

**MANUALE TECNICO STRUTTURALE - EDIZIONE 2024**

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

Prescrizioni, voci di capitolato e tavole esecutive

**kerakoll**



# Manuale del consolidamento

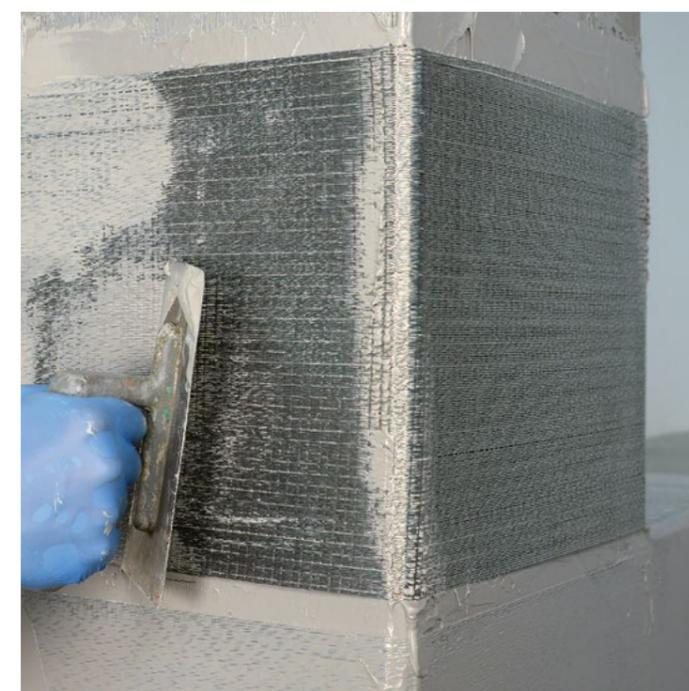
In Italia e nel resto del mondo, si contano ogni anno numerosi eventi sismici che colpiscono il patrimonio edilizio, in tutte le sue forme: dall'edilizia storica in muratura di varia natura fino alle più recenti strutture in c.a. Questi episodi hanno evidenziato problematiche legate alla presenza di murature disomogenee e in pessime condizioni di conservazione, elementi con bassissima resistenza meccanica, o elementi in c.a. 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 nuovi 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 d'acciaio e in fibra di basalto costituiscono gli innovativi sistemi di rinforzo strutturale a basso spessore, 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.



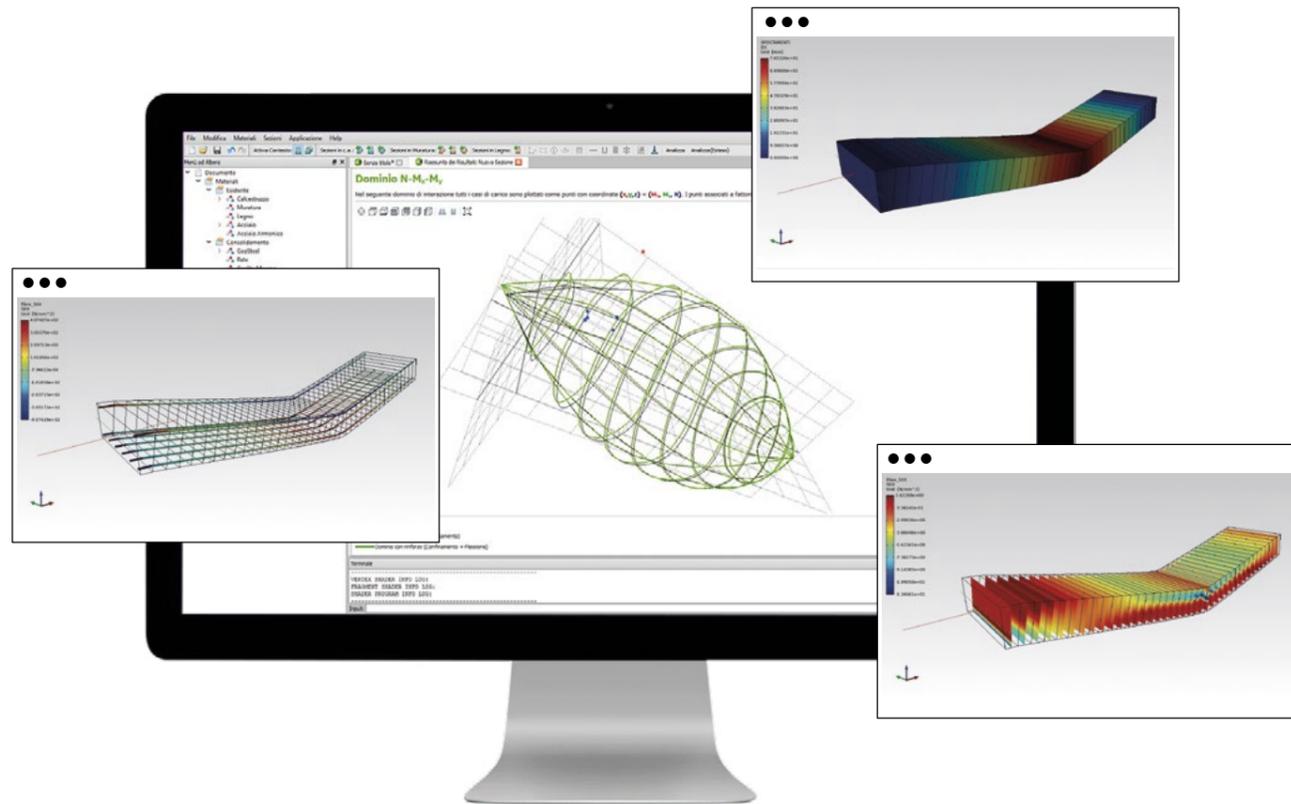
Kerakoll è socio sostenitore di





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

Geoforce one  
Software



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.

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.

### 1. DEFINIZIONE DELLA SEZIONE

- Generazione della geometria di sezioni di forme ricorrenti (rettangolare o circolare) tramite appositi editors
- Generazione della geometria di sezioni di forme complesse attraverso un ambiente CAD integrato
- Definizione di barre di armatura longitudinale e trasversale
- Definizione di rinforzi a flessione, taglio, confinamento e torsione
- Definizione di ringrossi di sezione
- Definizione di più casi di carico

### 2. ANALISI DELLA SEZIONE

- Verifiche a presso/tenso-flessione:
  - verifica dello stato iniziale dovuto a carichi presenti all'atto dell'applicazione del rinforzo
  - verifica allo SLE
  - verifica allo SLU
- Verifiche a confinamento, taglio e torsione: per sezioni in c.a. il legame costitutivo del cls tiene conto dell'effetto del confinamento
- Verifica per più casi di carico

### 3. VISUALIZZAZIONE ED ESPORTAZIONE DEI RISULTATI

- Generazione, visualizzazione ed esportazione di report dettagliati
- Riepilogo dei materiali utilizzati
- Risultati delle verifiche allo stato iniziale, SLE
- Risultati delle verifiche allo SLU pre e post intervento con sistemi di rinforzo Kerakoll
- Visualizzazione di domini di interazione 2D e 3D
- Visualizzazione del grafico momento-curvatura

### DEFINIZIONE DELL'ELEMENTO STRUTTURALE

- Generazione di elementi strutturali con editor ad hoc
- Elementi costruiti a partire da un numero variabile di sezioni, e loro locazione lungo l'asse dell'elemento
- Possibilità di inserire ringrossi (con o senza rinforzo) ad archi e volte

### ANALISI FEM STATICA NON LINEARE

- Definizione di carichi e condizioni al contorno
- Lancio dell'analisi statica non lineare a due step:
  - stato iniziale prima dell'applicazione del rinforzo in controllo di forze
  - stato finale con elemento rinforzato in controllo di spostamenti
- Modello di trave con integrazione della risposta sezionale tramite modello a fibre
- Legami costitutivi non lineari basati sulla teoria della plasticità e del danno continuo

### VISUALIZZAZIONE DEI RISULTATI

- Visualizzazione grafica dei risultati per ogni step dell'analisi non lineare
- Visualizzazione dei Contour Plots per risultati nodali e di elemento
- Visualizzazione dei Contour Plots per risultati sezionali:
  - stato deformativo e tensionale in ogni punto della sezione a fibre
  - stato dei materiali
  - fattori di sfruttamento
- Grafico della curva forza-spostamento



# Indice generale

<b>SOLUZIONI PER IL CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE IN C.A., C.A.P. E PREFABBRICATE</b>	9
• RICOSTRUZIONE, RIPARAZIONE E RINGROSSO	10
• PILASTRI E NODI	18
• SOLAI E TRAVI	32
<b>SOLUZIONI PER IL CONSOLIDAMENTO, IL RINFORZO E LA RIPARAZIONE DI PARETI DI TAMPONAMENTO IN STRUTTURE INTELAIATE IN C.A.</b>	53
• RIPARAZIONE, RIPRISTINO LESIONI LOCALI	54
• RINFORZO E MIGLIORAMENTO DIFFUSO	58
<b>SOLUZIONI PER IL CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE IN MURATURA PORTANTE DI LATERIZIO, TUFO E PIETRA NATURALE</b>	68
• MURATURA E PILASTRI	70
• ARCHI	106
• VOLTE	114
• CUPOLE	138
<b>APPENDICI</b>	147



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

### RICOSTRUZIONE, RIPARAZIONE E RINGROSSO

<b>1.1</b>		Riparazione/ricucitura di fessure in sezioni danneggiate mediante stuccatura e iniezione con sistemi organici	10
<b>1.2</b>		Riprofilatura mediante ripristino monolitico di sezioni in c.a. e trattamento delle armature con geomalta minerale strutturale tixotropica	12
<b>1.3A</b>		Rinforzo mediante ricostruzione volumetrica monolitica con aumento di sezione e armatura integrativa, con getto collaborante di geomalta minerale strutturale colabile	14
<b>1.3B</b>		Rinforzo mediante ricostruzione volumetrica monolitica ed aumento di sezione, con getto collaborante di geomalta minerale colabile fibrorinforzata ad altissima prestazione	16

### PILASTRI E NODI

<b>1.4</b>		Rinforzo mediante realizzazione di collegamento rigido tra pilastro prefabbricato e soletta industriale in c.a. con adesivo epossidico	18
<b>1.5</b>		Rinforzo di pilastri mediante placcaggio di confinamento con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica	20
<b>1.6</b>		Rinforzo di pilastri mediante placcaggio di confinamento con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico	22
<b>1.7A</b>		Rinforzo di nodi trave-pilastro di facciata mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica	24
<b>1.7B</b>		Rinforzo di nodi trave-pilastro di facciata mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico	26
<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	28
<b>1.8B</b>		Rinforzo di nodi trave-pilastro d'angolo mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico	30

### TRAVI E SOLAI

<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	32
<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	34
<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	36
<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	38
<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 colabile fibrorinforzata ad altissima prestazione	40
<b>1.11c</b>		Realizzazione di diaframma di piano mediante getto collaborante di geomalta minerale colabile fibrorinforzata ad altissima prestazione	42
<b>1.12</b>		Rinforzo a flessione di travi mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica	44
<b>1.13</b>		Rinforzo a flessione di travi mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico	46
<b>1.14</b>		Rinforzo a taglio di travi mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica	48
<b>1.15</b>		Rinforzo a taglio di travi mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico	50

# 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 Eco 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 Dryfix** e **Tassello Steel Dryfix**.
- 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. 1.13.

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 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).

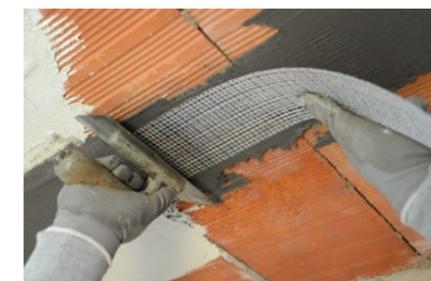
L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale trattamento di ripristino delle superfici degradate, ammalorate, decoese o non planari (da contabilizzare a parte), garantendo asperità di almeno 5 mm e bagnatura a rifiuto delle superfici; stesura di un primo strato di malta, di spessore di circa 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.

- Preparazione delle superfici e ricostruzione volumetrica dei travetti.
- Irruvidimento della superficie.
- Riempimento vuoti con pannelli in **EPS Klima Air** incollati e rasati con **Keraklima Eco Granello**.

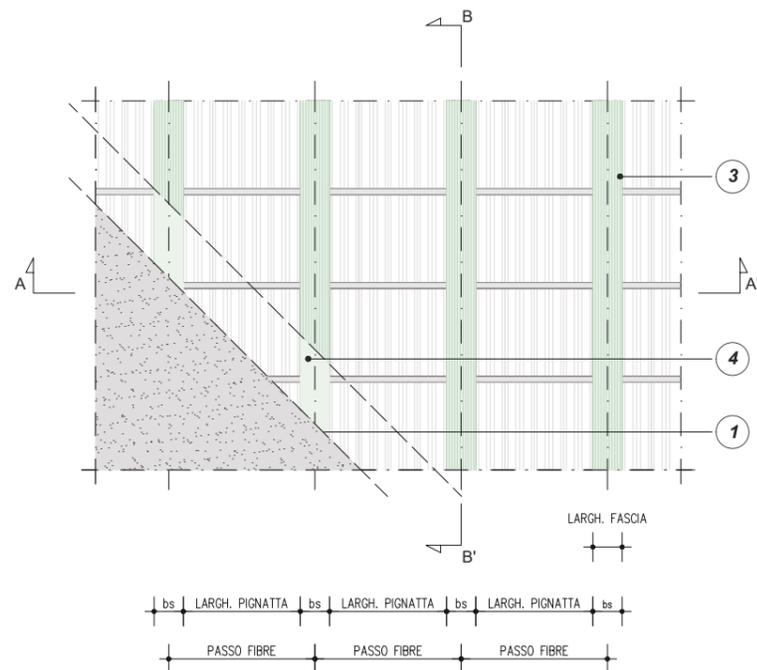
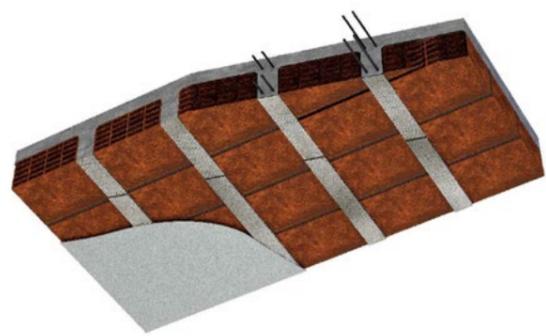


- Applicazione prima mano di **Geolite**.
- Installazione del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.
- Applicazione seconda mano di **Geolite**.



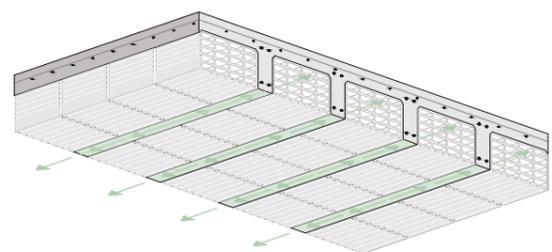
# 1.9

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

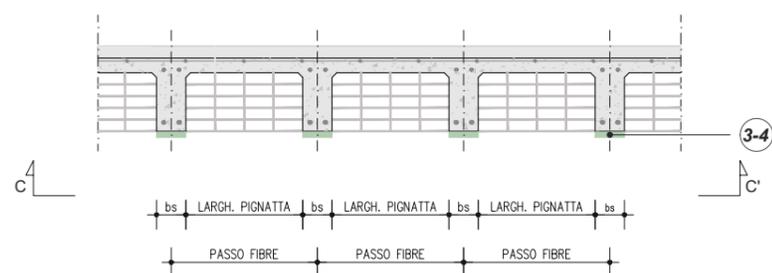


PIANTA C - C'  
CONSOLIDAMENTO E RINFORZO A FLESSIONE DI SOLAI IN LATEROCEMENTO MEDIANTE PLACCAGGIO INTRADOSSALE CON GEOSTEEL G600/G1200 E GEOLITE O GEOSTEEL G600/1200/2000/3300 E GEOLITE GEL

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

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

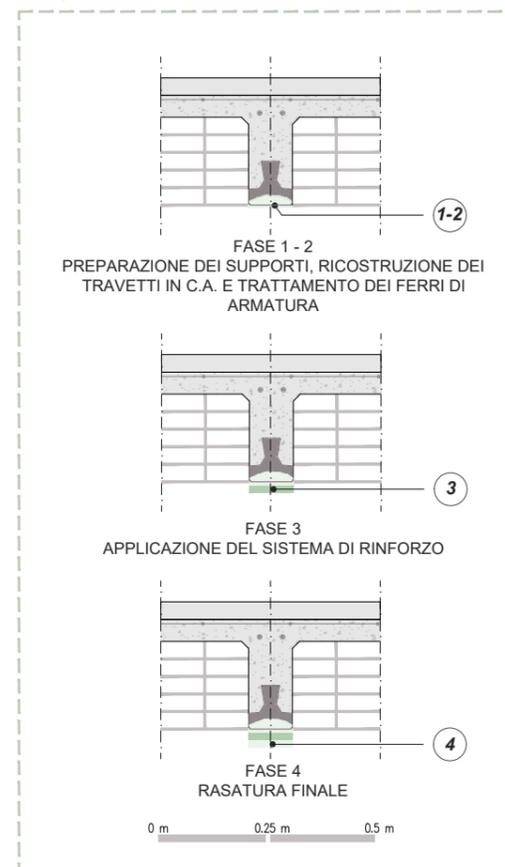


SEZIONE B - B'  
CONSOLIDAMENTO E RINFORZO A FLESSIONE DI SOLAI IN LATEROCEMENTO MEDIANTE PLACCAGGIO INTRADOSSALE CON GEOSTEEL G600/G1200 E GEOLITE O GEOSTEEL G600/1200/2000/3300 E GEOLITE GEL

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.

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 SABBIAURA; PULIZIA DEL SUBSTRATO MEDIANTE ELIMINAZIONE DEI RESIDUI 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

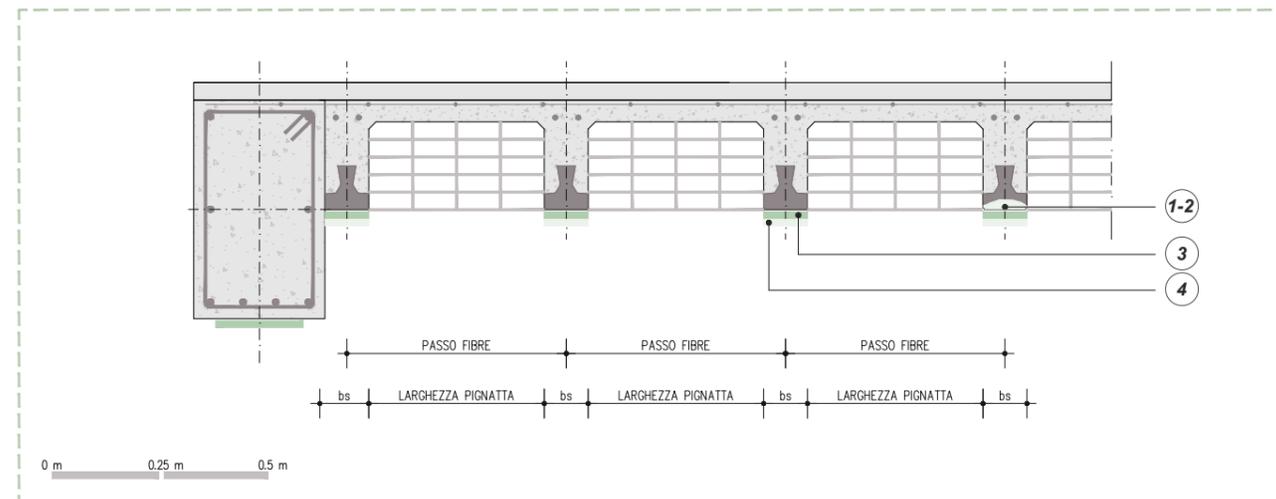
2 RICOSTRUZIONE MONOLITICA DEI TRAVETTI IN C.A. E TRATTAMENTO DEI FERRI DI ARMATURA MEDIANTE LA GEOMALTA TIXOTROPICA **GEOLITE**; PULIZIA E RICOSTRUZIONE MANUALE (A CAZZUOLA) DEL SUBSTRATO, SU FONDO SATURO MA PRIVO DI ACQUA LIQUIDA IN SUPERFICIE. L'APPLICAZIONE DEVE GARANTIRE IL RIEMPIMENTO DI TUTTE 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 Dryfix**, 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 Dryfix** con diametro opportuno in funzione della barra scelta e della consistenza del supporto. Installare le barre elicoidali utilizzando l'apposito **Mandrino Steel DryFix** 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 Dryfix**. 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 Dryfix 8** o **Steel Dryfix 10** installate utilizzando gli appositi **Mandrino Steel Dryfix** e **Tassello Steel Dryfix**.

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. 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. 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 250 mm, installate in apposito foro pilota e poste in opera mediante apposito mandrino - tipo **Steel Dryfix 8** di Kerakoll. Caratteristiche tecniche certificate della barra: carico di rottura a trazione > 12,7 kN; carico di rottura a taglio > 7,2 kN; modulo elastico > 150 GPa; deformazione ultima a rottura 4%; area nominale 11 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, 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; avvitarlo 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 sovrapposizioni.

1

Installazione barre **Steel Dryfix**.



2

Applicazione prima mano di **Geocalce Multiuso**.



3

Installazione rete **Geo Grid 120**.



4

Avvitamento **Tassello Steel Dryfix** su barra **Steel Dryfix**.



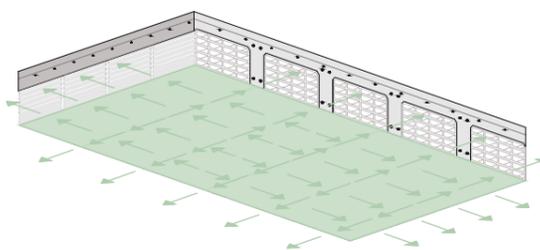
5

Applicazione seconda mano di **Geocalce Multiuso**.

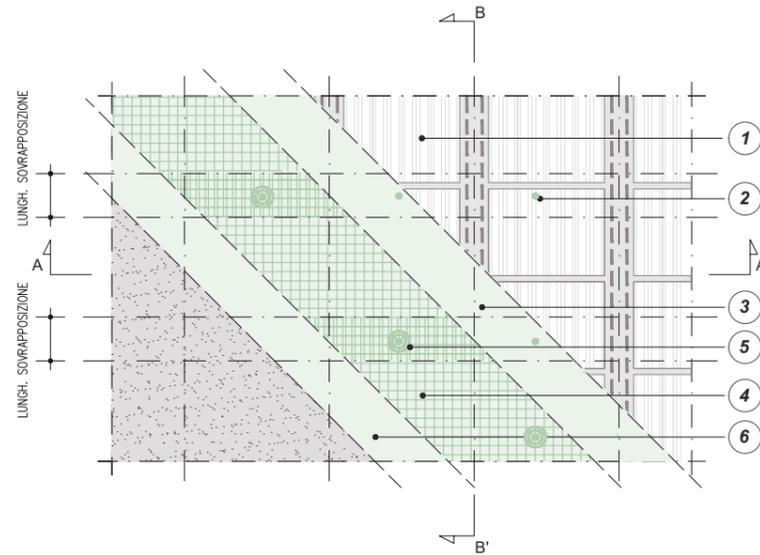


# 1.10A

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

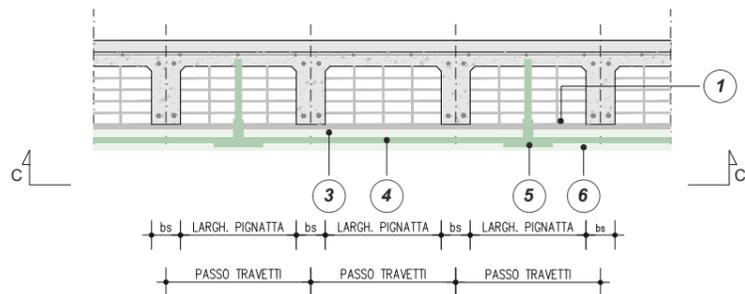


ASSONOMETRIA  
PRESIDIO ANTISFONDELLAMENTO DEL SOLAIO

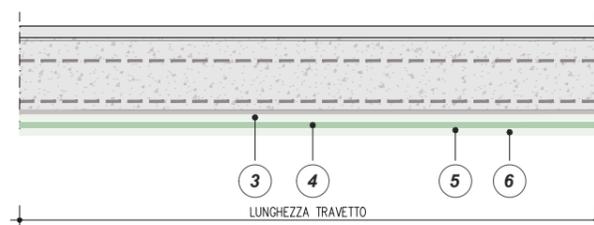


VISTA C - C'  
SISTEMA DI PREVENZIONE DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO CON RETE BIASSIALE IN BASALTO GEO GRID 120

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



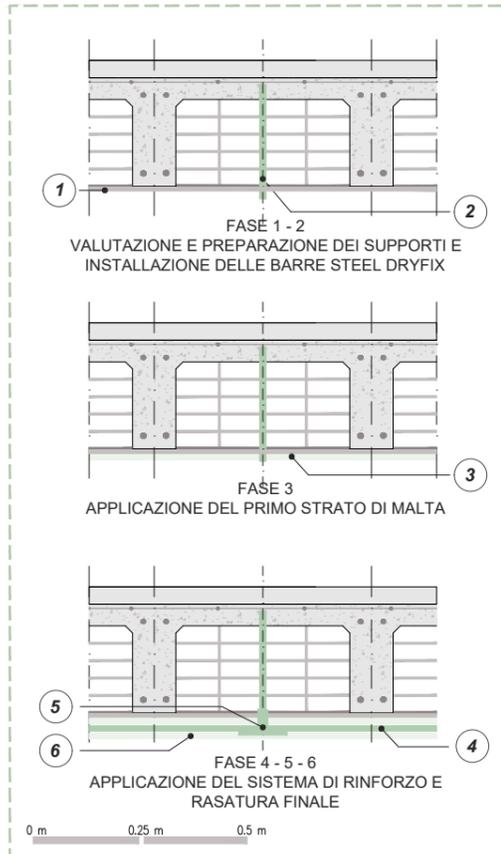
SEZIONE A - A'  
SISTEMA DI PREVENZIONE DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO CON RETE BIASSIALE IN BASALTO GEO GRID 120



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 IRRUVIDIMENTO DELLA SUPERFICIE CON ASPERITA' PARI A 0,5 mm

2 INSTALLAZIONE DELLE BARRE **STEEL DRYFIX** ALL'INTERNO DEL FORO PILOTA MEDIANTE APPOSITO **MANDRINO STEEL DRYFIX** IN CORRISPONDENZA DELLE PIGNATTE SINO AD ENTRARE PER 2 - 3 cm NELLA CAPPA COLLABORANTE

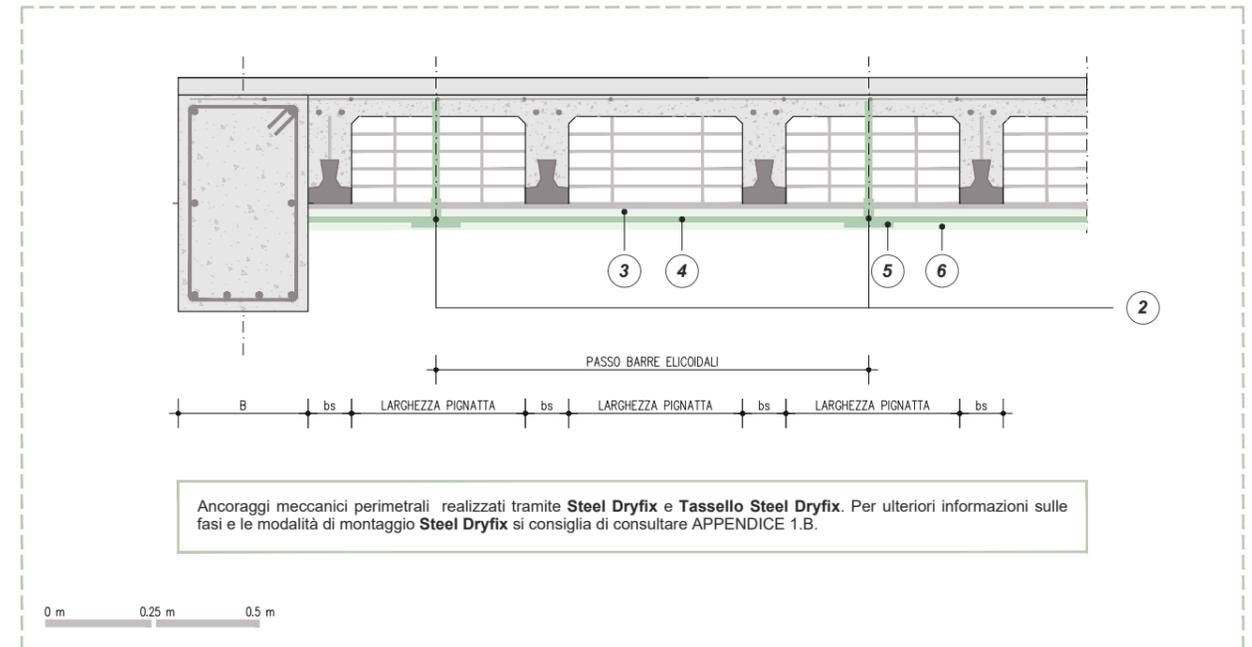
3 STESURA DI UNA PRIMA MANO DI **GEOCALCE MULTIUSO**, GARANTENDO SUL SUPPORTO UNA QUANTITÀ DI MATERIALE SUFFICIENTE (SPESSORE PRIMO STRATO 3 - 5 mm) PER APPLICARE E INGLOBARE LA RETE DI RINFORZO

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 DRYFIX**

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 Dryfix** e **Tassello Steel Dryfix**. Per ulteriori informazioni sulle fasi e le modalità di montaggio **Steel Dryfix** 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 Eco 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 Eco Granello** e con una connessione meccanica per pannello realizzata con la barra elicoidale **Steel Dryfix**. 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 Eco 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 Dryfix**, 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 Dryfix**. 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 Dryfix 8** o **Steel Dryfix 10** installate utilizzando gli appositi **Mandrino Steel Dryfix** e **Tassello Steel Dryfix**.

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 Eco Granello**.



2

Applicazione prima mano di **Geocalce Multiuso**.



3

Installazione rete **Geo Grid 120**.



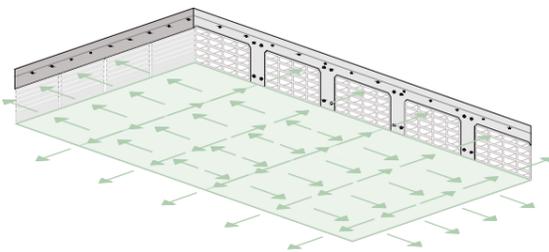
4

Rasatura finale con **Geocalce Multiuso**.

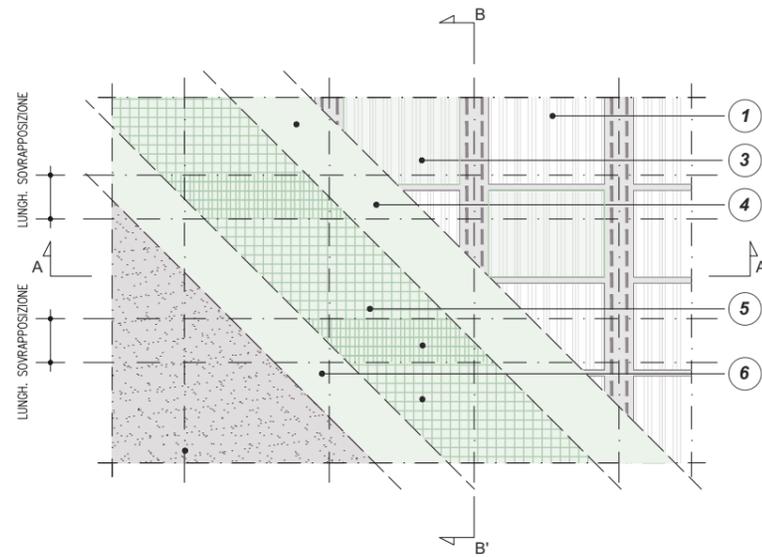


# 1.10B

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

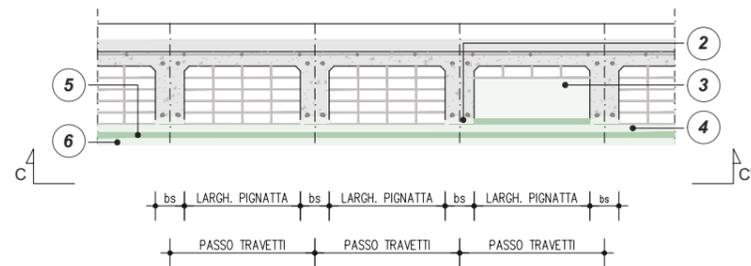


ASSONOMETRIA  
PRESIDIO ANTISFONDELLAMENTO DEL SOLAIO

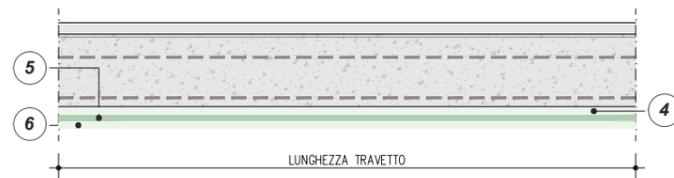


VISTA C - C'  
PRESIDIO DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO MEDIANTE RETE GEO GRID 120 O GEOSTEEL GRID 200 O RINFORZO ARV 100

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m



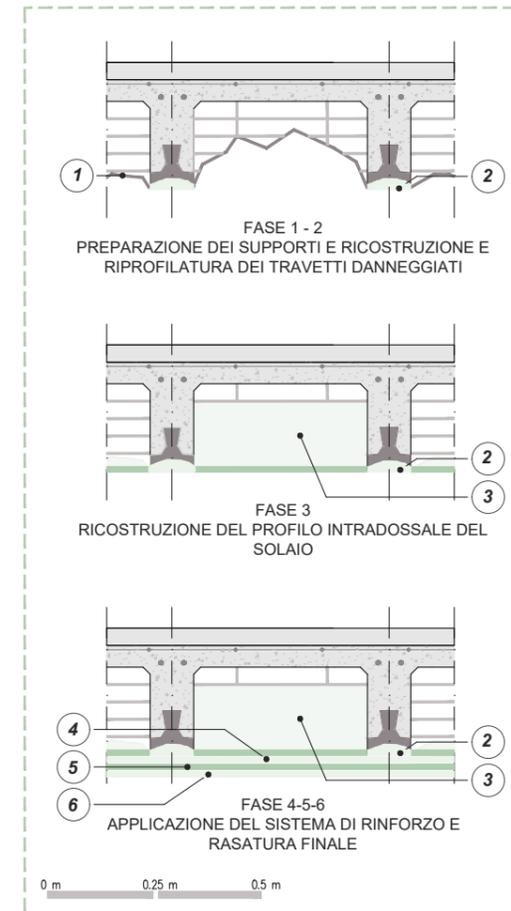
SEZIONE A - A'  
PRESIDIO DI SOLAI IN LATEROCEMENTO CON PROBLEMI DI SFONDELLAMENTO MEDIANTE RETE GEO GRID 120 O GEOSTEEL GRID 200 O RINFORZO ARV 100



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



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 ECO 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 ECO 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 Eco Granello** e con una connessione meccanica per pannello realizzata con la barra elicoidale **Steel Dryfix**.

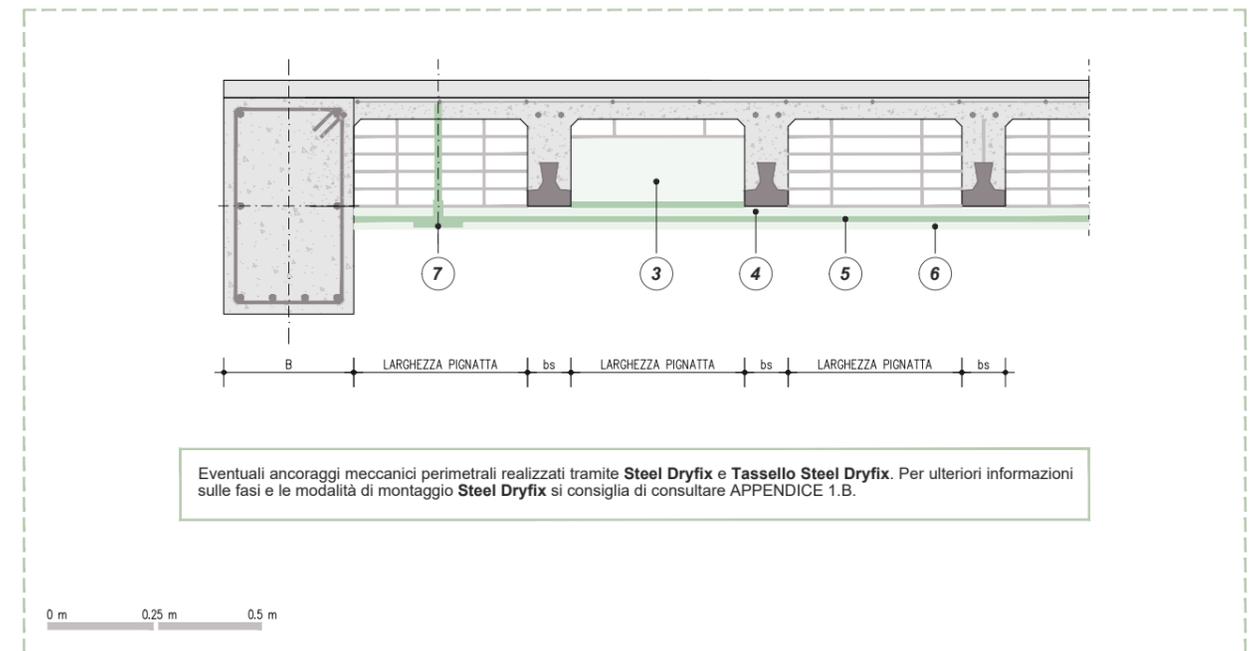
4 STESURA DI UNA PRIMA MANO DI **GEOCALCE MULTIUSO**, GARANTENDO SUL SUPPORTO UNA QUANTITÀ DI MATERIALE SUFFICIENTE (SPESSORE PRIMO STRATO CIRCA 3-5 mm) PER APPLICARE ED INGLOBARE LA RETE DI RINFORZO

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 DRYFIX** INSTALLATE A SECCO E AVVITAMENTO IN TESTA ALLE BARRE DI **TASSELLO STEEL DRYFIX**.

## PARTICOLARI CONNESSIONI PERIMETRALI



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

0 m 0.25 m 0.5 m

# 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 sabbatura. Pulire il substrato, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice.
2. 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.
3. 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**, su fondo 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, al fine di garantire un regolare assorbimento e favorire l'adesione della geomalta. 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**. 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.

### 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 adesione 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

Installazione rete metallica integrativa.



2

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



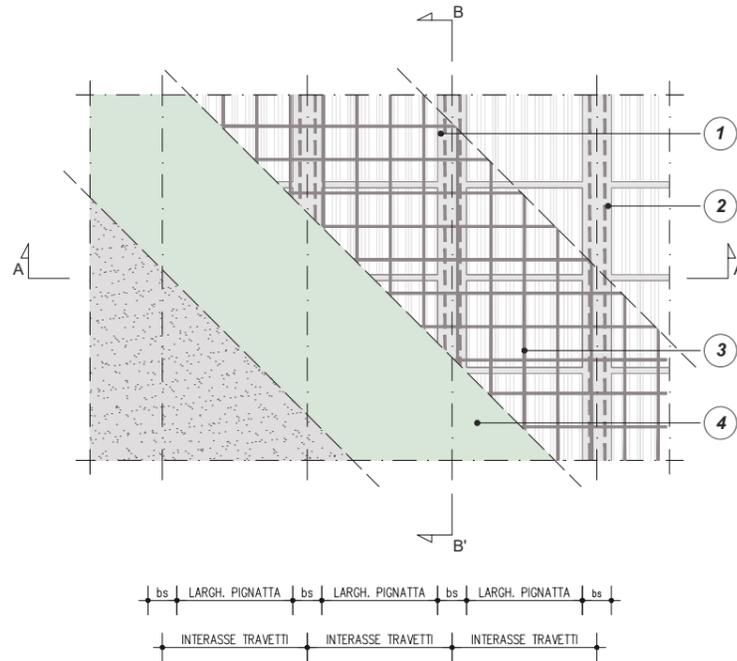
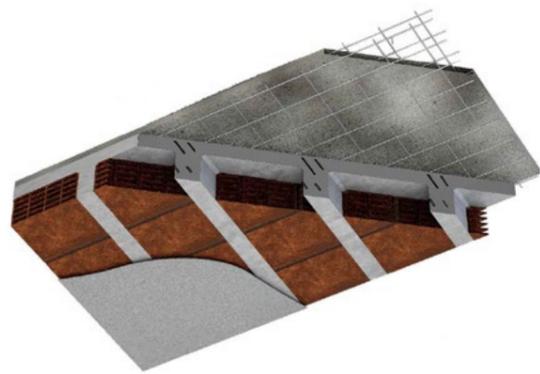
3

"Massaggiatura" superficiale del getto.



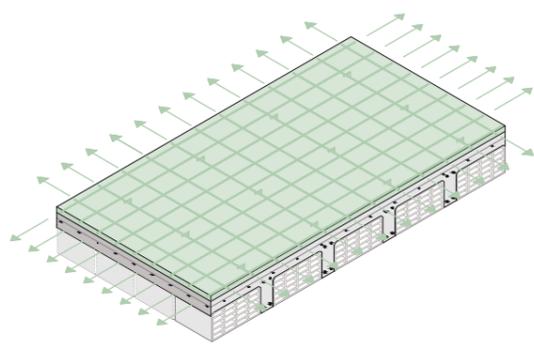
# 1.11A

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

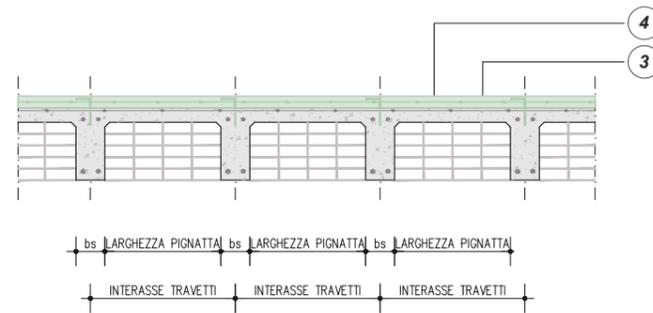


PIANTA  
RINFORZO MEDIANTE IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI SOLAIO IN LATEROCEMENTO O SOLETTA IN C.A. CON ARMATURA INTEGRATIVA E GETTO COLLABORANTE

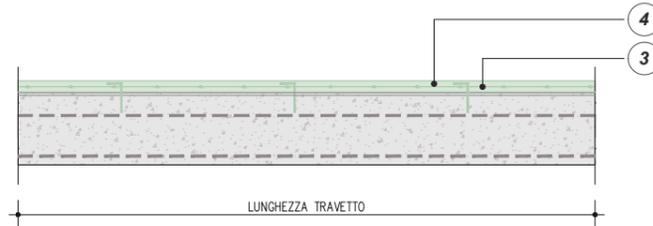
0 m 0.25 m 0.5 m 1 m



ASSONOMETRIA  
IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DEL SOLAIO



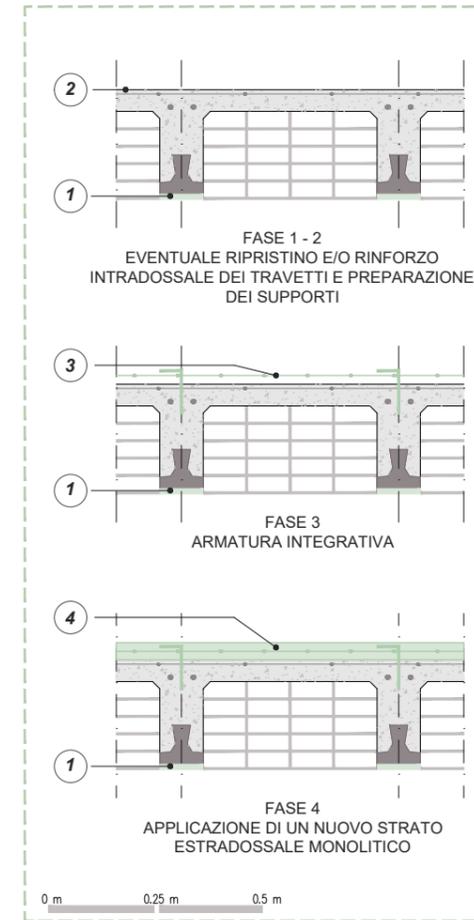
SEZIONE A - A'  
RINFORZO MEDIANTE IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI SOLAIO IN LATEROCEMENTO O SOLETTA IN C.A. CON ARMATURA INTEGRATIVA E GETTO COLLABORANTE



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



1 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

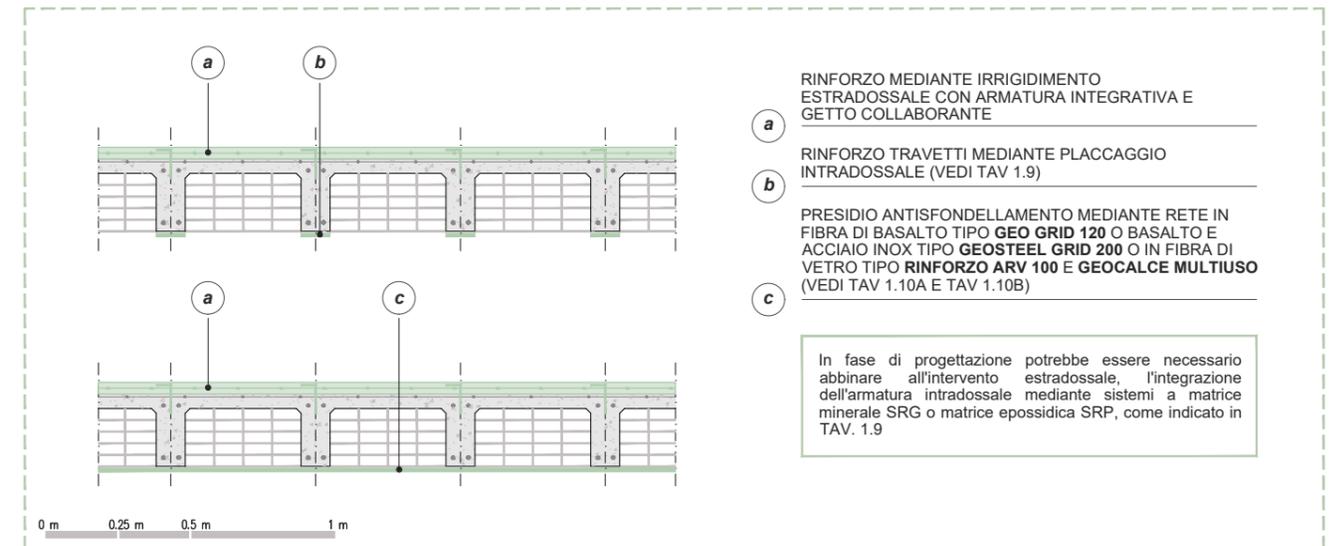
2 RIMOZIONE DI EVENTUALI PAVIMENTAZIONI E MASSETTI ESISTENTI. IRRUVIDIRE IL SUBSTRATO IN CALCESTRUZZO (ASPERITÀ  $\geq 5$  mm) MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE, ASPORTARE IN PROFONDITÀ L'EVENTUALE CALCESTRUZZO AMMALORATO FINO AL RAGGIUNGIMENTO DELLO STRATO DI CALCESTRUZZO CON CARATTERISTICHE 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, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI, CON ARIA COMPRESA O IDROPULTRICE

3 PREVEDERE ADEGUATA RETE METALLICA INTEGRATIVA, OPPORTUNAMENTE CALCOLATA E VERIFICATA DA TECNICO PROFESSIONISTA ABILITATO (SI CONSIGLIA UNA RETE ELETTROSALDATA A MAGLIA 10X10 cm,  $\varnothing$  5 mm). FISSARLA AL SUPPORTO ESISTENTE MEDIANTE IDONEI ANCORANTI DISPOSTI CON PASSO PRESTABILITO E DISTANZIATA DAL SUPPORTO, GARANTENDO ADEGUATO COPRIFERRO. APPLICARE LA RETE INTEGRATIVA SULL'INTERA AREA D'INTERVENTO

3 Sigillare eventuali lesioni mediante iniezioni con sistemi epossidici 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 "elle" e inghisati al sottofondo con resina epossidica **EpoFill** o **EpoFix** (profondità minima di 60 mm). Per riporti ad alto spessore da 60 a 100 mm inserimento di rete elettrosaldata  $\varnothing$  5 mm a maglia 100x100 mm circa posizionata al terzo superiore dello spessore e ancorata con tondini in acciaio piegati a "elle" e inghisati al sottofondo con resina epossidica **EpoFill** o **EpoFix** (profondità minima di 100 mm). 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 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 **GEOLITE MAGMA**. APPLICARE **GEOLITE MAGMA** PER COLAGGIO. 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



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 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. Nel caso di solaio in legno procedere con l'interposizione sulla superficie estradossale di un foglio impermeabile traspirante.
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. 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 ad elevata duttilità sistema **Geolite FRC - Geolite Magma Xenon & Steel Fiber** (Fiber Reinforced Concrete). La soletta deve avere uno spessore variabile da 15 a 40 mm. Per riporti maggiori di 40 mm su superfici estese si consiglia l'applicazione di un'armatura metallica di contrasto ancorata al supporto mediante tassellatura. 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. 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**, **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.

## 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** o **Steel Connect W** 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

Miscelazione del sistema **Geolite FRC**.



3

Installazione connettori **Steel Connect**.



4

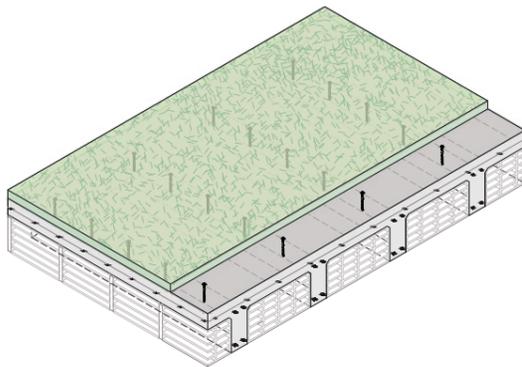
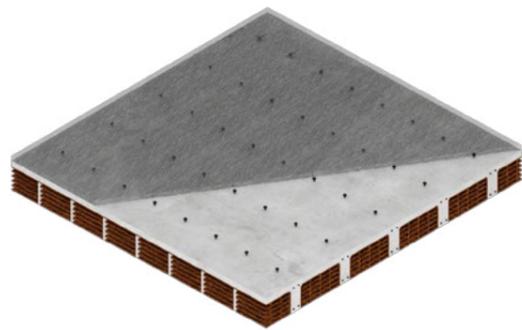
Getto e "massaggiatura" del sistema **Geolite FRC**.



# 1.11B

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

Genius Lab

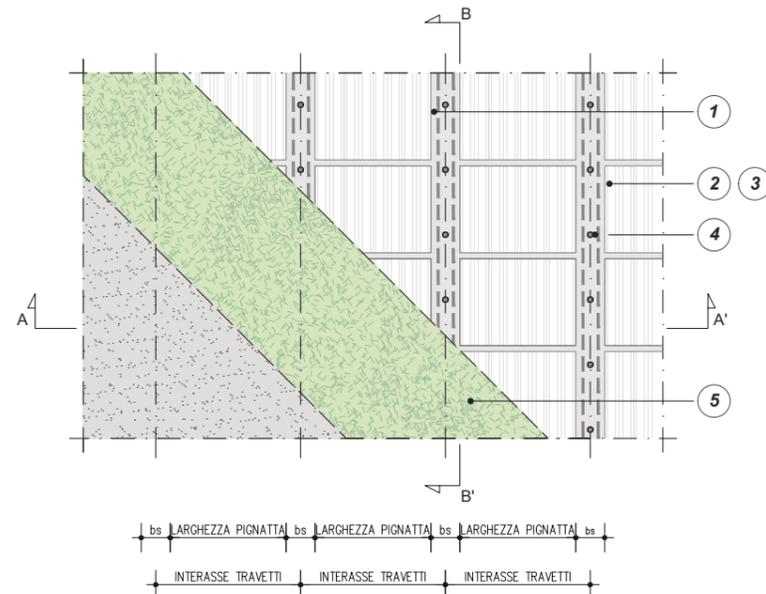


ASSONOMETRIA RINFORZO A FLESSIONE E IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DEL SOLAIO MEDIANTE SISTEMI GEOLITE FRC E CONNETTORI VERTICALI STEEL CONNECT

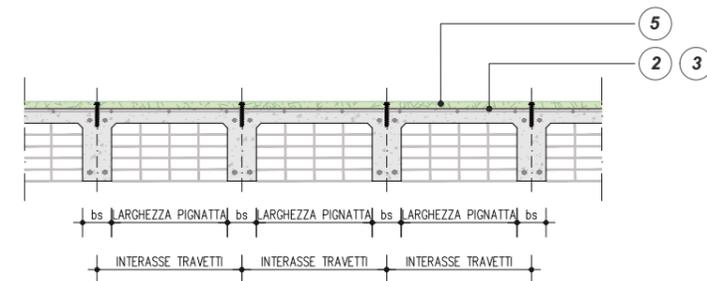
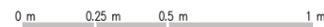
**NOTE**

La soletta estradosale 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 1.11C per maggiori informazioni.

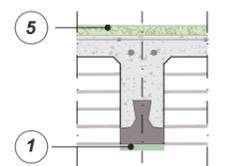
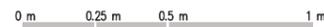
POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



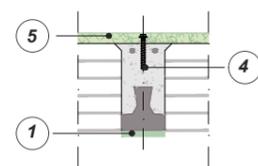
PIANTA RINFORZO A FLESSIONE E IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI SOLAIO IN LATEROCEMENTO O SOLETTA IN C.A. MEDIANTE GETTO COLLABORANTE DI SISTEMI GEOLITE FRC E CONNETTORI VERTICALI STEEL CONNECT C



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 E CONNETTORI VERTICALI STEEL CONNECT C



SCHEMA DI INTERVENTO SOLAIO ESISTENTE IN LATEROCEMENTO CON CAPPA COLLABORANTE



SCHEMA DI INTERVENTO SOLAIO ESISTENTE IN LATEROCEMENTO SENZA CAPPA COLLABORANTE

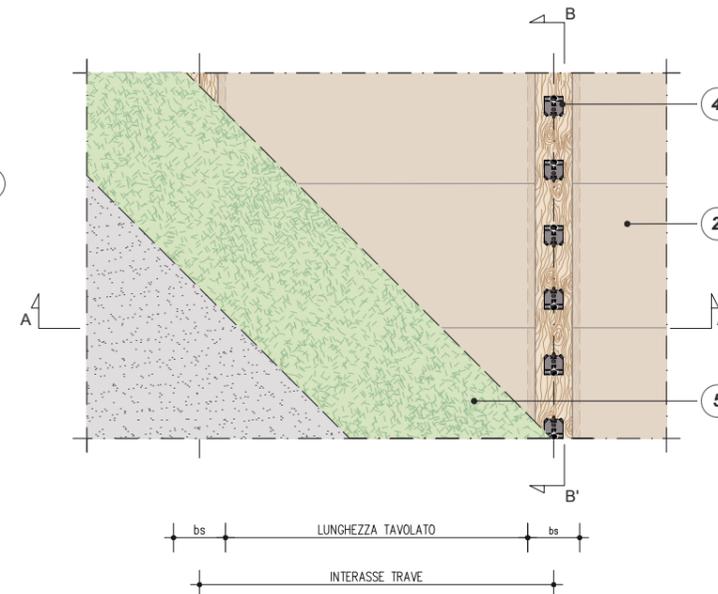


**QUADRO NORMATIVO**

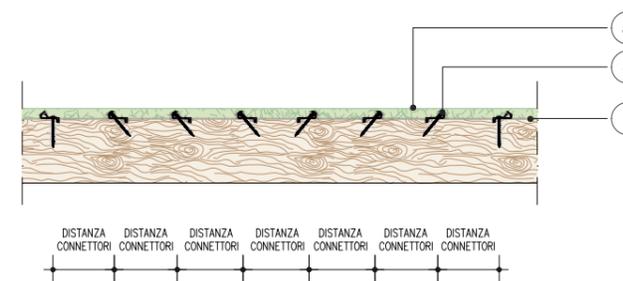
Ai solai, oltre al compito di garantire la resistenza ai carichi verticali, è richiesta anche rigidezza nel proprio piano al fine di distribuire correttamente le azioni orizzontali tra le strutture verticali. Il progettista deve verificare che le caratteristiche dei materiali, delle sezioni resistenti 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 rigidezza nel piano e che sia evitato il pericolo di effetti secondari indesiderati.

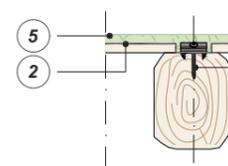
(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell' Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018 § C4.1.9)  
 Nel caso in cui nell'intervento si faccia uso di materiali compositi, ai fini delle verifiche di sicurezza degli elementi rinforzati, 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)



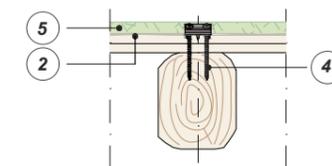
PIANTA RINFORZO A FLESSIONE E IRRIGIDIMENTO ESTRADOSSALE DI SOLAIO IN LEGNO MEDIANTE GETTO COLLABORANTE DI SISTEMI GEOLITE FRC E CONNETTORI VERTICALI STEEL CONNECT W



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



SCHEMA DI INTERVENTO SOLAIO ESISTENTE IN LEGNO CON TRAVE



SCHEMA DI INTERVENTO SOLAIO ESISTENTE IN LEGNO CON DOPPIO TAVOLATO



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 intradosale 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 SABBIAURA. PULIRE IL SUBSTRATO PER ELIMINARE QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI, CON ARIA COMPRESSA O IDROPULITRICE. NEL CASO DI SOLAI IN LEGNO, PROCEDERE CON L'INTERPOSIZIONE SULLA SUPERFICIE ESTRADOSSALE DI FOGLIO IMPERMEABILE-TRASPIRANTE

3 BAGNATURA A RIFIUTO FINO AD OTTENERE UN SUBSTRATO SATURO, MA PRIVO DI ACQUA IN SUPERFICIE. IN ALTERNATIVA ALLA BAGNATURA CON ACQUA, SU SUPERFICIE 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 A TAGLIO DELLA LINEA STEEL CONNECT TRA LA SOLETTA INSERITA EX NOVO E IL SOLAIO ESISTENTE. UTILIZZARE CONNETTORI 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

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 COMPRESO TRA 15 mm E 40 mm MEDIANTE SISTEMI GEOLITE FRC: GEOLITE MAGMA XENON & STEEL FIBER O GEOLITE MAGMA & STEEL FIBER. L'APPLICAZIONE AVVIENE PER COLAGGIO E SI RACCOMANDA DI CURARE LA STAGIONATURA UMIDA DELLE SUPERFICI NELLE PRIME 48 ORE

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 40 mm è possibile prevedere l'applicazione di un'armatura metallica di contrasto adeguatamente ancorata al supporto mediante tassellatura. Si consulti TAV 1.11A per maggiori informazioni. Lo strato estradosale illustrato nel presente elaborato incrementa la resistenza flessionale del solaio esistente, ma può fungere anche da anima del diaframma di piano. Si consulti TAV 1.11C per maggiori informazioni.

# 1.11C

## 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.
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, 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 fibrorinforzata ad elevata duttilità sistema **Geolite FRC – Geolite Magma Xenon & Steel Fiber** (Fiber Reinforced Concrete). La soletta deve avere uno spessore variabile da 15 a 40 mm. Per riporti maggiori di 40 mm su superfici estese si consiglia l'applicazione di un'armatura metallica di contrasto ancorata al supporto mediante tassellatura. Provveduto alla preparazione del fondo, aumentare la sezione resistente per colaggio, 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. 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**, **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.

### 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 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; 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.

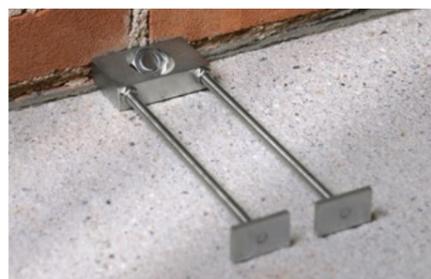
1

Preparazione dei supporti.



2

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



3

Miscelazione del sistema **Geolite FRC**.



4

Getto del sistema **Geolite FRC**.



5

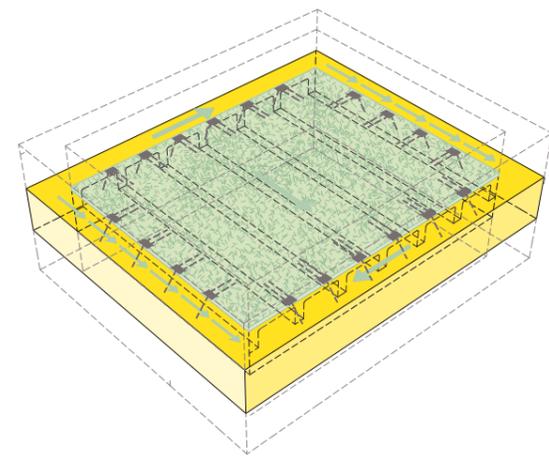
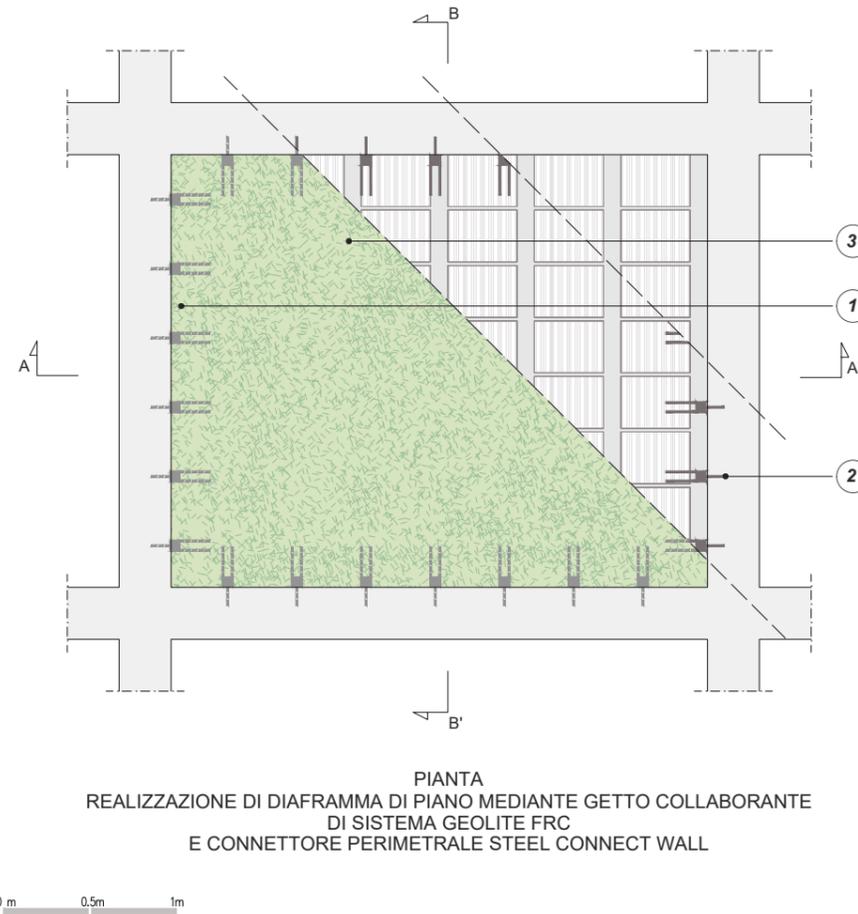
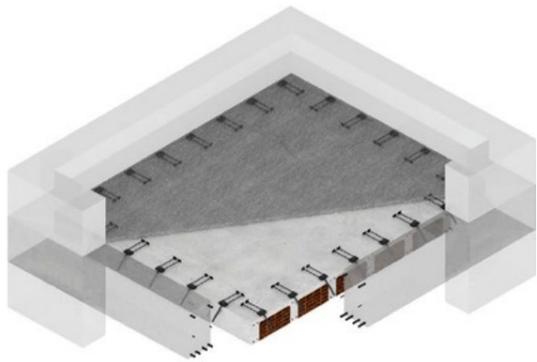
"Massaggiatura" superficiale del getto.



# 1.11C

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

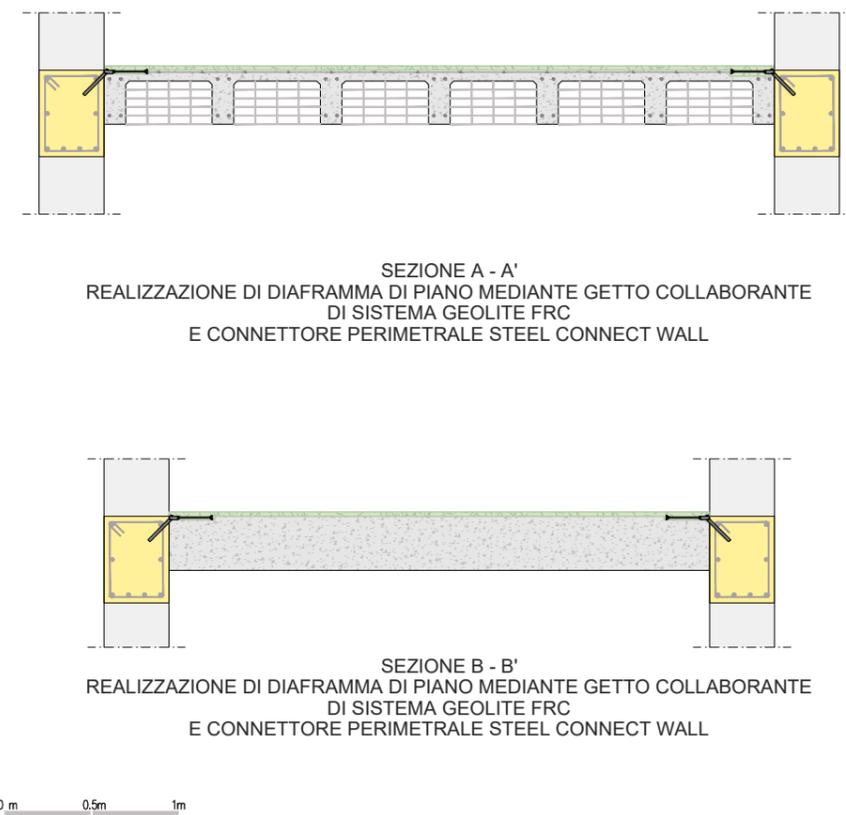
Genius Lab



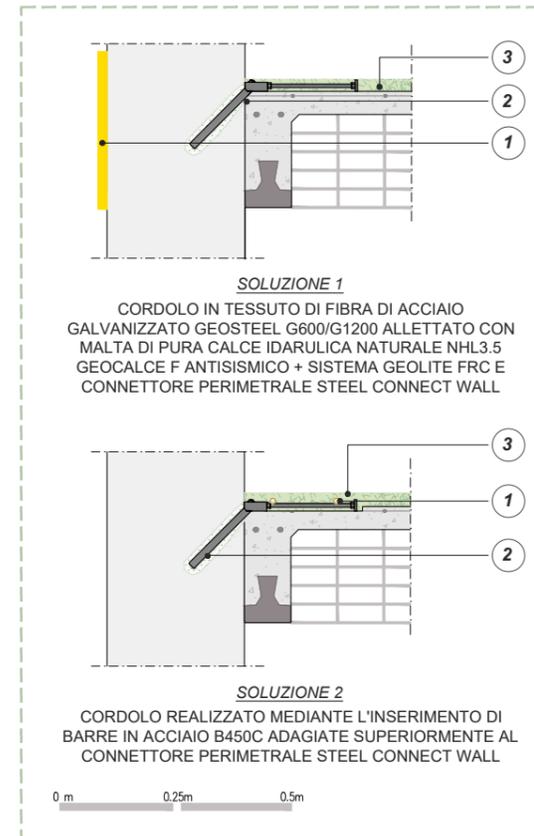
ASSONOMETRIA  
REALIZZAZIONE DI DIAFRAMMI DI PIANO MEDIANTE SISTEMI GEOLITE FRC E CONNETTORE STEEL CONNECT WALL

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).



SOLUZIONI DIFFERENTI PER CORDOLO E CONNETTORE



1 REALIZZAZIONE DI UN CORDOLO PERIMETRALE DEL DIAFRAMMA DI PIANO

Il cordolo perimetrale può essere realizzato con diverse modalità. Nei dettagli a lato sono illustrati un cordolo realizzato con fasce di tessuto di acciaio (TAV 1.28) 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 cordolo 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.

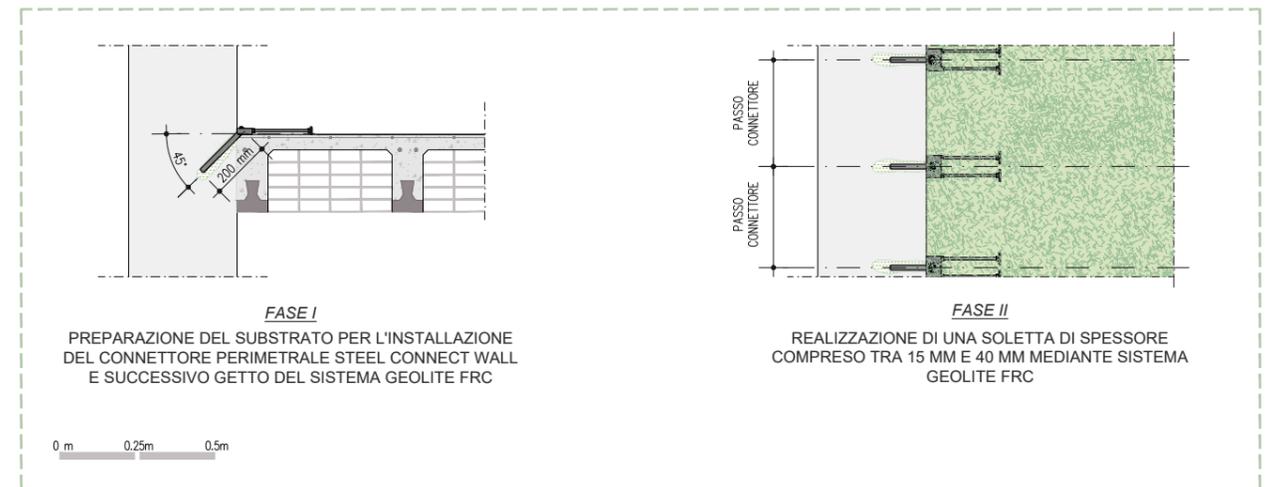
2 APPLICAZIONE DEI CONNETTORI PERIMETRALI STEEL CONNECT WALL TRA IL DIAFRAMMA DI PIANO E GLI ELEMENTI SISMO-RESISTENTI MEDIANTE ESECUZIONE DI FORI INCLINATI DI 45° AVENTI DIAMETRO DI ALMENO 24 MM, INGHISATI TRAMITE GEOCALCE FL ANTISISMICO SU STRUTTURE IN MURATURA. PER ELEMENTI IN CALCESTRUZZO, IL FORO 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 REALIZZAZIONE DI UNA SOLETTA DI SPESSORE COMPRESO TRA 15 mm E 40 mm MEDIANTE SISTEMI GEOLITE FRC: GEOLITE MAGMA XENON & STEEL FIBER O GEOLITE MAGMA & STEEL FIBER. PER SPESSORI SUPERIORI AI 40 MM È POSSIBILE PREVEDERE UNA RETE METALLICA INTEGRATIVA (VEDI TAV 1.11A)

Per informazioni sulla preparazione del substrato, degli interventi di preparazione al getto e dell'esecuzione dei Sistemi **Geolite FRC** consultare TAV 1.11B. L'anima del diaframma di piano può essere realizzata anche solo con **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.

DETTAGLIO STEEL CONNECT WALL



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 rigidezza, 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)

# 1.12

## Rinforzo a flessione 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**. 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. Eseguire il sistema di rinforzo strutturale 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 energetica 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 Eco 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 **Kerakover Acrilex Flex**, 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**.

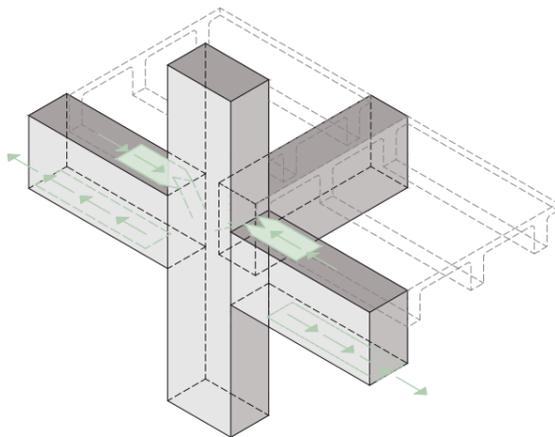
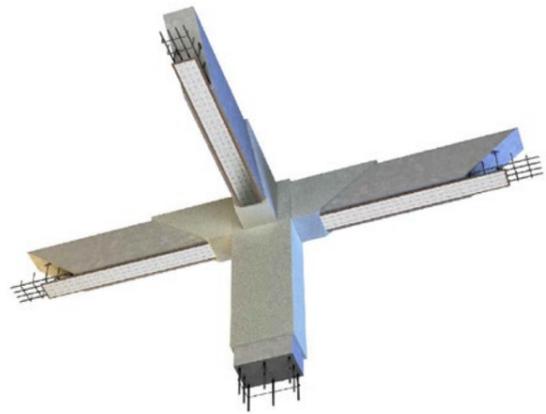


6 Applicazione seconda mano di **Geolite**.



# 1.12

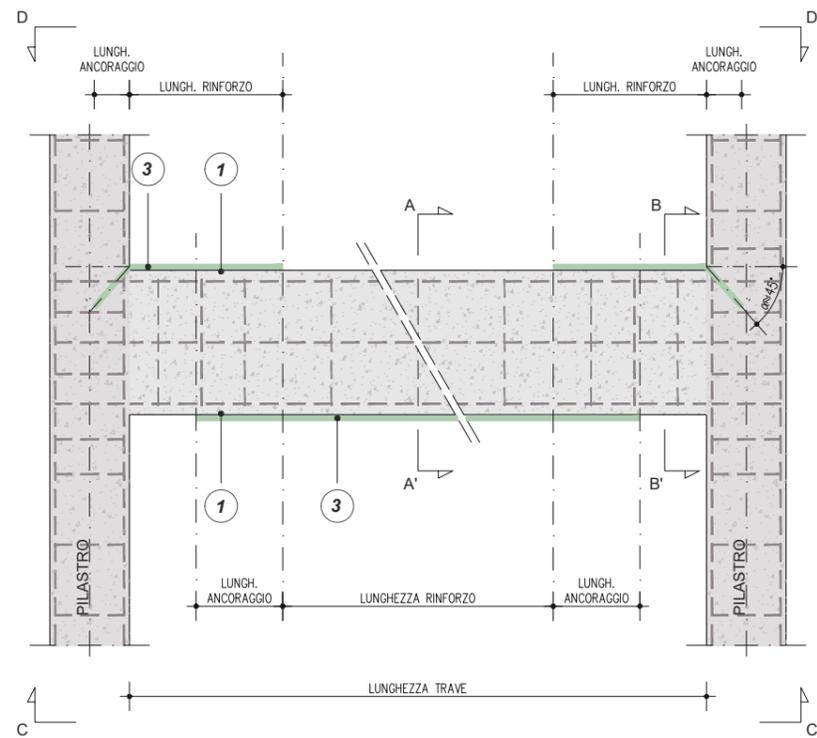
RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVI MEDIANTE PLACCAGGIO CON TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E GEOMALTA MINERALE STRUTTURALE TIXOTROPICA



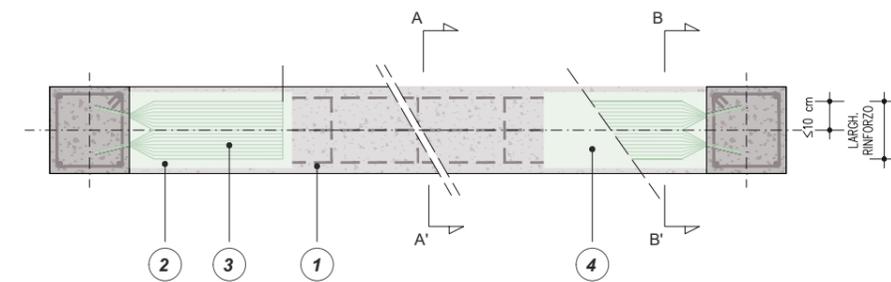
ASSONOMETRIA RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE

NOTE

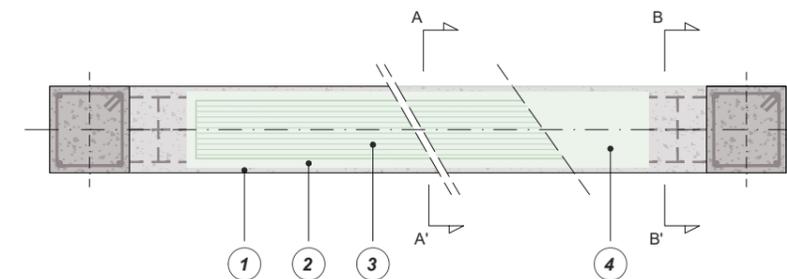
Nota bene: la normativa CNR-DT 215/2018, al paragrafo 5, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup> nel caso del rinforzo per aderenza.



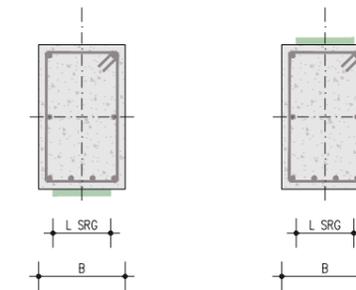
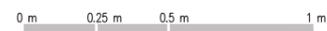
PROSPETTO RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE MEDIANTE PLACCAGGIO ESTRADOSSALE - INTRADOSSALE



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



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



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 1.5 e TAV 1.7.

CONNESSIONE PILASTRO CONFINATO - TRAVE RINFORZATA MEDIANTE PLACCAGGIO

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, 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 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 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 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 sfocatura, si consideri una larghezza massima di 100 mm di fascia per ogni foro eseguito. Eseguire l'inghisaggio del tessuto sfocato con **Geolite Gel**. 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 **Kerakover Acrilex Flex**, 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.

# 1.13

## 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 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 Eco 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 **Kerakover Acrilex Flex**, 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 C-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**.

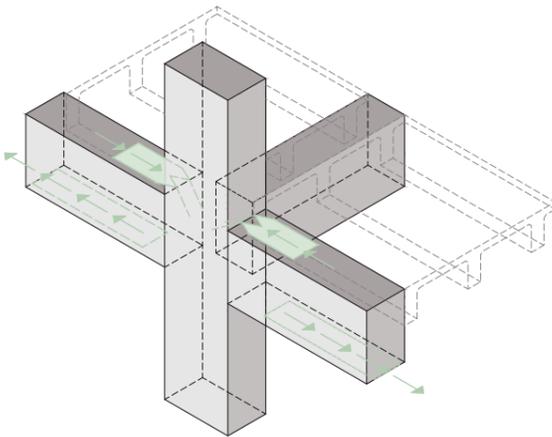
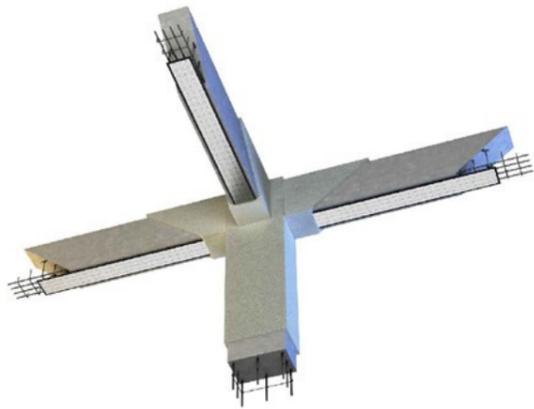


5 Applicazione seconda mano di **Geolite Gel**.



# 1.13

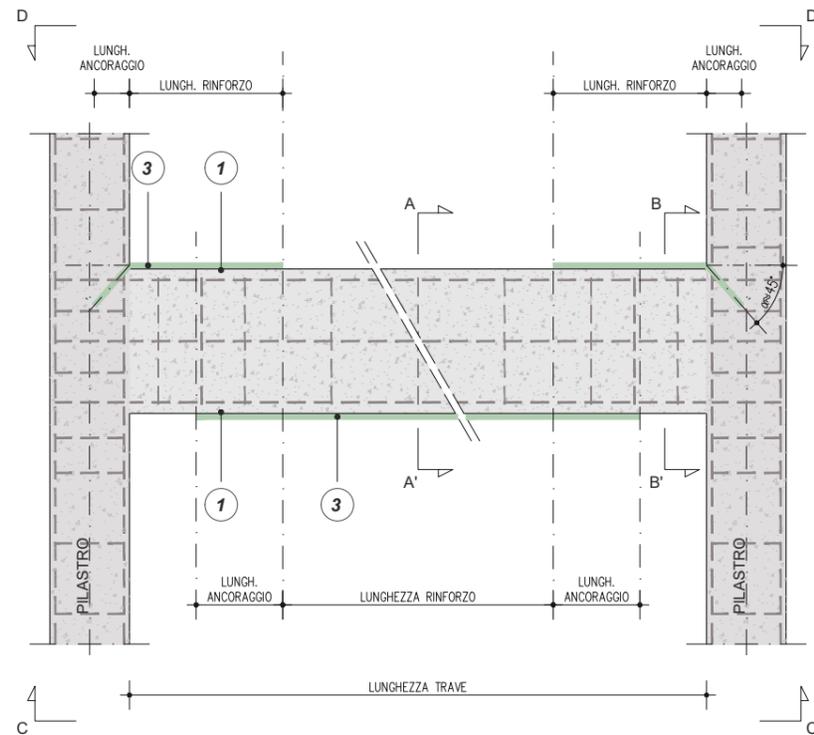
RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVI MEDIANTE PLACCAGGIO CON TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E ADESIVO EPOSSIDICO



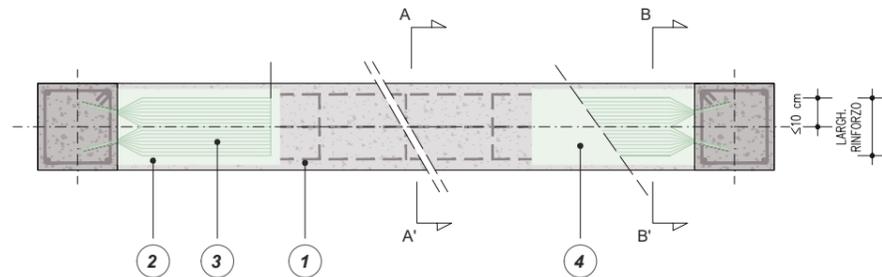
ASSONOMETRIA RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE

NOTE

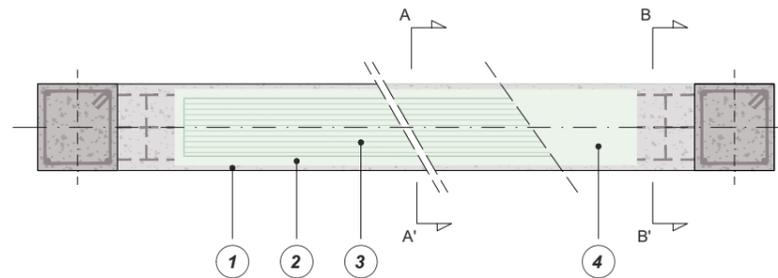
Nota bene: la normativa CNR-DT 200 R1/2013, al paragrafo 4.8.1.1, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup> nel caso del rinforzo per aderenza.



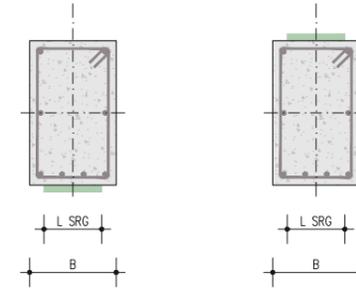
PROSPETTO RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE MEDIANTE PLACCAGGIO ESTRADOSSALE - INTRADOSSALE



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



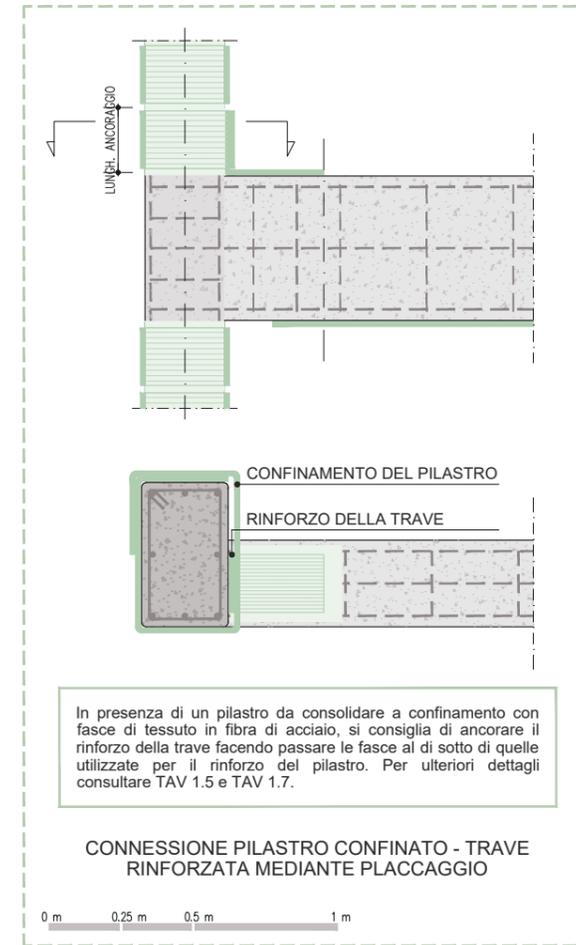
PIANTA C - C' RINFORZO A FLESSIONE DELLA TRAVE MEDIANTE PLACCAGGIO INTRADOSSALE



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 1.5 e TAV 1.7.

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. (CNR - DT 200 R1/2013 § 4.2.1.)

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)

1 IRRUVIDIRE LA SUPERFICIE E PULIRE E RIMUOVERE POLVERI E OLI CHE COMPROMETTONO L'ADESIONE DEL SISTEMA, MEDIANTE ARIA COMPRESSA O IDROPULTRICE. 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**.

2 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 sabbaiatura 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 R1/2013 § 4.8.1.3)

3 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

4 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 FUORIESCA 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

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 sfioccatura, si consideri una larghezza massima di 100 mm per ogni foro eseguito. Eseguire l'inghisaggio del tessuto con **Geolite Gel**. Per maggiori informazioni sulla sovrapposizione degli strati di tessuto e sull'ancoraggio d'estremità consultare l'APPENDICE 1.A.

Deve essere prevista una lunghezza di ancoraggio almeno pari a 200 mm. In alternativa, è possibile l'impiego di connettori meccanici. (CNR - DT 200 R1/2013 § 4.8.2.2)

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 ECO 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 **Kerakover Acriflex Flex**, 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.

# 1.14

## 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 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 Eco 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 dell'adesivo minerale epossidico **Geolite Gel**.
- 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 **Kerakover Acrilex Flex**, 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  $\geq$  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, 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**.



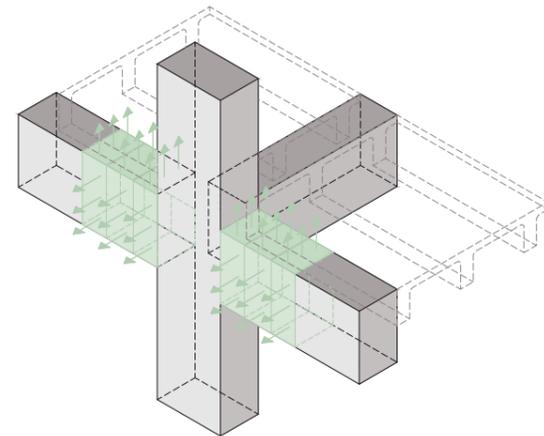
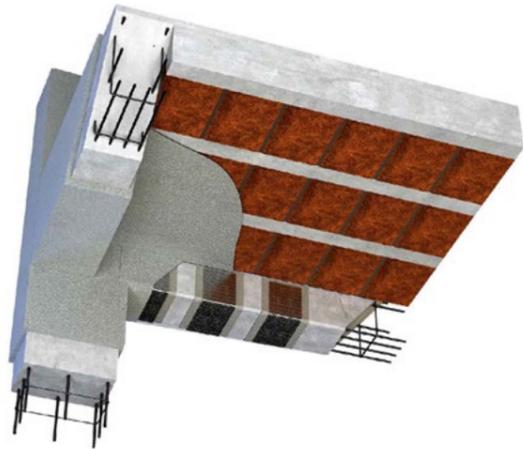
6 Applicazione seconda mano di **Geolite**.



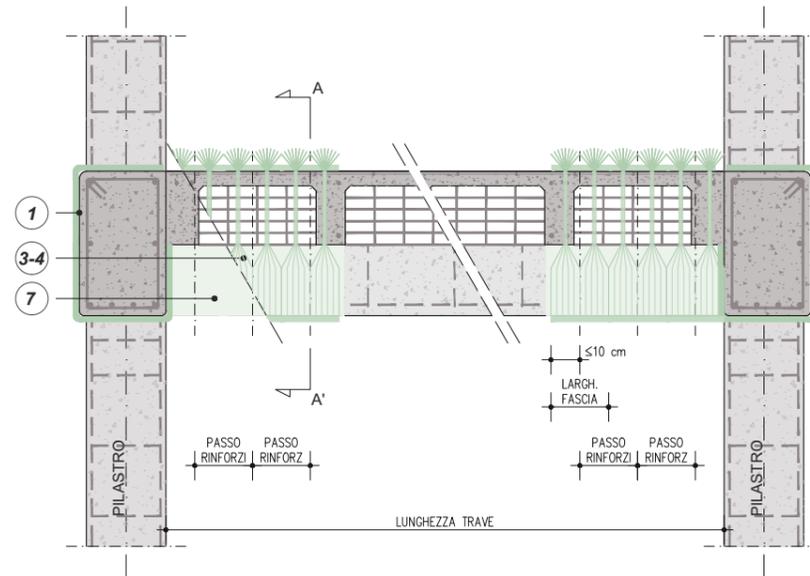
# 1.14

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

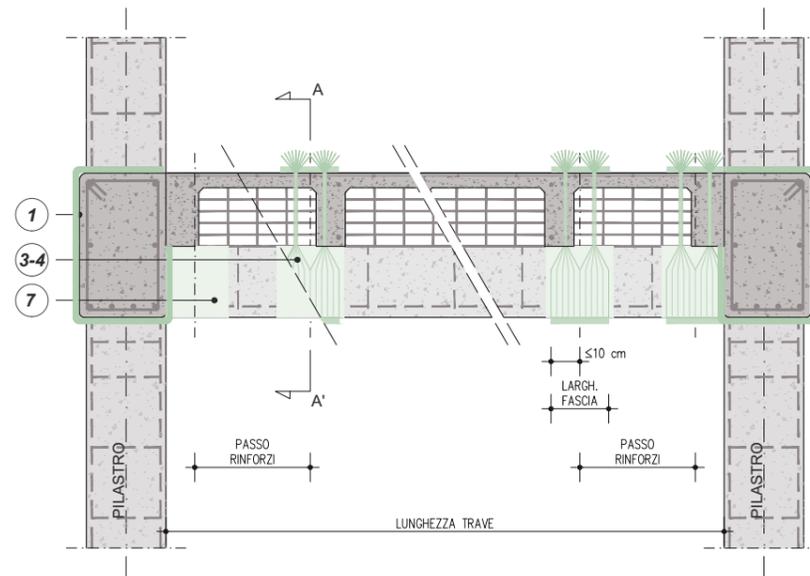
Geoforce one  
Software



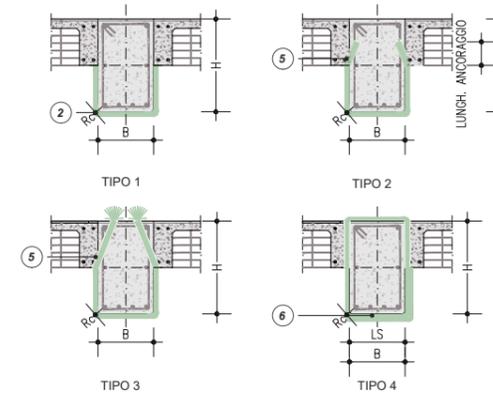
ASSONOMETRIA  
RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE



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 Gel**. 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



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**. Eseguire un foro per l'ancoraggio ogni 10 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 §2.2.2.2)

##### 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 STONDATE GLI SPIGOLI CON RAGGIO DI CURVATURA MINIMO DI 20 mm
- 2

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)

- 3
- 4
- 5
- 6

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

ANCORAGGIO DI ESTREMITÀ MEDIANTE SFIOCATURA PASSANTE O SU FORO CIECO

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

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 **Kerakover Acrilex Flex**, 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.

#### 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.

# 1.15

## 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 stondatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
- 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 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 intonato o mascherato mediante rasatura, si consiglia l'utilizzo di **Geolite Silt**, **Geocalce Multiuso** o **Rasobuild Eco 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**.
- 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 **Kerakover Acrilex Flex**, 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 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 C-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 stondatura 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.

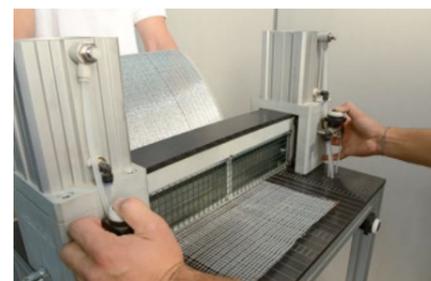
2  Preparazione delle superfici di supporto.

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**.

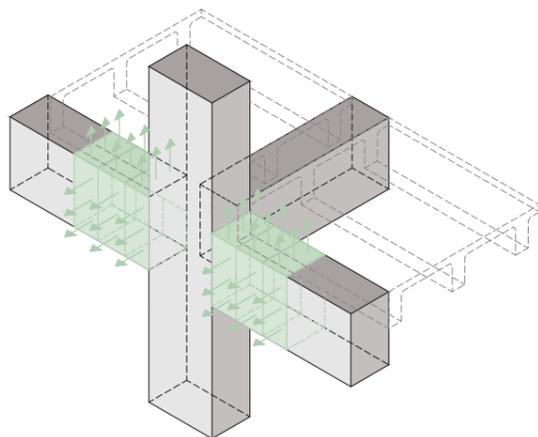
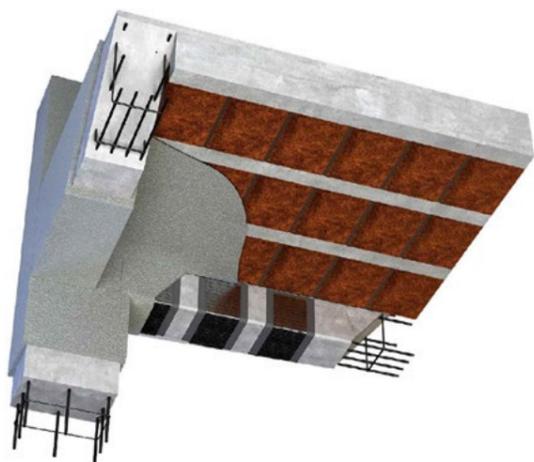
6  Applicazione seconda mano di **Geolite Gel**.



# 1.15

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

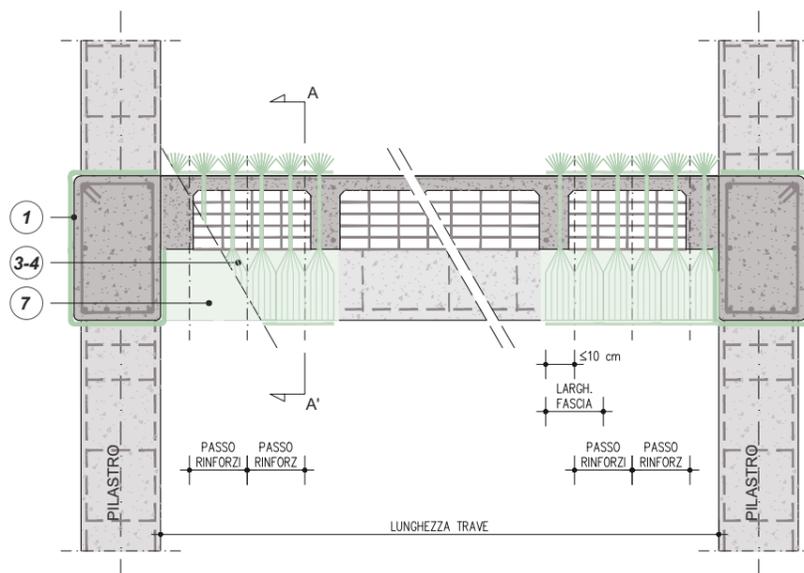
Geoforce one  
Software



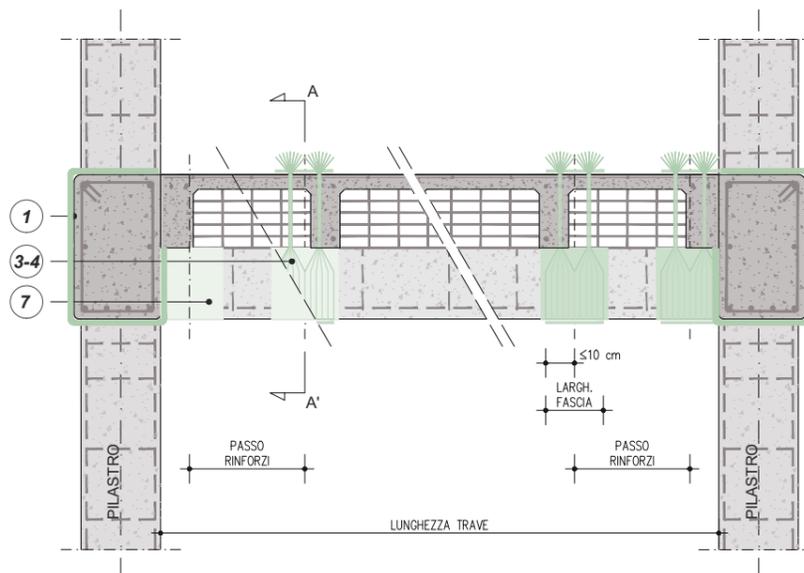
ASSONOMETRIA RINFORZO A TAGLIO DELLA TRAVE

NOTE

Nota bene: la normativa CNR-DT 200 R1/2013, al paragrafo 4.8.1.1, 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

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 R1/2013 § 4.3.1.)

Il rinforzo a taglio con materiali compositi si realizza applicando in aderenza sulla superficie esterna della membratura da rinforzare (Figura 4-7) 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 adiacenza le une alle altre, o in maniera discontinua. 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. La disposizione del sistema di rinforzo attorno alla sezione può avvenire nei seguenti modi: ad U o in avvolgimento (Figura 4-8). (CNR - DT 200 R1/2013 § 4.3.2.)

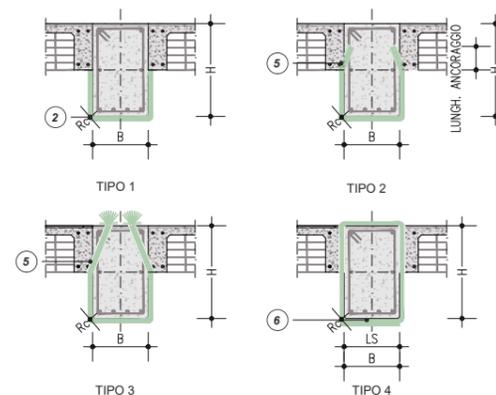
Placcatura e fasciatura in materiali compositi

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)

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



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 sfioccatura, si consideri una larghezza massima di 100 mm di fascia per ogni foro eseguito. L'inghisaggio del tessuto sfioccato, sarà eseguito con **Geolite Gel**. 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



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**. Eseguire un foro per l'ancoraggio ogni 10 cm di larghezza di fascia.

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 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 R1/2013 § 4.8.1.3)\*

2 PREPARARE IL SUPPORTO CON ASPERITÀ DI ALMENO 0.5 mm E STONDARE GLI SPIGOLI CON RAGGIO DI CURVATURA MINIMO DI 20 mm

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, dell'arrotondamento deve essere almeno pari a 20 mm. (CNR - DT 200 R1/2013 § 4.8.2.2)

4 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

5 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

6 Nel caso di sistemi di rinforzi 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 barre, lamine o strisce di FRP. 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 R1/2013 § 4.3.2)

7 ANCORAGGIO DI ESTREMITÀ MEDIANTE SFIOCCATURA PASSANTE O SU FORO CIECO

8 APPLICARE IL TESSUTO CON LA LUNGHEZZA DI SOVRAPPOSIZIONE LS TALE DA GARANTIRE IL CORRETTO FUNZIONAMENTO DEL RINFORZO

9 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 ECO TOP** CON UNO SPOLVERO DI **QUARZO 5.12** O SABBIA ASCIUTTA DI OPPORTUNA GRANULOMETRIA SUL SISTEMA EPOSSIDICO ANCORA FRESCO

10 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 **Kerakover Acriflex Flex**, 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.