3

Fissaggio armatura aggiuntiva e getto di **Geolite Magma**.



4

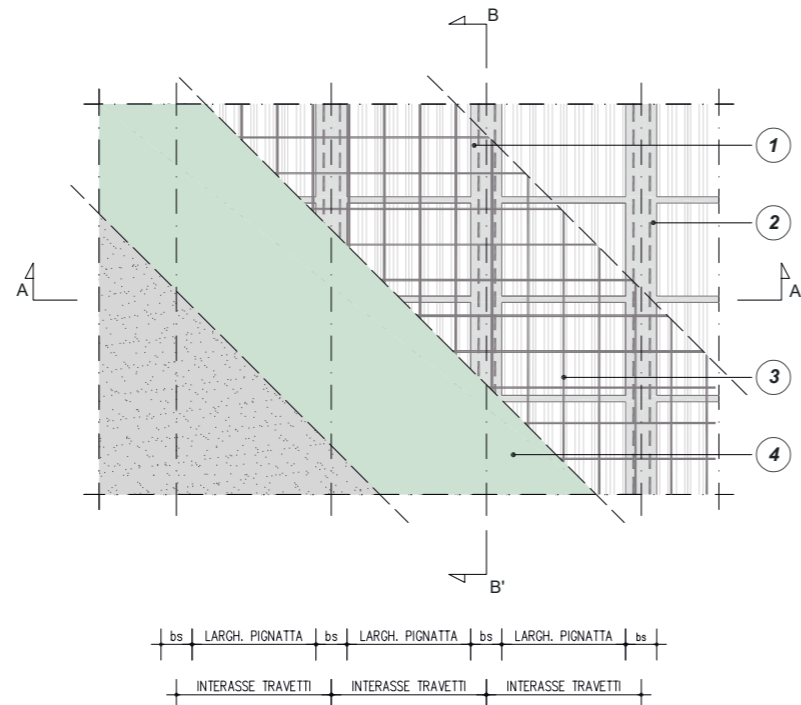
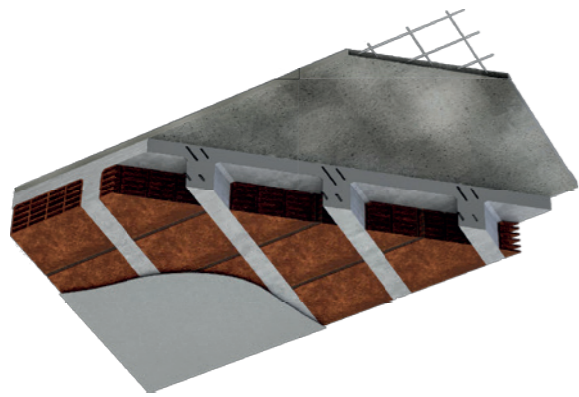
"Massaggiatura" superficiale del getto.



# 1.11A

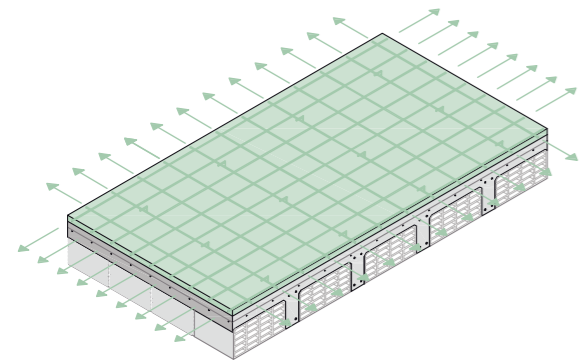
RINFORZO MEDIANTE IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI SOLAIO IN LATEROCEMENTO O SOLETTA IN C.A. CON ARMATURA INTEGRATIVA E GETTO COLLABORANTE DI GEOMALTA MINERALE STRUTTURALE COLABILE

Genius Lab

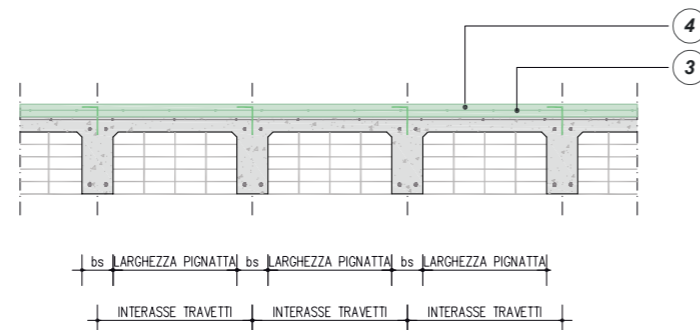


PIANTA  
RINFORZO MEDIANTE IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI SOLAIO IN LATEROCEMENTO O SOLETTA IN C.A. CON ARMATURA INTEGRATIVA E GETTO COLLABORANTE

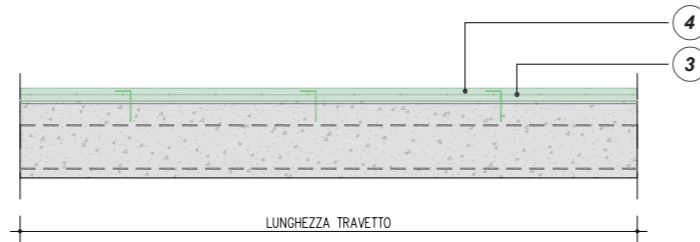
0 m 0.25 m 0.5 m 1 m



ASSONOMETRIA  
IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DEL SOLAIO



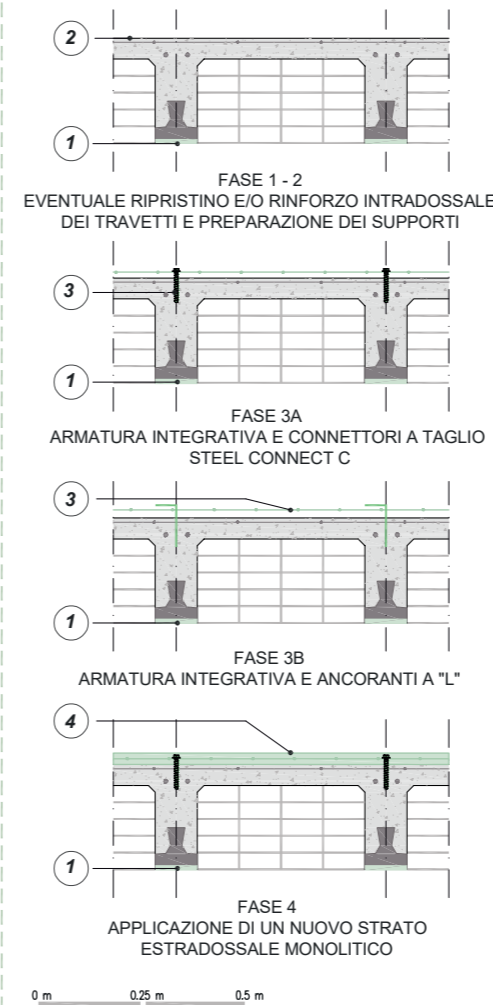
SEZIONE A - A'  
RINFORZO MEDIANTE IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI SOLAIO IN LATEROCEMENTO O SOLETTA IN C.A. CON ARMATURA INTEGRATIVA E GETTO COLLABORANTE



SEZIONE B - B'  
RINFORZO MEDIANTE IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI SOLAIO IN LATEROCEMENTO O SOLETTA IN C.A. CON ARMATURA INTEGRATIVA E GETTO COLLABORANTE

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

## FASI OPERATIVE



0 m 0.25 m 0.5 m

EVENTUALE RIPRISTINO E/O RINFORZO INTRADOSSALE DEI TRAVETTI IN C.A. DEL SOLAIO, PREVIA PUNTELLATURA DEL SOLAIO IN OGGETTO (VEDI TAV 1.9). VERIFICARE L'IDONEITÀ DELLA CLASSE DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO DI SUPPORTO

1 RIMOZIONE DI EVENTUALI PAVIMENTAZIONI E MASSETTI ESISTENTI. IRRUVIDIRE IL SUBSTRATO IN CALCESTRUZZO (ASPERITÀ  $\geq 5$  mm) MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE, ASPORTARE IN PROFONDITÀ L'EVENTUALE CALCESTRUZZO AMMALORATO FINO AL RAGGIUNGIMENTO DELLO STRATO DI CALCESTRUZZO CON CARATTERISTICHE DI BUONA SOLIDITÀ, OMOGENEITÀ E COMUNQUE NON CARBONATATO. RIMUOVERE LA RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBATURA. PULIRE IL SUBSTRATO PER ELIMINARE QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE, GRASSO, OLII E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI, CON ARIA COMPRESSA O IDROPULTRICE

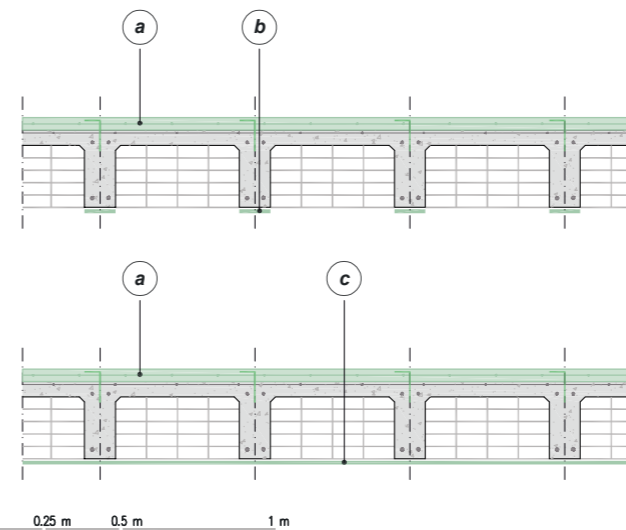
2 PREVEDERE ADEGUATA RETE METALLICA INTEGRATIVA, OPPORTUNAMENTE CALCOLATA E VERIFICATA DA TECNICO PROFESSIONISTA ABILITATO (SI CONSIGLIA UNA RETE ELETTROSALDATA A MAGLIA 100x100 mm,  $\varnothing$  5 mm). FISSARLA OPPORTUNAMENTE DISTANZIATA DAL SUPPORTO ESISTENTE, GARANTENDO COMUNQUE ADEGUATO COPRIFERRO, MEDIANTE **STEEL CONNECT C** OPPURE MEDIANTE IDONEI ANCORANTI, DISPOSTI CON PASSO PRESTABILITO. APPLICARE LA RETE INTEGRATIVA SULL'INTERA AREA D'INTERVENTO

3 Sigillare eventuali lesioni mediante iniezioni con **Epofill** e rimozione di polvere e residui di calcestruzzo. Su superficie pulita e asciutta applicare a spruzzo il promotore di adesione universale **Primer Uni**. Ricostruire la sezione con **Geolite Magma**. Per riporti a basso spessore da 10 a 35 mm inserimento di idonee fibre corte. Per riporti a medio spessore da 35 a 60 mm inserimento di rete zincata elettrosaldata  $\varnothing$  5 mm a maglia 100x100 mm circa posizionata al terzo superiore dello spessore e ancorata con tondini in acciaio piegati a "L" e inghisati al sottofondo con resina epossidica **Epofill** o **Epofix** (profondità minima di 60 mm) o con **Steel Connect C**. Per riporti ad alto spessore da 60 a 100 mm, oltre a quanto precedentemente descritto, aggiungere alla malta **Ghiaia 3.6** in misura del 25-40% sul peso di **Geolite Magma**. Consigliabile l'utilizzo combinato della rete elettrosaldata con idonee fibre corte. Curare la maturazione umida per almeno 24 ore.

4 Valutare l'installazione di opportuni connettori meccanici a taglio. Utilizzare **Steel Connect C** per solai in laterocemento e **Steel Connect W** per solai in legno. Qualora invece si richieda un ancoraggio di tipo chimico, prevedere su supporti in calcestruzzo, l'applicazione del sistema epossidico fluido **Epobinder**. Per ulteriori informazioni consultare TAV 1.11B e TAV 1.11C

PER LA REALIZZAZIONE DEL RINFORZO BAGNATURA A RIFIUTO FINO AD OTTENERE UN SUBSTRATO SATURO, MA PRIVO DI ACQUA IN SUPERFICIE. IN ALTERNATIVA ALLA BAGNATURA CON ACQUA, SU SUPERFICI ORIZZONTALI IN CALCESTRUZZO, APPLICARE IL PROMOTORE DI ADESIONE UNIVERSALE **PRIMER UNI** (SU SUPPORTO ASCIUTTO) A SPRUZZO, PENNELLO O RULLO A RIFIUTO. CREARE UNA NUOVA SOLETTA DI SPESSORE NON INFERIORE A 40 mm MEDIANTE APPLICAZIONE PER COLAGGIO DI **GEOLITE MAGMA**. PER SPESSORI SUPERIORI AI 60 mm, CONFEZIONARE UN BETONCINO AGGIUNGENDO **Ghiaia 3.6** (CONFORME ALLA EN 12620) NELLA MISURA DEL 25-40% SUL PESO DI **GEOLITE MAGMA**. CURARE LA STAGIONATURA UMIDA DELLE SUPERFICI NELLE PRIME 24 ORE

## ABBINAMENTO DI RINFORZO ALL'INTRADOSSO E ALL'ESTRADOSSO



0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

a RINFORZO MEDIANTE IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE CON ARMATURA INTEGRATIVA E GETTO COLLABORANTE

b RINFORZO TRAVETTI MEDIANTE PLACCAGGIO INTRADOSSALE (VEDI TAV 1.9)

c PRESIDIO ANTIFONDELLAMENTO MEDIANTE RETE IN FIBRA DI BASALTO TIPO **GEO GRID 120** O BASALTO E ACCIAIO INOX TIPO **GEOSTEEL GRID 200** O IN FIBRA DI VETRO TIPO **RINFORZO ARV 100** E **GEOCALCE MULTIUSO** (VEDI TAV 1.10A E TAV 1.10B)

In fase di progettazione potrebbe essere necessario abbinare all'intervento estradosale, l'integrazione dell'armatura intradosale mediante sistemi a matrice minerale SRG o matrice epossidica SRP, come indicato in TAV. 1.9

## QUADRO NORMATIVO

Ai solai, oltre al compito di garantire la resistenza ai carichi verticali, è richiesta anche rigidità nel proprio piano al fine di distribuire correttamente le azioni orizzontali tra le strutture verticali.  
Il progettista deve verificare che le caratteristiche dei materiali, delle sezioni resistenti nonché i rapporti dimensionali tra le varie parti siano coerenti con tali aspettative.  
A tale scopo deve verificare che:  
1) le deformazioni risultino compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati;  
2) vi sia, in base alle resistenze meccaniche dei materiali, un rapporto adeguato tra la sezione delle armature di acciaio, la larghezza delle nervature in calcestruzzo, il loro interasse e lo spessore della soletta di completamento in modo che sia assicurata la *rigidità nel piano* e che sia evitato il pericolo di effetti secondari indesiderati.  
(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 § C4.1.9)

# 1.11B

## Rinforzo a flessione e irrigidimento estradossale di solaio in laterocemento o soletta in c.a. mediante getto collaborante di geomalta minerale fibrorinforzata ad altissima prestazione



### PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Previa puntellatura del solaio, rimuovere eventuali pavimentazioni e massetti esistenti, irruvidire il supporto in calcestruzzo con asperità maggiore o uguale a 5 mm, pari al grado 9 del "Kit collaudo preparazione supporti in c.a. e muratura", mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, provvedendo all'asportazione in profondità dell'eventuale calcestruzzo ammalorato fino al raggiungimento dello strato di calcestruzzo con caratteristiche di buona solidità, omogeneità e comunque non carbonatato. Successivamente rimuovere accuratamente la ruggine dai ferri d'armatura, che devono essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura. Pulire il substrato, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice.
2. Preparazione della superficie. Applicare connettori verticali **Steel Connect C** per il rinforzo a flessione estradossale mediante realizzazione del foro di profondità pari alla lunghezza di infissione scelta, maggiorata di due volte il diametro della vite che si andrà a installare, e procedere con l'installazione del connettore mediante avvitatore ad impulsi. Ove necessario, procedere all'installazione di connettori perimetrali **Steel Connect Wall**, tra diaframma di piano e murature d'ambito come indicato nella tavola 1.11D. Entrambe le connessioni, verticali e perimetrali, dovranno essere opportunamente calcolate e verificate da tecnico professionista abilitato. Bagnare a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acqua in superficie. In alternativa su superfici orizzontali in calcestruzzo, applicare il promotore di adesione universale **Primer Uni** (su supporto asciutto) a spruzzo, pennello o rullo (prima della sovrapposizione attendere da 30 a 60 minuti, in funzione delle condizioni climatiche). In particolari condizioni ove è richiesto un ancoraggio di tipo chimico, su supporto asciutto, è possibile applicare il sistema epossidico fluido per riprese di getto **Epobinder**.
3. Rinforzo mediante nuovo strato estradossale monolitico collaborante. Realizzare l'aumento della sezione resistente del solaio mediante ringrosso estradossale tramite colaggio, nel rispetto delle corrette tecniche applicative, di geomalta minerale fibrorinforzata colabile ad elevata duttilità nel sistema **Geolite FRC - Geolite Magma Xenon & Steel Fiber** (Fiber Reinforced Concrete). La soletta deve avere uno spessore minimo di 15 mm. Per riporti maggiori di 30 mm si consiglia di utilizzare le fibre metalliche uncinatate **Steel Fiber Hook** in rapporto di 3,5% del peso. La preparazione dell'impasto può essere effettuata in betoniera o per ridotte quantità in secchio, utilizzando un trapano con frusta a basso numero di giri (mantenendo la corretta proporzione tra fibre metalliche corte e polvere). Curare la stagionatura umida delle superfici nelle prime 48 ore. Ad avvenuta maturazione del nuovo getto, rimuovere i puntelli sottostanti precedentemente posizionati.

### AVVERTENZE

Prima di effettuare l'intervento verificare l'idoneità della classe di resistenza del calcestruzzo di supporto.

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla geomalta **Geolite Magma Xenon**, la geomalta colabile **Geolite Magma** sempre in abbinamento con le fibre metalliche corte **Steel Fiber**, mantenendo invariato il rapporto del 6,5% in peso.

L'intervento estradossale, se necessario, può essere abbinato al rinforzo intradossale mediante sistemi a matrice minerale SRG o matrice epossidica SRP, come indicato in TAV. 1.9.

Nel caso di solai inclinati o di solai in cui è presente un'importante deformazione nella zona di mezzera, il progettista può prevedere di realizzare il getto collaborante mediante sistema FRC realizzato mediante geomalta semi-tixotropica **Geolite Neos** miscelata con fibre metalliche uncinatate **Steel Fiber Hook** in rapporto di 3,5% del peso.

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, se adottare i connettori **Steel Connect C10** o **Steel Connect C12**.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema FRC (Fiber Reinforced Concrete) per il rinforzo a flessione e irrigidimento estradossale di solaio in laterocemento o soletta in calcestruzzo armato, realizzato con geomalta minerale certificata e colabile a base di geolegante a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche miscelata con fibre di acciaio ad alta resistenza e alto indice di carbonio - tipo sistema **Geolite FRC** realizzato con **Geolite Magma Xenon** in abbinamento a **Steel Fiber** di Kerakoll. Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a compressione a 28 gg (valore caratteristico) > 106,5 MPa (EN 12190-3); resistenza a trazione per flessione a 28 gg 7,4 MPa (valore medio CNR DT 204); modulo elastico a compressione a 28 gg > 43,41 GPa (NTC 2018); classe di tenacità fR,1k=9,54 MPa, fR,2k=8,83 MPa, fR,3k=7,33 MPa e fR,4k=6,10 MPa e fR,1k/fR,3k=0,768 (valori caratteristici, EN 14651). 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 il consolidamento, dalla EN 1504-6 per l'ancoraggio ad effetto espansivo di armatura in acciaio. Le fibre sono provviste di marcatura CE 14889-1 e hanno le seguenti caratteristiche: lunghezza 13 mm, diametro 0,20 mm; resistenza a trazione ≥ 3100 MPa; modulo elastico ≥ 200 GPa.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: puntellatura del solaio, demolizione e rimozione di pavimentazioni e massetti esistenti, eventuale asportazione del calcestruzzo ammalorato mediante idroscarifica (da contabilizzare a parte), irruvidimento e pulizia delle superfici esistenti; eventuale installazione di collegamenti meccanici a taglio tra solaio esistente e soletta collaborante - tipo **Steel Connect C** di Kerakoll (da contabilizzare a parte); eventuale trattamento preventivo del fondo con promotore di adesione universale - tipo **Primer Uni** di Kerakoll - o con ancoraggio chimico realizzato mediante sistema epossidico fluido per riprese di getto - tipo **Epobinder** di Kerakoll (da contabilizzare a parte); miscelazione e colaggio all'estradosso di superfici orizzontali, nel rispetto delle corrette tecniche applicative del sistema FRC. La quantificazione è espressa per metro quadro di rinforzo realizzato in spessore di 3 cm.

1

Preparazione dei supporti.



2

Installazione connettori **Steel Connect C**.

3

Miscelazione del sistema **Geolite FRC**.

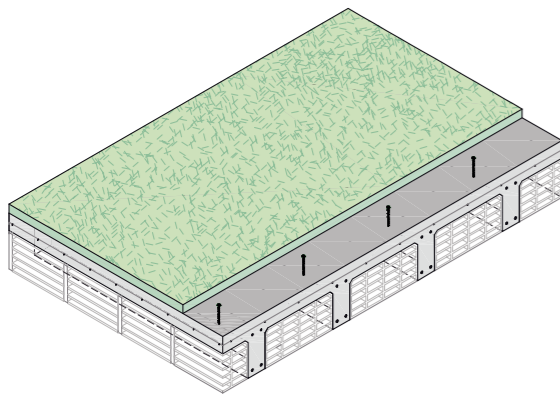
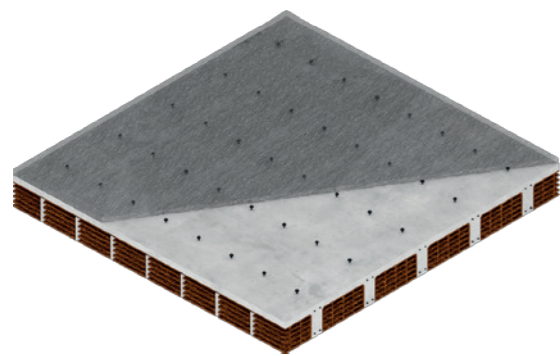
4

Getto e "massaggiatura" del sistema **Geolite FRC**.

# 1.11B

RINFORZO A FLESSIONE E IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI SOLAIO IN LATEROCEMENTO O SOLETTA IN C.A. MEDIANTE GETTO COLLABORANTE DI GEOMALTA MINERALE FIBRORINFORZATA AD ALTISSIMA PRESTAZIONE

Genius Lab

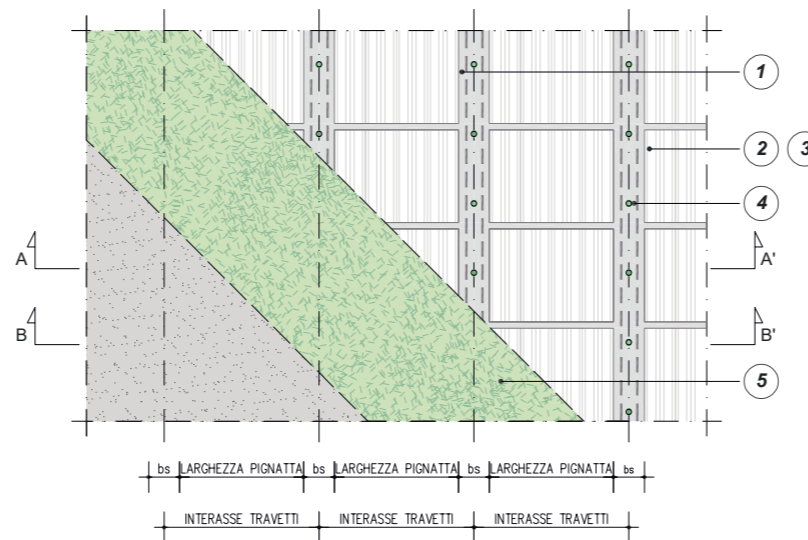


ASSONOMETRIA RINFORZO A FLESSIONE E IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DEL SOLAIO MEDIANTE SISTEMI GEOLITE FRC E CONNETTORI VERTICALI STEEL CONNECT C

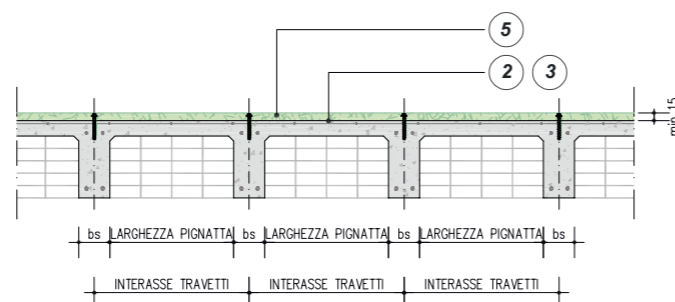
NOTE

La soletta estradossale può fungere, oltre che da rinforzo flessionale per il solaio esistente, anche da anima del diaframma di piano. Ciò rende possibile, con le opportune accortezze, realizzare in concomitanza entrambi gli interventi. Si consiglia di consultare TAV 1.11D per maggiori informazioni.

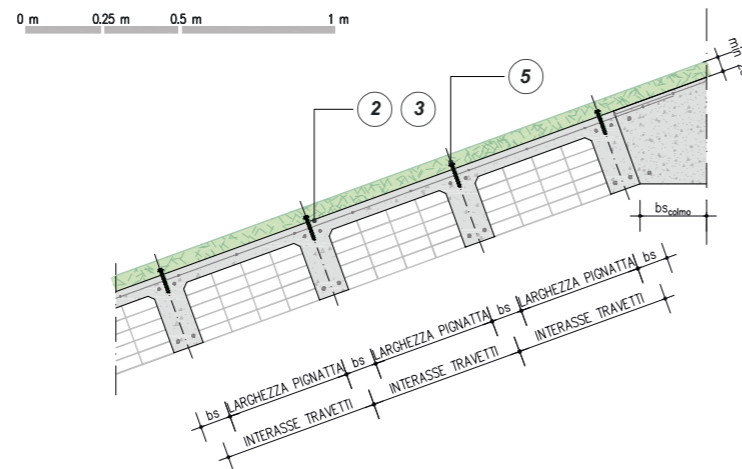
POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



PIANTA RINFORZO A FLESSIONE E IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI SOLAIO IN LATEROCEMENTO O SOLETTA IN C.A. MEDIANTE GETTO COLLABORANTE DI SISTEMI GEOLITE FRC E CONNETTORI VERTICALI STEEL CONNECT C

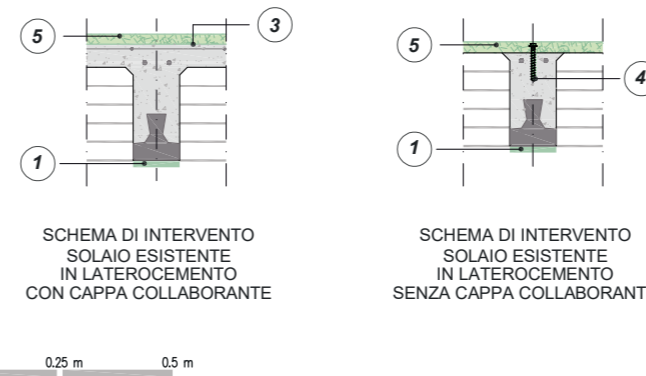
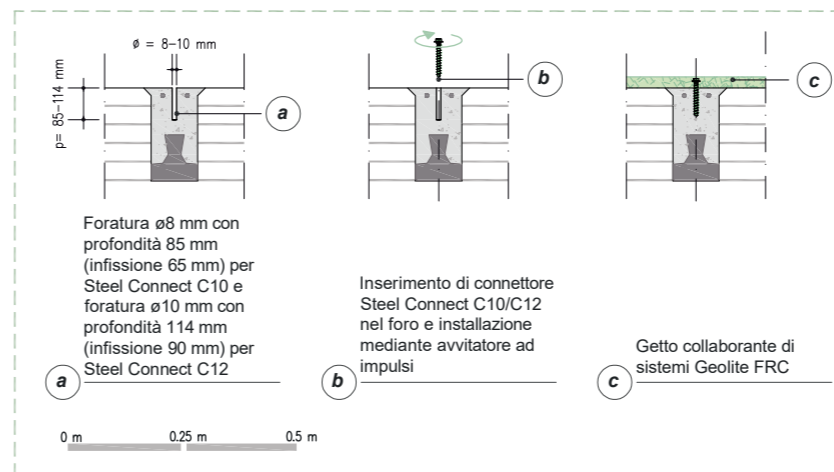


SEZIONE A - A' RINFORZO A FLESSIONE E IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI SOLAIO IN LATEROCEMENTO O SOLETTA IN C.A. MEDIANTE GETTO COLLABORANTE DI SISTEMI GEOLITE FRC: GEOLITE MAGMA XENON E STEEL FIBER, IN ABBINAMENTO AI CONNETTORI STEEL CONNECT C



SEZIONE B - B' RINFORZO A FLESSIONE E IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI SOLAIO INCLINATO IN LATEROCEMENTO O SOLETTA IN C.A. MEDIANTE GETTO COLLABORANTE DI SISTEMI GEOLITE FRC: GEOLITE NEOS E STEEL FIBER HOOK, IN ABBINAMENTO AI CONNETTORI STEEL CONNECT C

SCHEMA DI APPLICAZIONE DEI CONNETTORI VERTICALI STEEL CONNECT C



QUADRO NORMATIVO

Ai solai, oltre al compito di garantire la resistenza ai carichi verticali, è richiesta anche rigidità nel proprio piano al fine di distribuire correttamente le azioni orizzontali tra le strutture verticali. Il progettista deve verificare che le caratteristiche dei materiali, delle sezioni resistenti nonché i rapporti dimensionali tra le varie parti siano coerenti con tali aspettative. A tale scopo deve verificare che:

- 1) le deformazioni risultino compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati;
- 2) vi sia, in base alle resistenze meccaniche dei materiali, un rapporto adeguato tra la sezione delle armature di acciaio, la larghezza delle nervature in calcestruzzo, il loro interasse e lo spessore della soletta di completamento in modo che sia assicurata la rigidità nel piano e che sia evitato il pericolo di effetti secondari indesiderati.

(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 § C4.1.9)  
 Nel caso in cui nell'intervento si faccia uso di materiali compositi, ai fini delle verifiche di sicurezza degli elementi rinforzati, si possono utilizzare 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)

1 EVENTUALE RIPRISTINO E/O RINFORZO INTRADOSSALE DEI TRAVETTI IN C.A. ESISTENTI, PREVIA PUNTELLATURA DEL SOLAIO IN OGGETTO (TAV 1.9). VERIFICARE L'IDONEITÀ DELLA CLASSE DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO DI SUPPORTO

Lo schema strutturale del presente elaborato può essere applicato in concomitanza con altre tipologie di rinforzo come il consolidamento intradossale dei travetti in c.a. esistenti o i presidi antisfondellamento. Si consultino TAV 1.9, TAV 1.10A e TAV 1.10B per maggiori informazioni.

2 RIMOZIONE DI EVENTUALI PAVIMENTAZIONI E MASSETTI ESISTENTI. IRRUVIDIRE IL SUBSTRATO IN CALCESTRUZZO (ASPERITÀ ≥ 5 mm) MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE, ASPORTARE IN PROFONDITÀ L'EVENTUALE CALCESTRUZZO AMMALORATO FINO AL RAGGIUNGIMENTO DELLO STRATO DI CALCESTRUZZO CON CARATTERISTICHE DI BUONA SOLIDITÀ, OMOGENEITÀ E COMUNQUE NON CARBONATATO. RIMUOVERE L'EVENTUALE RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBATURA. PULIRE IL SUBSTRATO PER ELIMINARE QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI, CON ARIA COMPRESSA O IDROPULTRICE

3 BAGNATURA A RIFIUTO FINO AD OTTENERE UN SUBSTRATO SATURO, MA PRIVO DI ACQUA IN SUPERFICIE. IN ALTERNATIVA ALLA BAGNATURA CON ACQUA, SU SUPERFICI ORIZZONTALI IN CALCESTRUZZO, APPLICARE IL PROMOTORE DI ADESIONE UNIVERSALE PRIMER UNI (SU SUPPORTO ASCIUTTO) A SPRUZZO, PENNELLO O RULLO

4 OVE NECESSARIO, PREVEDERE L'INSTALLAZIONE DI OPPORTUNI CONNETTORI MECCANICI DELLA LINEA STEEL CONNECT C: STEEL CONNECT C10 O STEEL CONNECT C12, SPECIFICI PER SOLAI IN LATEROCEMENTO. QUALORA INVECE SI RICHIEDA UN ANCORAGGIO DI TIPO CHIMICO, PREVEDERE L'APPLICAZIONE DEL SISTEMA EPOSSIDICO FLUIDO EPOBINDER SPECIFICO PER RIPRESE DI GETTO

Il passo dei connettori può essere calcolato mediante la piattaforma Genius Lab. Il calcolo e la verifica devono essere effettuati da un tecnico professionista abilitato.

5 CREAZIONE DI UNA NUOVA SOLETTA DI SPESSORE MINIMO DI 15 mm MEDIANTE SISTEMA FLUIDO GEOLITE FRC REALIZZATO CON GEOLITE MAGMA XENON O GEOLITE MAGMA MISCELATI CON FIBRE METALLICHE STEEL FIBER IN QUANTITÀ PARI AL 6,5% DEL PESO. NEL CASO DI SOLAI INCLINATI O DI SOLAI IN CUI È PRESENTE UNA GRANDE DEFORMAZIONE NELLA ZONA DI MEZZERIA, REALIZZARE UNA NUOVA SOLETTA CON SPESSORE MINIMO 25 mm MEDIANTE IL SISTEMA SEMI-TIXOTROPICO GEOLITE FRC REALIZZATO CON GEOLITE NEOS & STEEL FIBER HOOK IN QUANTITÀ PARI AL 3,5% DEL PESO. L'APPLICAZIONE DEI SISTEMI GEOLITE FRC AVVIENE PER COLAGGIO E SI RACCOMANDA DI CURARE LA STAGIONATURA UMIDA DELLE SUPERFICI NELLE PRIME 48 ORE

Per spessori superiori a 25 mm si consiglia l'utilizzo di fibre metalliche uncinato Steel Fiber Hook in quantità pari al 3,5% del peso, in abbinamento a Geolite Magma Xenon.

In corrispondenza delle riprese di getto è opportuna l'interposizione di una rete metallica per garantire la continuità strutturale del rinforzo. Per riporti maggiori di 25 mm si consiglia l'utilizzo di fibre metalliche uncinato Steel Fiber Hook in abbinamento a Geolite Magma Xenon. Lo strato estradossale illustrato nel presente elaborato incrementa la resistenza flessionale del solaio esistente, ma può fungere anche da anima del diaframma di piano. Si consulti TAV 1.11D per maggiori informazioni.

# 1.11C

## Rinforzo a flessione e irrigidimento estradossale di solaio in legno mediante getto collaborante di geomalta minerale fibrorinforzata ad altissima prestazione



### PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Previa puntellatura del solaio, rimuovere eventuali pavimentazioni e massetti esistenti, pulire il substrato eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, olio e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice. Se richiesta la posa su assito interrotto, eseguire taglio continuo con sega circolare. Successivamente, prevedere l'interposizione sulla superficie estradossale di un foglio impermeabile traspirante. Nel caso di alleggerimento eseguito tramite posa di pannelli isolanti, lasciare libero uno spazio almeno pari alla larghezza della trave in legno. Segnare la posizione dei connettori secondo quanto indicato negli elaborati progettuali.
2. Preparazione della superficie. Prevedere l'installazione dei connettori a taglio **Steel Connect W** idonei per applicazioni su trave, singolo e doppio tavolato. Ove necessario, procedere all'installazione di connettori perimetrali **Steel Connect Wall**, tra diaframma di piano e murature d'ambito come indicato nella tavola 1.11D. Entrambe le connessioni, verticali e perimetrali, dovranno essere opportunamente calcolate e verificate da tecnico professionista abilitato.
3. Rinforzo mediante nuovo strato estradossale monolitico collaborante. Realizzare l'aumento della sezione resistente del solaio mediante ringrosso estradossale tramite colaggio, nel rispetto delle corrette tecniche applicative, di geomalta minerale fibrorinforzata colabile ad elevata duttilità nel sistema **Geolite FRC - Geolite Magma Xenon & Steel Fiber** (Fiber Reinforced Concrete). La soletta deve avere uno spessore minimo di 15 mm. Per riporti maggiori di 30 mm si consiglia di utilizzare le fibre metalliche uncinata **Steel Fiber Hook** in rapporto di 3,5% del peso. La preparazione dell'impasto può essere effettuata in betoniera o per ridotte quantità in secchio, utilizzando un trapano con frusta a basso numero di giri (mantenendo la corretta proporzione tra fibre metalliche corte e polvere). Curare la stagionatura umida delle superfici nelle prime 48 ore. Ad avvenuta maturazione del nuovo getto, rimuovere i puntelli sottostanti precedentemente posizionati.

### AVVERTENZE

Prima di effettuare l'intervento verificare l'idoneità della classe di resistenza del calcestruzzo di supporto.

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla geomalta **Geolite Magma Xenon**, la geomalta colabile **Geolite Magma** sempre in abbinamento con le fibre metalliche corte **Steel Fiber**, mantenendo invariato il rapporto del 6,5% in peso.

L'intervento estradossale, se necessario, può essere abbinato al rinforzo intradossale mediante sistemi a matrice minerale SRG o matrice epossidica SRP, come indicato in TAV. 1.9.

Nel caso di solai inclinati o di solai in cui è presente un'importante deformazione nella zona di mezzera, il progettista può prevedere di realizzare il getto collaborante mediante sistema FRC realizzato mediante geomalta semi-tixotropica **Geolite Neos** miscelata con fibre metalliche uncinata **Steel Fiber Hook** in rapporto di 3,5% del peso.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema FRC (Fiber Reinforced Concrete) per il rinforzo a flessione e irrigidimento estradossale di solaio in legno, realizzato con geomalta minerale certificata e colabile a base di geolegante a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche miscelata con fibre di acciaio ad alta resistenza e alto indice di carbonio - tipo sistema **Geolite FRC** realizzato con **Geolite Magma Xenon** in abbinamento a **Steel Fiber** di Kerakoll. Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a compressione a 28 gg (valore caratteristico) > 106,5 MPa (EN 12190-3); resistenza a trazione per flessione a 28 gg 7,4 MPa (valore medio CNR DT 204); modulo elastico a compressione a 28 gg > 43,41 GPa (NTC 2018); classe di tenacità  $f_{R,1k}=9,54$  MPa,  $f_{R,2k}=8,83$  MPa,  $f_{R,3k}=7,33$  MPa e  $f_{R,4k}=6,10$  MPa e  $f_{R,1k}/f_{R,3k}=0,768$  (valori caratteristici, EN 14651). 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 il consolidamento, dalla EN 1504-6 per l'ancoraggio ad effetto espansivo di armatura in acciaio. Le fibre sono provviste di marcatura CE 14889-1 e hanno le seguenti caratteristiche: lunghezza 13 mm, diametro 0,20 mm; resistenza a trazione  $\geq 3100$  MPa; modulo elastico  $\geq 200$  GPa.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: puntellatura del solaio, demolizione e rimozione di pavimentazioni e massetti esistenti, pulizia delle superfici esistenti; eventuale installazione di collegamenti meccanici a taglio tra solaio esistente e soletta collaborante - tipo **Steel Connect W** di Kerakoll (da contabilizzare a parte); miscelazione e colaggio all'estradosso di superfici orizzontali, nel rispetto delle corrette tecniche applicative del sistema FRC.

La quantificazione è espressa per metro quadro di rinforzo realizzato in spessore di 3 cm.

1

Preparazione dei supporti.



2

Installazione connettori **Steel Connect W**.

3

Miscelazione del sistema **Geolite FRC**.

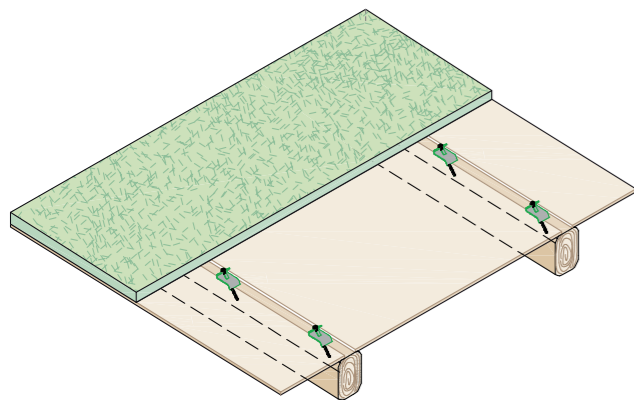
4

Getto e "massaggiatura" del sistema **Geolite FRC**.

# 1.11C

RINFORZO A FLESSIONE E IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI SOLAIO IN LEGNO MEDIANTE GETTO COLLABORANTE DI GEOMALTA MINERALE FIBRORINFORZATA AD ALTISSIMA PRESTAZIONE

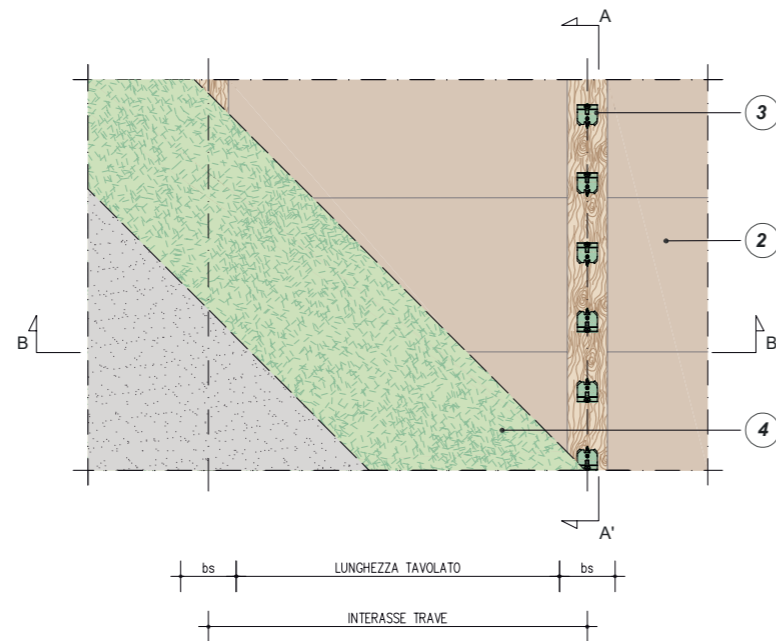
Genius Lab



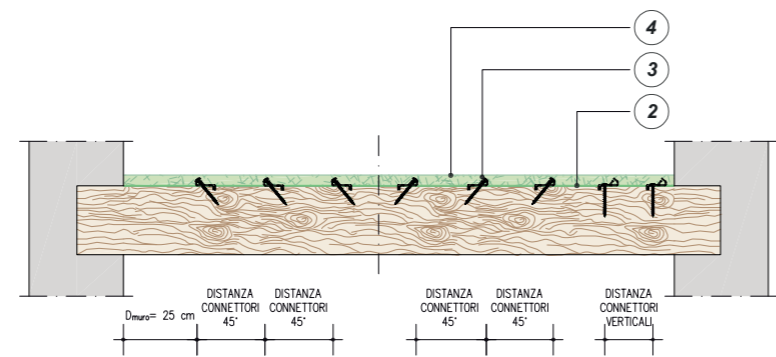
ASSONOMETRIA  
RINFORZO A FLESSIONE E IRRIGIDIMENTO  
ESTRADOSSALE DEL SOLAIO MEDIANTE SISTEMI  
GEOLITE FRC E CONNETTORI A TAGLIO STEEL  
CONNECT W

NOTE

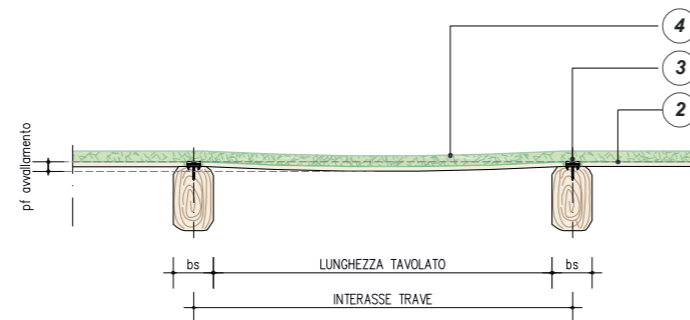
La soletta estradoassale può fungere, oltre che da rinforzo flessionale per il solaio esistente, anche da anima del diaframma di piano. Ciò rende possibile, con le opportune accortezze, realizzare in concomitanza entrambi gli interventi. Si consiglia di consultare TAV 1.11D per maggiori informazioni.



PIANTA  
RINFORZO A FLESSIONE E IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI  
SOLAIO IN LEGNO MEDIANTE  
GETTO COLLABORANTE DI SISTEMI GEOLITE FRC E  
CONNETTORI A TAGLIO STEEL CONNECT W



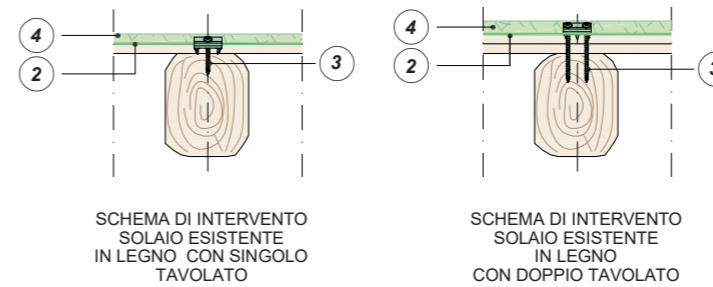
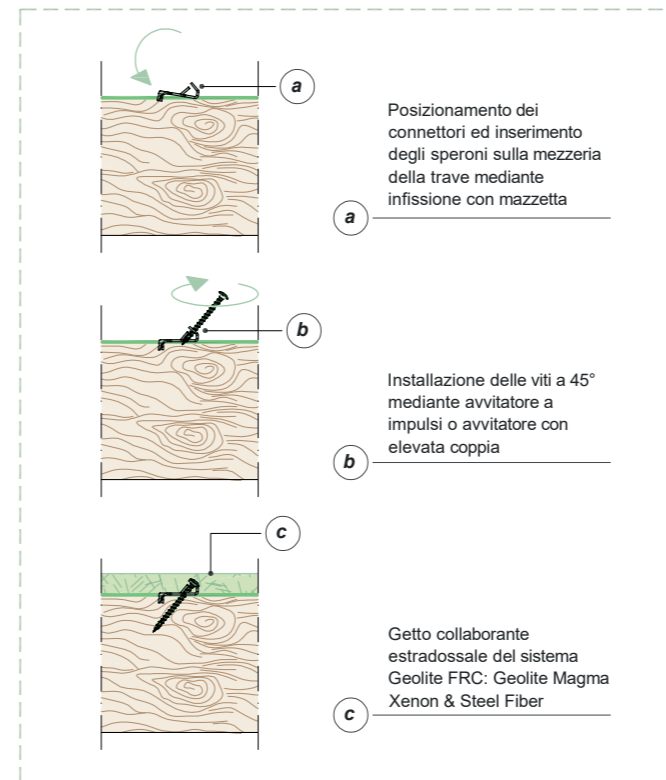
SEZIONE A-A'  
RINFORZO A FLESSIONE E IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI  
SOLAIO IN LEGNO MEDIANTE  
GETTO COLLABORANTE DI SISTEMI GEOLITE FRC E  
CONNETTORI STEEL CONNECT W



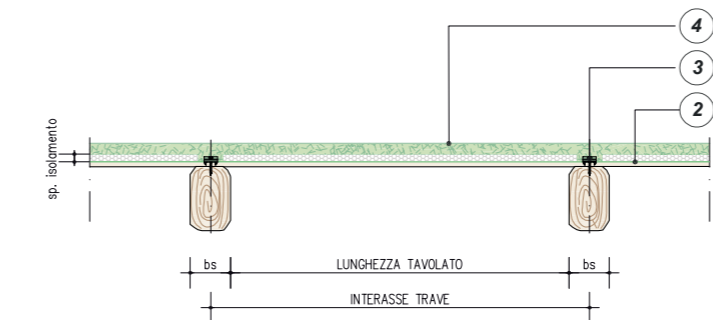
SEZIONE B-B'  
RINFORZO A FLESSIONE E IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI  
SOLAIO IN LEGNO AVVALLATO MEDIANTE  
GETTO COLLABORANTE DI SISTEMI GEOLITE FRC: GEOLITE  
NEOS E STEEL FIBER HOOK, IN ABBINAMENTO AI  
CONNETTORI STEEL CONNECT W

0 m 0.5m 1m

SCHEMA DI APPLICAZIONE DEI CONNETTORI A TAGLIO STEEL CONNECT W



0 m 0.25 m 0.5 m



SEZIONE B-B'  
RINFORZO A FLESSIONE E IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI  
SOLAIO IN LEGNO CON ISOLAMENTO TERMICO E GETTO  
COLLABORANTE DI SISTEMI GEOLITE FRC: GEOLITE NEOS E  
STEEL FIBER HOOK, IN ABBINAMENTO AI CONNETTORI STEEL  
CONNECT W

1 PREVIA PUNTELLATURA DEL SOLAIO, RIMOZIONE DI EVENTUALI PAVIMENTAZIONI E MASSETTI ESISTENTI. PULIRE IL SUBSTRATO ELIMINANDO QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI CON ARIA COMPRESSA O IDROPULITRICE. SE RICHIESTA LA POSA SU ASSITO INTERROTTO, ESEGUIRE TAGLIO CONTINUO CON SEGA CIRCOLARE

2 APPLICAZIONE SULLA SUPERFICIE ESTRADOSSALE DI FOGLIO IMPERMEABILE - TRASPIRANTE

3 PREVEDERE L'INSTALLAZIONE DI CONNETTORI MECCANICI DELLA LINEA STEEL CONNECT W PER IL CORRETTO TRASFERIMENTO DELLE SOLLECITAZIONI A TAGLIO

Il passo dei connettori può essere calcolato mediante la piattaforma Genius Lab. Il calcolo e la verifica devono essere effettuati da un tecnico professionista abilitato.

4 CREAZIONE DI UNA NUOVA SOLETTA DI SPESSORE MINIMO DI 15 mm MEDIANTE SISTEMA FLUIDO GEOLITE FRC REALIZZATO CON GEOLITE MAGMA XENON O GEOLITE MAGMA MISCELATI CON FIBRE METALLICHE STEEL FIBER IN QUANTITÀ PARI AL 6,5% DEL PESO.

NEL CASO DI SOLAI INCLINATI O DI SOLAI IN CUI È PRESENTE UNA GRANDE DEFORMAZIONE NELLA ZONA DI MEZZERIA, REALIZZARE UNA NUOVA SOLETTA CON SPESSORE MINIMO 25 mm MEDIANTE IL SISTEMA SEMI-TIXOTROPICO GEOLITE FRC REALIZZATO CON GEOLITE NEOS & STEEL FIBER HOOK IN QUANTITÀ PARI AL 3,5% DEL PESO. L'APPLICAZIONE DEI SISTEMI GEOLITE FRC AVVIENE PER COLAGGIO E SI RACCOMANDA DI CURARE LA STAGIONATURA UMIDA DELLE SUPERFICI NELLE PRIME 48 ORE

Per spessori superiori a 25 mm si consiglia l'utilizzo di fibre metalliche uncinatae Steel Fiber Hook in quantità pari al 3,5% del peso, in abbinamento a Geolite Magma Xenon.

In corrispondenza delle riprese di getto è opportuna l'interposizione di una rete metallica per garantire la continuità strutturale del rinforzo. Per riporti maggiori di 25 mm si consiglia l'utilizzo di fibre metalliche uncinatae Steel Fiber Hook in abbinamento a Geolite Magma Xenon. Lo strato estradoassale illustrato nel presente elaborato incrementa la resistenza flessionale del solaio esistente, ma può fungere anche da anima del diaframma di piano. Si consulti TAV 1.11D per maggiori informazioni.

QUADRO NORMATIVO

Ai solai, oltre al compito di garantire la resistenza ai carichi verticali, è richiesta anche rigidità nel proprio piano al fine di distribuire correttamente le azioni orizzontali tra le strutture verticali. Il progettista deve verificare che le caratteristiche dei materiali, delle sezioni resistenti nonché i rapporti dimensionali tra le varie parti siano coerenti con tali aspettative. A tale scopo deve verificare che:

- 1) le deformazioni risultino compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati;
- 2) vi sia, in base alle resistenze meccaniche dei materiali, un rapporto adeguato tra la sezione delle armature di acciaio, la larghezza delle nervature in calcestruzzo, il loro interasse e lo spessore della soletta di completamento in modo che sia assicurata la rigidità nel piano e che sia evitato il pericolo di effetti secondari indesiderati.

(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 § C4.1.9)

Nel caso in cui nell'intervento si faccia uso di materiali compositi, ai fini delle verifiche di sicurezza degli elementi rinforzati, si possono utilizzare 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)

# 1.11D

Realizzazione di diaframma di piano mediante getto collaborante di geomalta minerale colabile fibrorinforzata ad altissima prestazione



## PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Previa puntellatura del solaio, rimuovere eventuali pavimentazioni e massetti esistenti, irruvidire il supporto in calcestruzzo con asperità maggiore o uguale a 5 mm, pari al grado 9 del "Kit collaudo preparazione supporti in c.a. e muratura", mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, provvedendo all'asportazione in profondità dell'eventuale calcestruzzo ammalorato fino al raggiungimento dello strato di calcestruzzo con caratteristiche di buona solidità, omogeneità e comunque non carbonatato. Successivamente rimuovere accuratamente la ruggine dai ferri d'armatura, che devono essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura. Pulire il substrato, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice. Per solai in legno, se richiesta la posa su assito interrotto, eseguire taglio continuo con sega circolare. Successivamente, prevedere l'interposizione sulla superficie estradossale di un foglio impermeabile traspirante. Nel caso di alleggerimento eseguito tramite posa di pannelli isolanti, lasciare libero uno spazio almeno pari alla larghezza della trave in legno. Segnare la posizione dei connettori (vedi tavola 1.11C) secondo quanto indicato negli elaborati progettuali.
2. Installazione di connettori parete-solaio. Installare i connettori perimetrali **Steel Connect Wall** tra diaframma di piano e murature d'ambito previo opportuno calcolo e verifica da tecnico professionista abilitato. Realizzazione di un foro di profondità 200mm con inclinazione a 45° rispetto alla verticale. Pulire il foro mediante soffiatura o tramite scovolino metallico e procedere con bagnatura a rifiuto avendo cura di evitare possibili ristagni d'acqua. Iniettare **Geocalce FL Antisismico** per l'inghisaggio della barra alla muratura perimetrale. In caso di elementi verticali in calcestruzzo armato, non bagnare e procedere con il riempimento tramite resina epossidica **EpoFix**. Inserire la barra di connessione M16 del connettore **Steel Connect Wall** applicando un leggero movimento rotazionale per agevolare l'eliminazione di eventuali bolle d'aria e garantire il completo riempimento del foro.
3. Preparazione della superficie. Bagnare a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acqua in superficie. In alternativa alla bagnatura con acqua, su superfici orizzontali in calcestruzzo, applicare il promotore di adesione universale **Primer Uni** (su supporto asciutto) a spruzzo, pennello o rullo (prima della sovrapposizione attendere da 30 a 60 minuti, in funzione delle condizioni climatiche). In particolari condizioni ove è richiesto un ancoraggio di tipo chimico, su supporto asciutto, è possibile applicare il sistema epossidico fluido per riprese di getto **EpoBinder**.
4. Rinforzo mediante nuovo strato estradossale monolitico collaborante. Realizzare l'aumento della sezione resistente del solaio mediante ringrosso estradossale tramite colaggio di geomalta minerale colabile fibrorinforzata ad elevata duttilità nel sistema **Geolite FRC - Geolite Magma Xenon & Steel Fiber** (Fiber Reinforced Concrete). La soletta deve avere uno spessore maggiore di 15 mm. Per riporti maggiori di 30 mm si consiglia di utilizzare le fibre metalliche uncinata **Steel Fiber Hook** in rapporto di 3,5% del peso. La preparazione dell'impasto può essere effettuata in betoniera o per ridotte quantità in secchio, utilizzando un trapano con frusta a basso numero di giri (mantenendo la corretta proporzione tra fibre metalliche corte e polvere). Curare la stagionatura umida delle superfici nelle prime 48 ore. Ad avvenuta maturazione del nuovo getto, rimuovere i puntelli sottostanti precedentemente posizionati.

## AVVERTENZE

Prima di effettuare l'intervento verificare l'idoneità della classe di resistenza del calcestruzzo di supporto.

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla geomalta **Geolite Magma Xenon**, la geomalta colabile **Geolite Magma** sempre in abbinamento con le fibre metalliche corte **Steel Fiber**, mantenendo invariato il rapporto del 6,5% in peso.

L'intervento estradossale, se necessario, può essere abbinato al rinforzo intradossale mediante sistemi a matrice minerale SRG o matrice epossidica SRP, come indicato in TAV. 1.9.

Nel caso di solai inclinati o di solai in cui è presente un'importante deformazione nella zona di mezzera, il progettista può prevedere di realizzare il getto collaborante mediante sistema FRC realizzato mediante geomalta semi-tixotropica **Geolite Neos** miscelata con fibre metalliche uncinata **Steel Fiber Hook** in rapporto di 3,5% del peso.

## VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema FRC (Fiber Reinforced Concrete) per la creazione di un diaframma di piano su solaio in laterocemento o soletta in calcestruzzo armato, con collegamenti perimetrali tra diaframma di piano ed elementi sismo-resistenti da contabilizzare a parte in altra voce, realizzato con geomalta minerale certificata e colabile a base di geolegante a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche miscelata con fibre di acciaio ad alta resistenza e alto indice di carbonio - tipo sistema **Geolite FRC** realizzato con **Geolite Magma Xenon** in abbinamento a **Steel Fiber** di Kerakoll. Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a compressione a 28 gg (valore caratteristico) > 106,5 MPa (EN 12190-3); resistenza a trazione per flessione a 28 gg 7,4 MPa (valore medio CNR DT 204); modulo elastico a compressione a 28 gg > 43,41 GPa (NTC 2018); classe di tenacità f<sub>R,1k</sub>=9,54 MPa, f<sub>R,2k</sub>=8,83 MPa, f<sub>R,3k</sub>=7,33 MPa e f<sub>R,4k</sub>=6,10 MPa e f<sub>R,1k</sub>/f<sub>R,3k</sub>=0,768 (valori caratteristici, EN 14651). 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 il consolidamento, dalla EN 1504-6 per l'ancoraggio ad effetto espansivo di armatura in acciaio. Le fibre sono provviste di marcatura CE 14889-1 e hanno le seguenti caratteristiche: lunghezza 13 mm, diametro 0,20 mm; resistenza a trazione ≥ 3100 MPa; modulo elastico ≥ 200 GPa.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: puntellatura del solaio, demolizione e rimozione di pavimentazioni e massetti esistenti, eventuale asportazione del calcestruzzo ammalorato mediante idroscarifica (da contabilizzare a parte), irruvidimento e pulizia delle superfici esistenti; installazione di collegamenti perimetrali tra diaframma di piano e murature d'ambito - tipo **Steel Connect Wall** di Kerakoll (da contabilizzare a parte); eventuale trattamento preventivo del fondo con promotore di adesione universale - tipo **Primer Uni** di Kerakoll - o sistema epossidico fluido per riprese di getto - tipo **EpoBinder** di Kerakoll (da contabilizzare a parte); colaggio all'estradosso di superfici orizzontali, nel rispetto delle corrette tecniche applicative del sistema FRC.

La quantificazione è espressa per metro quadro di rinforzo realizzato in spessore di 3 cm.

1

Preparazione dei supporti.



2

Installazione di collegamenti perimetrali **Steel Connect Wall**.



3

Miscelazione del sistema **Geolite FRC**.



4

Getto del sistema **Geolite FRC**.



5

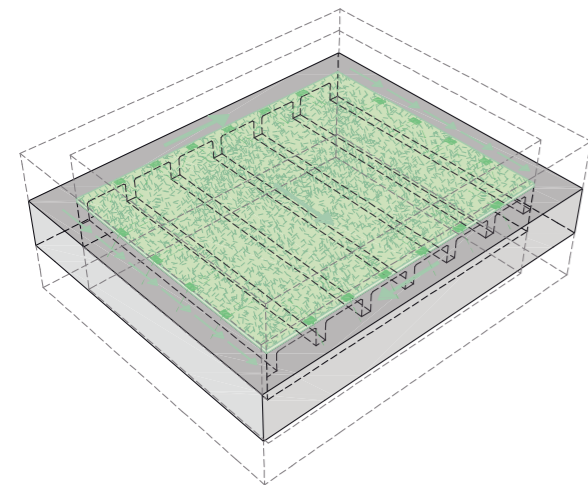
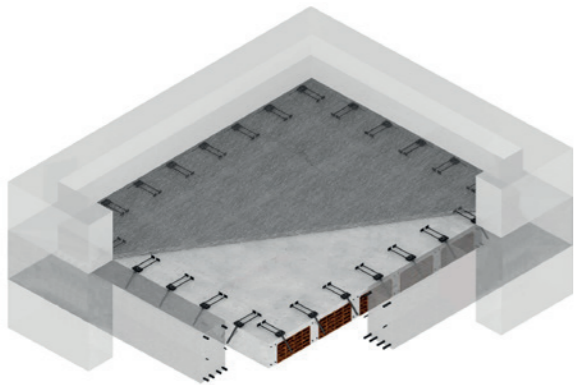
"Massaggiatura" superficiale del getto.



# 1.11D

REALIZZAZIONE DI DIAFRAMMA DI PIANO MEDIANTE GETTO COLLABORANTE DI GEOMALTA MINERALE COLABILE FIBRORINFORZATA AD ALTISSIMA PRESTAZIONE

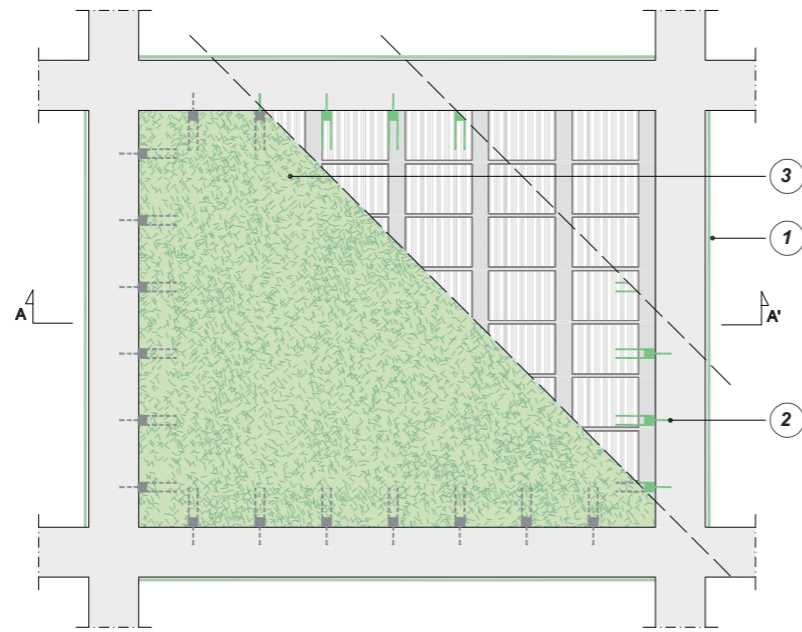
Genius Lab



ASSONOMETRIA REALIZZAZIONE DI DIAFRAMMA DI PIANO MEDIANTE SISTEMI GEOLITE FRC E CONNETTORE STEEL CONNECT WALL

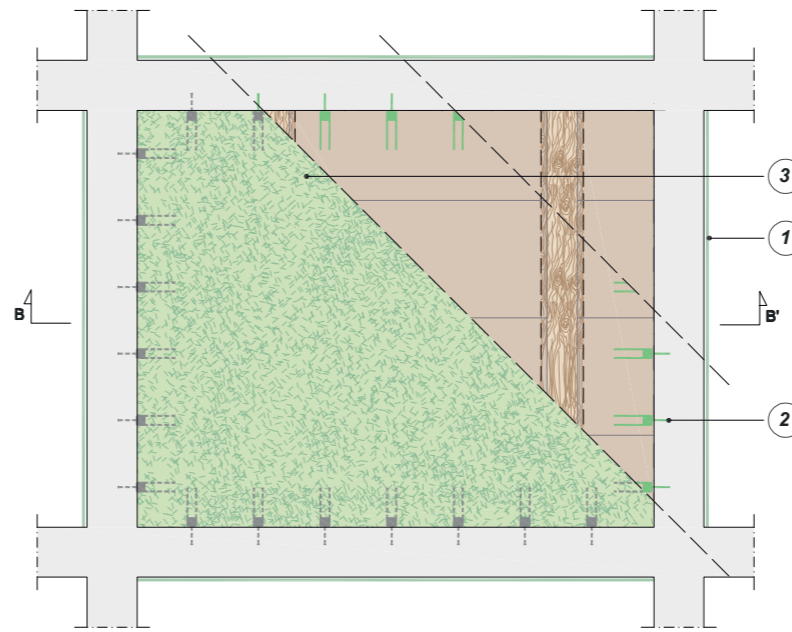
NOTE

La tavola illustra l'esecuzione del diaframma di piano su strutture portanti realizzate in calcestruzzo armato, ma lo stesso schema si ripete invariato anche nel caso di elementi verticali in muratura (pietrame, laterizio o tufo) ed in presenza di altre tipologie di orizzontamenti (piani o voltati).

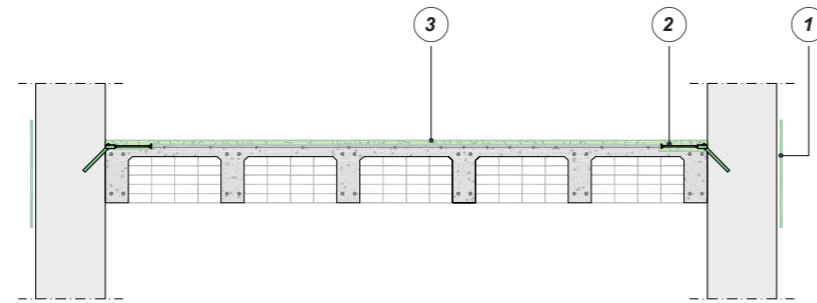


PIANTA SOLAIO LATEROCEMENTIZIO REALIZZAZIONE DI DIAFRAMMA DI PIANO MEDIANTE GETTO COLLABORANTE DI SISTEMA GEOLITE FRC E CONNETTORE PERIMETRALE STEEL CONNECT WALL

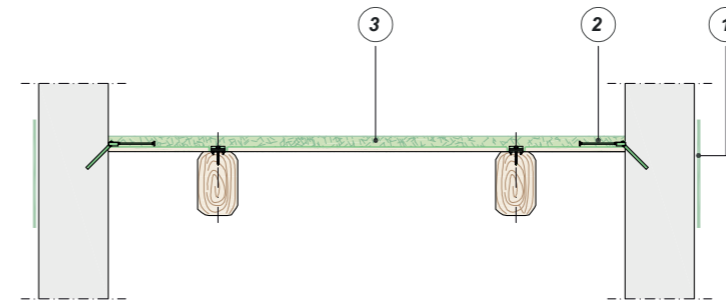
0 m 0,5m 1m



PIANTA SOLAIO LIGNEO REALIZZAZIONE DI DIAFRAMMA DI PIANO MEDIANTE GETTO COLLABORANTE DI SISTEMA GEOLITE FRC E CONNETTORE PERIMETRALE STEEL CONNECT WALL

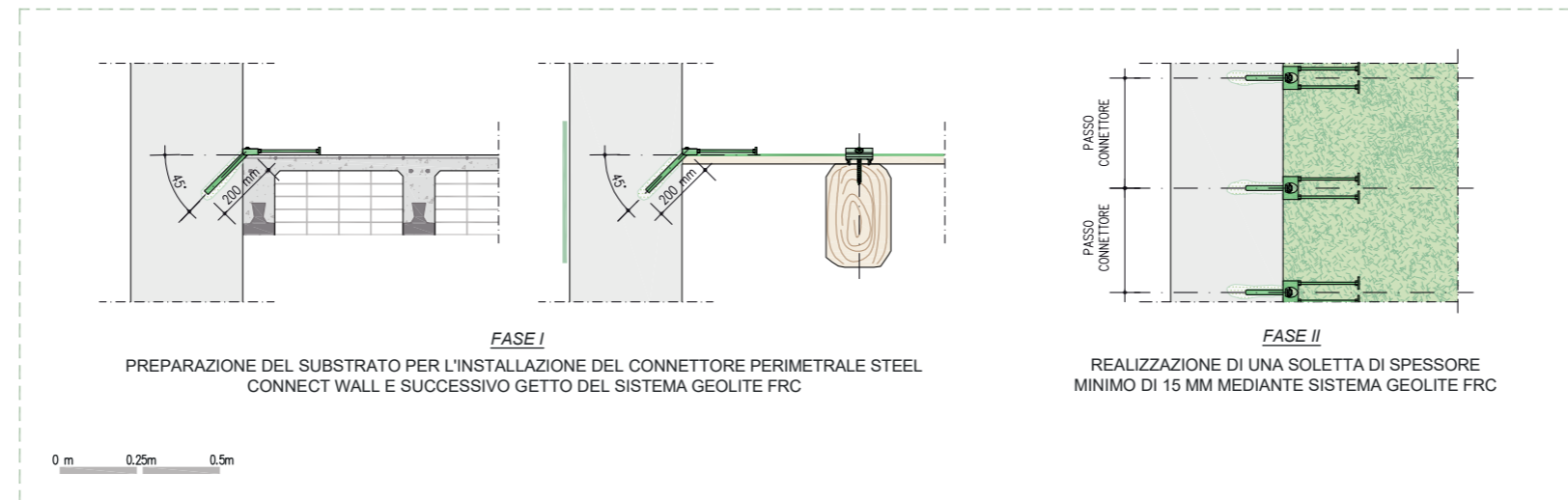


SEZIONE A - A' REALIZZAZIONE DI DIAFRAMMA DI PIANO MEDIANTE GETTO COLLABORANTE DI SISTEMA GEOLITE FRC E CONNETTORE PERIMETRALE STEEL CONNECT WALL



SEZIONE B - B' REALIZZAZIONE DI DIAFRAMMA DI PIANO MEDIANTE GETTO COLLABORANTE DI SISTEMA GEOLITE FRC E CONNETTORE PERIMETRALE STEEL CONNECT WALL

DETTAGLIO STEEL CONNECT WALL NEI SOLAI IN C.A. E IN LEGNO



FASE I PREPARAZIONE DEL SUBSTRATO PER L'INSTALLAZIONE DEL CONNETTORE PERIMETRALE STEEL CONNECT WALL E SUCCESSIVO GETTO DEL SISTEMA GEOLITE FRC

FASE II REALIZZAZIONE DI UNA SOLETTA DI SPESSORE MINIMO DI 15 MM MEDIANTE SISTEMA GEOLITE FRC

0 m 0,25m 0,5m

1 REALIZZAZIONE DI UN CORDOLO PERIMETRALE DEL DIAFRAMMA DI PIANO

Il corrente perimetrale può essere realizzato con diverse modalità. Nei dettagli a lato sono illustrati un cordolo realizzato con fasce di tessuto di acciaio (TAV 1.30A) e uno con barre in acciaio, ma sono possibili altre soluzioni come cordoli in muratura armata (realizzabili solo in sommità, si consulti TAV 1.29). Nel caso nella struttura esistente siano già presenti travi in c.a. lungo il perimetro del campo di solaio, esse, previa connessione con gli elementi sismo-resistenti, possono fungere da cordolo. Il corrente perimetrale assorbe gli sforzi di trazione e compressione derivanti dall'azione flettente nel piano a sua volta generata dalle azioni orizzontali e dalle reazioni degli elementi sismo-resistenti, pertanto va dimensionato e verificato da un tecnico professionista abilitato.

2 APPLICAZIONE DEI CONNETTORI PERIMETRALI STEEL CONNECT WALL TRA IL DIAFRAMMA DI PIANO E GLI ELEMENTI SISMO-RESISTENTI MEDIANTE ESECUZIONE DI FORI INCLINATI DI 45° AVENTI DIAMETRO DI ALMENO 24 mm, INGHISATI TRAMITE GEOCALCE FL ANTISISMICO SU STRUTTURE IN MURATURA. PER ELEMENTI IN CALCESTRUZZO, IL FORO DEVE AVERE DIAMETRO INDICATO DA SCHEDA TECNICA EPOFIX

Il connettore perimetrale Steel Connect Wall è costituito da una barra M16 che viene inghisata negli elementi verticali. Il passo dei connettori può essere calcolato mediante la piattaforma Genius Lab. Il calcolo e la verifica devono essere effettuati da un tecnico professionista abilitato.

3 CREAZIONE DI UNA NUOVA SOLETTA DI SPESSORE MINIMO DI 15 mm MEDIANTE SISTEMA FLUIDO GEOLITE FRC REALIZZATO CON GEOLITE MAGMA XENON O GEOLITE MAGMA MISCELATI CON FIBRE METALLICHE STEEL FIBER IN QUANTITÀ PARI AL 6,5% DEL PESO.

NEL CASO DI SOLAI INCLINATI O DI SOLAI IN CUI È PRESENTE UNA GRANDE DEFORMAZIONE NELLA ZONA DI MEZZERIA, REALIZZARE UNA NUOVA SOLETTA CON SPESSORE MINIMO 25 mm MEDIANTE IL SISTEMA SEMI-TIXOTROPICO GEOLITE FRC REALIZZATO CON GEOLITE NEOS & STEEL FIBER HOOK IN QUANTITÀ PARI AL 3,5% DEL PESO. L'APPLICAZIONE DEI SISTEMI GEOLITE FRC AVVIENE PER COLAGGIO E SI RACCOMANDA DI CURARE LA STAGIONATURA UMIDA DELLE SUPERFICI NELLE PRIME 48 ORE

Per informazioni sulla preparazione del substrato, degli interventi di preparazione al getto e dell'esecuzione dei Sistemi Geolite FRC consultare TAV 1.11B e TAV 1.11C.

Per spessori superiori a 25 mm si consiglia l'utilizzo di fibre metalliche uncinatae Steel Fiber Hook in quantità pari al 3,5% del peso, in abbinamento a Geolite Magma Xenon.

In alternativa al sistema Geolite FRC, l'anima del diaframma di piano può essere realizzata anche con geomalta colabile Geolite Magma con apposita armatura metallica calcolata e dimensionata da un tecnico professionista abilitato (vedi TAV 1.11A). Lo spessore della soletta, dimensionato per il taglio di piano, deve garantire un adeguato copriferro sia per i connettori che per l'eventuale armatura.

QUADRO NORMATIVO

Oltre agli interventi volti a sanare le carenze nei confronti delle azioni non sismiche, quelli che generalmente inducono i maggiori benefici nei riguardi delle azioni sismiche riguardano:

1. La formazione dei diaframmi di piano, a livello dei solai ed eventualmente nelle falde di copertura.
  2. Le connessioni delle pareti tra loro e ai diaframmi di piano. [...]
- Il ruolo primario dei solai è quello di sostenere i carichi verticali, ma la loro funzione durante lo scuotimento sismico è quella di trasferire le azioni orizzontali alle pareti e di scongiurare l'attivazione dei meccanismi fuori piano delle pareti collegandole efficacemente. I solai devono pertanto essere ben ancorati alle murature, soprattutto a quelle perimetrali. Occorre notare che, mentre può non essere necessario realizzare un'elevata rigidità, in quanto i meccanismi fuori dal piano sono caratterizzati da deformazioni ammissibili anche elevate, è invece necessario che i diaframmi abbiano una resistenza sufficiente a trasferire le azioni tra una parete e l'altra [...]. (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 § C8.7.4.1)

# 1.12A

## Rinforzo di travi mediante ricostruzione volumetrica monolitica con aumento di sezione e armatura integrativa, con getto collaborante di geomalta minerale strutturale colabile

### PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Irruvidire il substrato in calcestruzzo con asperità maggiore o uguale a 5 mm, pari al grado 9 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura", mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, provvedendo all'asportazione in profondità dell'eventuale calcestruzzo ammalorato fino al raggiungimento dello strato di calcestruzzo con caratteristiche di buona solidità, omogeneità e comunque non carbonatato. L'asportazione di materiale ammalorato deve interessare ogni altro elemento che possa fungere da falso aggrappo ai successivi trattamenti e/o getti. Successivamente può essere necessario rimuovere accuratamente la ruggine dai ferri d'armatura, che devono essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbatura. Pulire il substrato, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice, e bagnare a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acqua in superficie. Per riporti a spessore su superfici estese si richiede l'applicazione di un'opportuna armatura metallica di contrasto ancorata al supporto mediante idonea tassellatura.
2. Armatura integrativa. Prevedere adeguata armatura integrativa, sia longitudinale che di contenimento trasversale e di contrasto, opportunamente calcolata e verificata da tecnico professionista abilitato, e ancorata al supporto esistente. Le armature devono essere distanziate dal supporto e si deve garantire un copriferro adeguato in funzione della classe di esposizione.
3. Ricostruzione volumetrica monolitica con getto collaborante e trattamento dei ferri di armatura. Realizzare la ricostruzione volumetrica con conseguente aumento della sezione resistente della trave con la geomalta colabile **Geolite Magma**. Provveduto alla preparazione del fondo e al posizionamento dell'idonea armatura metallica, applicare **Geolite Magma** per colaggio (a mano o mediante pompa), su fondo saturo ma privo di acqua liquida in superficie, in casseri sigillati e trattati con disarmante, favorendo la fuoriuscita dell'aria, in spessori non inferiori a 10 mm, nel rispetto delle corrette tecniche applicative. Per spessori importanti, confezionare un betoncino aggiungendo **Ghiaia 3.6** (ghiaietto lavato e selezionato in curva granulometrica 3 - 6 mm, conforme alla EN 12620) in misura del 25-40% sul peso di **Geolite Magma**. Curare la stagionatura umida delle superfici nelle prime 24 ore.
4. Protezione e decorazione. Proteggere e decorare le superfici mediante la geopittura **Geolite Microsilicato** o mediante la pittura elastomerica **Flex Paint**.

### AVVERTENZE

Prima di effettuare l'intervento verificare l'idoneità della classe di resistenza del calcestruzzo di supporto.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di rinforzo strutturale di travi mediante ricostruzione volumetrica monolitica con aumento di sezione tramite getto entro cassero realizzato con geomalta minerale certificata e colabile, a base di geolegante a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche - tipo **Geolite Magma** di Kerakoll. 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 il consolidamento, 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 > 75 MPa (EN 12190), resistenza a trazione per flessione a 28 gg > 9 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).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: preparazione della superficie, irruvidimento del calcestruzzo e spazzolatura delle barre d'armatura; inserimento di eventuale armatura integrativa e realizzazione cassero a tenuta (da contabilizzare a parte) e bagnatura a rifiuto del supporto; applicazione di malta colabile minerale per la ricostruzione volumetrica;

La quantificazione è espressa a metro quadro di ringrosso realizzato per uno spessore di 5 cm.

1

Preparazione dei supporti.



2

Armatura integrativa.



3

Posizionamento dei casseri.



4

Getto di **Geolite Magma**.



5

Scasseratura dei nuovi getti.



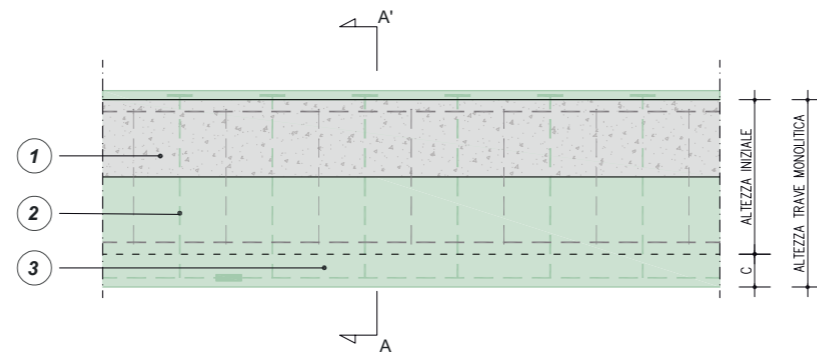
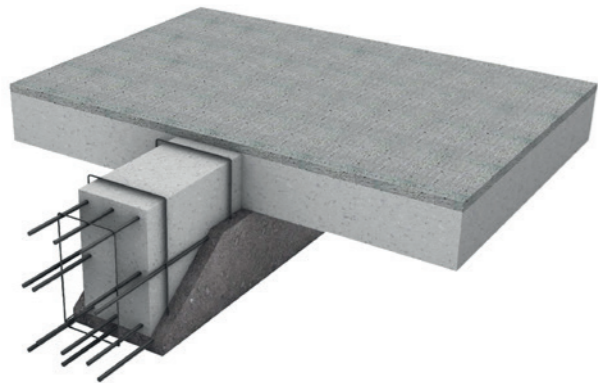
6

Protezione con **Geolite Microsilicato**.

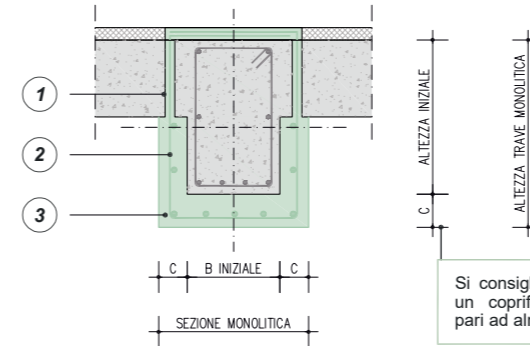
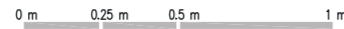


# 1.12A

RINFORZO DI TRAVI MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA MONOLITICA CON AUMENTO DI SEZIONE E ARMATURA INTEGRATIVA CON GETTO COLLABORANTE DI GEOMALTA MINERALE STRUTTURALE COLABILE



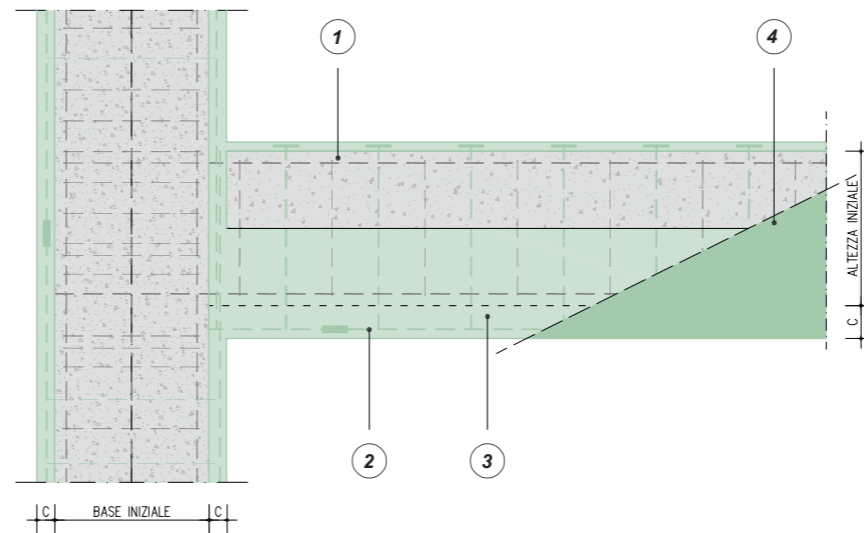
PROSPETTO  
RINFORZO MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA MONOLITICA DELLA SEZIONE DELLA TRAVE CON GEOMALTA COLABILE



SEZIONE A-A'  
RINFORZO MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA MONOLITICA DELLA SEZIONE DELLA TRAVE CON GEOMALTA COLABILE

## SOLUZIONI PARTICOLARI

Durante la messa in opera è consigliabile accertarsi che il nuovo getto non presenti vuoti che potrebbero compromettere l'intervento di rinforzo.



## QUADRO NORMATIVO

### Incamiciatura in c.a.

A pilastri o pareti possono essere applicate camicie di c.a. per conseguire tutti o alcuni dei seguenti obiettivi:

- aumento della capacità portante verticale;
- aumento della resistenza a flessione e/o taglio;
- aumento della capacità in termini di deformazione;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione.

Lo spessore delle "camicie" deve essere tale da consentire il posizionamento di armature longitudinali e trasversali e la realizzazione di uno spessore del copriferro adeguato.

Ai fini della valutazione della resistenza e della deformabilità di elementi incamiciati sono accettabili le seguenti ipotesi semplificative:

- l'elemento incamiciato si comporta monoliticamente, con piena aderenza tra il calcestruzzo vecchio e il nuovo;
- il carico assiale si considera applicato alla sola porzione preesistente dell'elemento per i soli carichi permanenti, all'intera sezione incamiciata per i carichi variabili e per le azioni sismiche;
- le proprietà meccaniche del calcestruzzo della camicia si considerano estese all'intera sezione se le differenze fra i due materiali non sono eccessive.

(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 § C8.7.4.2.1)

ASSONOMETRIA  
RINGROSSO DELLA SEZIONE DELLA TRAVE

POWERED BY

kerakoll

ENGINEERED BY

ASDEA

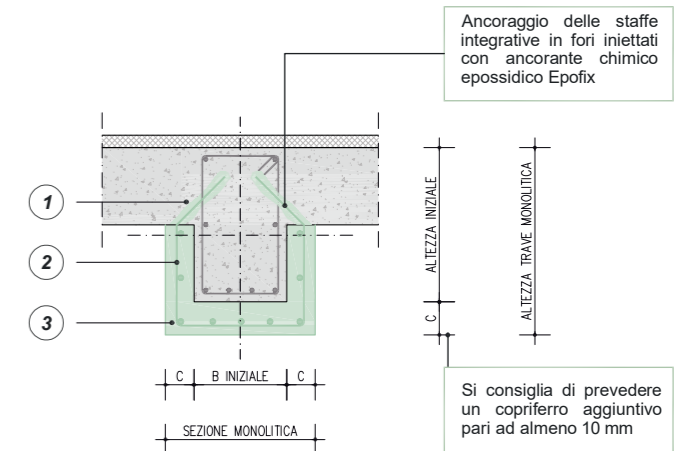
1 IRRUVIMENTO DEL SUBSTRATO IN CALCESTRUZZO (ASPERITÀ  $\geq 5$  mm) MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE. ASPORTAZIONE IN PROFONDITÀ DELL'EVENTUALE CALCESTRUZZO AMMALORATO FINO AL RAGGIUNGIMENTO DELLO STRATO DI CALCESTRUZZO CON CARATTERISTICHE DI BUONA SOLIDITÀ, OMOGENEITÀ E COMUNQUE NON CARBONATATO. RIMOZIONE DELLA RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBATURA. PULIZIA DEL SUBSTRATO PER ELIMINARE QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI, CON ARIA COMPRESSA O IDROPULTRICE. BAGNATURA A RIFIUTO FINO AD OTTENERE UN SUBSTRATO SATURO, MA PRIVO DI ACQUA IN SUPERFICIE. PER RIPORTI A SPESSORE SU SUPERFICI ESTESE SI RICHIEDE L'APPLICAZIONE DI UN'ARMATURA METALLICA DI CONTRASTO ANCORATA AL SUPPORTO MEDIANTE TASSELLATURA.

2 INSERIMENTO DI UNA ADEGUATA ARMATURA INTEGRATIVA, SIA LONGITUDINALE CHE DI CONTENIMENTO TRASVERSALE E DI CONTRASTO, OPPORTUNAMENTE CALCOLATA E VERIFICATA DA TECNICO PROFESSIONISTA ABILITATO. ANCORAGGIO DELLE ARMATURE AL SUPPORTO ESISTENTE, OPPORTUNAMENTE DISTANZIATE GARANTENDO UN COPRIFERRO ADEGUATO IN FUNZIONE DELLA CLASSE DI ESPOSIZIONE.

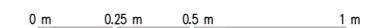
3 APPLICAZIONE DI **GEOLITE MAGMA** PER COLAGGIO (A MANO O MEDIANTE POMPA) IN CASSERI SIGILLATI E TRATTATI CON DISARMANTE, FAVORENDO LA FUORIUSCITA DELL'ARIA, IN SPESSORI NON INFERIORI A 10 mm, NEL RISPETTO DELLE CORRETTE TECNICHE APPLICATIVE. PER SPESSORI SUPERIORI AI 60 mm, CONFEZIONAMENTO DI UN BETONCINO, AGGIUNGENDO **GHIAIA 3.6** (CONFORME ALLA EN 12620) NELLA MISURA DEL 25-40% SUL PESO DI **GEOLITE MAGMA**. CURARE LA STAGIONATURA UMIDA DELLE SUPERFICI NELLE PRIME 24 ORE.

4 PROTEZIONE E DECORAZIONE DELLE SUPERFICI MEDIANTE LA GEOPITTURA **GEOLITE MICROSILICATO** O MEDIANTE LA PITTURA ELASTOMERICA **FLEX PAINT**.

L'armatura longitudinale e trasversale integrativa richiede opportuno calcolo e verifica da parte di tecnico professionista abilitato, ponendo attenzione a distanziarla adeguatamente dal supporto.



SCHEMA DI ANCORAGGIO  
RINFORZO MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA MONOLITICA DELLA SEZIONE DELLA TRAVE CON GEOMALTA COLABILE



# 1.12B

## Rinforzo di travi mediante ricostruzione volumetrica monolitica ed aumento di sezione, con getto collaborante di geomalta minerale colabile fibrorinforzata ad altissima prestazione



### PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Irruvidire il supporto in calcestruzzo con asperità maggiore o uguale a 5 mm, pari al grado 9 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura", mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, provvedendo all'asportazione in profondità dell'eventuale calcestruzzo ammalorato fino al raggiungimento dello strato di calcestruzzo con caratteristiche di buona solidità, omogeneità e comunque non carbonatato. L'asportazione di materiale ammalorato deve interessare ogni altro elemento che possa fungere da falso aggrappo ai successivi trattamenti e/o getti. Successivamente può essere necessario rimuovere accuratamente la ruggine dai ferri d'armatura, che devono essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura. Pulire il substrato, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice, e bagnare a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acqua in superficie. Per riporti ad alto spessore su superfici estese potrebbe essere richiesta l'applicazione di un'opportuna armatura metallica ancorata al supporto mediante idonea tassellatura.
2. Ricostruzione volumetrica monolitica con getto collaborante e trattamento dei ferri di armatura. Realizzare la ricostruzione volumetrica con conseguente aumento della sezione resistente della trave con la geomalta minerale colabile fibrorinforzata ad elevata duttilità nel sistema **Geolite FRC - Geolite Magma Xenon & Steel Fiber** (Fiber Reinforced Concrete). Effettuare l'aumento di sezione resistente per colaggio in casseri sigillati e trattati con disarmante, su fondo saturo ma privo di acqua in superficie, favorendo la fuoriuscita dell'aria, in spessore minimo di 15 mm, nel rispetto delle corrette tecniche applicative. La preparazione dell'impasto può essere effettuata in betoniera o per ridotte quantità in secchio, utilizzando un trapano con frusta a basso numero di giri (mantenendo la corretta proporzione tra fibre metalliche corte e polvere pari al 6,5% in peso). Curare la stagionatura umida delle superfici nelle prime 48 ore.
3. Protezione e decorazione. Proteggere e decorare le superfici mediante la geopittura **Geolite Microsilicato** o mediante la pittura elastomerica **Flex Paint**.

### AVVERTENZE

Prima di effettuare l'intervento verificare l'idoneità della classe di resistenza del calcestruzzo di supporto.

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla geomalta **Geolite Magma Xenon**, la geomalta colabile **Geolite Magma** sempre in abbinamento alle fibre metalliche corte **Steel Fiber**, mantenendo invariato il rapporto del 6,5% in peso.

Nel caso sia necessario realizzare un ringrosso di spessore superiore ai 30 mm, il progettista può prevedere l'utilizzo della geomalta **Geolite Magma Xenon** in abbinamento alle fibre metalliche uncinato **Steel Fiber Hook**, miscelate in rapporto del 3,5% del peso.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema FRC (Fiber Reinforced Concrete) per il rinforzo di travi mediante ricostruzione volumetrica monolitica con aumento di sezione mediante getto entro cassero, realizzato con geomalta minerale certificata e colabile, a base di geolegante a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche miscelata con fibre di acciaio ad alta resistenza e alto indice di carbonio - tipo sistema **Geolite FRC** realizzato con **Geolite Magma Xenon** in abbinamento a **Steel Fiber** di Kerakoll - caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a compressione a 28 gg (valore caratteristico) > 106,5 MPa (EN 12190-3); resistenza a trazione per flessione a 28 gg 7,4 MPa (valore medio CNR DT 204); modulo elastico a compressione a 28 gg > 43,41 GPa (NTC 2018); classe di tenacità  $f_{R,1k}=9,54$  MPa,  $f_{R,2k}=8,83$  MPa,  $f_{R,3k}=7,33$  MPa e  $f_{R,4k}=6,10$  MPa e  $f_{R,1k}/f_{R,3k}=0,768$  (valori caratteristici, EN 14651). 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 il consolidamento, dalla EN 1504-6 per l'ancoraggio ad effetto espansivo di armatura in acciaio. Le fibre sono provviste di marcatura CE 14889-1 e hanno le seguenti caratteristiche: lunghezza 13 mm, diametro 0,20 mm; resistenza a trazione  $\geq 3100$  MPa; modulo elastico  $\geq 200$  GPa.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: preparazione della superficie, irruvidimento del calcestruzzo; realizzazione cassero a tenuta (da contabilizzare a parte) e bagnatura a rifiuto del supporto; miscelazione e applicazione del sistema FRC.

La quantificazione è espressa a metro quadro di ringrosso realizzato per uno spessore di 3 cm.

1

Preparazione dei supporti.



2

Posizionamento dei casseri.



3

Miscelazione del sistema **Geolite FRC**.



4

Getto del sistema **Geolite FRC**.



5

Scasseratura dei nuovi getti.



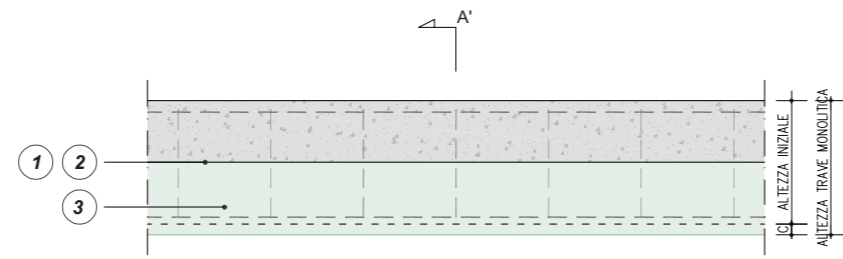
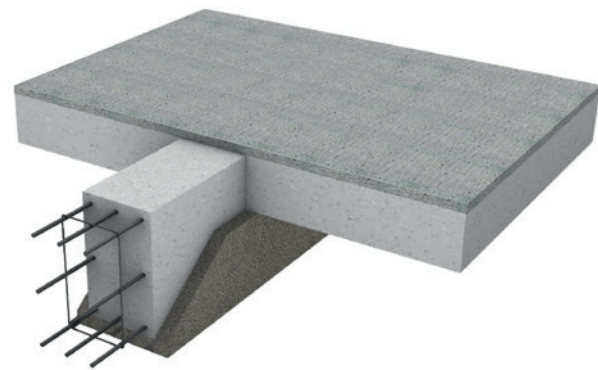
6

Protezione con **Geolite Microsilicato**.



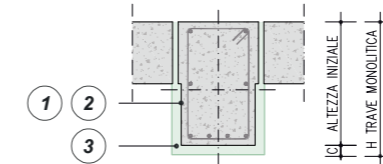
# 1.12B

RINFORZO DI TRAVI MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA MONOLITICA ED AUMENTO DI SEZIONE CON GETTO COLLABORANTE DI GEOMALTA MINERALE COLABILE FIBRORINFORZATA AD ALTISSIMA PRESTAZIONE

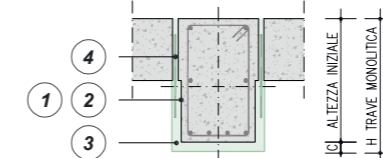


PROSPETTO TRAVE  
RINFORZO MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA MONOLITICA DELLA SEZIONE CON SISTEMI GEOLITE FRC

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m



TIPO A



TIPO B

SEZIONE A-A'  
RINFORZO MEDIANTE RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA MONOLITICA DELLA SEZIONE DELLA TRAVE CON SISTEMI GEOLITE FRC

IRRUVIMENTO DEL SUBSTRATO IN CALCESTRUZZO (ASPERITÀ  $\geq 5$  mm) MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE, ASPORTAZIONE IN PROFONDITÀ DELL'EVENTUALE CALCESTRUZZO AMMALORATO FINO AL RAGGIUNGIMENTO DELLO STRATO DI CALCESTRUZZO CON CARATTERISTICHE DI BUONA SOLIDITÀ, OMOGENEITÀ E COMUNQUE NON CARBONATATO. RIMOZIONE DELLA RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBATURA. PULIZIA DEL SUBSTRATO PER ELIMINARE QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI, CON ARIA COMPRESSA O IDROPULTRICE.

- 1 BAGNATURA A RIFIUTO FINO AD OTTENERE UN SUBSTRATO SATURO, MA PRIVO DI ACQUA IN SUPERFICIE.
- 2

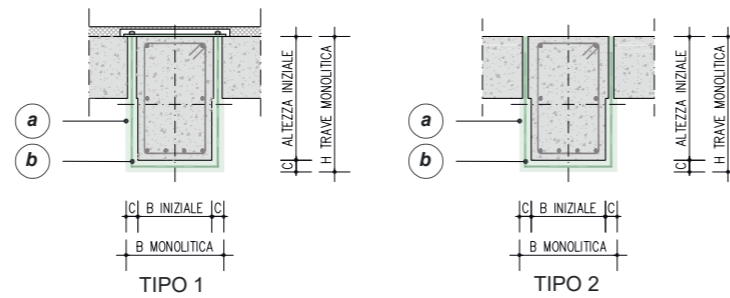
APPLICAZIONE DI SISTEMI **GEOLITE FRC: GEOLITE MAGMA XENON & STEEL FIBER** O **GEOLITE MAGMA & STEEL FIBER** PER COLAGGIO A MANO IN CASSERI SIGILLATI E TRATTATI CON DISARMANTE, FAVORENDO LA FUORIUSCITA DELL'ARIA, IN SPESSORE MINIMO DI 15 mm, NEL RISPETTO DELLE CORRETTE TECNICHE APPLICATIVE, CURANDO LA STAGIONATURA UMIDA DELLE SUPERFICI NELLE PRIME 48 ORE.

- 3
- L'intervento richiede opportuno calcolo e verifica da parte di tecnico professionista abilitato. Ove necessario, predisporre adeguati connettori a taglio per i quali sono riportate alcune soluzioni nei dettagli appositi. Inoltre, per riporti maggiori di 30 mm si consiglia l'utilizzo di **Steel Fiber Hook** in abbinamento a **Geolite Magma Xenon** o, in alternativa, l'applicazione di un'armatura metallica di contrasto adeguatamente ancorata al supporto. Si consulti TAV 1.12A per maggiori informazioni.

FERRI DI RIPRESA PER LA CONNESSIONE TRA RINFORZO E STRUTTURA ESISTENTE INGHISATI CON **EPOFIX**.

- 4
  - 5
- PROTEZIONE E DECORAZIONE DELLE SUPERFICI MEDIANTE LA GEOPITTURA **GEOLITE MICROSILICATO** O MEDIANTE LA PITTURA ELASTOMERICA **FLEX PAINT**.

## CONNETTORI A TAGLIO



L'intervento richiede opportuno calcolo e verifica da parte di tecnico professionista abilitato, ponendo attenzione a predisporre gli adeguati connettori a taglio ove necessario. In presenza di travi a T si consiglia l'ancoraggio alla soletta tramite barre di ripresa passanti o inghisate su foro cieco con **EpoFix**.

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

RICOSTRUZIONE VOLUMETRICA MONOLITICA CON GETTO COLLABORANTE E TRATTAMENTO DEI FERRI DI ARMATURA MEDIANTE SISTEMI **GEOLITE FRC**.

OVE NECESSARIO, APPLICARE ADEGUATI CONNETTORI A TAGLIO. NEI DETTAGLI A LATO SONO ILLUSTRATE DELLE TRAVI A T CON BARRE DI RIPRESA PASSANTI (TIPO 1) O INGHISATE ALL'INTERNO DELLA STRUTTURA ESISTENTE CON **EPOFIX** (TIPO 2). SI RACCOMANDA DI PREVEDERE UNO SPESSORE DEL GETTO IN GRADO DI GARANTIRE UN ADEGUATO COPRIFERRO.

## QUADRO NORMATIVO

### Incamicatura in c.a.

A pilastri o pareti possono essere applicate camicie di c.a. per conseguire tutti o alcuni dei seguenti obiettivi:

- aumento della capacità portante verticale;
- aumento della resistenza a flessione e/o taglio;
- aumento della capacità in termini di deformazione;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione.

Lo spessore delle "camicie" deve essere tale da consentire il posizionamento di armature longitudinali e trasversali e la realizzazione di uno spessore del copriferro adeguato. Ai fini della valutazione della resistenza e della deformabilità di elementi incamiciati sono accettabili le seguenti ipotesi semplificative:

- l'elemento incamiciato si comporta monoliticamente, con piena aderenza tra il calcestruzzo vecchio e il nuovo;
- il carico assiale si considera applicato alla sola porzione preesistente dell'elemento per i soli carichi permanenti, all'intera sezione incamiciata per i carichi variabili e per le azioni sismiche;
- le proprietà meccaniche del calcestruzzo della camicia si considerano estese all'intera sezione se le differenze fra i due materiali non sono eccessive.

(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 § C8.7.4.2.1)

ASSONOMETRIA  
RINGROSSO DELLA SEZIONE DELLA TRAVE  
MEDIANTE SISTEMI GEOLITE FRC

POWERED BY

kerakoll

ENGINEERED BY

ASDEA

## 1.13A

## Rinforzo a flessione di travi 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".
2. Applicazione del sistema di rinforzo. Eseguire il sistema di rinforzo strutturale a flessione Steel Reinforced Grout **Geosteel SRG** (abbinamento di fibra di acciaio e malta minerale strutturale tixotropica a base di geolegante), realizzando una fascia di rinforzo longitudinale al senso di sviluppo della trave stessa, con l'applicazione di una prima mano di **Geolite**, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore minimo 3 - 5 mm) per regolarizzarlo e per adagiare e inglobare il tessuto di rinforzo. Successivamente applicare sulla matrice ancora fresca il tessuto in fibra di acciaio galvanizzato UHTSS **Geosteel G**, garantendo il perfetto inglobamento del nastro nello strato di matrice, esercitando una pressione energica con la spatola e avendo cura che la stessa 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. Concludere l'applicazione, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore complessivo del rinforzo 5 - 8 mm), sempre 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. 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.

## 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/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m<sup>2</sup>; 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**.

## VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRG (Steel Reinforced Grout) per il rinforzo a flessione di travi in calcestruzzo armato, 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%,  $\epsilon_{lim,conv}$  = 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 mm<sup>2</sup>; 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 bagnatura a rifiuto del supporto; 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, di 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; eventuale ancoraggio delle estremità del tessuto in fibra d'acciaio tramite arrotolamento del tessuto e inghisaggio delle code all'interno dei fori precedentemente realizzati con adesivo minerale epossidico o placcaggio con elementi metallici installati con adesivo minerale epossidico (da contabilizzare a parte).

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

1 Preparazione delle superfici di supporto.



2 Taglio del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



3 Bagnatura del supporto.



4 Applicazione prima mano di **Geolite**.



5 Installazione del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



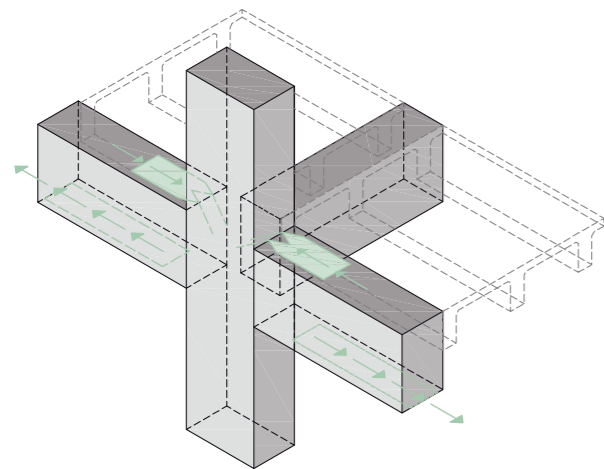
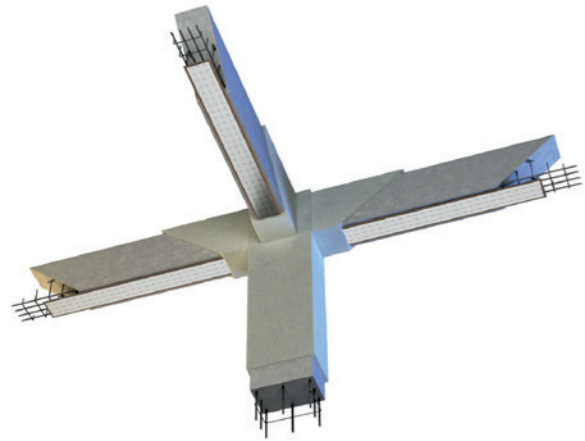
6 Applicazione seconda mano di **Geolite**.



# 1.13A

RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVI MEDIANTE PLACCAGGIO CON TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E GEOMALTA MINERALE STRUTTURALE TIXOTROPICA

Geoforceone  
Software



ASSONOMETRIA  
RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE

NOTE

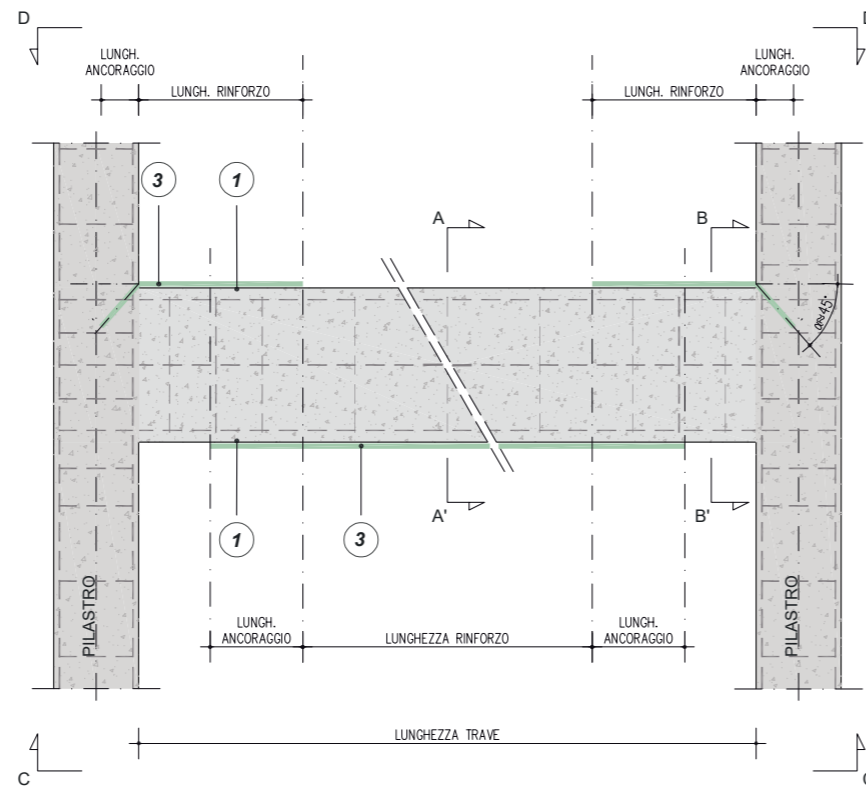
Nota bene: la normativa CNR-DT 215/2018, al paragrafo 5, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup> nel caso del rinforzo per aderenza.

POWERED BY

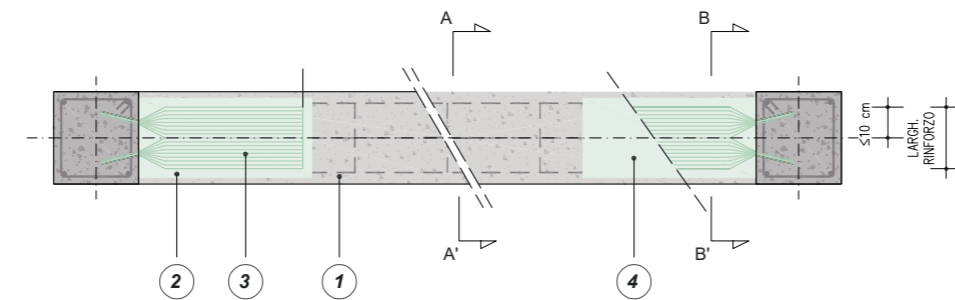
kerakoll

ENGINEERED BY

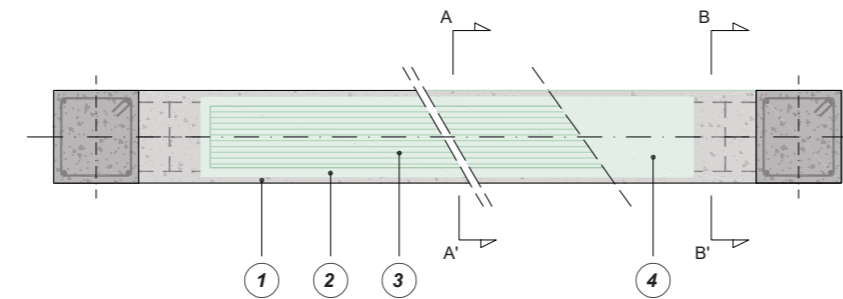
ASDEA



PROSPETTO  
RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE MEDIANTE PLACCAGGIO  
ESTRADOSSALE - INTRADOSSALE

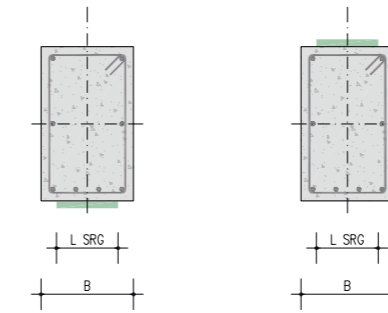


PIANTA D - D'  
RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE MEDIANTE  
PLACCAGGIO ESTRADOSSALE



PIANTA C - C'  
RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE MEDIANTE  
PLACCAGGIO INTRADOSSALE

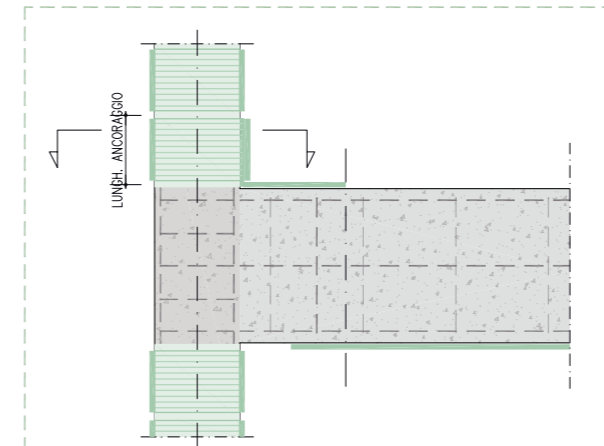
0 m 0,25 m 0,5 m 1 m



SEZIONE A - A' SEZIONE B - B'

RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE MEDIANTE  
PLACCAGGIO ESTRADOSSALE - INTRADOSSALE

PARTICOLARI DI ESECUZIONE



In presenza di un pilastro da consolidare a confinamento con fasce di tessuto in fibra di acciaio, si consiglia di ancorare il rinforzo della trave facendo passare le fasce al di sotto di quelle utilizzate per il rinforzo del pilastro. Per ulteriori dettagli consultare TAV 1.5A e TAV 1.7A.

CONNESSIONE PILASTRO CONFINATO - TRAVE  
RINFORZATA MEDIANTE PLACCAGGIO

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

QUADRO NORMATIVO

**Rinforzo a flessione di travi, pilastri e travetti di solaio**

Il rinforzo a flessione viene eseguito applicando strisce di tessuto al lembo teso dell'elemento di cui si vuole incrementare la capacità flessionale. L'intervento consente inoltre la riduzione delle deformazioni sotto i carichi di servizio, anche se spesso in modo non sostanziale, e la limitazione degli stati fessurativi. (CNR - DT 215/2018 §2.2.1.1)

**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)

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

IN CASO DI SUPPORTI NON DEGRADATI, IRRUVIMENTO DELLA SUPERFICIE, PULIZIA E RIMOZIONE DI 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: RIMOZIONE IN PROFONDITÀ DEL CALCESTRUZZO AMMALORATO MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE, AVENDO CURA DI IRRUVIDIRE IL SUBSTRATO CON ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm; RIMOZIONE DI RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBIAIATURA; RICOSTRUZIONE MONOLITICA O RASATURA DELLA SEZIONE MEDIANTE LA GEOMALTA TIXOTROPICA **GEOLITE**. PRIMA DELL'APPLICAZIONE DEL SISTEMA DI RINFORZO PROVVEDERE SEMPRE ALLA PREPARAZIONE DEL SUPPORTO CON ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm

1 STESURA DI UNA PRIMA MANO DI **GEOLITE**, GARANTENDO SUL SUPPORTO UNA QUANTITÀ DI MATERIALE SUFFICIENTE (SPESSORE MEDIO 3-5 mm) PER REGOLARIZZARLO E PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO. PREVEDERE LA POSA DEI SUCCESSIVI STRATI DI TESSUTO SULLA MATRICE ANCORA FRESCA

2 REALIZZAZIONE DI UNA FASCIA DI RINFORZO LONGITUDINALE SULLA TRAVE IN C.A. OGGETTO DELL'INTERVENTO MEDIANTE APPLICAZIONE, SULLA MATRICE ANCORA FRESCA, DI TESSUTO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200**, GARANTENDO IL PERFETTO INGLOMBAMENTO DEL NASTRO NELLO STRATO DI MATRICE. NEI PUNTI DI GIUNZIONE LONGITUDINALE, SOVRAPPORRE DUE STRATI DI TESSUTO IN FIBRA DI ACCIAIO PER ALMENO 30 cm

3 Il sistema di rinforzo va posto rispettivamente all'intradosso o all'estradosso a seconda che il momento flettente agente sia positivo o negativo. Per l'ancoraggio delle estremità delle fasce mediante sficcatura, si consideri una larghezza massima di 150 mm di fascia per ogni foro eseguito. Eseguire l'inghisaggio del tessuto sficcato con **Geolite Magma**, **Geolite Gel** o **Epofix**. Per maggiori informazioni sulla sovrapposizione degli strati di tessuto e sull'ancoraggio d'estremità consultare l'APPENDICE 1.A.

Deve essere assicurata un'adeguata lunghezza di ancoraggio, al di là dell'estrema sezione in cui il rinforzo SRG è necessario. In mancanza di più accurate indagini, essa deve essere di almeno 300 mm. (CNR - DT 215/2018 § 6)

4 RASATURA FINALE PROTETTIVA, REALIZZATA CON **GEOLITE**. PER UNO SPESSORE COMPLESSIVO DEL RINFORZO PARI A 5-8 mm, AL FINE DI INGLOBARE TOTALMENTE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI SOTTOSTANTI ED AVENDO CURA DI AGIRE FRESCO SU FRESCO

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.

# 1.13B

## Rinforzo a flessione di travi mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico



### PRESCRIZIONE

- 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 la superficie mediante scarifica meccanica garantendo asperità di almeno 0,5 mm, pari al grado 5 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura". Pulire e rimuovere polveri e oli che possano compromettere l'adesione del sistema mediante aria compressa. In caso di supporto evidentemente degradato, non planare o danneggiato da eventi gravosi rimuovere in profondità eventuale calcestruzzo ammalorato mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, avendo cura di irruvidire il substrato con asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura"; 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**.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Eseguire il sistema di rinforzo strutturale a flessione Steel Reinforced Polymer **Geosteel SRP** (abbinamento di fibra di acciaio e adesivo minerale epossidico), realizzando una fascia di rinforzo longitudinale al senso di sviluppo della trave stessa. Applicare ad avvenuta maturazione dei trattamenti preventivi descritti, una prima mano dell'adesivo minerale epossidico **Geolite Gel**, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio 2 - 3 mm) per adagiare e inglobare il tessuto di rinforzo. Successivamente applicare sulla matrice ancora fresca il tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato UHTSS **Geosteel G**, garantendo il perfetto inglobamento del nastro nello strato di matrice, esercitando un'energica pressione con spatola o rullo in acciaio e avendo cura che la stessa fuoriesca dai trefoli, garantendo 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 20 cm. Concludere l'applicazione con la rasatura finale protettiva, impiegando un quantitativo di adesivo necessario (spessore complessivo del rinforzo 3 - 4 mm) per il totale ricoprimento del tessuto in acciaio, agendo fresco su fresco. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa del secondo strato di fibra sullo strato di matrice ancora fresca. 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**, avendo cura, a resina ancora fresca, di eseguire uno spolvero di **Quarzo 5.12** o sabbia asciutta di opportuna granulometria per facilitarne l'aggrappo.
- 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 matrice, si consiglia l'applicazione finale 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.

### AVVERTENZE

**Geosteel G** viene fornito per il sistema SRP in n. 4 grammature utili in funzione delle esigenze di calcolo:

- **Geosteel G600** (grammatura: 670 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 3,14; spessore equivalente del nastro = 0,169 mm)
- **Geosteel G2000** (grammatura: 2000 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 4,72; spessore equivalente del nastro = 0,254 mm)
- **Geosteel G3300** (grammatura: 3300 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 7,09; spessore equivalente del nastro = 0,381 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**.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRP (Steel Reinforced Polymer) per il rinforzo a flessione di travi in calcestruzzo armato, 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 3300 g/mq, impregnato con sistema epossidico bicomponente in gel tixotropico, provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla norma EN 1504-4 per incollaggio di elementi strutturali e dalla norma EN 1504-6 per l'inghisaggio di barre di ancoraggio - tipo **Geosteel SRP** realizzato con **Geosteel G3300** abbinato a **Geolite Gel** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione  $\geq 2970$  MPa, deformazione a trazione  $\geq 0,015$  mm/mm; modulo di elasticità a trazione  $E \geq 216$  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 mm<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 7,09 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,381 mm. Caratteristiche tecniche certificate del sistema epossidico: Euroclasse di reazione al fuoco D-s2,d0 (EN 13501-1); emissione di sostanze organiche volatili EC1 Plus certificato GEV-Emicode; temperatura di transizione vetrosa +60 °C (EN 12614).

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 0,5 mm; stesura di un primo strato di spessore di circa 2 - 3 mm, di adesivo minerale epossidico; con adesivo ancora fresco, 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 matrice, fino a completa copertura del tessuto di rinforzo, spessore complessivo del rinforzo 3 - 4 mm; eventuale ripetizione delle fasi precedenti per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto; eventuale ancoraggio delle estremità del tessuto in fibra d'acciaio tramite arrotolamento del tessuto e inghisaggio delle code all'interno dei fori precedentemente realizzati con adesivo minerale epossidico o placcaggio con elementi metallici installati con adesivo minerale epossidico (da contabilizzare a parte).

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

1 Preparazione delle superfici di supporto.



2 Taglio del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



3 Applicazione prima mano di **Geolite Gel**.



4 Installazione del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



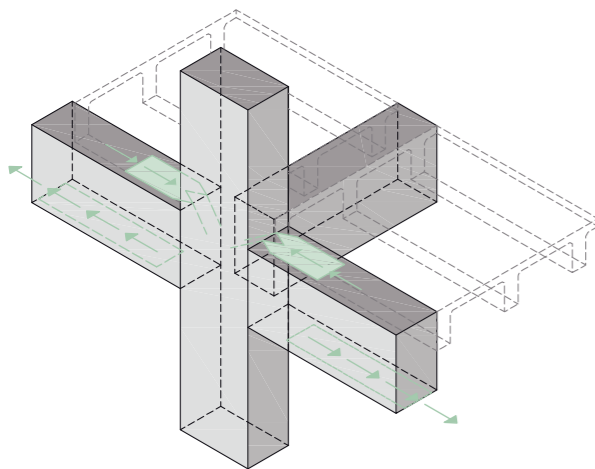
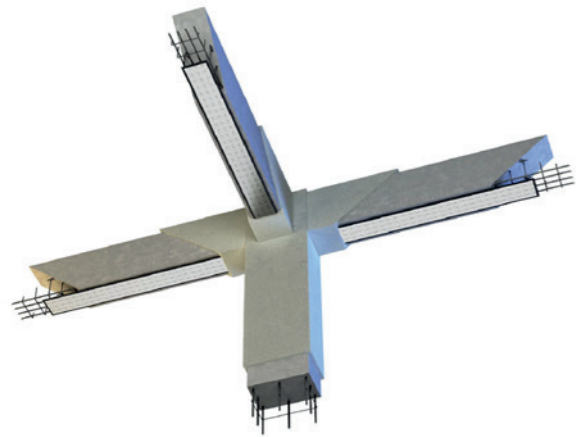
5 Applicazione seconda mano di **Geolite Gel**.



# 1.13B

RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVI MEDIANTE PLACCAGGIO CON TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E ADESIVO EPOSSIDICO

Geoforceone Software

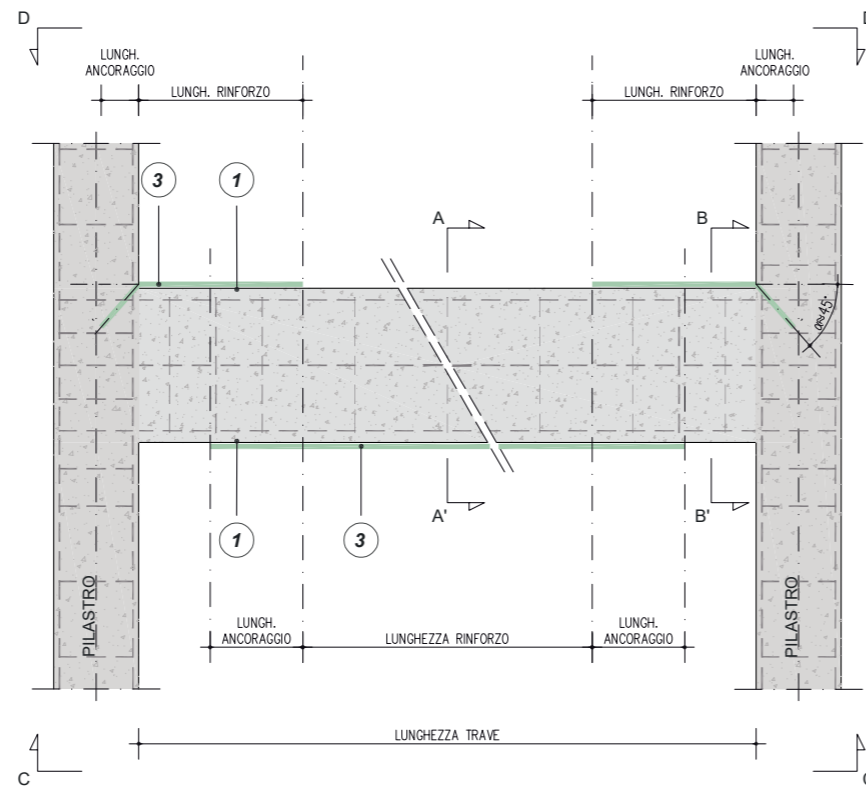


ASSONOMETRIA RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE

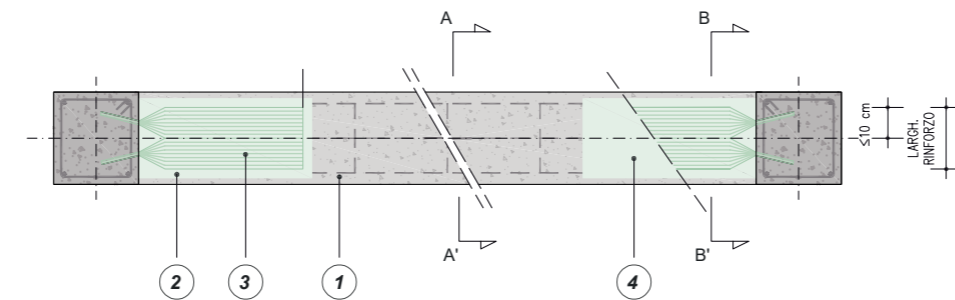
NOTE

Nota bene: la normativa CNR-DT 200 R2/2025, al paragrafo 4.9.1.1, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 MPa nel caso del rinforzo per aderenza.

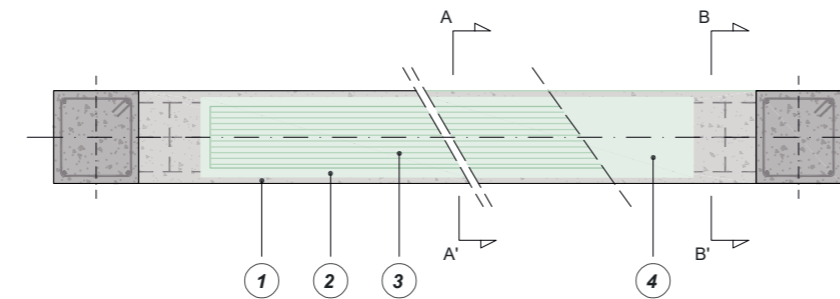
POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



PROSPETTO RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE MEDIANTE PLACCAGGIO ESTRADOSSALE - INTRADOSSALE

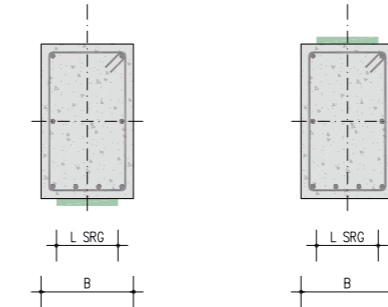


PIANTA D - D' RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE MEDIANTE PLACCAGGIO ESTRADOSSALE



PIANTA C - C' RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE MEDIANTE PLACCAGGIO INTRADOSSALE

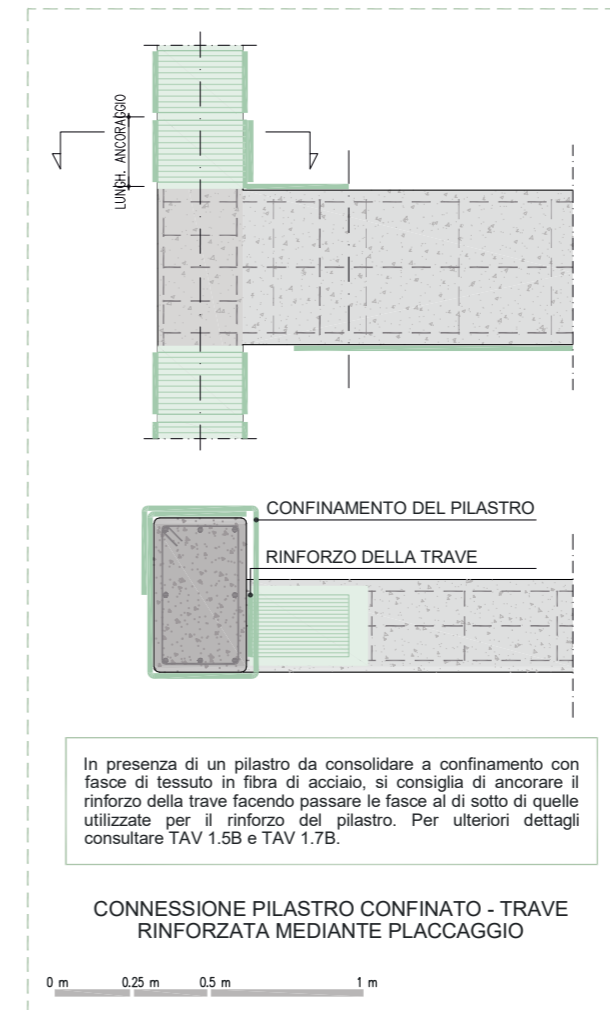
0 m 0.25 m 0.5 m 1 m



SEZIONE A - A' SEZIONE B - B'

RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE MEDIANTE PLACCAGGIO ESTRADOSSALE - INTRADOSSALE

PARTICOLARI DI ESECUZIONE



In presenza di un pilastro da consolidare a confinamento con fasce di tessuto in fibra di acciaio, si consiglia di ancorare il rinforzo della trave facendo passare le fasce al di sotto di quelle utilizzate per il rinforzo del pilastro. Per ulteriori dettagli consultare TAV 1.5B e TAV 1.7B.

CONNESSIONE PILASTRO CONFINATO - TRAVE RINFORZATA MEDIANTE PLACCAGGIO

QUADRO NORMATIVO

Il rinforzo a flessione si rende necessario per elementi strutturali soggetti ad un momento flettente di progetto maggiore della corrispondente resistenza. A scopo esemplificativo, di seguito è trattato il caso di flessione retta, che si verifica ad esempio quando l'asse di sollecitazione coincide con un asse di simmetria della sezione trasversale dell'elemento rinforzato. Il rinforzo a flessione con materiali compositi può essere realizzato applicando al lembo teso dell'elemento da rinforzare una o più lamine preformate, ovvero uno o più strati di tessuto impregnati in situ.

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)

IRRUVIDIRE LA SUPERFICIE E PULIRE E RIMUOVERE POLVERI E OLI CHE COMPROMETTONO L'ADESIONE DEL SISTEMA, MEDIANTE ARIA COMPRESSA O IDROPULITRICE. IN CASO DI SUPPORTO DEGRADATO, NON PLANARE O DANNEGGIATO: RIMUOVERE IN PROFONDITÀ IL CALCESTRUZZO AMMALORATO MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE, AVENDO CURA DI IRRUVIDIRE IL SUBSTRATO CON ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm; RIMUOVERE LA RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA, PULITI MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBIAIATURA; RICOSTRUZIONE MONOLITICA O RASATURA DELLA SEZIONE MEDIANTE LA GEOMALTA **GEOLITE**. PRIMA DELL'APPLICAZIONE DEL SISTEMA DI RINFORZO PREPARARE IL SUPPORTO CON ASPERITÀ DI ALMENO 0.5 mm. SE PREVISTI EVENTUALI TRATTAMENTI PREVENTIVI DI REGOLARIZZAZIONE CON **GEOLITE®**, ASPETTARE LA MATURAZIONE DI QUESTI ULTIMI PER APPLICARE LA PRIMA MANO DI **GEOLITE GEL**.

- 1 Dopo aver accertato la qualità del substrato ed aver eventualmente provveduto al ripristino del calcestruzzo ammalorato ed al trattamento delle barre metalliche, può essere opportuno ricorrere ad un ulteriore provvedimento di sabbiaatura a carico della superficie interessata dal rinforzo. [...] Nel caso in cui si operi su una superficie di calcestruzzo che non necessita di ripristino, ma che sia di qualità scadente, è opportuno valutare la possibilità di applicare su di essa un consolidante. [...] In generale, è necessario verificare che sulla superficie di applicazione del rinforzo non siano presenti polveri, grassi, idrocarburi e tensioattivi. (CNR - DT 200 R2/2025 § 4.9.1.3)
  - 2 STESURA DI UNA PRIMA MANO DELL'ADESIVO MINERALE EPOSSIDICO **GEOLITE GEL**, GARANTENDO SUL SUPPORTO UNA QUANTITÀ DI MATERIALE SUFFICIENTE (SPESSORE MEDIO 2-3 mm) PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO. PREVEDERE LA POSA DEI SUCCESSIVI STRATI DI TESSUTO SULLA MATRICE ANCORA FRESCA
  - 3 APPLICAZIONE SULLA MATRICE ANCORA FRESCA DEL TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300**, GARANTENDO IL PERFETTO INGLOBAMENTO DEL NASTRO NELLO STRATO DI MATRICE, ESERCITANDO UNA ENERGICA PRESSIONE CON SPATOLA O RULLO IN ACCIAIO E AVENDO CURA CHE LA STESSA FUORISCA DAI TREFOLI, GARANTENDO COSÌ UN'OTTIMA ADESIONE FRA SUCCESSIVI STRATI DI MATRICE. NEI PUNTI DI GIUNZIONE LONGITUDINALE, SOVRAPPORRE DUE STRATI DI TESSUTO IN FIBRA DI ACCIAIO PER ALMENO 20 cm
  - 4 Il sistema di rinforzo va posto all'intradosso o all'estradosso a seconda che il momento flettente agente sia positivo o negativo. Per l'ancoraggio delle estremità delle fasce mediante sfocatura, si consideri una larghezza massima di 150 mm per ogni foro eseguito. Eseguire l'inghisaggio del tessuto con **Geolite Gel** o **Epofix**. Per maggiori informazioni sulla sovrapposizione degli strati di tessuto e sull'ancoraggio d'estremità consultare l'APPENDICE 1.A.
- La lunghezza ottimale di ancoraggio può essere stimata mediante la formula (4.1). (CNR - DT R2/200 2025 § 4.1.2)
- INSERIRE UN QUANTITATIVO DI **GEOLITE GEL** PER UNO SPESSORE MEDIO COMPLESSIVO DEL SISTEMA PARI A 3-4 mm, PER IL TOTALE RICOPRIMENTO DEL TESSUTO IN ACCIAIO, AGENDO FRESCO SU FRESCO. PRIMA DELL'EVENTUALE INTONACATURA SI SUGGERISCE RASATURA MEDIANTE **GEOLITE SILT**, **GEOCALCE MULTIUSO** O **RASOBUILD TOP** CON UNO SPOLVERO DI **QUARZO 5.12** O SABBIA ASCIUTTA DI OPPORTUNA GRANULOMETRIA SUL SISTEMA EPOSSIDICO ANCORA FRESCO
- Qualora il sistema di rinforzo venga installato in ambienti particolarmente aggressivi, o si voglia garantire un'ulteriore protezione oltre a quella fornita dalla geomalta, si consiglia l'applicazione finale 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 il sistema di protezione più idoneo.

## 1.14A

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



## PRESCRIZIONE

- 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**. Concludere la preparazione del supporto mediante stonatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm. Garantire in ogni caso asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura".
- Applicazione del sistema di rinforzo. Realizzare il sistema di rinforzo strutturale a taglio Steel Reinforced Grout **Geosteel SRG** (abbinamento di fibra di acciaio e malta minerale strutturale tixotropica a base di geolegante), effettuando dei placcaggi ad "U" o ad avvolgimento completo (che comunque saranno progettati da 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 stessa fuoriesca dai trefoli per garantire un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice. Concludere l'applicazione, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore complessivo del rinforzo 5 - 8 mm), sempre 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. 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**. In caso di rinforzo ad "U" è possibile estendere la lunghezza efficace del rinforzo a tutta l'altezza utile della trave, realizzando l'ancoraggio della fascia all'interno dello spessore del solaio mediante l'impiego di **Geolite Magma**, **Geolite Gel** o **EpoFix**.
- 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.

## 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/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m<sup>2</sup>; 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**.

## VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRG (Steel Reinforced Grout) per il rinforzo a taglio di travi in calcestruzzo armato, 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 mm<sup>2</sup>; 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), garantendo asperità di almeno 5 mm, stonatura degli spigoli con raggio di curvatura di almeno 20 mm e bagnatura a rifiuto del supporto; 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, di spessore complessivo del rinforzo di circa 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; nel caso di conformazione ad "U", prevedere l'ancoraggio delle estremità dei tessuti all'interno del solaio, fissate con adesivo minerale epossidico (da contabilizzare a parte).

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

1

Smussatura degli spigoli della trave.



2

Preparazione delle superfici di supporto.



3

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

4

Applicazione prima mano di **Geolite**.

5

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

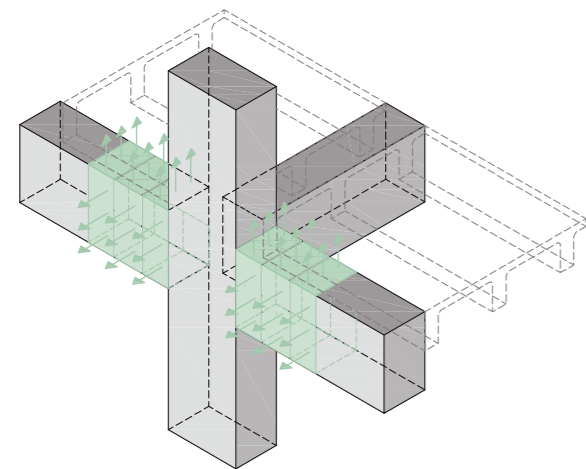
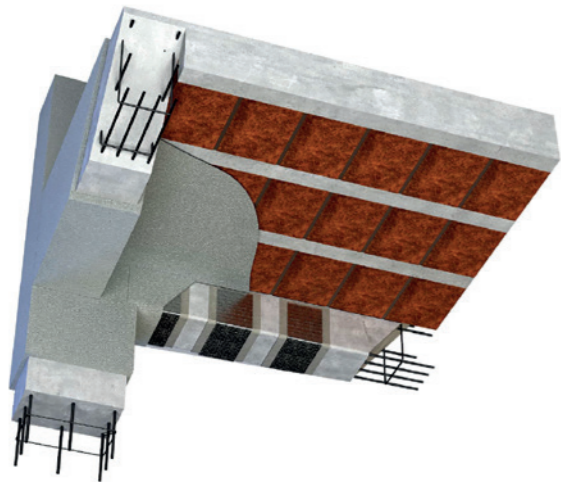
6

Applicazione seconda mano di **Geolite**.

# 1.14A

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

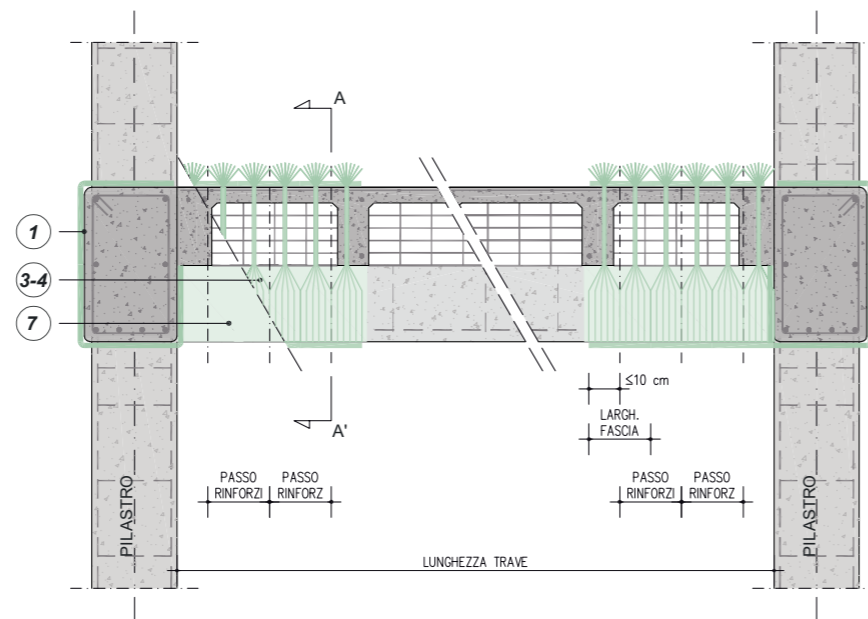
Geoforceone  
Software



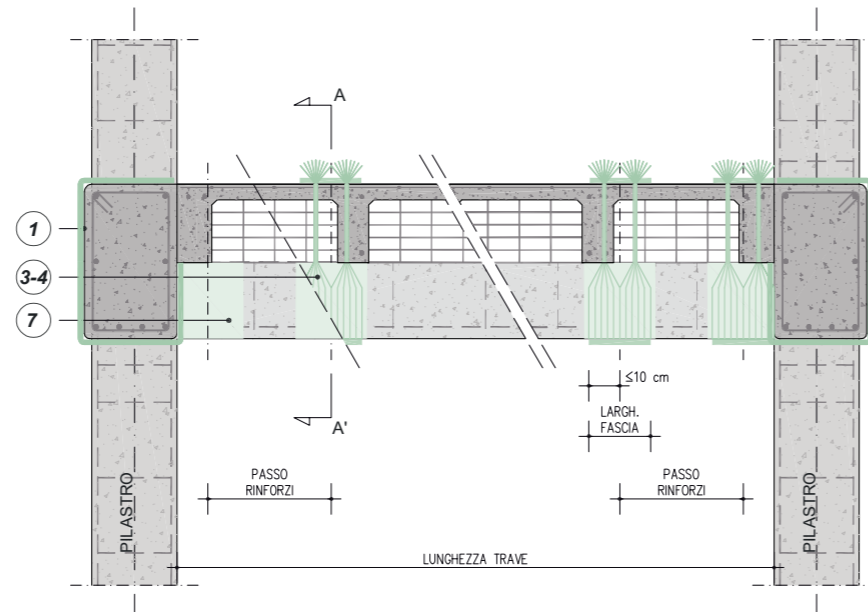
ASSONOMETRIA  
RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE

NOTE

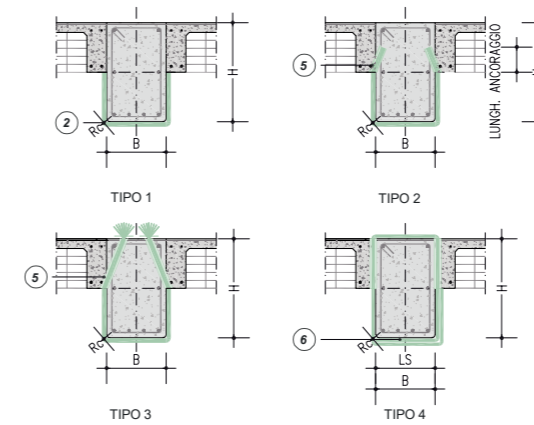
Nota bene: la normativa CNR-DT 215/2018, al paragrafo 5, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup> nel caso del rinforzo per aderenza.



PROSPETTO  
RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE MEDIANTE  
PLACCAGGIO CONTINUO



PROSPETTO  
RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE MEDIANTE  
PLACCAGGIO DISCONTINUO



SEZIONE A - A'  
DISPOSIZIONE DEL RINFORZO A TAGLIO

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

Le soluzioni TIPO 1 e TIPO 2 idonee solo nel caso in cui sia possibile ancorare il tessuto in zona compressa. Qualora le fibre tese siano all'estradosso è consigliabile adottare la soluzione TIPO 3 o TIPO 4.  
Per l'ancoraggio delle estremità delle fasce mediante sfiocatura, si consideri una larghezza massima di 100 mm di fascia per ogni foro eseguito. L'inghisaggio del tessuto sfiocato, sarà eseguito con **Geolite Magma**, **Geolite Gel** o **EpoFix**.  
Per il TIPO 4, in sezioni consecutive si consiglia di invertire la posizione della lunghezza di sovrapposizione per ottimizzare l'ancoraggio del sistema di rinforzo.

SOLUZIONE DI ANCORAGGIO PER RINFORZO A TAGLIO A U

INGHISAGGIO CON **GEOLITE MAGMA**, **GEOLITE GEL** O **EPOFIX** DELLA FASCIA DI RINFORZO ALL'INTERNO DELLO SPESSORE DEL SOLAIO

RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE

In caso di rinforzo ad "U" è possibile estendere la lunghezza efficace del rinforzo a tutta l'altezza utile della trave, realizzando l'ancoraggio della fascia all'interno dello spessore del solaio mediante l'impiego di **Geolite Magma**, **Geolite Gel** o **EpoFix**. Eseguire un foro per l'ancoraggio ogni 10/15 cm di larghezza di fascia.

0 m 0,25 m 0,5 m

QUADRO NORMATIVO

Rinforzo a taglio di travi e pilastri

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)

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 CASO DI SUPPORTI NON DEGRADATI, IRRUVIRE 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 IL CALCESTRUZZO AMMALORATO MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE, AVENDO CURA DI IRRUVIDIRE IL SUBSTRATO CON ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm; RIMUOVERE LA RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBIAIATURA; RICOSTRUZIONE MONOLITICA O RASATURA DELLA SEZIONE MEDIANTE LA GEOMALTA TIXOTROPICA **GEOLITE**.

- 1 PREPARARE IL SUPPORTO CON ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm E STONDARE GLI SPIGOLI CON RAGGIO DI CURVATURA MINIMO DI 20 mm

In tutti i casi in cui il sistema di rinforzo SRG 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 fabbricante, 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)

- 2 APPLICAZIONE DI UNA PRIMA MANO DI **GEOLITE**, GARANTENDO SUL SUPPORTO UNA QUANTITÀ DI MATERIALE SUFFICIENTE (SPESSORE MEDIO 3-5 mm) PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO. IN CASO DI STRATI SUCCESSIVI AL PRIMO, PROCEDERE CON LA POSA DEL SECONDO STRATO DI FIBRA ULLO STRATO DI MATRICE ANCORA FRESCA

- 3 APPLICAZIONE, SULLA MATRICE ANCORA FRESCA, DEL TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200** (PRESAGOMATO IN FUNZIONE DELLA GEOMETRIA DELL'ELEMENTO STRUTTURALE MEDIANTE L'IMPIEGO DELLA **PIEGATRICE GEOSTEEL**), GARANTENDO IL PERFETTO INGLOBAMENTO DEL NASTRO NELLO STRATO DI MATRICE

- 4 ANCORAGGIO DI ESTREMITÀ MEDIANTE SFIOCATURA PASSANTE O SU FORO CIECO

- 5 APPLICAZIONE DEL TESSUTO CON UNA LUNGHEZZA DI SOVRAPPOSIZIONE  $L_s$  TALE DA GARANTIRE IL CORRETTO FUNZIONAMENTO DEL SUPPORTO

- 6 RASATURA FINALE PROTETTIVA CON **GEOLITE**, PER UNO SPESSORE COMPLESSIVO DEL RINFORZO PARI A 5-8 mm, AL FINE DI INGLOBARE TOTALMENTE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI SOTTOSTANTI, AGENDO FRESCO SU FRESCO

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.

# 1.14B

## Rinforzo a taglio di travi mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico



### PRESCRIZIONE

- 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 mediante scarifica meccanica garantendo asperità di almeno 0,5 mm, pari al grado 5 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura". Pulire e rimuovere polveri e oli che possano compromettere l'adesione del sistema mediante aria compressa. In caso di supporto evidentemente degradato, non planare o danneggiato da eventi gravosi rimuovere in profondità eventuale calcestruzzo ammalorato mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, avendo cura di irruvidire il substrato con asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura"; 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**. Concludere la preparazione del supporto mediante stonatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Realizzare il sistema di rinforzo strutturale a taglio Steel Reinforced Polymer **Geosteel SRP** (abbinamento di fibra di acciaio e adesivo minerale epossidico), effettuando dei placcaggi ad "U" o ad avvolgimento completo (che comunque saranno progettati da tecnico abilitato), previa eventuale regolarizzazione del supporto mediante **Geolite**. Applicare, ad avvenuta maturazione dei trattamenti preventivi descritti, una prima mano dell'adesivo minerale epossidico **Geolite Gel**, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio 2 - 3 mm) per adagiare e inglobare il tessuto di rinforzo. Successivamente applicare sulla matrice ancora fresca il tessuto in fibra d'acciaio 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 una pressione energica con spatola o rullo in acciaio e avendo cura che la stessa fuoriesca dai trefoli, garantendo un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice. Concludere l'applicazione con la rasatura finale protettiva, impiegando un quantitativo di adesivo necessario (spessore complessivo del rinforzo 3 - 4 mm) per il totale ricoprimento del tessuto in acciaio, agendo fresco su fresco. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa del secondo strato di fibra sullo strato di matrice ancora fresca. Nel caso in cui il sistema installato debba essere intonacato o mascherato mediante rasatura, si consiglia l'utilizzo di **Geolite Silt**, **Geocalce Multiuso** o **Rasobuild Top**, avendo cura, a resina ancora fresca, di eseguire uno spolvero di **Quarzo 5.12** o sabbia asciutta di opportuna granulometria per facilitarne l'aggrappo. In caso di rinforzo ad "U" è possibile estendere la lunghezza efficace del rinforzo a tutta l'altezza utile della trave, realizzando l'ancoraggio della fascia all'interno dello spessore del solaio mediante l'impiego dell'adesivo minerale epossidico **Geolite Gel** o **Epofix**.
- 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 matrice, si consiglia l'applicazione finale 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.

### AVVERTENZE

**Geosteel G** viene fornito per il sistema SRP in n. 4 grammature utili in funzione delle esigenze di calcolo:

- **Geosteel G600** (grammatura: 670 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 3,14; spessore equivalente del nastro = 0,169 mm)
- **Geosteel G2000** (grammatura: 2000 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 4,72; spessore equivalente del nastro = 0,254 mm)
- **Geosteel G3300** (grammatura: 3300 g/m<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 7,09; spessore equivalente del nastro = 0,381 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**.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRP (Steel Reinforced Polymer) per il rinforzo a taglio di travi in calcestruzzo armato, 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 3300 g/mq, impregnato con sistema epossidico bicomponente in gel tixotropico, provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla norma EN 1504-4 per incollaggio di elementi strutturali e dalla norma EN 1504-6 per l'inghisaggio di barre di ancoraggio - tipo **Geosteel SRP** realizzato con **Geosteel G3300** abbinato a **Geolite Gel** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione  $\geq 2970$  MPa, deformazione a trazione  $\geq 0,015$  mm/mm; modulo di elasticità a trazione  $E \geq 216$  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 mm<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 7,09 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,381 mm. Caratteristiche tecniche certificate del sistema epossidico: Euroclasse di reazione al fuoco D-s2,d0 (EN 13501-1); emissione di sostanze organiche volatili EC1 Plus certificato GEV-Emicode; temperatura di transizione vetrosa +60 °C (EN 12614).

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 0,5 mm e stonatura degli spigoli con raggio di curvatura di almeno 20 mm; 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 spessore di circa 2 - 3 mm, di adesivo minerale epossidico; con adesivo ancora fresco, 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 matrice, fino a completa copertura del tessuto di rinforzo; spessore complessivo del rinforzo 3 - 4 mm; eventuale ripetizione delle fasi precedenti per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto; nel caso di conformazione ad "U", prevedere l'ancoraggio delle estremità dei tessuti all'interno del solaio, fissate con adesivo minerale epossidico (da contabilizzare a parte).

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

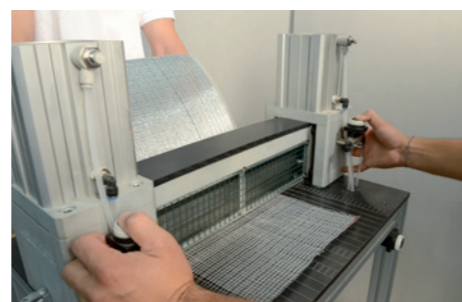
1 Smussatura degli spigoli della trave.



2 Preparazione delle superfici di supporto.



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



4 Applicazione prima mano di **Geolite Gel**.



5 Installazione del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



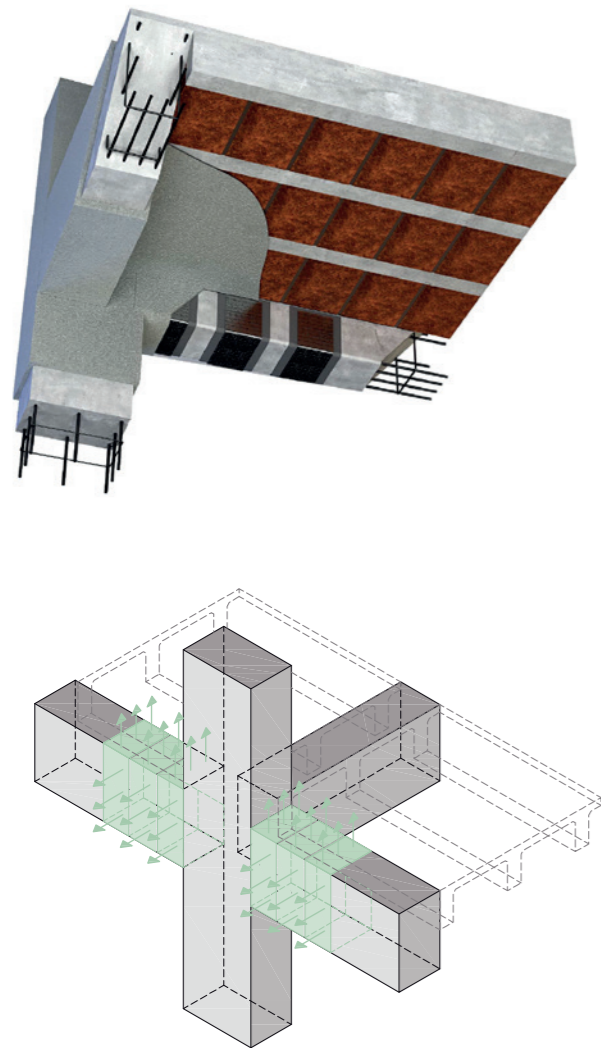
6 Applicazione seconda mano di **Geolite Gel**.



# 1.14B

RINFORZO A TAGLIO DI TRAVI MEDIANTE PLACCAGGIO CON TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E ADESIVO EPOSSIDICO

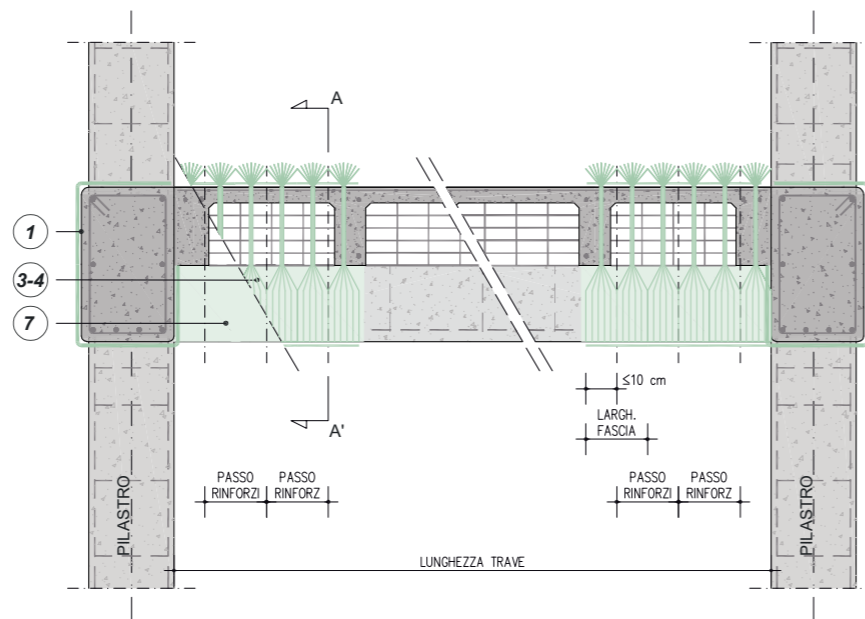
Geoforceone  
Software



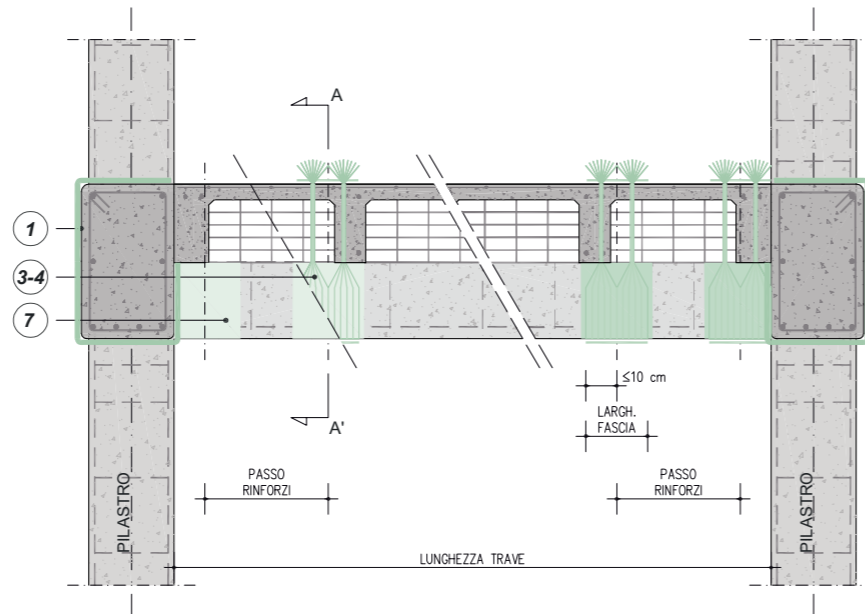
ASSONOMETRIA  
RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE

## NOTE

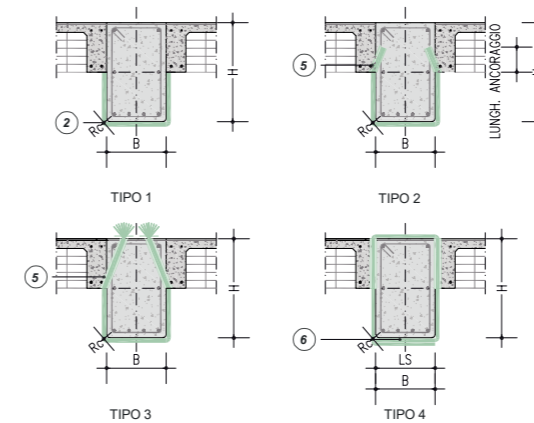
Nota bene: la normativa CNR-DT 200 R2/2025, al paragrafo 4.9.1.1, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 MPa nel caso del rinforzo per aderenza.



PROSPETTO  
RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE MEDIANTE  
PLACCAGGIO CONTINUO



PROSPETTO  
RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE MEDIANTE  
PLACCAGGIO DISCONTINUO



SEZIONE A - A'  
DISPOSIZIONE DEL RINFORZO A TAGLIO

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

Le soluzioni TIPO 1 e TIPO 2 idonee solo nel caso in cui sia possibile ancorare il tessuto in zona compressa. Qualora le fibre tese siano all'estradosso è consigliabile adottare la soluzione TIPO 3 o TIPO 4.  
Per l'ancoraggio delle estremità delle fasce mediante sfiocatura, si consideri una larghezza massima di 150 mm di fascia per ogni foro eseguito. L'inghisaggio del tessuto sfiocato, sarà eseguito con **Geolite Gel** o **Epofix**.  
Per il TIPO 4, in sezioni consecutive si consiglia di invertire la posizione della lunghezza di sovrapposizione per ottimizzare l'ancoraggio del sistema di rinforzo.

## SOLUZIONE DI ANCORAGGIO PER RINFORZO A TAGLIO A U

INGHISAGGIO CON **GEOLITE GEL** O **EPOFIX** DELLA FASCIA DI RINFORZO ALL'INTERNO DELLO SPESSORE DEL SOLAIO

RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE

In caso di rinforzo ad "U" è possibile estendere la lunghezza efficace del rinforzo a tutta l'altezza utile della trave, realizzando l'ancoraggio della fascia all'interno dello spessore del solaio mediante l'impiego dell'adesivo minerale epossidico **Geolite Gel** o **Epofix**. Eseguire un foro per l'ancoraggio ogni 10/15 cm di larghezza di fascia.

0 m 0,25 m 0,5 m

## QUADRO NORMATIVO

Il rinforzo a taglio si rende necessario nel caso di elementi strutturali per i quali il taglio di calcolo, eventualmente valutato con i criteri della gerarchia delle resistenze, sia superiore alla corrispondente resistenza di calcolo. Quest'ultima deve essere determinata considerando i contributi del calcestruzzo e dell'eventuale armatura trasversale metallica presente.  
(CNR - DT 200 R2/2025 § 4.4.1.)

Il rinforzo a taglio con materiali compositi EBR si realizza applicando in aderenza sulla superficie esterna della membratura da rinforzare (Figura 4-17) elementi mono o bidimensionali di composito (comunemente tessuti), costituiti da uno o più strati di materiale. Nel caso di applicazioni di elementi monodimensionali, le strisce di composito possono essere applicate in aderenza le une alle altre, ovvero in maniera discontinua. La stessa geometria può essere adottata per rinforzi NSM (Figura 4-18) posti in intagli realizzati sulle superfici esterne dell'elemento strutturale, o inseriti in fori praticati nel piano medio del volume strutturale. Elementi distintivi del sistema di rinforzo sono: la geometria (spessore, larghezza, passo) delle strisce di composito adese alla membratura rinforzata e l'angolo di inclinazione delle fibre rispetto all'asse longitudinale di quest'ultima.  
(CNR - DT 200 R2/2025 § 4.4.2.)

Nel caso di sistemi di rinforzo discontinui costituiti da strisce di materiale composito, devono essere rispettate le limitazioni per le larghezze  $b_e$  e il passo  $p_r$ , misurati in (mm) ortogonalmente alla direzione delle fibre.  
(CNR - DT 200 R2/2025 § 4.4.3.1)

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)

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

IRRUVIDIMENTO DELLA SUPERFICIE, PULIZIA E RIMOZIONE DI POLVERI E OLI CHE POSSANO COMPROMETTERE L'ADESIONE DEL SISTEMA, MEDIANTE ARIA COMPRESSA O IDROPULTRICE. IN CASO DI SUPPORTO DEGRADATO: RIMOZIONE DEL CALCESTRUZZO AMMALORATO MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE, AVENDO CURA DI IRRUVIDIRE IL SUBSTRATO CON ASPERITÀ DI ALMENO 0,5 mm; RIMOZIONE DI RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA, MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBATURA; RICOSTRUZIONE MONOLITICA O RASATURA DELLA SEZIONE MEDIANTE LA GEOMALTA **GEOLITE**

1 Dopo aver accertato la qualità del substrato ed aver eventualmente provveduto al ripristino del calcestruzzo ammalorato ed al trattamento delle barre metalliche, può essere opportuno ricorrere ad un ulteriore provvedimento di sabbatura a carico della superficie interessata dal rinforzo. [...] Nel caso in cui si operi su una superficie di calcestruzzo che non necessiti di ripristino, ma che sia di qualità scadente, è opportuno valutare la possibilità di applicare su di essa un consolidante. [...] In generale, è necessario verificare che sulla superficie di applicazione del rinforzo non siano presenti polveri, grassi, idrocarburi e tensioattivi.  
(CNR - DT 200 R2/2025 § 4.9.1.3)\*

2 PREPARARE IL SUPPORTO CON ASPERITÀ DI ALMENO 0,5 mm E STONDARE GLI SPIGOLI CON RAGGIO DI CURVATURA MINIMO DI 20 mm

2 Negli interventi di rinforzo a taglio, torsione e confinamento è opportuno procedere ad un preventivo arrotondamento degli spigoli degli elementi rinforzati, allo scopo di evitare pericolose concentrazioni di tensione ivi localizzate, che potrebbero provocare una rottura prematura del composito. Il raggio di curvatura, dell'arrotondamento deve essere almeno pari a 20 mm.  
(CNR - DT 200 R2/2025 § 4.9.2.2)

3 APPLICARE UNA PRIMA MANO DELL'ADESIVO MINERALE EPOSSIDICO **GEOLITE GEL**, GARANTENDO SUL SUPPORTO UNA QUANTITÀ DI MATERIALE SUFFICIENTE (SPESSORE MEDIO 2-3 mm) PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO. SE PREVISTO UN EVENTUALE TRATTAMENTO PREVENTIVO ASPETTARE LA MATURAZIONE DI TALE TRATTAMENTO PRIMA DI APPLICARE LA PRIMA MANO DI ADESIVO EPOSSIDICO. IN CASO DI STRATI SUCCESSIVI AL PRIMO, POSA DEL SECONDO STRATO DI FIBRA SULLO STRATO DI MATRICE ANCORA FRESCA

3 APPLICARE, SULLA MATRICE FRESCA, IL TESSUTO IN FIBRA D'ACCIAIO GALVANIZZATO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300** (PRESAGOMATO IN FUNZIONE DELLA GEOMETRIA DELL'ELEMENTO STRUTTURALE CON L'IMPIEGO DELLA **PIEGATRICE GEOSTEEL**), GARANTENDO IL PERFETTO INGLOBAMENTO DEL NASTRO NELLO STRATO DI MATRICE

4 Nel caso di sistemi di rinforzo ad U su sezioni rettangolari o a T, È possibile migliorare le condizioni di vincolo delle estremità libere dei compositi (non avvolte completamente attorno agli angoli delle sezioni), ad esempio mediante l'applicazione di connettori sfioccati o ancoraggi meccanici di estremità delle staffe esterne. In tale eventualità, se è dimostrata l'efficacia del vincolo offerto dai suddetti dispositivi, il comportamento del sistema di rinforzo ad U può considerarsi equivalente a quello del rinforzo in avvolgimento  
(CNR - DT 200 R2/2025 § 4.4.2)

5 ANCORAGGIO DI ESTREMITÀ MEDIANTE SFIOCATURA PASSANTE O SU FORO CIECO

5 APPLICARE IL TESSUTO CON LA LUNGHEZZA DI SOVRAPPOSIZIONE L<sub>s</sub> TALE DA GARANTIRE IL CORRETTO FUNZIONAMENTO DEL RINFORZO

6 RASATURA FINALE PROTETTIVA CON **GEOLITE GEL** PER UNO SPESSORE COMPLESSIVO DEL SISTEMA PARI A 3-4 mm, PER IL TOTALE RICOPRIMENTO DEL TESSUTO IN ACCIAIO, AGENDO FRESCO SU FRESCO. PRIMA DELL'EVENTUALE INTONACATURA SI SUGGERISCE RASATURA CON **GEOLITE SILT**, **GEOCALCE MULTIUSO** O **RASOBUILD TOP** CON UNO SPOLVERO DI **QUARZO 5.12** O SABBIA ASCIUTTA DI OPPORTUNA GRANULOMETRIA SUL SISTEMA EPOSSIDICO ANCORA FRESCO

7 Qualora il sistema di rinforzo venga installato in ambienti particolarmente aggressivi, o comunque si voglia garantire un'ulteriore protezione oltre a quella della geomalta, si consiglia l'applicazione finale 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 il sistema di protezione più idoneo.

POWERED BY

kerakoll

ENGINEERED BY

ASDEA

# 1.15

## Collegamento rigido tra soletta industriale in c.a. e pilastro prefabbricato mediante adesivo epossidico

### PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Individuare mediante idonea strumentazione (es. pacometro), le zone prive d'armatura, quindi creare degli incavi nella pavimentazione industriale mediante fresatura e/o scasso, rispettando le seguenti dimensioni (che dovranno contenere la singola barra di armatura progettata e verificata da tecnico abilitato): la lunghezza di ancoraggio (L<sub>s</sub>) deve essere almeno pari a 50 volte il diametro (Ø) della barra d'armatura utilizzata per il collegamento, mentre la profondità (h<sub>s</sub>) deve essere almeno pari a 50 mm. Forare il pilastro nei punti prestabiliti per permettere il successivo inghisaggio delle barre metalliche di collegamento; la profondità (L<sub>a</sub>) deve essere almeno pari a 10 volte il diametro (Ø), con limitata inclinazione rispetto all'orizzontale ( $\leq 15^\circ$ ). Pulire il substrato e le intercapedini realizzate, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice.
2. Realizzazione del rinforzo mediante collegamento armato. Procedere con l'inghisaggio mediante **Epofix** o **Geolite Gel**, delle barre metalliche nel pilastro e nelle intercapedini in spessori non inferiori a 10 mm garantendo adeguata distanza dal fondo e adeguato copriferro, nel rispetto delle corrette tecniche applicative. Le barre d'armatura, almeno due per ogni lato del pilastro, devono essere dimensionate e verificate da tecnico abilitato.

### AVVERTENZE

Nel caso in cui l'interasse tra due barre metalliche consecutive collocate lungo lo stesso lato del pilastro sia esiguo, si consiglia di effettuare un unico incavo/scasso contenente più barre, onde evitare un dispendio eccessivo di manodopera.

### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di collegamento rigido tra pavimento industriale e pilastro prefabbricato, mediante barre metalliche inghisate con sistema epossidico bicomponente in gel tixotropico, provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla norma EN 1504-4 per incollaggio di elementi strutturali e dalla norma EN 1504-6 per l'inghisaggio di barre di ancoraggio - tipo **Geolite Gel** di Kerakoll. Caratteristiche tecniche certificate del sistema epossidico: Euroclasse di reazione al fuoco D-s2,d0 (EN 13501-1); emissione di sostanze organiche volatili EC1 Plus certificato GEV-Emicode; temperatura di transizione vetrosa +60 °C (EN 12614). L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: demolizione e fresatura delle zone di scasso indicate; riempimento degli scassi con adesivo minerale epossidico; posizionamento della barra (da contabilizzare a parte); inghisaggio della barra. La quantificazione è espressa a metro lineare di barra inghisata di diametro 10 mm.

1

Fresatura nella soletta.



2

Esecuzione dei fori nel pilastro.



3

Riempimento degli scassi e intercapedini con **Epofix** o **Geolite Gel**.

4

Inserimento delle barre metalliche di collegamento.



5

Inghisaggio delle barre metalliche di collegamento.



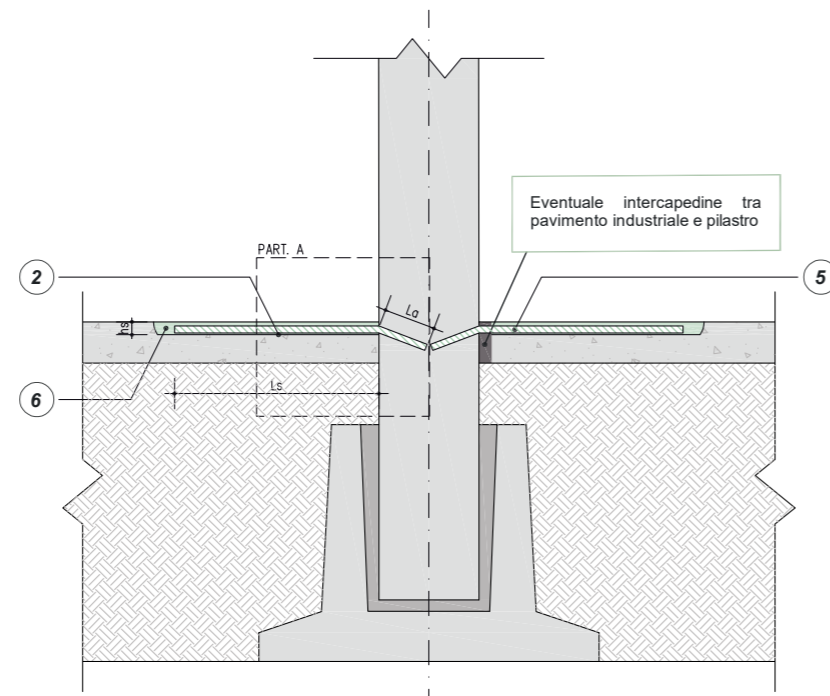
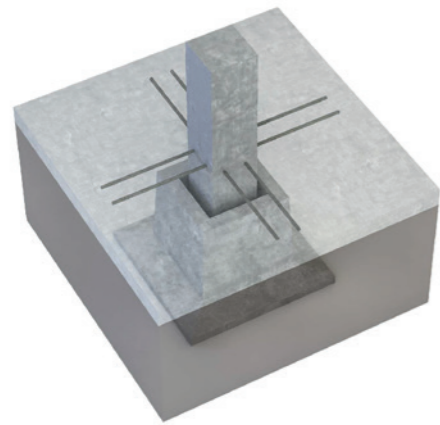
6

Eventuale ciclo di finitura.



# 1.15

COLLEGAMENTO RIGIDO TRA SOLETTA INDUSTRIALE IN C.A. E PILASTRO PREFABBRICATO MEDIANTE ADESIVO EPOSSIDICO

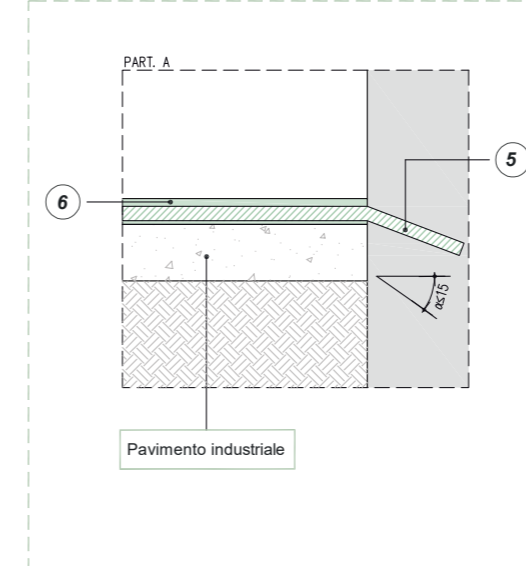


SEZIONE A-A'  
RINFORZO MEDIANTE REALIZZAZIONE DI COLLEGAMENTO RIGIDO TRA PILASTRO PREFABBRICATO E SOLETTA INDUSTRIALE IN C.A.

Immagini grafiche rielaborate da: "Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettati con criteri antisismici" - DPC, ReLUIS, CNI, Assobeton

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

## PARTICOLARE DI ANCORAGGIO



Si consiglia l'utilizzo di:  
 $h_s > 50 \text{ mm}$ ;  
 $L_a > 10\varnothing$ ;  
 $L_s > 50\varnothing$

("Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettati con criteri antisismici" - DPC, ReLUIS, CNI, Assobeton)

1 INDIVIDUAZIONE, MEDIANTE PACOMETRO, DELLE ZONE PRIVE DI ARMATURA

2 FRESATURA NEL PAVIMENTO INDUSTRIALE: LUNGHEZZA DI ANCORAGGIO ( $L_s$ ) ALMENO PARI A 50 VOLTE IL DIAMETRO ( $\varnothing$ ) DELLA BARRA UTILIZZATA PER IL COLLEGAMENTO; PROFONDITÀ ( $h_s$ ) ALMENO PARI A 50 mm.

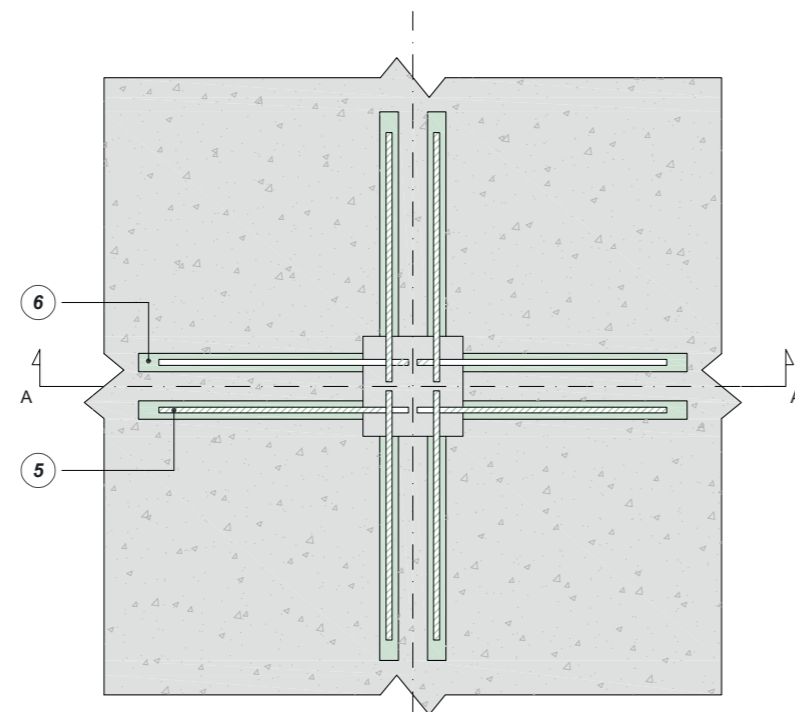
3 FORATURA ALL'INTERNO DEL PILASTRO PER INGHISAGGIO DELLE BARRE DI COLLEGAMENTO: LUNGHEZZA ( $L_a$ ) ALMENO PARI A 10 VOLTE IL DIAMETRO ( $\varnothing$ ) CON LIMITATA INCLINAZIONE RISPETTO ALL'ORIZZONTALE ( $\leq 15^\circ$ ).

3 Nel caso in cui l'interasse tra due barre metalliche consecutive collocate lungo lo stesso lato del pilastro sia esiguo, si consiglia di effettuare un unico incavo contenente più barre, onde evitare un dispendio eccessivo di manodopera.

4 PULIZIA DEL SUBSTRATO E DELLE INTERCAPEDINI REALIZZATE, ELIMINANDO QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI CON ARIA COMPRESSA O IDROPULITRICE.

5 REALIZZAZIONE DEL COLLEGAMENTO ARMATO: INGHISAGGIO DELLE BARRE METALLICHE NEL PILASTRO (ALMENO DUE SU CIASCUN LATO) MEDIANTE GEOLITE GEL O EPOFIX.

6 SIGILLATURA DELLE FRESATURE E DELLE INTERCAPEDINI MEDIANTE GEOLITE GEL O EPOFIX.



PIANTA  
RINFORZO MEDIANTE REALIZZAZIONE DI COLLEGAMENTO RIGIDO TRA PILASTRO PREFABBRICATO E SOLETTA INDUSTRIALE IN C.A.

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

## OBIETTIVI

- Miglioramento vincolo a terra del pilastro: l'intervento permette di ovviare alla cedevolezza rotazionale tipica del plinto a bicchiere isolato fornendo un grado di vincolo aggiuntivo.
- Collegamento orizzontale tra i pilastri a livello di fondazione.

("Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettati con criteri antisismici" - DPC, ReLUIS, CNI, Assobeton)

## CASI DI APPLICAZIONE

- Rotazione rigida del pilastro senza evidente danneggiamento alla base per formazione di cerniera plastica.
- La porzione di pavimentazione a contatto con il pilastro è gravemente danneggiata.
- La pavimentazione non è in battuta contro il pilastro per la presenza di un giunto.
- Inadeguatezza della fondazione e/o sensibile ruolo degli spostamenti relativi del suolo tra le basi delle colonne.

("Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettati con criteri antisismici" - DPC, ReLUIS, CNI, Assobeton)

## VANTAGGI E SVANTAGGI

### VANTAGGI

- Semplicità esecutiva.
- Utilizzabile per la sistemazione definitiva della struttura.

### SVANTAGGI

- Discreta invasività.
- Non realizzabile in presenza di pavimenti con finiture di pregio.

## DIMENSIONAMENTO

- Trasferimento per trazione di una forza pari ad almeno il 15% dell'azione assiale agente sul pilastro per effetto dei carichi permanenti.
- Nella verifica a taglio della parte di pilastro sottostante il pavimento considerare la presenza della spinta passiva della quota parte di terreno.

POWERED BY

kerakoll

ENGINEERED BY

ASDEA