

Guida ai sistemi
**per il rinforzo strutturale
e adeguamento sismico**
con materiali compositi fibrorinforzati
a matrice polimerica FRP



QUALITÀ PER L'EDILIZIA

draco-edilizia.it

draco-edilizia.it



QUALITÀ PER L'EDILIZIA



ANNIVERSARY 1982-2022

COSTRUIRE HA NUOVI CONFINI



LINEA CALCESTRUZZO

Additivi e sistemi per il calcestruzzo



LINEA IMPERMEABILIZZAZIONE

Sistemi per le impermeabilizzazioni delle strutture



LINEA PAVIMENTI

Prodotti e sistemi per le pavimentazioni industriali



LINEA RESTAURO E PROTEZIONE

Soluzioni per il restauro delle strutture



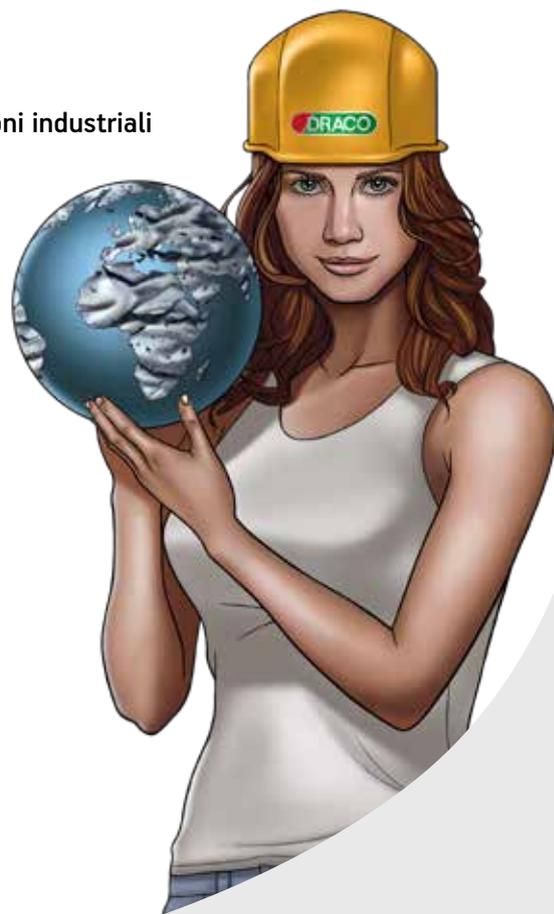
LINEA UNDERGROUND E TUNNELLING

Soluzioni per fondazioni speciali e gallerie



LINEA RISANAMENTO E BIOEDILIZIA

Deumidificazione e risanamento di edifici in muratura



INDICE

INTRODUZIONE

PAG 04

I vantaggi e le applicazioni della tecnologia FRP

1. CEMENTO ARMATO

PAG 08

Descrizione generale delle tipiche problematiche relative agli elementi strutturali in c.a.

1.1 TRAVE IN C.A. - Rinforzo a flessione con tessuto in fibra di carbonio	Pag 10
1.2 TRAVE IN C.A. - Rinforzo a flessione con lamelle in fibra di carbonio	Pag 12
1.3 TRAVE IN C.A. - Rinforzo a taglio con tessuto in fibra di carbonio	Pag 14
1.4 TRAVE IN C.A. - Rinforzo a flessione e ripristino della compressione tramite pretensionamento	Pag 16
1.5 SOLAIO IN LATERO-CEMENTO - Rinforzo a flessione con lamelle in fibra di carbonio	Pag 18
1.6 PILASTRO IN C.A. - Rinforzo a compressione tramite confinamento con tessuti in fibra di carbonio	Pag 20
1.7 PILASTRO IN C.A. - Rinforzo a pressoflessione e taglio con lamelle e tessuti in fibra di carbonio	Pag 22
1.8 NODO TRAVE-PILASTRO - Rinforzo del nodo tramite confinamento con tessuti in fibra di carbonio	Pag 24
1.9 SETTI IN C.A. - Rinforzo a taglio con tessuti e lamelle in fibra di carbonio	Pag 26
1.10 TAMPONAMENTI E SOLAI - Rinforzo, antisfondellamento e miglioramento del comportamento sismico	Pag 28

2. MURATURA

PAG 30

Descrizione generale delle tipiche problematiche relative agli elementi strutturali in muratura

2.1 PILASTRO IN MURATURA - Rinforzo a compressione tramite confinamento con tessuti in fibra di carbonio	Pag 32
2.2 PANNELLI MURARI PERIMETRALI - Rinforzo tramite cerchiatura con tessuti in carbonio	Pag 34
2.3 PANNELLI MURARI PERIMETRALI - Rinforzo verticale a flessione	Pag 36
2.4 PANNELLI MURARI PERIMETRALI - Rinforzo a flessione orizzontale	Pag 38
2.5 INTERCONNESSIONE PARETI IN MURATURA ORTOGONALI	Pag 40
2.6 PARETI SOGGETTE A TAGLIO - Rinforzo a taglio	Pag 42
2.7 ARCHI - Rinforzo all'intradosso/estradosso	Pag 44
2.8 VOLTE A BOTTE - Rinforzo all'intradosso/estradosso	Pag 46
2.9. VOLTE A CROCIERA - Rinforzo all'intradosso/estradosso	Pag 48
2.10 CUPOLE - Rinforzo all'intradosso/estradosso	Pag 50
2.11. ANCORAGGI	Pag 52

3. LEGNO

PAG 54

Descrizione generale delle tipiche problematiche relative agli elementi strutturali in muratura

3.1 TRAVE IN LEGNO - Rinforzo a flessione con tessuto in fibra di carbonio	Pag 56
3.2 TRAVE IN LEGNO - Rinforzo a flessione con lamelle in fibra di carbonio	Pag 58

4. VOCI DI CAPITOLATO

PAG 61

4.0 Operazioni preliminari

4.0.1 Preparazione del supporto in cemento armato	Pag 62
4.0.2 Preparazione del supporto in muratura	Pag 63
4.1 Rinforzo di elementi strutturali con tessuti in fibra di carbonio ARMOSHIELD C	Pag 64
4.2 Rinforzo di elementi strutturali con lemelle pultruse in fibra di carbonio ARMOSHIELD CFK	Pag 68
4.3 Rinforzo di elementi strutturali con tessuti e lamelle pultruse in fibra di carbonio	Pag 70
4.4 Rinforzo strutturale e consolidamento di strutture lignee con tessuti in fibra di carbonio	Pag 74
4.5 Rinforzo strutturale e consolidamento di strutture lignee con lamelle in fibra di carbonio	Pag 76
4.6 Rinforzo di elementi strutturali con tessuti in fibra di carbonio utilizzando connettori in aramide ARMOGRIP	Pag 78
4.7 Rinforzo di elementi strutturali con tessuti in fibra di carbonio utilizzando connettori in aramide abbinati alle barre di carbonio ARMOSHIELD BC	Pag 80
4.8 Rinforzo di elementi strutturali tramite pretensione di lamelle in fibra di carbonio ARMOSHIELD CFK	Pag 82
4.9 Rinforzo e adeguamento antisismico di tamponamenti in muratura e solai con sistemi antiribaltamento e antisfondellamento	Pag 84

5. PRODOTTI ARMO

PAG 88

6. APPENDICE

PAG 92

LA TECNOLOGIA FRP

FRP E MATERIALI COMPOSITI:

Leggerezza e resistenza al servizio
della riqualificazione edilizia

“*I materiali fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) a fibre continue cui fa riferimento il presente documento sono materiali compositi, eterogenei e anisotropi che mostrano un comportamento prevalentemente elastico lineare fino al collasso. Essi trovano largo impiego nel consolidamento e nel rinforzo delle strutture civili. I vantaggi degli FRP sono molteplici: leggerezza, elevate proprietà meccaniche, caratteristiche anticorrosive.*”

La precedente citazione, tratta dalla premessa del documento tecnico CNR DT 200 R1/2013 REV.15/05/2014, descrive in estrema sintesi le caratteristiche dei materiali utilizzati per i rinforzi strutturali con tecnologia FRP, tracciandone sommariamente i tratti morfologici, meccanici e le possibilità di utilizzo. Tuttavia per il professionista che si affaccia a questo mondo per la prima volta spesso risulta poco immediato associare la propria problematica strutturale ad una soluzione di rinforzo con materiali FRP, dal momento che il CNR citato non è una trattazione didattica ma, appunto, un documento tecnico con istruzioni di calcolo dedicate a chi già conosce le possibili applicazioni di questa tecnologia, sebbene esso presenti un ampio capitolo descrittivo delle caratteristiche dei materiali che compongono il sistema di rinforzo.

I materiali compositi FRP: cosa sono e a cosa servono

I materiali compositi, inizialmente impiegati come materiali strutturali nei settori aeronautico e aerospaziale, fin dalla metà del secolo scorso si sono progressivamente diffusi in altri settori fino ad essere largamente impiegati anche in ambito sportivo, navale e in ultimo civile. Dalla fine degli anni settanta sono cominciate le applicazioni dei materiali compositi nell'edilizia civile.

Ma in cosa consistono i materiali compositi FRP? I materiali compositi FRP (Fiber Reinforced Polymer) consistono in fibre continue di opportuni materiali immerse in una matrice polimerica che li tiene insieme e li fissa alla struttura da rinforzare. La fibra ha il compito di sopportare le sollecitazioni, la matrice invece ha il compito di proteggere le fibre di rinforzo e di trasferire loro il carico esterno. Le fibre più utilizzate per la produzione di materiali compositi sono quelle in **carbonio, aramide, vetro e basalto**.

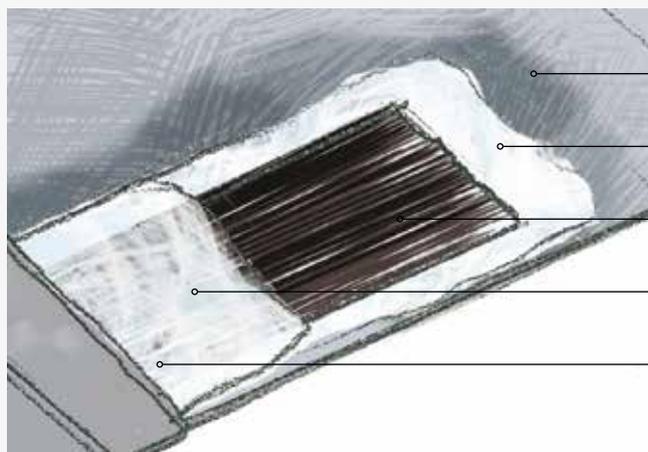


Perché sono così efficaci

I materiali compositi FRP funzionano esclusivamente se sollecitati a trazione e sono estremamente resistenti: **la fibra di carbonio ad esempio ha una resistenza a trazione 10 volte superiore all'acciaio.**

La possibilità di poter orientare le fibre di rinforzo e la loro percentuale nelle effettive direzioni secondo cui agiscono le sollecitazioni, consente la realizzazione di materiali compositi caratterizzati da un elevatissimo rapporto peso-prestazione che consentono realizzazioni inimmaginabili con i materiali tradizionali.

Per ottenere un rinforzo efficace però, non è sufficiente utilizzare fibre ad alta resistenza: è anche indispensabile garantire una buona adesione tra il supporto e il rinforzo stesso per una corretta trasmissione delle tensioni. L'adesione viene realizzata mediante l'**impiego di resine strutturali applicate in strati molto sottili sulla superficie delle fibre e sul supporto** preventivamente trattato con un promotore di adesione.



Promotore di adesione

ARMOPRIMER 100

Primo strato per incollaggio e impregnazione

ARMOFIX

Rinforzo FRP

ARMOSHIELD-C

Secondo strato di impregnazione

ARMOFIX

Spolvero quarzo per favorire il successivo rivestimento

I **vantaggi** più comunemente noti della tecnologia FRP sono la **leggerezza dell'intervento**, la **praticità di posa** e l'**elevato incremento di capacità portante** ottenibile con **interventi di dimensioni praticamente nulle** rispetto alle dimensioni dell'elemento strutturale da rinforzare, cioè capaci di non modificarne l'aspetto finale. Particolarmente interessante ne diviene quindi l'utilizzo in **ambito antisismico**, poiché si possono ottenere **incrementi di resistenza e duttilità delle strutture senza incrementare le masse**, ovvero mantenendo inalterate le azioni sismiche agenti secondo normativa.

VANTAGGI

- ✓ non apportano ulteriori carichi sulla struttura
- ✓ sono di veloce applicazione
- ✓ possono essere applicati senza l'interruzione delle attività nelle aree sottostanti o sovrastanti l'intervento
- ✓ intervento finito praticamente invisibile che non altera l'estetica della struttura
- ✓ non modifica la geometria dell'elemento rinforzato
- ✓ alta durabilità
- ✓ scarsa agredibilità chimica
- ✓ minori oneri di gestione del cantiere
- ✓ Intervento reversibile

LA TECNOLOGIA FRP

Un prodotto vale l'altro?

No, il DM 14/01/2008 (NTC) richiede che i materiali da costruzione siano marchiati CE. Sebbene il rinforzo FRP non sia classificabile come materiale da costruzione in senso stretto e non esistano ancora le norme armonizzate che ne renderebbero obbligatoria la marcatura CE, e' opportuno che i prodotti siano certificati con test di laboratorio (il quale deve essere in possesso di autorizzazione ministeriale) e che vengano poi prodotti i certificati di conformita' mediante controlli di produzione. Da luglio 2016 sarà obbligatoria la qualificazione dei prodotti secondo le linee guida emanate il 09/07/2015. Inoltre il CNR DT 200 richiede che sia certificato "il sistema":



Il tessuto e l'adesivo utilizzati devono essere prodotti dalla stessa azienda poichè è il binomio tessuto-adesivo ad essere testato in fase di certificazione

Come si impiegano in edilizia

I materiali compositi FRP sono principalmente utilizzati in tutte quelle parti di strutture che si danneggiano a causa delle tensioni presenti; servono a **rinforzare dal punto di vista strutturale** elementi e parti di strutture portanti in **calcestruzzo armato - muratura - legno - acciaio** dove la **capacità portante è compromessa** a causa di:

- materiali costituenti degradati che possono provocare la diminuzione della sezione resistente e resistenze meccaniche inferiori;
- variazione di destinazione d'uso che determina un sovraccarico non previsto degli elementi portanti;
- cedimenti strutturali, forti impatti, incendi o terremoti.

I principali impieghi dei rinforzi FRP si hanno nei campi di:

- **edilizia civile / industriale:** ripristino e rinforzo di strutture in c.a., muratura e legno per adeguamento alle normative vigenti (aumento dei carichi di esercizio) e ripristino di situazioni di degrado;
- **adeguamento sismico:** aumento di resistenza e di duttilità di strutture in c.a., realizzazione di interconnessioni tra maschi murari, cerchiature e controventature degli edifici, nel rispetto delle prescrizioni delle N.T.C. (D.M. 14-01-2008);
- **ponti e viadotti:** rinforzo a flessione e taglio di travi e impalcati di ponti, per riqualificazione funzionale e/o adeguamento a nuova categoria. Normativa di riferimento: CNR DT 200 R1/2013 nella versione del 15/05/2014.

L'aggiunta di FRP modifica anche sostanzialmente lo stato tensionale della struttura su cui è applicato, per questo è importante sottolineare che **i materiali FRP sono a tutti gli effetti elementi strutturali**, e pertanto **devono essere dimensionati e verificati da un tecnico abilitato** (solitamente un ingegnere, meglio se strutturista).

SINOTTICO ANALITICO DEI SISTEMI DI RINFORZO STRUTTURALE:

La guida completa al consolidamento e adeguamento antisismico con materiali compositi per il progettista

Scopo del presente fascicolo è fornire al progettista strutturale uno strumento di semplice utilizzo che orienti nel mondo della tecnologia FRP. Sono stati quindi analizzati e raccolti sotto forma di schede le principali problematiche di rinforzo e le relative soluzioni che rendono particolarmente vantaggioso l'uso di questa tecnologia. Le schede sono state suddivise in 3 categorie in base al materiale di supporto: cemento armato, muratura e legno. A seguire sono presenti le voci di capitolato e le descrizioni sintetiche dei prodotti utilizzati.

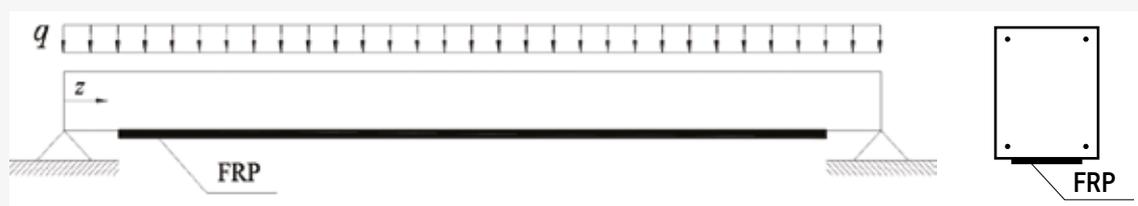


Il presente capitolo tratta la descrizione delle principali e più ricorrenti problematiche delle strutture in calcestruzzo armato. Gli interventi descritti possono avere carattere di ripristino alle condizioni precedenti il verificarsi del degrado, oppure possono avere carattere di vero e proprio rinforzo determinato da variazione delle esigenze d'uso della struttura o dalla necessità di apportare adeguamenti normativi alla stessa.

DI SEGUITO SI RIPORTANO IN MANIERA SCHEMATICA I PRINCIPALI ESEMPI APPLICATIVI PER IL RINFORZO DI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A. E C.A.P.

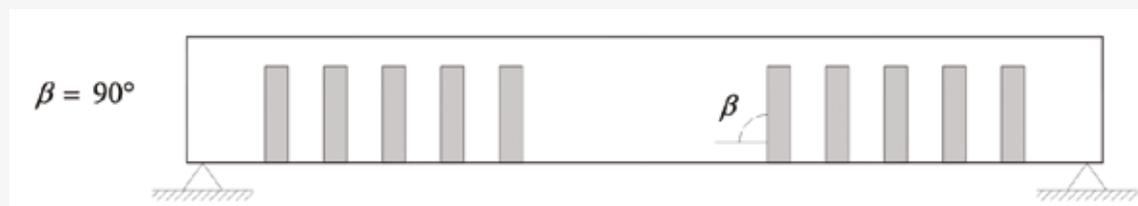
1) RINFORZO A FLESSIONE • Rif. scheda 1.1 - 1.2

Il rinforzo a flessione con materiali compositi FRP si esegue applicando una o più lamelle, ovvero uno o più strati di tessuto, al lembo teso dell'elemento da rinforzare. L'utilizzo delle lamelle è di norma preferibile a quello dei tessuti in quanto consente di avere un'area resistente maggiore con minore quantità di materiale a parità di superficie impegnata grazie anche ad un coefficiente di sicurezza migliore rispetto a quello dei tessuti. In generale l'uso delle lamelle è particolarmente indicato per travi in c.a. e c.a.p. ed impalcati. Nella figura qui sotto è riportato lo schema di una trave su due appoggi rinforzata all'intradosso dove il momento è positivo.

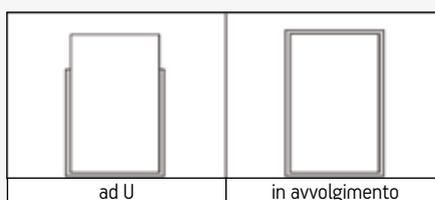


2) RINFORZO A TAGLIO • Rif. scheda 1.3

Il rinforzo a taglio con materiali compositi si realizza applicando strisce di tessuto, su uno o più strati, in aderenza alla superficie esterna dell'elemento da rinforzare. Le strisce possono essere applicate in maniera discontinua, con spazi vuoti fra strisce consecutive, oppure in maniera continua, con strisce adiacenti l'una all'altra. In quest'ultimo caso il rinforzo assume l'aspetto di un foglio. L'applicazione si può eseguire come indicato in figura.



La disposizione delle fibre al contorno della sezione può avvenire in una delle seguenti maniere:



3) PRETENSIONAMENTO • Rif. scheda 1.4

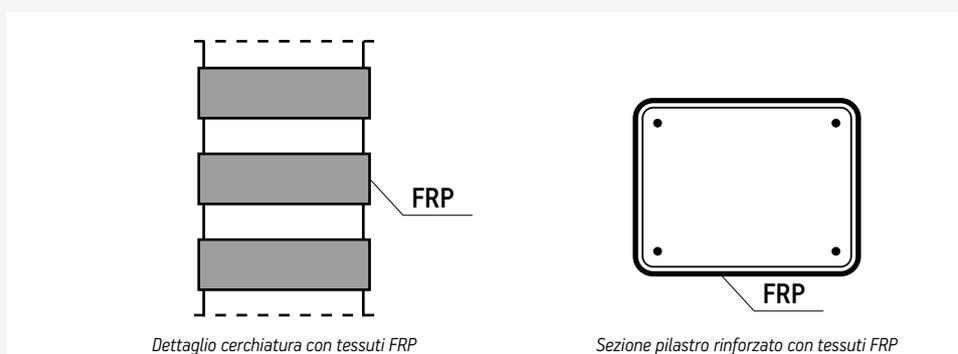
Per strutture e opere d'arte quali ponti, viadotti e impalcati soggetti a forti sollecitazioni e fatica la tecnica di pretensionamento delle lamelle in fibra di carbonio risulta essere una possibile soluzione in quanto un quantitativo ridotto di area resistente delle lamelle può soddisfare delle grosse esigenze di carico con un generale miglioramento dell'efficienza dell'impiego del carbonio sotto l'aspetto tecnico-economico.

Nelle travi rinforzate con questa tecnologia si osserva un incremento notevole della resistenza a flessione e un decremento della freccia in mezzzeria con un incremento della rigidezza, un forte miglioramento della duttilità ed un più generale consistente miglioramento allo stato di esercizio. Si riportano di seguito alcune foto delle fasi applicative.



4) CONFINAMENTO DEI PILASTRI • Rif. scheda 1.6 - 1.7

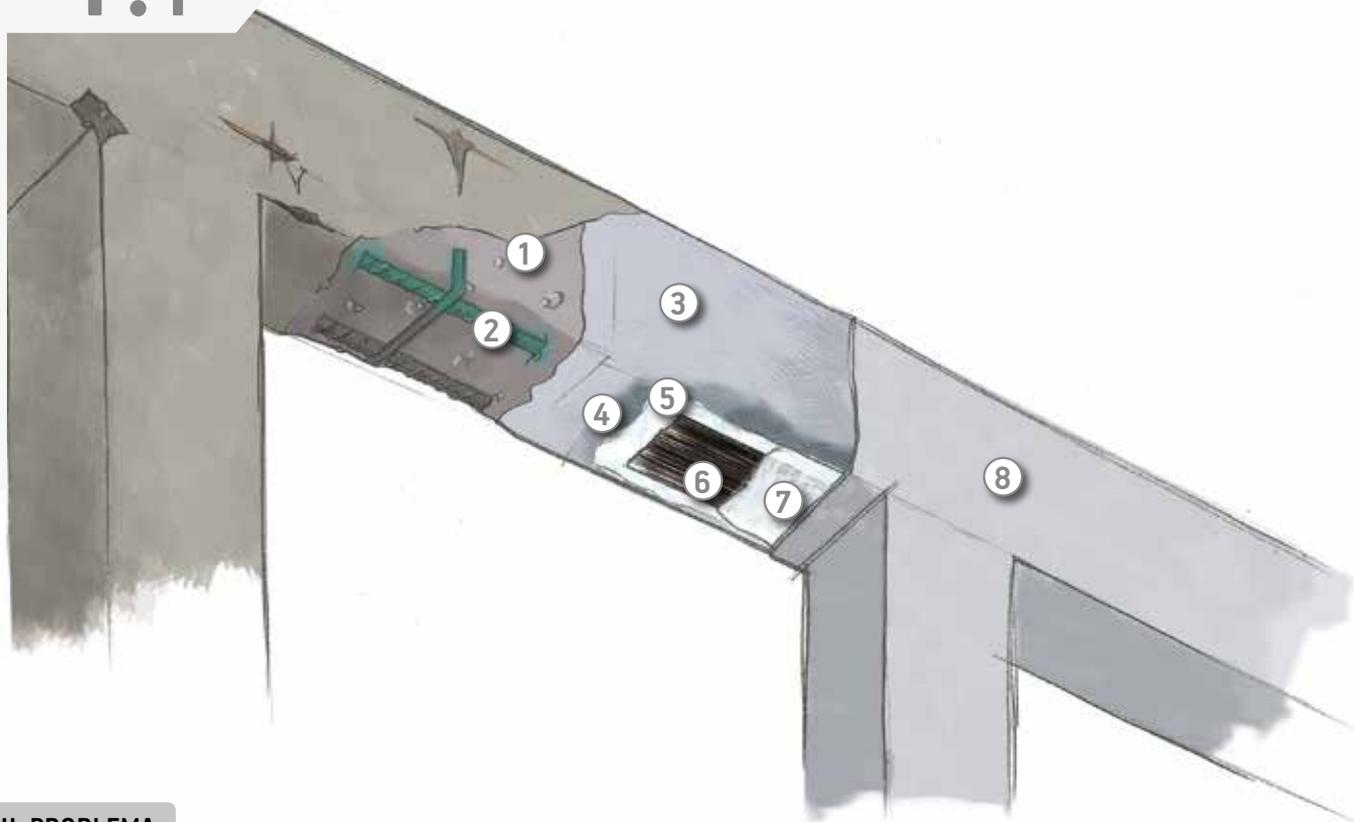
Il confinamento di elementi di c.a. può essere realizzato con tessuti di FRP disposti in avvolgimento sul perimetro in modo da costituire una fasciatura esterna continua (ricoprimento) o discontinua (cerchiatura). Esso consente di incrementare la resistenza ultima per elementi sollecitati da sforzo normale centrato o con piccola eccentricità.



Quanto descritto nelle seguenti schede non può prescindere dalla corretta preparazione del supporto, allo scopo di ottenere la migliore superficie di incollaggio possibile e la massima durabilità dell'intervento, rimuovendo tutti le possibili cause di degrado della struttura oggetto dell'intervento.

TRAVE IN C.A.

1.1



? IL PROBLEMA

La trave presenta carenze di armatura longitudinale a flessione per mutate condizioni di carico o per degrado dei materiali con conseguente riduzione delle prestazioni iniziali.

👍 LA SOLUZIONE

L'armatura longitudinale può essere integrata mediante l'utilizzo di tessuti unidirezionali in fibra di carbonio, con fibre poste parallelamente all'asse della trave, e incollate direttamente all'intradosso ripristinato della trave stessa.

● OPERAZIONI PRELIMINARI

Si procede al risanamento del substrato in calcestruzzo prima dell'applicazione del rinforzo composito. Le parti di calcestruzzo in fase di distacco vanno rimosse fino a scoprire la sottostante barra di armatura, la quale dovrà essere adeguatamente trattata con prodotto passivante DRACOSTEEL. La sezione di calcestruzzo dovrà poi essere ricostruita mediante apposita malta strutturale fibrinforzata FLUECO 40T, eventualmente bicomponente FLUECO 80 T2.

✓ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di calcestruzzo sanata e ricostruita, verrà applicata a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verrà posato il nastro di fibra unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET**. Il nastro dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e per far penetrare l'adesivo di incollaggio all'interno delle fibre per una prima impregnazione delle stesse. La definitiva impregnazione verrà realizzata con il medesimo adesivo **ARMOFIX MTX** applicato sulla fibra che verrà successivamente passata nuovamente con il rullino metallico. Accertarsi che tutte le fibre del tessuto siano perfettamente impregnate. Per eventuali strati successivi, posare il tessuto sull'adesivo ancora fresco e procedere con l'impregnazione come descritto precedentemente. Sull'ultimo strato, con l'adesivo di impregnazione ancora fresco verrà infine data una spolverata di sabbia al quarzo per consentire l'aggrappo dell'intonaco.

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.1 pag. 62
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64

RINFORZO A FLESSIONE CON TESSUTO IN FIBRA DI CARBONIO

LEGENDA

- 1 Eliminazione del calcestruzzo ammalorato e pulizia dei ferri
- 2 Trattamento dei ferri di armatura con DRACOSTEEL
- 3 Ricostruzione della sezione con malta fibrorinforzata FLUECO
- 4 Applicazione del primer ARMOPRIMER 100
- 5 Stesura della resina epossidica ARMOFIX MTX
- 6 Tessuto unidirezionale in carbonio ARMOSHIELD C-SHEET
- 7 Impregnazione con resina epossidica ARMOFIX MTX
- 8 Rasatura di protezione o intonaco

LO SAPEVI CHE...

I tessuti a elevata grammatura sono difficili da impregnare: per una migliore applicazione ed un risultato più sicuro a volte è meglio posare più strati di grammatura più bassa.



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



Applicazione dei tessuti in fibra di carbonio ARMOSHIELD-C all'intradosso della trave



Finitura protettiva con intonaco o altro rivestimento cementizio o resinoso

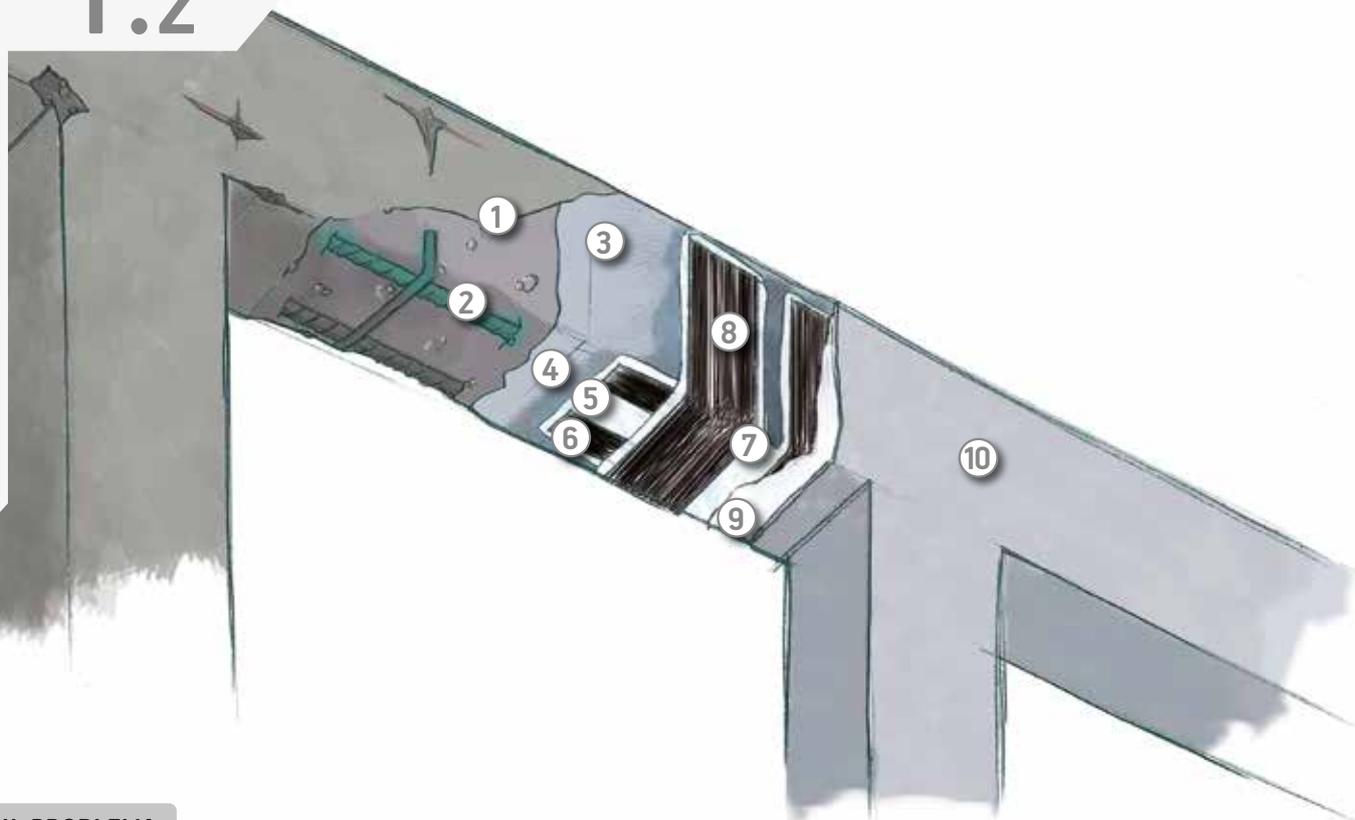


Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Verifica a delaminazione	cap. 4.1.2 - 4.1.3 - 4.1.4
Resistenza di progetto a flessione dell'elemento rinforzato con FRP	cap. 4.2.2.3
Rinforzo a presso-flessione	cap. 4.2.2.4
Verifica delle tensioni agli SLE	cap. 4.2.3.2

TRAVE IN C.A.

1.2



? IL PROBLEMA

La trave presenta carenze di armatura longitudinale a flessione per mutate condizioni di carico o per degrado dei materiali con conseguente riduzione delle prestazioni iniziali.

👍 LA SOLUZIONE

L'armatura longitudinale può essere integrata mediante l'utilizzo di lamelle pultruse in fibra di carbonio, con fibre poste parallelamente all'asse della trave, e incollate direttamente all'intradosso ripristinato della trave stessa. Tale intervento risulta particolarmente vantaggioso quando la quantità di rinforzo diventa elevata, e quando la superficie del calcestruzzo è già molto regolare (travi prefabbricate).

● OPERAZIONI PRELIMINARI

Si procede al risanamento del substrato in calcestruzzo prima dell'applicazione del rinforzo composito. Le parti di calcestruzzo in fase di distacco vanno rimosse fino a scoprire la sottostante barra di armatura la quale dovrà essere adeguatamente trattata con prodotto passivante DRACOSTEEL. La sezione di calcestruzzo dovrà poi essere ricostruita mediante apposita malta strutturale fibrorinforzata FLUECO 40T, eventualmente bicomponente FLUECO 80 T2. Ripristini di spessore millimetrico possono essere realizzati rasando direttamente con ARMOFIX MTL.

✓ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di calcestruzzo sanata e ricostruita, verrà applicata a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio specifico per le lamelle in fibra di carbonio **ARMOFIX MTL** sul quale verrà posata la lamella **ARMOSHIELD CFK** tagliata a misura. La lamella dovrà essere adeguatamente rullata con rullo in gomma dura per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata. La lamella deve essere preventivamente pulita con apposito solvente **ARMOCLEANER** su entrambe le facce in modo da eliminare i residui della lavorazione. Per eventuali strati successivi, procedere con la stesura di un ulteriore strato di adesivo **ARMOFIX MTL** sopra la lamella precedentemente posata, e successivamente posare il secondo strato avendo cura di rullare bene per far uscire tutta l'aria per migliorare l'ancoraggio delle lamelle realizzare delle fasciature trasversali a "U" con tessuti **ARMOSHIELD-C SHEET** impregnati con resina epossidica **ARMOFIX MTX**. Sull'ultimo strato, per poter consentire la successiva posa dell'intonaco, stendere un sottile strato di adesivo e spolverare con sabbia al quarzo sull'adesivo ancora fresco.

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.1 pag. 62
- Voce di capitolato lamelle 4.2 pag. 68

RINFORZO A FLESSIONE CON LAMELLE IN FIBRA DI CARBONIO



LEGENDA

- 1 Eliminazione del calcestruzzo ammalorato e pulizia dei ferri
- 2 Trattamento dei ferri di armatura con DRACOSTEEL
- 3 Ricostruzione della sezione con malta fibrorinforzata FLUECO
- 4 Applicazione del primer ARMOPRIMER 100
- 5 Stesura della resina epossidica ARMOFIX MTL
- 6 Lamelle in carbonio per rinforzo a flessione ARMOSHIELD CFK
- 7 Stesura della resina epossidica ARMOFIX MTX
- 8 Fasciature trasversali con ARMOSHIELD C-SHEET
- 9 Impregnazione con resina epossidica ARMOFIX MTX
- 10 Rasatura di protezione o intonaco

LO SAPEVI CHE...

Per migliorare l'ancoraggio delle lamelle è sempre utile prevedere fasciature trasversali a "U" realizzate con tessuto alle estremità e in mezzeria.



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



FASE 1 Stesura a rullo del primer epossidico promotore di adesione ARMOPRIMER 100



FASE 2 Applicazione dell'adesivo epossidico ARMOFIX MTL specifico per l'applicazione delle lamelle



FASE 3 Posa in opera delle lamelle ARMOSHIELD CFK sullo strato di resina fresco



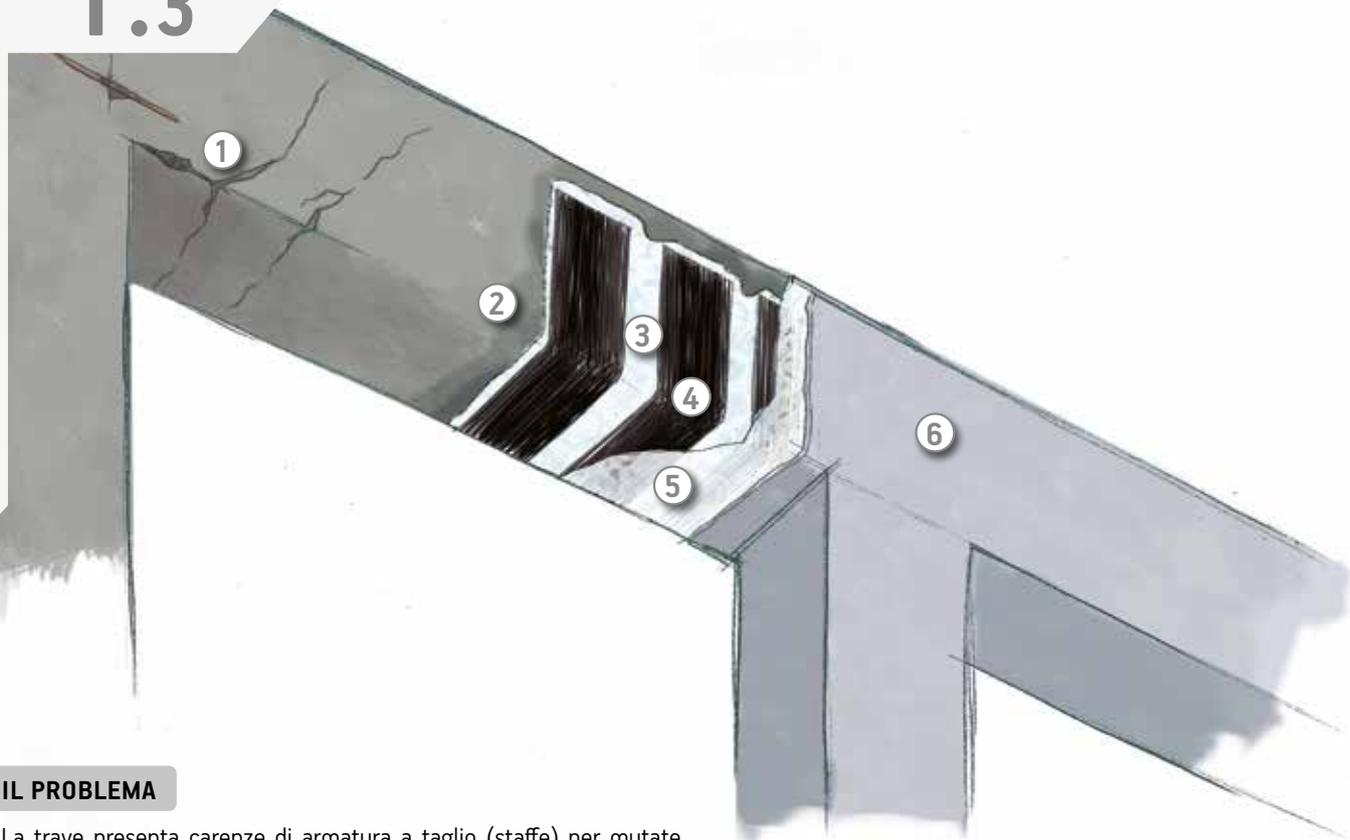
FASE 4 Applicazione dell'adesivo ARMOFIX MTX sulle lamelle fino a totale copertura

Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Verifica a delaminazione	cap. 4.1.2 - 4.1.3 - 4.1.4
Resistenza di progetto a flessione dell'elemento rinforzato con FRP	cap. 4.2.2.3
Rinforzo a presso-flessione	cap. 4.2.2.4
Verifica delle tensioni agli SLE	cap. 4.2.3.2

TRAVE IN C.A.

1.3



? IL PROBLEMA

La trave presenta carenze di armatura a taglio (staffe) per mutate condizioni di carico o per degrado dei materiali con conseguente riduzione delle prestazioni iniziali.

👍 LA SOLUZIONE

La staffatura può essere integrata mediante l'utilizzo di tessuti unidirezionali in fibra di carbonio, con fibre poste perpendicolarmente all'asse della trave, e incollate direttamente sulla superficie eventualmente ripristinata della trave stessa, con andamento a U o a cerchiatura completa.

● OPERAZIONI PRELIMINARI

Si procede al risanamento del supporto in calcestruzzo prima dell'applicazione del rinforzo composito. Le parti di calcestruzzo in fase di distacco vanno rimosse fino a scoprire la sottostante barra di armatura la quale dovrà essere adeguatamente trattata con prodotto passivante DRACOSTEEL. La sezione di calcestruzzo dovrà poi essere ricostruita mediante apposita malta strutturale fibrorinforzata FLUECO 40T, eventualmente bicomponente FLUECO 80 T2, con l'accortezza di arrotondare gli spigoli con raggio di curvatura di almeno 20 mm.

✓ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di calcestruzzo sanata e ricostruita, verrà applicata a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verrà posato il nastro di fibra unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET**. Il nastro dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e per far penetrare l'adesivo di incollaggio all'interno delle fibre per una prima impregnazione delle stesse. La definitiva impregnazione verrà realizzata con il medesimo adesivo **ARMOFIX MTX** applicato sulla fibra che verrà successivamente passata nuovamente con il rullino metallico. Accertarsi che tutte le fibre del tessuto siano perfettamente impregnate. Per eventuali strati successivi, posare un ulteriore strato di tessuto sull'adesivo ancora fresco e procedere con l'impregnazione come descritto precedentemente. Sull'ultimo strato, con l'adesivo di impregnazione ancora fresco verrà infine data una spolverata di sabbia al quarzo per consentire l'aggrappo dell'intonaco.

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.1 pag. 62
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64

RINFORZO A TAGLIO CON TESSUTO IN FIBRA DI CARBONIO

LEGENDA

- 1 Fessurazione dovuta a carenza di armatura a taglio e degrado
- 2 Applicazione del primer ARMOPRIMER 100
- 3 Stesura della resina epossidica ARMOFIX MTX
- 4 Posa del tessuto unidirezionale in carbonio per rinforzo a taglio ARMOSHIELD C-SHEET
- 5 Impregnazione con resina epossidica ARMOFIX MTX e spolvero di sabbia al quarzo
- 6 Rasatura di protezione o intonaco

LO SAPEVI CHE...

L'arrotondamento degli spigoli non solo migliora la posa e impedisce alle fibre di spezzarsi, ma migliora anche l'efficienza dell'intervento.



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



Rimozione del rivestimento esistente, arrotondamento degli spigoli e pulizia delle superfici



Applicazione dei tessuti ARMOSHIELD C-SHEET sullo strato di resina ARMOFIX MTX



Visione di insieme - I tessuti sono applicati in prossimità degli appoggi



Applicazione dello strato protettivo di finitura



Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Verifica a delaminazione

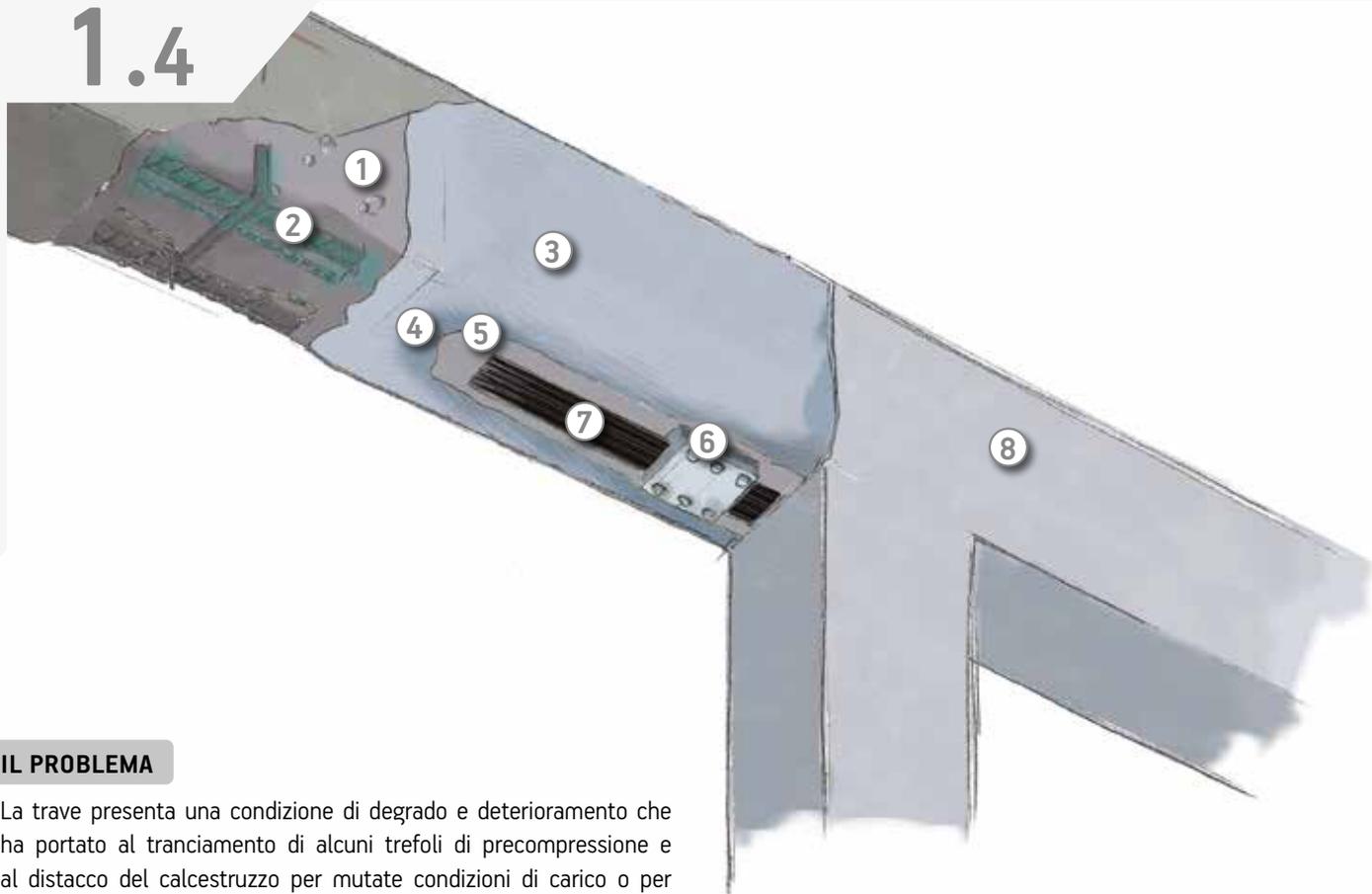
cap. 4.1.2 - 4.1.3 - 4.1.4

Resistenza di progetto a taglio

cap. 4.3.3

TRAVE IN C.A.

1.4



? IL PROBLEMA

La trave presenta una condizione di degrado e deterioramento che ha portato al tranciamento di alcuni trefoli di precompressione e al distacco del calcestruzzo per mutate condizioni di carico o per degrado dei materiali con conseguente riduzione delle prestazioni iniziali e riduzione della capacità portante.

👍 LA SOLUZIONE

Utilizzo all'intradosso delle travi di lamelle pultruse in fibra di carbonio adeguatamente pretese in modo da fornire alla trave la medesima precompressione persa a causa del tranciamento dei trefoli.

🕒 OPERAZIONI PRELIMINARI

Le parti di calcestruzzo in fase di distacco dovranno essere rimosse fino a scoprire la sottostante barra di armatura la quale dovrà essere adeguatamente trattata con prodotto passivante DRACOSTEEL. La sezione di calcestruzzo dovrà essere ricostruita mediante apposita malta strutturale fibrorinforzata FLUECO 40T, eventualmente bicomponente in caso di supporti deboli FLUECO 80 T2 e la superficie rettificata. Per sezioni superiori a 3-4 cm utilizzare la malta fibrorinforzata FLUECO 175 T CR FR. Dovranno poi essere realizzati dei fori per l'inserimento dei tasselli in acciaio per il fissaggio, preparare le piastre di ancoraggio e le piastre a cuneo.

✅ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di calcestruzzo ricostruita e adeguatamente depolverata verrà applicata a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto. La lamella **ARMOSHIELD CFK**, tagliata a misura e pulita su entrambe le facce con apposito solvente **ARMOCLEANER**, dovrà essere posizionata dal lato fisso e fissata alla piastra di ancoraggio con resina e tasselli opportunamente serrati; successivamente dovranno essere fissate le piastre a cuneo per ancorare la lamella e contrastare la fase di tiro. La lamella dovrà essere stesa per tutta la lunghezza della trave e incollata con l'adesivo di incollaggio specifico **ARMOFIX MTL**. Verranno posizionate le piastre a cuneo mobili e il martinetto idraulico, verrà applicata la tensione di progetto e successivamente bloccato meccanicamente il martinetto. Infine verrà rullata la lamella con rullo in gomma dura per garantire l'aderenza al supporto. Dopo ca. 24 ore dalla tesatura della lamella è possibile rimuovere il martinetto e le piastre a cuneo da ambo i lati della trave. Per poter consentire la successiva posa dell'intonaco, stendere un sottile strato di adesivo e spolverare con sabbia al quarzo sull'adesivo ancora fresco.

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.1 pag. 62
- Voce di capitolato pretensionamento 4.8 pag. 82

RINFORZO A FLESSIONE E RIPRISTINO DELLA PRECOMPRESSIONE TRAMITE PRETENSIONAMENTO DELLE LAMELLE IN CARBONIO

LEGENDA

- 1 Eliminazione del calcestruzzo ammalorato e pulizia dei ferri
- 2 Trattamento dei ferri di armatura con DRACOSTEEL
- 3 Ricostruzione della sezione con malta fibrorinforzata FLUECO
- 4 Applicazione del primer ARMOPRIMER 100
- 5 Stesura della resina epossidica ARMOFIX MTL
- 6 Applicazione delle piastre
- 7 Inserimento delle lamelle, fissaggio di una testa e successiva messa in tensione della lamella
- 8 Rasatura di protezione o intonaco

LO SAPEVI CHE...

Il rapporto tra deformazione e tensione nella lamella è lineare fino a rottura, perciò per conoscere la tensione a cui viene pretesa è sufficiente misurarne l'allungamento.



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



FASE 1 Realizzazione dei fori per il fissaggio delle piastre e applicazione del primer ARMOPRIMER 100



FASE 2 Fissaggio della piastra



FASE 3 Applicazione della lamella ARMOSHIELD CFK sulla lunghezza della trave

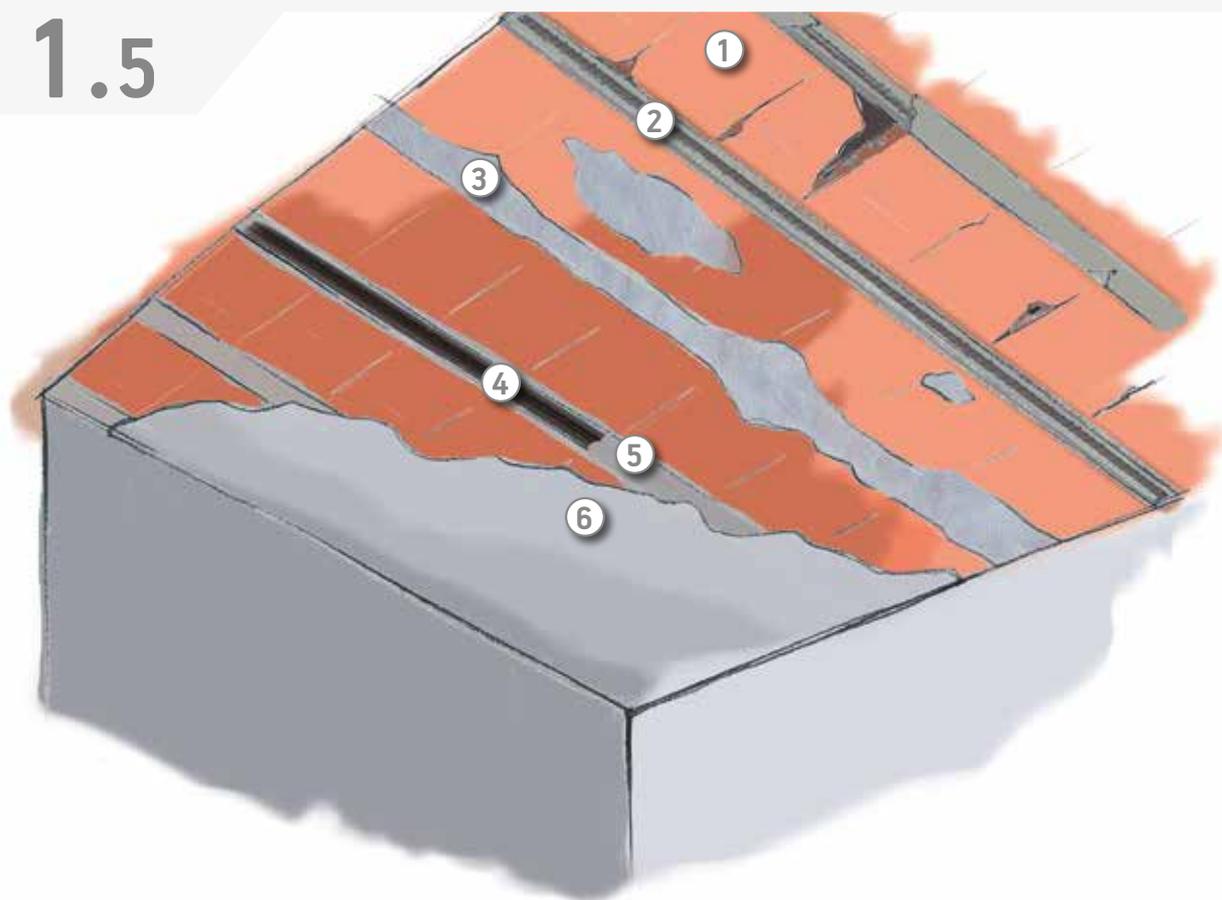


FASE 4 Pretensionamento della lamella con martinetto idraulico

Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Verifica a delaminazione	cap. 4.1.2 - 4.1.3 - 4.1.4
Resistenza di progetto a flessione dell'elemento rinforzato con FRP	cap. 4.2.2.3 - cap. 4.6.1.1 per elementi precompressi
Rinforzo a presso-flessione	cap. 4.2.2.4
Verifica delle tensioni agli SLE	cap. 4.2.3.2 - cap. 4.6.1.2 per elementi precompressi

1.5



? IL PROBLEMA

Il solaio presenta carenze di armatura longitudinale a flessione per mutate condizioni di carico (cambio di destinazione d'uso) o per degrado dei materiali (dovuto a umidità, incendio, ecc.).

👍 LA SOLUZIONE

L'armatura longitudinale può essere integrata mediante l'utilizzo di lamelle pultruse in fibra di carbonio, con fibre poste parallelamente all'asse del travetto, e incollate direttamente all'intradosso ripristinato di ciascun travetto costituente il solaio. Tale intervento necessita della demolizione del fondello in laterizio poiché il rinforzo deve essere fissato direttamente all'elemento resistente.

● OPERAZIONI PRELIMINARI

Le situazioni di degrado del solaio devono preliminarmente essere rimosse. Il fondello in laterizio va rimosso fino a scoprire la sottostante barra di armatura, la quale dovrà essere adeguatamente trattata con prodotto passivante DRACOSTEEL. La sezione di calcestruzzo del travetto e il fondello dovranno poi essere ricostruiti mediante apposita malta strutturale fibrorinforzata FLUECO 40T, eventualmente bicomponente FLUECO 80 T2.

✓ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di calcestruzzo sanata e ricostruita, verrà applicata a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio specifico per le lamelle in fibra di carbonio **ARMOFIX MTL** sul quale verrà posata la lamella **ARMOSHIELD CFK** tagliata a misura. La lamella dovrà essere adeguatamente rullata per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata. La lamella deve essere preventivamente pulita con apposito solvente **ARMOCLEANER** su entrambe le facce in modo da eliminare i residui della lavorazione. Per eventuali strati successivi, procedere con la stesura di un ulteriore strato di adesivo **ARMOFIX MTL** sopra la lamella precedentemente posata, e successivamente applicare il secondo strato avendo cura di rullare bene per far uscire tutta l'aria. Sull'ultimo strato, per poter consentire la successiva posa dell'intonaco, stendere un sottile strato di adesivo e spolverare con sabbia al quarzo sull'adesivo ancora fresco.

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.1 pag. 62
- Voce di capitolato lamelle 4.2 pag. 68

RINFORZO A FLESSIONE CON LAMELLE IN FIBRA DI CARBONIOIO

LEGENDA

- 1 Solaio in latero-cemento degradato
- 2 Demolizione del fondello e trattamento passivante dei ferri con DRACOSTEEL
- 3 Ricostruzione travetto con malta fibrorinforzata FLUECO
- 4 Incollaggio di lamelle in fibra di carbonio
- 5 Stesura dell'adesivo epossidico ARMOFIX MTL
- 6 Finitura con intonaco

LO SAPEVI CHE...

Puoi contenere il collasso degli elementi di alleggerimento in laterizio con il sistema anti-sfondellamento (scheda 1.10 pag. 28)



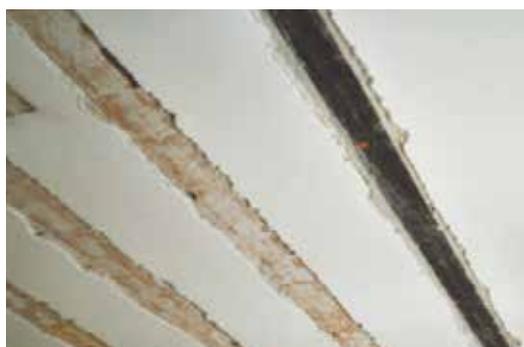
DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



FASE 1 Demolizione del fondello in laterizio, trattamento dei ferri e ricostruzione con malta fibrorinforzata



FASE 2 Applicazione della resina epossidica ARMOFIX MTL per l'incollaggio delle lamelle



FASE 3 Applicazione delle lamelle ARMOSHIELD CFK sullo strato di resina ancora fresco

Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Verifica a delaminazione	cap. 4.1.2 - 4.1.3 - 4.1.4
Resistenza di progetto a flessione dell'elemento rinforzato con FRP	cap. 4.2.2.3
Rinforzo a presso-flessione	cap. 4.2.2.4
Verifica delle tensioni agli SLE	cap. 4.2.3.2

PILASTRO IN C.A.

1.6

? IL PROBLEMA

Il pilastro semplicemente compresso presenta resistenza del calcestruzzo inferiore alle aspettative, oppure è necessario incrementare la resistenza a compressione del calcestruzzo per aumentare la duttilità della sezione.

👍 LA SOLUZIONE

Fasciando il pilastro con nastri di tessuto unidirezionale è possibile aumentare la resistenza a compressione del calcestruzzo. L'aumento di resistenza a compressione è ottenibile in funzione della geometria della sezione, del materiale base e della disposizione delle fasciature di cerchiatura, e determina anche un aumento della deformazione ultima a compressione del calcestruzzo, in altre parole ne aumenta la duttilità.

🕒 OPERAZIONI PRELIMINARI

Si procede al risanamento del supporto in calcestruzzo prima dell'applicazione del rinforzo composito. Le parti di calcestruzzo in fase di distacco vanno rimosse fino a scoprire la sottostante barra di armatura la quale dovrà essere adeguatamente trattata con prodotto passivante DRACOSTEEL. La sezione di calcestruzzo dovrà poi essere ricostruita mediante apposita malta strutturale fibrorinforzata FLUECO 40T, eventualmente bicomponente FLUECO 80 T2. Gli spigoli del pilastro dovranno essere arrotondati con raggio di curvatura non inferiore a 20 mm.

✅ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di calcestruzzo sanata e ricostruita, verrà applicata a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto, entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio specifico per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verrà posata la fascia di carbonio unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET** tagliata a misura con sovrapposizione di almeno 20 cm nel senso delle fibre. Il tessuto posato dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e iniziare l'impregnazione delle fibre. Successivamente sarà steso un ulteriore strato di **ARMOFIX MTX** sul tessuto in modo da completare l'impregnazione sempre mediante rullatura. Per eventuali strati successivi, procedere con la stesura di un ulteriore strato di adesivo **ARMOFIX MTX** sopra la fascia precedentemente posata, e successivamente applicare il secondo strato avendo cura di rullare bene per far uscire tutta l'aria e impregnare perfettamente le fibre. Sull'ultimo strato, per poter consentire la successiva posa di intonaco o altra protezione cementizia o resinosa, è sufficiente spolverare sull'adesivo ancora fresco sabbia al quarzo.

**▶ VOCI DI CAPITOLATO**

- Preparazione del supporto 4.0.1 pag. 62
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64

RINFORZO A COMPRESSIONE TRAMITE CONFINAMENTO CON TESSUTI IN FIBRA DI CARBONIO

LEGENDA

- 1 Eliminazione del calcestruzzo ammalorato e pulizia dei ferri
- 2 Trattamento dei ferri di armatura con DRACOSTEEL
- 3 Ricostruzione con malta fibrorinforzata FLUECO
- 4 Resina epossidica di incollaggio ARMOFIX MTX
- 5 Cerchiatura con tessuti unidirezionali ARMOSHIELD C-SHEET
- 6 Resina epossidica di impregnazione ARMOFIX MTX
- 7 Intonaco di finitura o resina protettiva

LO SAPEVI CHE...

Più alta è la grammatura del tessuto utilizzato, maggiore dovrà essere l'arrotondamento degli spigoli per evitare distacchi durante la posa.



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



Ricostruzione volumetrica del pilastro con malta fibrorinforzata della linea FLUECO e arrotondamento degli spigoli



Posa in opera del tessuto ARMOSHIELD C-SHEET e impregnazione con resina epossidica ARMOFIX MTX



Visione di insieme - Pilastri in c.a. fasciati con tessuto in fibra di carbonio ARMOSHIELD C-SHEET



Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Resistenza di progetto a compressione centrata o con piccola eccentricità dell'elemento confinato	cap. 4.5.2
Duttilità di elementi pressoinflessi confinati con FRP	cap. 4.5.3

PILASTRO IN C.A.

1.7

? IL PROBLEMA

Il pilastro presenta carenze di armatura longitudinale a flessione, di staffatura a taglio e necessita di un aumento di capacità portante per compressione.

👍 LA SOLUZIONE

L'armatura longitudinale può essere integrata mediante l'utilizzo di lamelle pultruse in fibra di carbonio, poste parallelamente all'asse del pilastro ed opportunamente ancorate nei nodi mediante connettori aramidici, mentre la resistenza a taglio e a compressione può essere adeguata con cerchiature di fibra unidirezionale disposte ad opportuno interasse o in avvolgimento completo.

🕒 OPERAZIONI PRELIMINARI

Le parti di calcestruzzo in fase di distacco vanno rimosse fino a scoprire la sottostante barra di armatura la quale dovrà essere adeguatamente trattata con prodotto passivante DRACOSTEEL. La sezione di calcestruzzo dovrà poi essere ricostruita mediante apposita malta strutturale fibrinforzata FLUECO 40T, eventualmente bicomponente FLUECO 80 T2. Gli spigoli dovranno essere arrotondati con raggio di curvatura non inferiore a 20 mm.

✓ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di calcestruzzo sanata e ricostruita, verrà applicata a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio per le lamelle in fibra di carbonio **ARMOFIX MTL** sul quale verranno posate le lamelle **ARMOSHIELD CFK** che dovranno essere adeguatamente premute a mano o con rullo in gomma dura per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata. Le lamelle dovranno essere preventivamente pulite con apposito solvente **ARMOCLEANER**. Successivamente alla posa delle lamelle potrà essere steso l'adesivo di incollaggio **ARMOFIX MTX** per la regolarizzazione della superficie e la posa del tessuto unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET**, che dovrà essere poi impregnato con il medesimo adesivo **ARMOFIX MTX**. Per eventuali strati successivi, applicare il tessuto sull'adesivo ancora fresco e procedere con l'impregnazione come descritto precedentemente. Sull'adesivo ancora fresco verrà infine data una spolverata di sabbia al quarzo per consentire l'aggrappo dell'intonaco.



▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.1 pag. 62
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64
- Voce di capitolato lamelle 4.2 pag. 68

RINFORZO A PRESSOFLESSIONE E TAGLIO CON LAMELLE E TESSUTI IN FIBRA DI CARBONIO

LEGENDA

- 1 Eliminazione del calcestruzzo ammalorato e pulizia dei ferri
- 2 Trattamento dei ferri di armatura con DRACOSTEEL
- 3 Ricostruzione con malta fibrorinforzata FLUECO
- 4 Stesura dell'adesivo epossidico ARMOFIX MTL
- 5 Lamelle per rinforzo a flessione ARMOSHIELD CFK
- 6 Resina di incollaggio ARMOFIX MTX
- 7 Cerchiatura con tessuti unidirezionali ARMOSHIELD C-SHEET
- 8 Resina di impregnazione ARMOFIX MTX
- 9 Intonaco di finitura

LO SAPEVI CHE...

Puoi consolidare lesioni e microfessure tramite iniezioni con EPOX INIEZIONE RM2.



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



FASE 1 Rimozione del rivestimento esistente, pulizia, arrotondamento spigoli e stesura primer



FASE 2 Applicazione dell'adesivo epossidico di incollaggio ARMOFIX MTL e delle lamelle ARMOSHIELD CFK



FASE 3 Posa dei tessuti unidirezionali ARMOSHIELD C-SHEET sulla resina ARMOFIX MTX e impregnazione



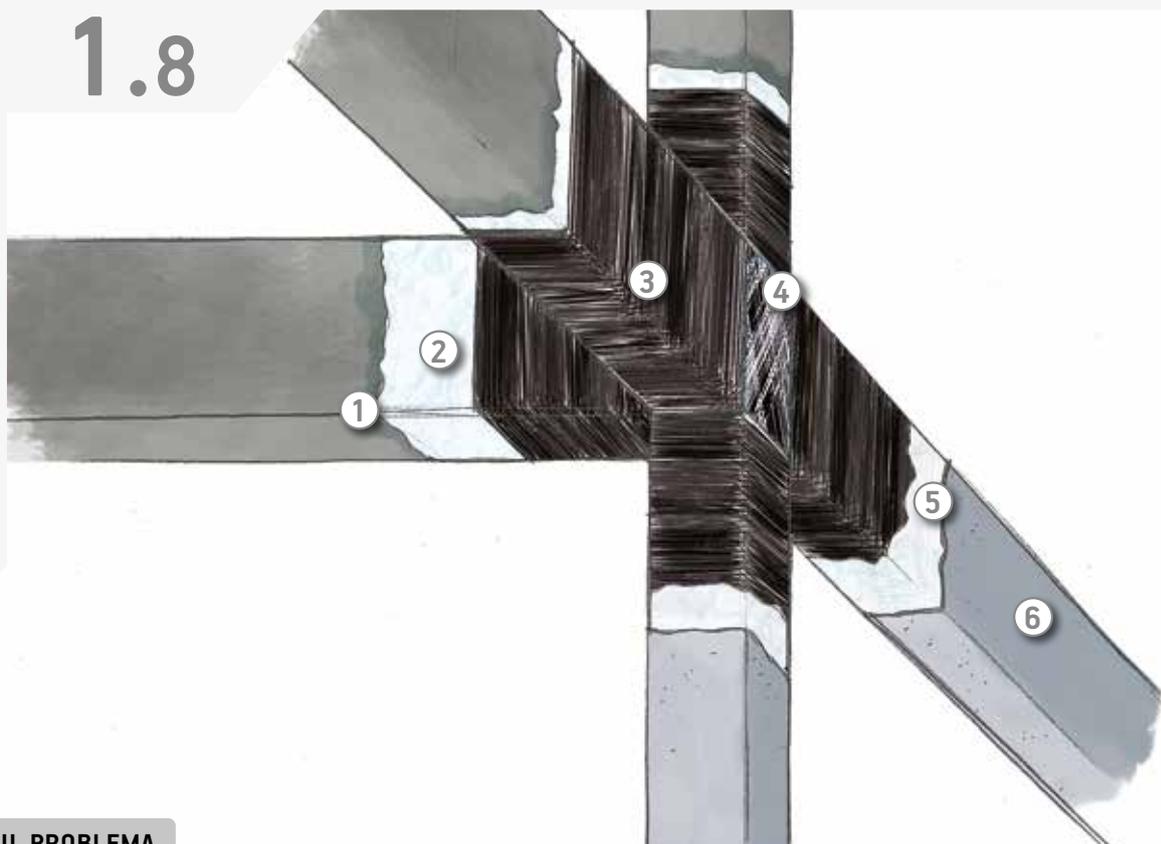
FASE 4 Cerchiatura completa del pilastro

Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Rinforzo a presso-flessione	cap. 4.2.2.4
Resistenza di progetto a taglio	cap. 4.3.3
Resistenza di progetto a compressione centrata o con piccola eccentricità dell'elemento confinato	cap. 4.5.2
Duttilità di elementi pressoinflessi confinati con FRP	cap. 4.5.3

NODO TRAVE-PILASTRO

1.8



? IL PROBLEMA

È necessario incrementare le resistenze a taglio della trave e del pilastro nel punto di convergenza, in modo da ripristinare la corretta gerarchia delle resistenze tra gli elementi.

👍 LA SOLUZIONE

Fasciando la trave a taglio e cerchiando il pilastro entrambi con fasce di tessuto unidirezionale è possibile aumentare la resistenza a taglio di trave e pilastro nonché la duttilità del calcestruzzo del pilastro. In tal modo si migliora anche la capacità dissipativa del nodo alle azioni sismiche. Per rinforzare il pannello nodale è buona norma incollare un foglio di tessuto quadriassiale ARMOSHIELD C-QUADRAX, con opportuno prolungamento sulle anime di trave e pilastro e conseguenti risvolti.

● OPERAZIONI PRELIMINARI

Si procede al risanamento del supporto in calcestruzzo prima dell'applicazione del rinforzo composito. Le parti di calcestruzzo in fase di distacco vanno rimosse fino a scoprire la sottostante barra di armatura la quale dovrà essere adeguatamente trattata con prodotto passivante DRACOSTEEL. La sezione di calcestruzzo dovrà poi essere ricostruita mediante apposita malta strutturale fibrorinforzata FLUECO 40T, eventualmente bicomponente FLUECO 80 T2. Gli spigoli di trave e pilastro dovranno essere arrotondati con raggio di curvatura non inferiore a 20 mm.

✓ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di calcestruzzo sanata e ricostruita, verrà applicata a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio specifico per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verranno posate sia il foglio di tessuto quadriassiale, sia le fasce di carbonio unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET** tagliate a misura per la realizzazione del rinforzo a taglio per le travi e la cerchiatura sui pilastri, quest'ultima con sovrapposizione di almeno 20 cm nel senso delle fibre. Il tessuto posato dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e iniziare l'impregnazione delle fibre. Successivamente sarà steso un ulteriore strato di **ARMOFIX MTX** sul tessuto in modo da completare l'impregnazione sempre mediante rullatura. Per eventuali strati successivi, procedere con la stesura di un ulteriore strato di adesivo **ARMOFIX MTX** sopra la fascia precedentemente posata, e successivamente applicare il secondo strato avendo cura di rullare bene per far uscire tutta l'aria e impregnare perfettamente le fibre. Sull'ultimo strato, per poter consentire la successiva posa dell'intonaco, è sufficiente spolverare sull'adesivo ancora fresco sabbia al quarzo.

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.1 pag. 62
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64

RINFORZO DEL NODO TRAMITE CONFINAMENTO CON TESSUTI IN FIBRA DI CARBONIO

LEGENDA

- 1 Applicazione del primer ARMOPRIMER 100
- 2 Resina di incollaggio ARMOFIX MTX
- 3 Cerchiatura con tessuti unidirezionali o quadriassiali ARMOSHIELD C
- 4 Placcatura con tessuti quadriassiali ARMOSHIELD C-QUARDAX
- 5 Resina di impregnazione ARMOFIX MTX
- 6 Intonaco di finitura

LO SAPEVI CHE...

Puoi proteggere, decorare e rivestire l'intervento con la pittura acrilica elastica ACRIFLEX.



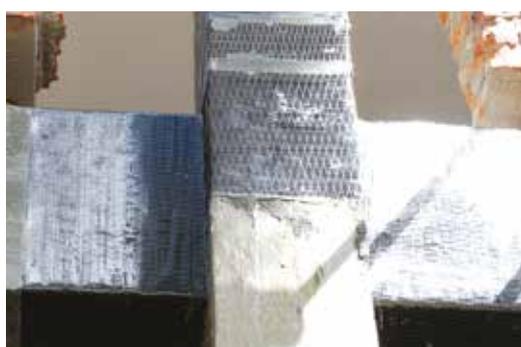
DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



FASE 1 *Nodo trave-pilastro prima dell'intervento.*



FASE 2 *Cerchiatura del pilastro con tessuti in fibra di carbonio ARMOSHIELD C.*



FASE 3 *Cerchiatura della trave.*



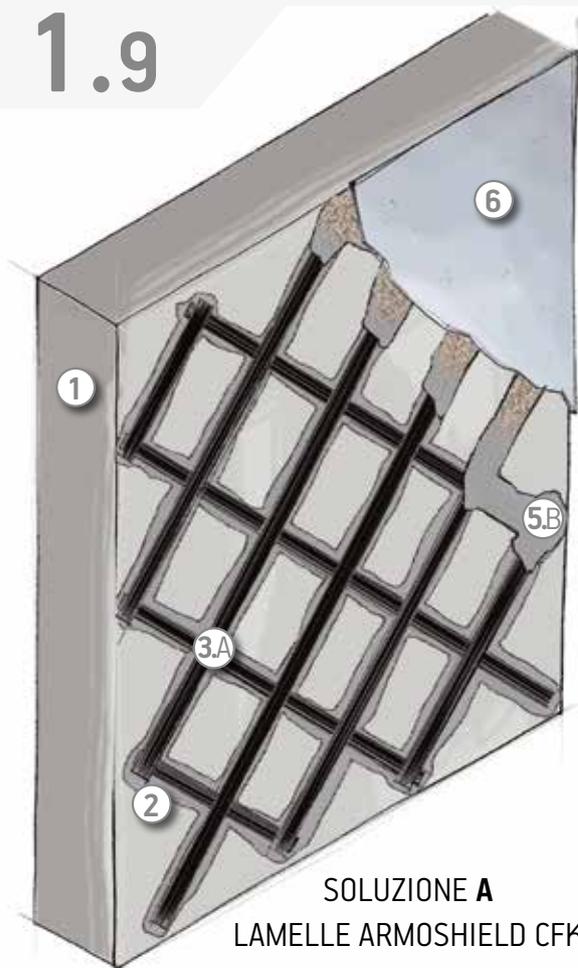
FASE 4 *Intervento di confinamento ultimato.*

Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200/2004 (rev. 07/10/2008)

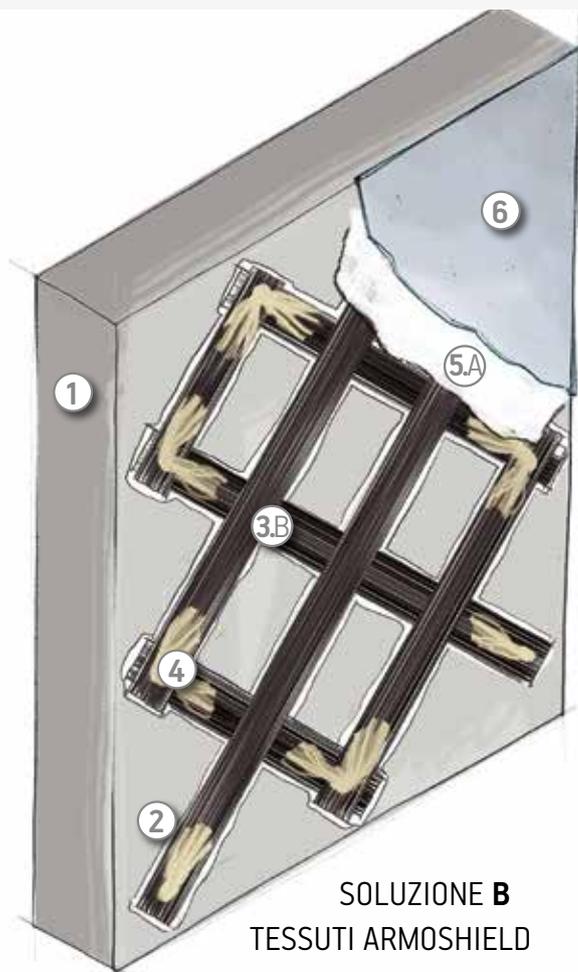
Resistenza di progetto a taglio	cap. 4.3.3
Resistenza di progetto a compressione centrata o con piccola eccentricità dell'elemento confinato	cap. 4.5.2
Duttilità di elementi pressoinflessi confinati con FRP	cap. 4.5.3
Incremento della capacità deformativa locale degli elementi	cap. 4.7.2.3.1

SETTI IN C.A.

1.9



SOLUZIONE A
LAMELLE ARMOSHIELD CFK



SOLUZIONE B
TESSUTI ARMOSHIELD

IL PROBLEMA

Si vuole migliorare il comportamento a taglio di setti in c.a. per miglioramento o adeguamento alle azioni sismiche da normativa.

LA SOLUZIONE

Si crea un controventamento a croce di Sant'Andrea con fasce unidirezionali di fibra di carbonio posate sulle due facce del pannello, collegate tra loro da connettori passanti a doppio fiocco sugli incroci.

OPERAZIONI PRELIMINARI

Le parti di calcestruzzo in fase di distacco vanno rimosse fino a scoprire la sottostante barra di armatura la quale dovrà essere adeguatamente trattata con prodotto passivante DRACOSTEEL. La sezione di calcestruzzo dovrà poi essere ricostruita mediante apposita malta strutturale fibrorinforzata FLUECO 40T, eventualmente bicomponente FLUECO 80 T2.

APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di calcestruzzo sanata e ricostruita, verrà applicata a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto, entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verrà steso il nastro di fibra unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET**. Il nastro dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e per far penetrare l'adesivo di incollaggio all'interno delle fibre per una prima impregnazione delle stesse. La definitiva impregnazione verrà realizzata con il medesimo adesivo **ARMOFIX MTX** applicato sulla fibra che verrà successivamente passata nuovamente con il rullino metallico. Accertarsi che tutte le fibre del tessuto siano perfettamente impregnate. Per eventuali strati successivi, procedere con la posa del tessuto sull'adesivo ancora fresco e con l'impregnazione come descritto precedentemente. Sull'ultimo strato, con l'adesivo di impregnazione ancora fresco, verrà infine data una spolverata di sabbia al quarzo per consentire l'aggrappo dell'intonaco.

VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.1 pag. 62
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64
- Voce di capitolato lamelle 4.2 pag. 68

RINFORZO A TAGLIO CON TESSUTI E LAMELLE IN FIBRA DI CARBONIO

LEGENDA

- 1 Setto in cemento armato
- 2 Resina di incollaggio ARMOFIX MTL
- 3.A Rinforzo con lamelle ARMOSHIELD CFK su ambo i lati
- 3.B Tessuti in fibra di carbonio ARMOSHIELD C-SHEET su ambo i lati della parete
- 4 Doppio fiocco aramidico ARMOGRIP
- 5.A Resina ARMOFIX MTX
- 5.B Resina ARMOFIX MTL
- 6 Intonaco di finitura

LO SAPEVI CHE...

L'intervento deve preferibilmente essere eseguito su entrambe le facce del muro per evitare asimmetrie che possano indurre effetti secondari.



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



Controventi con tessuti unidirezionali in fibra di carbonio ARMOSHIELD C



Controventi con lamelle pultruse in fibra di carbonio ARMOSHIELD CFK



Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200/2004 (rev. 07/10/2008)

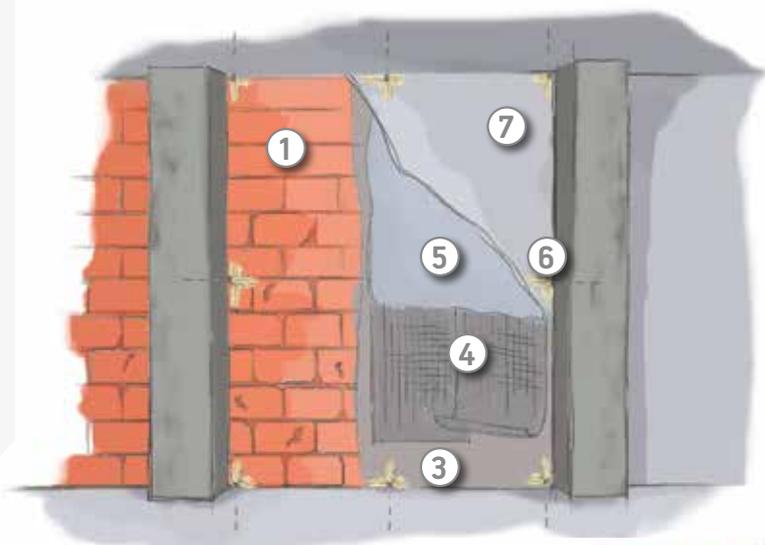
Verifica a delaminazione

cap. 4.1.2 - 4.1.3 - 4.1.4

Lo schema di calcolo non viene riportato direttamente nel documento CNR, tuttavia è possibile schematizzare il sistema con lo schema tirante puntone, controllando la delaminazione e le tensioni di interfaccia.

TAMPONAMENTI E SOLAI

1.10



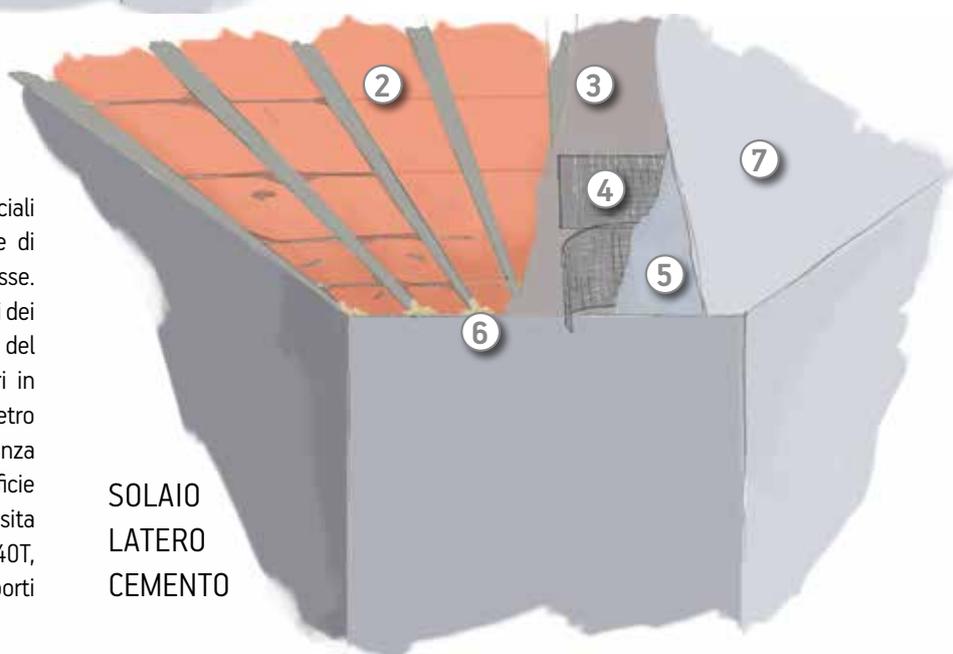
PANNELLO NON STRUTTURALE

? IL PROBLEMA

Si teme la formazione di un cinematismo consistente nel collasso e ribaltamento dei tamponamenti in muratura e alla caduta di elementi di alleggerimento in laterizio dal solaio.

👍 LA SOLUZIONE

Miglioramento del comportamento sismico di tamponamenti in muratura e solai con sistema antiribaltamento che previene le fessurazioni e contiene il rischio di crolli e ribaltamento.



SOLAIO
LATERO
CEMENTO

● OPERAZIONI PRELIMINARI

I residui di intonaco, i trattamenti superficiali precedenti e le parti degradate o in fase di distacco della muratura devono essere rimosse. Ogni 2 metri circa dovranno essere realizzati dei fori all'intradosso del solaio o sul perimetro del pannello per l'alloggiamento di connettori in fibra di aramide. I fori dovranno avere diametro di circa 20 mm e profondità di 10 cm (distanza dalla muratura 1,5 cm circa). La superficie dovrà essere regolarizzata mediante apposita malta strutturale fibrorinforzata FLUECO 40T, eventualmente bicomponente per supporti deboli FLUECO 80 T2.

✓ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Posizionamento e ancoraggio del connettore: tagliare il connettore della lunghezza necessaria. Preparare la resina **ARMOFIX MTX** e iniettare a mezzo cartuccia all'interno del foro avendo cura di riempire circa la metà, inserire il connettore **ARMOGRIP** all'interno del foro e procedere all'impregnazione e riempimento della cavità del connettore per tutta la sua lunghezza con **ARMOFIX MTX**.

Applicazione del rinforzo: sulla sezione di muratura risanata, verrà applicato uno strato di malta **ARMOTECH MONO** per regolarizzare la superficie e fornire un substrato omogeneo, il cui spessore medio sarà di circa 3 mm in funzione dell'irregolarità della tessitura muraria. Sul primo strato di malta verrà posata la rete in fibra di basalto **ARMONET B 250** tagliata a misura, eventuali "riprese" dovranno essere realizzate tramite semplice sormonto di almeno 10 cm. Successivamente sarà steso un ulteriore strato di circa 3 mm di **ARMOTECH MONO** sulla malta non completamente indurita e sulla rete ricoprendola uniformemente. Per eventuali strati successivi ripetere il procedimento operando sempre fresco su fresco. **Ancoraggio del connettore:** a indurimento avvenuto dell'ultimo strato di malta **ARMOTECH MONO** procedere all'ancoraggio della parte terminale del connettore: la porzione di connettore non impregnata che fuoriesce dal foro (fiocco) dovrà essere aperta a ventaglio e fissata alla superficie circostante il foro mediante impregnazione di resina. L'adesivo **ARMOFIX MTX** dovrà essere applicato prima sulla superficie da incollare e poi sulle fibre aperte a fiocco. Ricoprire il fiocco con uno strato di malta **ARMOTECH MONO**.

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.2 pag. 63
- Voce di capitolato antiribaltamento - antisfondellamento 4.9 pag. 84

RINFORZO ANTIRIBALTAMENTO, ANTISFONDELLAMENTO E MIGLIORAMENTO DEL COMPORTAMENTO SISMICO



LEGENDA

- 1 Tamponamento in muratura
- 2 Solaio
- 3 Primo strato di malta ARMOTECH MONO
- 4 Rete in fibra di basalto ARMONET B 250
- 5 Rasatura finale con malta ARMOTECH MONO
- 6 Connettori in aramide ARMOGRIP
- 7 Intonaco di finitura

LO SAPEVI CHE...

Nei tamponamenti in muratura il rinforzo va applicato su entrambi i lati.



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



Applicazione della rete tra due strati di malta ARMOTECH MONO



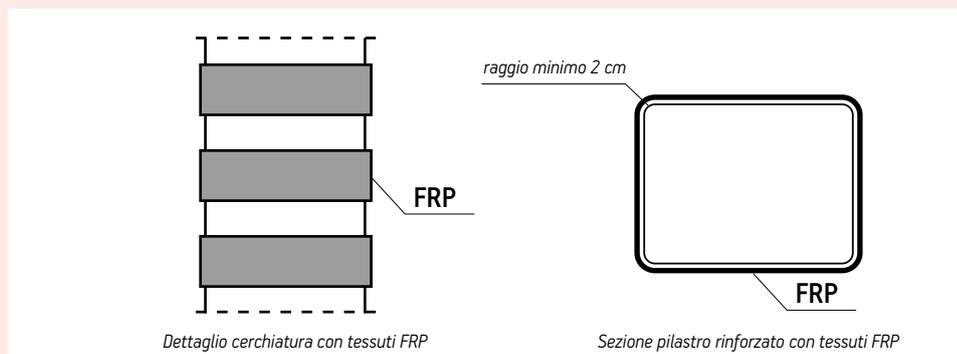
Intervento di rinforzo antiribaltamento ultimato.

Il presente capitolo tratta la descrizione delle principali e più ricorrenti problematiche di rinforzo delle strutture in muratura. Saranno presi in esame i rinforzi applicati a miglioramento di fenomeni locali (ribaltamento, flessione, ecc.) e a miglioramento della resistenza derivanti da valutazioni globali (rinforzo a flessione, taglio, cerchiatura, ecc.). Va ribadita l'importanza dell'analisi globale dell'edificio oggetto dell'intervento, al fine di operare con il rinforzo in maniera da non creare scompensi di comportamento strutturale soprattutto alle azioni sismiche, operando con consapevolezza su rigidità e resistenze dei singoli elementi strutturali.

DI SEGUITO SI RIPORTANO IN MANIERA SCHEMATICA I PRINCIPALI INTERVENTI PER IL RINFORZO DELLE MURATURE:

1) CONFINAMENTO DEI PILASTRI • Rif. scheda 2.1

Il confinamento di colonne e pilastri in muratura può essere realizzato, come per gli elementi in c.a., con tessuti di FRP disposti in avvolgimento sul perimetro in modo da costituire una fasciatura esterna continua (ricoprimento) o discontinua (cerchiatura)". Esso consente di incrementare la resistenza ultima per elementi sollecitati da sforzo normale centrato o con piccola eccentricità.



2) PANNELLI MURARI

I pannelli di muratura possono essere rinforzati con FRP allo scopo d'incrementarne la portanza o la duttilità nei confronti di azioni **fuori dal piano del pannello**.

Le cause possono essere: il sisma, la mancanza di connessioni con pareti ortogonali, la presenza di strutture spingenti come archi o volte o l'assenza di verticalità del pannello murario.

Esse si manifestano secondo i seguenti possibili meccanismi di collasso:

- per **ribaltamento semplice**
- per **flessione verticale**
- per **flessione orizzontale**

	MECCANISMO DI COLLASSO	POSSIBILE SOLUZIONE
RIBALTAMENTO SEMPLICE	<p>Azione perpendicolare al piano</p>	<p>• Rif. scheda 2.2 - 2.5</p> <p>Tessuto in fibra di carbonio Connettori</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fasciature con cordoli in sommità e/o all'altezza degli interpiani • Connessioni con le pareti ortogonali

	MECCANISMO DI COLLASSO	POSSIBILE SOLUZIONE
FLESSIONE VERTICALE		<ul style="list-style-type: none"> • Rif. scheda 2.3 - 2.5 • Applicazione di tessuto in zona tesa • Connessioni con le pareti ortogonali
FLESSIONE ORIZZONTALE		<ul style="list-style-type: none"> • Rif. scheda 2.4 - 2.5 • Fasciature con cordoli in sommità e/o all'altezza degli interpiani • Connessioni con le pareti ortogonali • Applicazione di tessuto in zona tesa

Nella pratica si manifestano più comunemente **meccanismi misti**, cioè che derivano dalla combinazione di meccanismi di collasso sopra indicati.

3) RINFORZO A TAGLIO

I pannelli di muratura possono essere rinforzati con FRP anche allo scopo d'incrementarne la portanza o la duttilità nei confronti di azioni **nel piano del pannello**, solitamente dovute al sisma, la mancanza di connessioni con pareti ortogonali o la presenza di strutture spingenti.

	MECCANISMO DI COLLASSO	POSSIBILE SOLUZIONE
TAGLIO	<p>Azione parallela al piano</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rif. scheda 2.5 - 2.6 • Sistema di controventature di contenimento alle azioni taglianti e di fasciature verticali per le azioni di presso flessione

4) ARCHI E VOLTE • Rif. scheda 2.7 - 2.8 - 2.9 - 2.10

Il rinforzo di volte e archi in muratura si esegue quando gli elementi strutturali perdono la loro funzionalità per la formazione di cerniere che attivano i meccanismi di collasso. Le cause sono da imputare alla scarsa resistenza a trazione della muratura la quale, se soggetta a carichi eccessivi e ai sismi, genera al suo interno degli stati tensionali che si manifestano con le fessurazioni e successivamente con la rotazione delle imposte. **Il rinforzo in FRP contrasta la formazione delle cerniere assorbendo gli sforzi di trazione che si generano all'interno della struttura.** L'applicazione dei rinforzi in fibra di carbonio viene eseguita **all'intradosso, all'estradosso** o da **entrambi i lati**, a seconda delle necessità statiche e/o applicative.

I rinforzi vengono applicati quindi lungo quelle direzioni in cui si determinano degli stati di trazione. Il tipo e lo schema di rinforzo preciso si determinano con la modellazione agli elementi finiti, ma l'esperienza, la sperimentazione su scala reale e la teoria della scienza delle costruzioni, permettono di determinare degli schemi progettuali indicativi descritti nelle schede a seguire.

Tutto quanto descritto nelle seguenti schede, come già ribadito nella sezione relativa al calcestruzzo armato, non può prescindere dalla preliminare e corretta preparazione del supporto, allo scopo di ottenere un substrato di base tale da garantire una corretta applicazione del sistema di rinforzo assicurando efficacia e durata dell'intervento realizzato. Gli interventi descritti hanno solitamente carattere di vero e proprio rinforzo determinato da variazione delle esigenze d'uso della struttura o dalla necessità di apportare adeguamenti normativi alla stessa.

PILASTRO IN MURATURA

2.1

? IL PROBLEMA

Il pilastro semplicemente compresso presenta resistenza a compressione inferiore alle richieste progettuali, oppure è necessario incrementare la deformazione ultima ad esempio nel caso di incremento dei carichi sulla struttura o di ampliamento.

👍 LA SOLUZIONE

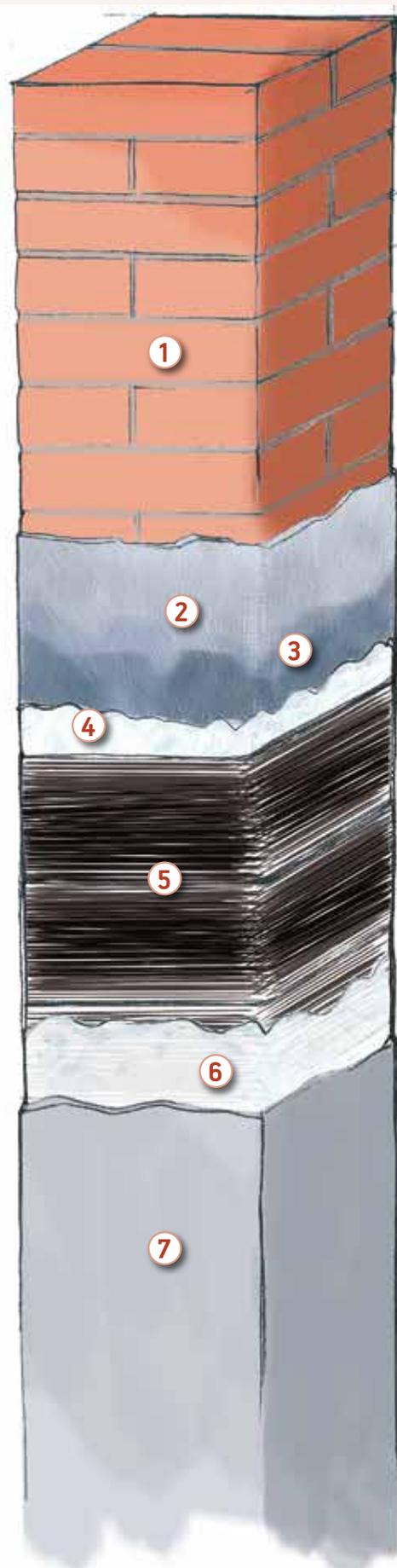
Fasciando il pilastro con nastri di tessuto unidirezionale è possibile aumentare la resistenza a compressione della muratura. L'aumento di resistenza a compressione ottenibile è funzione della geometria della sezione, del materiale base e della disposizione delle fasciature di cerchiatura, e determina anche un aumento della deformazione ultima a compressione della muratura, in altre parole ne aumenta la duttilità.

○ OPERAZIONI PRELIMINARI

Si procede al risanamento del pilastro con eventuali interventi di ristilatura dei corsi e/o iniezioni anche armate. Si realizzano dunque le fasce ove si applicherà il rinforzo con la malta FLUECO 40T o FLUECO 80T2. La sezione di muratura dovrà essere compatta e regolare. Gli spigoli del pilastro dovranno essere arrotondati con raggio di curvatura non inferiore a 20 mm.

✓ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di muratura risanata, verrà applicato uno strato di malta **FLUECO 40T** o **FLUECO 80T2** per regolarizzare la superficie e fornire al rinforzo FRP un substrato omogeneo, il cui spessore sarà funzione dell'irregolarità della tessitura muraria. Sulla base di malta verrà stesa a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio specifico per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verrà posata la fascia di carbonio unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET** tagliata a misura con sovrapposizione di almeno 20 cm nel senso delle fibre. Il tessuto posato dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e iniziare l'impregnazione delle fibre. Successivamente sarà steso un ulteriore strato di **ARMOFIX MTX** sul tessuto in modo da completare l'impregnazione sempre mediante rullatura. Per eventuali strati successivi, procedere con la stesura di un ulteriore strato di adesivo **ARMOFIX MTX** sopra la fascia precedentemente posata, e successivamente posare il secondo strato avendo cura di rullare bene per far uscire tutta l'aria e impregnare perfettamente le fibre. Sull'ultimo strato, per poter consentire la successiva posa dell'intonaco, è sufficiente spolverare della sabbia al quarzo sull'adesivo ancora fresco.



▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.2 pag. 63
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64

RINFORZO A COMPRESSIONE TRAMITE CONFINAMENTO CON TESSUTI IN FIBRA DI CARBONIO

LEGENDA

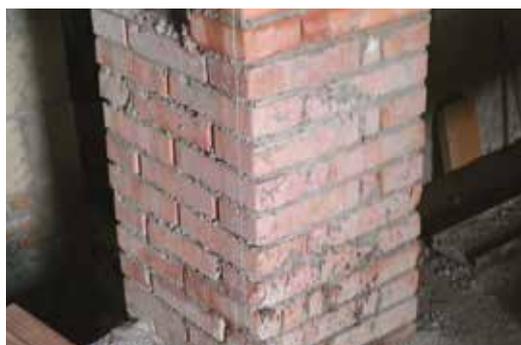
- 1 Pilastro in muratura
- 2 Rasatura con malta fibrorinforzata FLUECO
- 3 Primer ARMOPRIMER 100
- 4 Resina di incollaggio ARMOFIX MTX
- 5 Fibra unidirezionale in carbonio ARMOSHIELD C-SHEET
- 6 Resina di impregnazione ARMOFIX MTX
- 7 Intonaco di finitura

LO SAPEVI CHE...

Su pilastri a sezione quadrata o rettangolare è possibile migliorare il comportamento a compressione anche mediante l'utilizzo di barre ARMOSHIELD BC poste orizzontalmente, con e senza fasciatura.



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



Pilastro compresso in muratura prima dell'intervento.



Cerchiatura del pilastro con tessuti in fibra di carbonio ARMOSHIELD C.



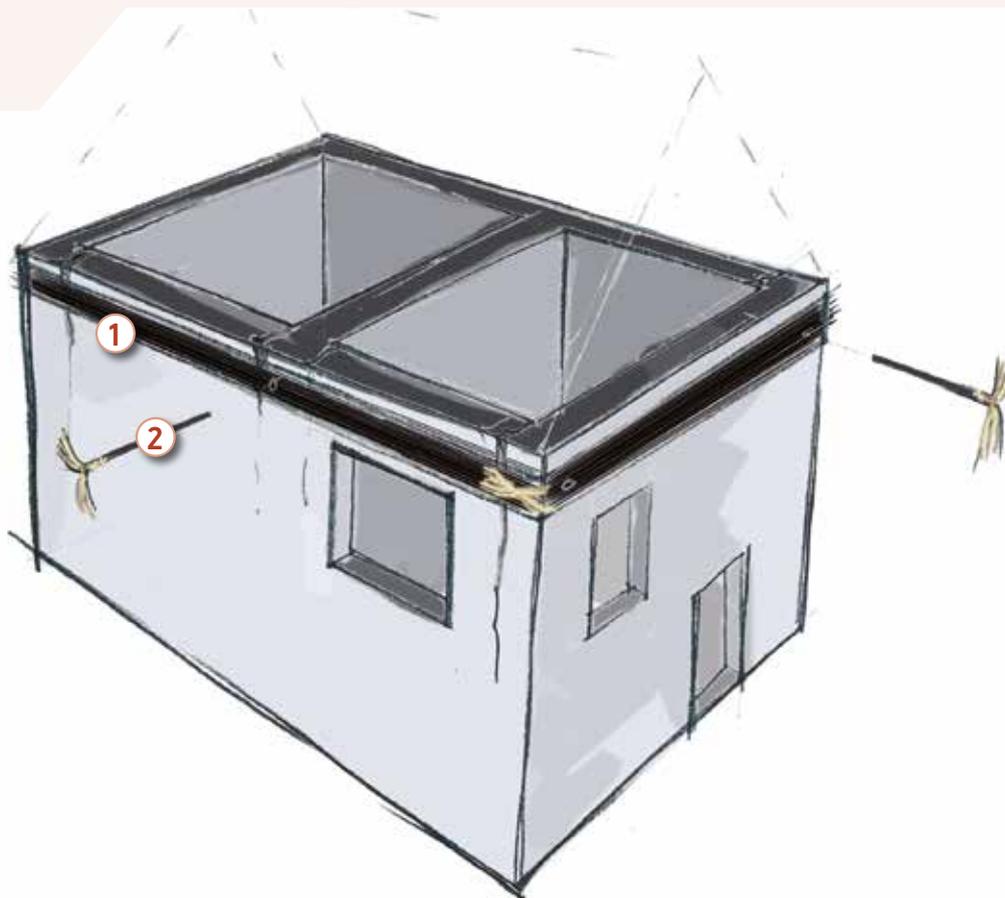
Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Resistenza di progetto a compressione centrata dell'elemento confinato

cap. 5.6.1

PANNELLI MURARI PERIMETRALI

2.2



? IL PROBLEMA

Si teme la formazione di un cinematismo consistente nel ribaltamento del pannello murario rispetto ad una cerniera cilindrica alla base del pannello murario stesso.

👍 LA SOLUZIONE

Fasciatura di sommità con adeguato risvolto e ancoraggio sulle pareti ortogonali. Variante con massimizzazione dei benefici: cerchiatura completa della fabbrica muraria.

○ OPERAZIONI PRELIMINARI

Si procede al risanamento della muratura eliminando le situazioni di degrado anche con eventuali interventi di ristilatura dei corsi, e/o iniezioni anche armate. Si realizzano dunque le fasce ove si applicherà il rinforzo con la malta fibrorinforzata FLUECO 40T o FLUECO 80T2. Dovranno essere realizzate corsie in malta fibrorinforzata per l'alloggiamento delle fasce in fibra di carbonio di spessore variabile a seconda della irregolarità della tessitura muraria. Gli spigoli del fabbricato dovranno essere arrotondati con raggio di curvatura non inferiore a 20 mm.

✓ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di muratura risanata, verrà applicato uno strato di malta **FLUECO 40T** o **FLUECO 80T2** per regolarizzare la superficie e fornire al rinforzo FRP un substrato omogeneo, il cui spessore sarà funzione della irregolarità della tessitura muraria. Sulla base di malta verrà stesa a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio specifico per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verrà posata la fascia di carbonio unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET** tagliata a misura. Eventuali "riprese" dovranno essere realizzate tramite semplice sormonto di almeno 20 cm nel senso delle fibre. Il tessuto posato dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e iniziare l'impregnazione delle fibre. Successivamente sarà steso un ulteriore strato di **ARMOFIX MTX** sul tessuto in modo da completare l'impregnazione sempre mediante rullatura. Per realizzare eventuali strati successivi, procedere con la stesura di un ulteriore strato di adesivo **ARMOFIX MTX** sopra la fascia precedentemente posata, e successivamente applicare il secondo strato avendo cura di rullare bene per far uscire tutta l'aria e impregnare perfettamente le fibre. Sull'ultimo strato, per poter consentire la successiva posa dell'intonaco, è sufficiente spolverare sull'adesivo ancora fresco sabbia al quarzo.

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.2 pag. 63
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64

RINFORZO TRAMITE CERCHIATURA CON TESSUTI IN CARBONIO

LEGENDA

- 1 Cerchiatura con tessuti ARMOSHIELD C-SHEET posati su corsie in malta con malta FLUECO
- 2 Connettori in aramide ARMOGRIP

LO SAPEVI CHE...

L'intervento FRP può essere ottimizzato con un adeguato intervento preventivo di ripristino della muratura. Scopri i prodotti ARMOLIME sul sito draco-edilizia.it



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



Cerchiatura con fasce unidirezionali: dettaglio dell'angolo arrotondato.



Dettaglio della cerchiatura.



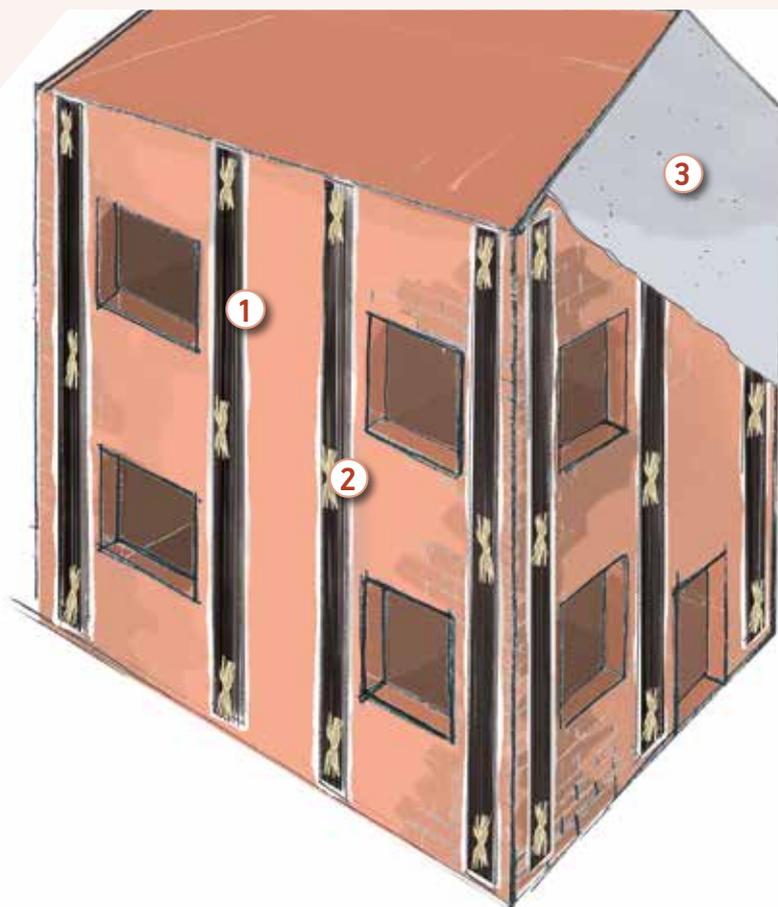
Visione di insieme dell'intervento: cerchiatura eseguita in sommità e in corrispondenza del solaio.

Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Verifica per ribaltamento semplice	cap. 5.4.1.1.1
Verifica a pressoflessione nel piano del pannello	cap. 5.4.1.2.1
Verifica per taglio nel piano del pannello	cap. 5.4.1.2.2
Verifica a delaminazione (quando necessaria)	cap. 5.3.2 - 5.3.3

PANNELLI MURARI PERIMETRALI

2.3



? IL PROBLEMA

Per un pannello di muratura ben vincolato al piede ed in sommità, soggetto ad azioni orizzontali, si teme il collasso per effetto delle sollecitazioni di flessione che si instaurano in esso. Il collasso avviene per formazione di tre cerniere: una al piede, una in sommità e la terza posizionata ad una certa altezza del pannello.

👍 LA SOLUZIONE

Applicando sulle pareti del pannello fasce di materiale composito FRP con fibre verticali, si realizza una "muratura armata con FRP" nella quale gli sforzi di compressione associati alla flessione sono assorbiti dalla muratura e quelli di trazione dal rinforzo di FRP.

🕒 OPERAZIONI PRELIMINARI

Rimuovere l'intonaco presente fino a raggiungere la muratura. Dovranno essere realizzate corsie in malta fibrorinforzata per l'alloggiamento delle fasciature in fibra di carbonio di spessore variabile a seconda della irregolarità della tessitura muraria.

✅ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di muratura risanata, verrà applicato uno strato di malta **FLUECO 40T** o **FLUECO 80T2** per regolarizzare la superficie e fornire al rinforzo FRP un substrato omogeneo, il cui spessore sarà funzione della irregolarità della tessitura muraria. Sulla base di malta verrà stesa a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio specifico per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verrà posata la fascia di carbonio unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET** tagliata a misura. Eventuali "riprese" dovranno essere realizzate tramite semplice sormonto di almeno 20 cm nel senso delle fibre. Il tessuto posato dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e iniziare l'impregnazione delle fibre. Successivamente sarà steso un ulteriore strato di **ARMOFIX MTX** sul tessuto in modo da completare l'impregnazione sempre mediante rullatura. Per eventuali strati successivi, procedere con la stesura di un ulteriore strato di adesivo **ARMOFIX MTX** sopra la fascia precedentemente posata, e successivamente posare il secondo strato avendo cura di rullare bene per far uscire tutta l'aria e impregnare perfettamente le fibre. Sull'ultimo strato, per poter consentire la successiva posa dell'intonaco, è sufficiente spolverare sull'adesivo ancora fresco sabbia al quarzo.

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.2 pag. 63
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64

RINFORZO VERTICALE A FLESSIONE



LEGENDA

- 1 Tessuti in fibra di carbonio ARMOSHIELD C-SHEET posati su corsie in malta FLUECO
- 2 Connettori in aramide ARMOGRIP inghisati
- 3 Intonaco di finitura

LO SAPEVI CHE...

Verifica sempre l'ipotesi di solai rigidi nel proprio piano



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



Preparazione delle corsie di alloggiamento dei tessuti ()*



Posa dei tessuti in fibra di carbonio ARMOSHIELD C sulle corsie di malta e inserimento dei connettori ARMOGRIP

() In questo caso si è scelto di procedere combinando rinforzo verticale (scheda 2.3) e orizzontale (scheda 2.4)*



Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Verifica per flessione della striscia muraria verticale

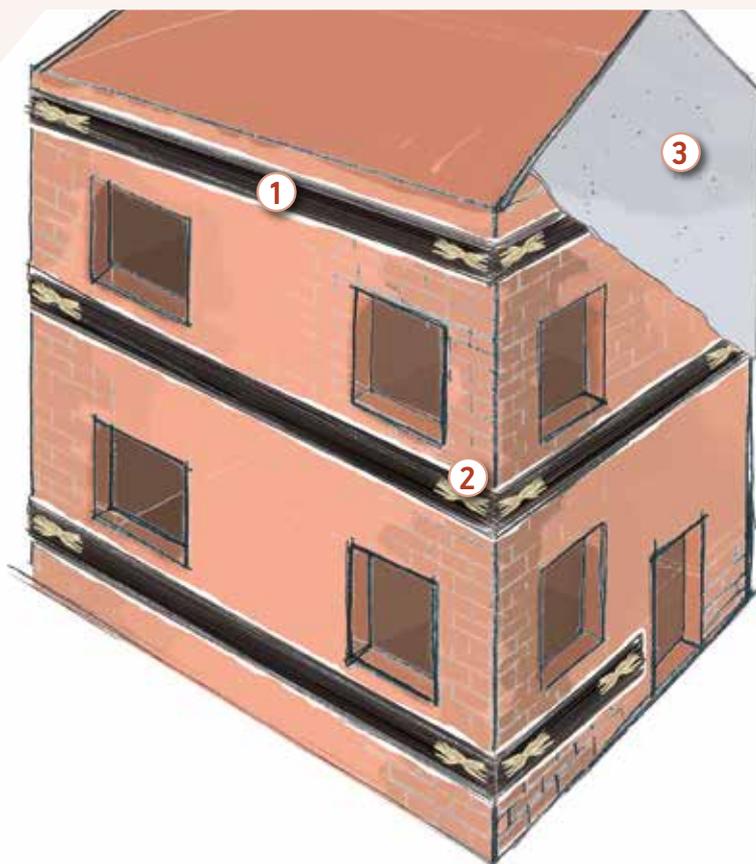
cap. 5.4.1.1.2

Verifica a delaminazione (quando necessaria)

cap. 5.3.2 - 5.3.3

PANNELLI MURARI PERIMETRALI

2.4



? IL PROBLEMA

Per un pannello in muratura ben vincolato al piede, in presenza di muri laterali che siano o meno in grado di esercitare azione di contrafforte, in presenza di azioni orizzontali, la fascia muraria orizzontale di sommità si comporta come una trave in muratura, e può collassare o per superamento del carico sopportabile dallo schema ad arco o per formazione di un meccanismo a 3 cerniere.

👍 LA SOLUZIONE

L'applicazione dei materiali compositi consente di contrastare tale meccanismo, conferendo capacità di resistenza a flessione alla striscia di altezza unitaria collocata in sommità del pannello, trasformata in una trave di muratura rinforzata con FRP.

○ OPERAZIONI PRELIMINARI

Rimuovere l'intonaco se presente fino a raggiungere la muratura. Si procede al risanamento della muratura eliminando le situazioni di degrado anche con eventuali interventi di ristilatura dei corsi, e/o iniezioni anche armate. Si realizzano dunque le fasce ove si applicherà il rinforzo con la malta fibrorinforzata a basso modulo ARMOTECH MONO.

✓ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di muratura risanata, verrà applicato uno strato di malta **FLUECO 40T** o **FLUECO 80T2** per regolarizzare la superficie e fornire al rinforzo FRP un substrato omogeneo, il cui spessore sarà funzione della irregolarità della tessitura muraria. Sulla base di malta verrà stesa a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio specifico per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verrà posata la fascia di carbonio unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET** tagliata a misura. Eventuali "riprese" dovranno essere realizzate tramite semplice sormonto di almeno 20 cm nel senso delle fibre. Il tessuto posato dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e iniziare l'impregnazione delle fibre. Successivamente sarà steso un ulteriore strato di **ARMOFIX MTX** sul tessuto in modo da completare l'impregnazione sempre mediante rullatura. Per eventuali strati successivi, procedere con la stesura di un ulteriore strato di adesivo **ARMOFIX MTX** sopra la fascia precedentemente posata, e successivamente posare il secondo strato avendo cura di rullare bene per far uscire tutta l'aria e impregnare perfettamente le fibre. Sull'ultimo strato, per poter consentire la successiva posa dell'intonaco, è sufficiente spolverare sull'adesivo ancora fresco sabbia al quarzo.

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.2 pag. 63
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64

RINFORZO A FLESSIONE ORIZZONTALE

LEGENDA

- 1 Tessuti in fibra di carbonio ARMOSHIELD C-SHEET posati su corsie in malta FLUECO
- 2 Connettori in aramide ARMOGRIP
- 3 Intonaco di finitura

LO SAPEVI CHE...

Il fenomeno è più acuto sulla fascia di sottotetto per via delle travi lignee spesso spingenti. Ricorda di mettere in conto la loro azione!



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



Realizzazione delle corsie di alloggiamento dei tessuti (*)



Cerchiatura con tessuti unidirezionali in fibra di carbonio ARMOSHIELD C (*)



Cerchiatura con tessuti unidirezionali in fibra di carbonio ARMOSHIELD C.



Particolare dello spolvero finale con sabbia al quarzo per favorire la successiva posa dell'intonaco.

(*) In questo caso si è scelto di procedere combinando rinforzo verticale (scheda 2.3) e orizzontale (scheda 2.4)



Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

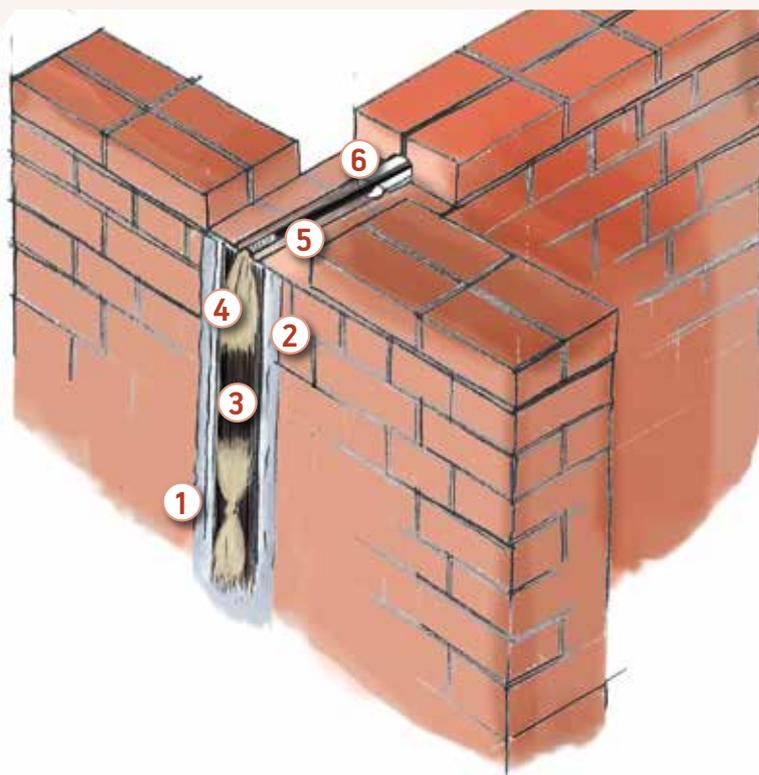
Verifica per flessione della striscia muraria orizzontale

cap. 5.4.1.1.3

Verifica a delaminazione (quando necessaria)

cap. 5.3.2 - 5.3.3

INTERCONNESSIONE PARETI



? IL PROBLEMA

Pareti ortogonali ed entrambe resistenti alle azioni orizzontali si presentano scarsamente ammassate tra loro, questo comporta un pessimo comportamento sismico del fabbricato.

👍 LA SOLUZIONE

L'applicazione di barre in fibra di carbonio unitamente a fasciature verticali FRP conferisce un ancoraggio continuo tra le murature così connesse.

○ OPERAZIONI PRELIMINARI

Dovranno essere realizzate corsie in malta fibrorinforzata per l'alloggiamento delle fasciature in fibra di carbonio di spessore variabile a seconda della irregolarità della tessitura muraria e dovranno essere realizzati fori di opportuni diametro e lunghezza per l'inserimento delle barre. I fori dovranno essere puliti dalla polvere.

✓ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di muratura risanata, verrà applicato uno strato di malta **FLUECO 40T** o **FLUECO 80T2** per regolarizzare la superficie e fornire al rinforzo FRP un substrato omogeneo, il cui spessore sarà funzione della irregolarità della tessitura muraria. Sulla base di malta verrà stesa a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio specifico per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verrà posata la fascia di carbonio unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET** tagliata a misura. Eventuali "riprese" dovranno essere realizzate tramite semplice sormonto di almeno 20 cm nel senso delle fibre. Il tessuto posato dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e iniziare l'impregnazione delle fibre. Successivamente sarà steso un ulteriore strato di **ARMOFIX MTX** sul tessuto in modo da completare l'impregnazione sempre mediante rullatura. Per eventuali strati successivi, procedere con la stesura di un ulteriore strato di adesivo **ARMOFIX MTX** sopra la fascia precedentemente posata, e applicare il secondo strato avendo cura di rullare bene per far uscire tutta l'aria e impregnare perfettamente le fibre. Sull'ultimo strato, per poter consentire la successiva posa dell'intonaco, è sufficiente spolverare sabbia al quarzo sull'adesivo ancora fresco. Prima della posa dell'ultimo strato verrà colato o iniettato all'interno del foro l'adesivo **ARMOFIX MT** o in alternativa **ARMOFIX MTX**, riempiendo lo stesso fino circa a tre quarti della profondità. Successivamente verrà inserita la barra: la parte terminale del connettore aramidico non impregnata che fuoriesce dal foro (fiocco) dovrà essere risvoltata e disposta a ventaglio, fissandola alla superficie circostante il foro mediante impregnazione di resina. L'adesivo dovrà essere applicato prima sulla superficie da incollare e poi sulle fibre aperte a fiocco. Per proteggere il connettore dovrà essere applicato sulla mano di resina ancora fresca una porzione di tessuto in fibra di carbonio applicando il medesimo ciclo delle fasciature con tessuto in fibra di carbonio.

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.2 pag. 63
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64
- Voce di capitolato connettori 4.7 pag. 80

IN MURATURA ORTOGONALI



LEGENDA

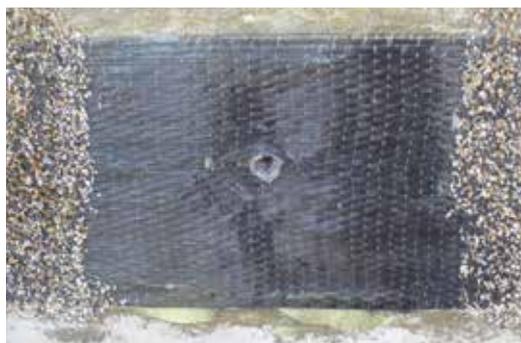
- 1 Corsia di alloggiamento in malta fibrorinforzata
- 2 Resina di incollaggio e impregnazione
- 3 Tessuto in fibra di carbonio ARMOSHIELD C
- 4 Connettore in aramide ARMOGRIP BC
- 5 Barra in carbonio ARMOSHIELD BC
- 6 Resina di incollaggio ARMOFIX MTX/MT

LO SAPEVI CHE...

Spesso l'interconnessione tra muri ortogonali unitamente alla presenza di solai rigidi nel piano permette di migliorare di molto le prestazioni sismiche di un edificio in muratura



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



FASE 1 In corrispondenza dei fori le fibre del tessuto in carbonio vanno accuratamente allargate.



FASE 2 Inserimento del connettore aramidico ARMOGRIP BC all'interno del foro riempito con la resina ARMOFIX MTX.



FASE 3 Apertura a ventaglio e fissaggio del fiocco con la resina epossidica ARMOFIX MTX.



FASE 4 Porzione di tessuto in fibra di carbonio ARMOSHIELD C applicato sul fiocco a protezione del connettore.

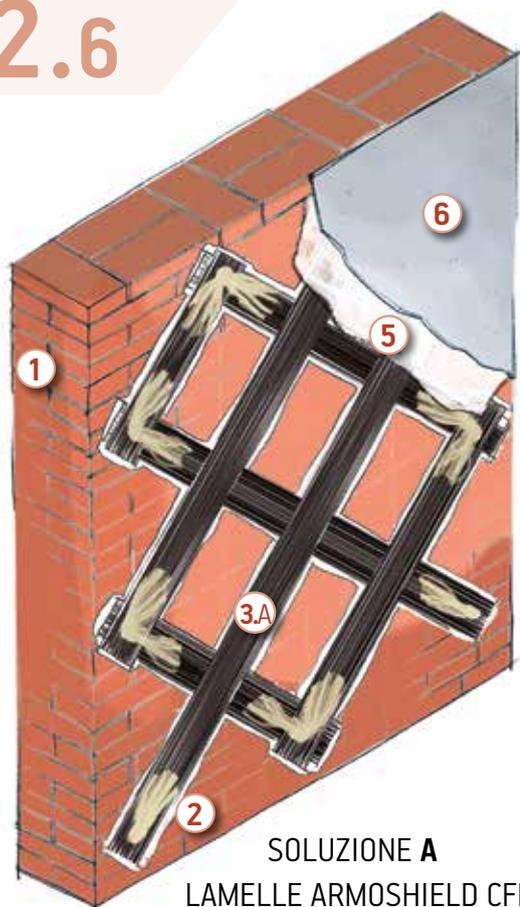


Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo:

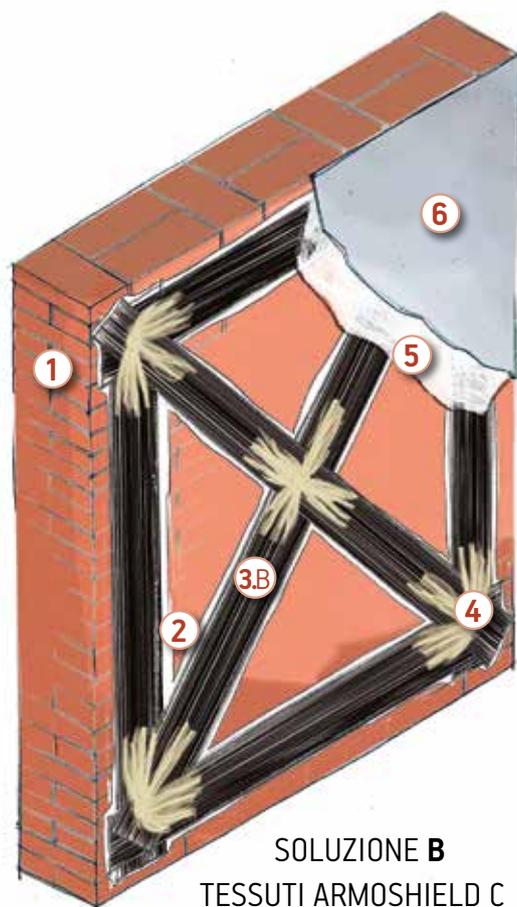
non esistono specifici riferimenti normativi per il dimensionamento dei connettori FRP benché il CNR DT 200/2004 ne faccia menzione al cap. 5.1.3. È tuttavia possibile fare riferimento alle resistenze caratteristiche dichiarate dai produttori e al calcolo indicativo della lunghezza di ancoraggio secondo ETAG 001 (tenendo conto però che è stata pensata per barre in acciaio ancorate con ancorante chimico).

PARETI SOGGETTE A TAGLIO

2.6



SOLUZIONE A
LAMELLE ARMOSHIELD CFK



SOLUZIONE B
TESSUTI ARMOSHIELD C

? IL PROBLEMA

Si vuole rinforzare un pannello murario all'azione tagliante.

👍 LA SOLUZIONE

Si possono applicare fasciature su ambo le facce esterne del pannello in modo da creare un sistema atto ad attivare un comportamento secondo lo schema a traliccio.

🕒 OPERAZIONI PRELIMINARI

Dovranno essere realizzate corsie in malta fibrorinforzata per l'alloggiamento delle fasciature in fibra di carbonio di spessore variabile a seconda dell'irregolarità della tessitura muraria.

✅ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di muratura risanata, verrà applicato uno strato di malta **FLUECO 40T** o **FLUECO 80T2** per regolarizzare la superficie e fornire al rinforzo FRP un substrato omogeneo, il cui spessore sarà funzione della irregolarità della tessitura muraria. Sulla base di malta verrà stesa a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio specifico per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verrà posata la fascia di carbonio unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET** tagliata a misura. Eventuali "riprese" dovranno essere realizzate tramite semplice sormonto di almeno 20 cm nel senso delle fibre. Il tessuto posato dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e iniziare l'impregnazione delle fibre. Successivamente sarà steso un ulteriore strato di **ARMOFIX MTX** sul tessuto in modo da completare l'impregnazione sempre mediante rullatura. Per eventuali strati successivi, procedere con la stesura di un ulteriore strato di adesivo **ARMOFIX MTX** sopra la fascia precedentemente posata, e successivamente applicare il secondo strato avendo cura di rullare bene per far uscire tutta l'aria e impregnare perfettamente le fibre. Sull'ultimo strato, per poter consentire la successiva posa dell'intonaco, è sufficiente spolverare con sabbia al quarzo sull'adesivo ancora fresco.

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.2 pag. 63
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64
- Voce di capitolato connettori 4.7 pag. 80

RINFORZO A TAGLIO

LEGENDA

- 1 Parete in muratura
- 2 Resina di incollaggio ARMOFIX MTX/MTL
- 3.A Rinforzo con lamelle ARMOSHIELD CFK su ambo i lati
- 3.B Tessuto in fibra di carbonio ARMOSHIELD C-SHEET su ambo i lati
- 4 Doppio fiocco aramidico ARMOGRIP inghisato con ARMOFIX MTX
- 5 Intonaco

LO SAPEVI CHE...

Fasciature di rinforzo a taglio disposte in orizzontale aumentano la resistenza della parete, fasciature disposte in diagonale ne aumentano anche la rigidità poiché fungono anche da controvento. Ricorda sempre di verificare la parete anche a pressoflessione.



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



Applicazione dei tessuti sulle corsie di malta.



Parete rinforzata su entrambe i lati con i tessuti in fibra di carbonio ARMOSHIELD C posizionati secondo schema di progetto.



Interconnessioni con doppio connettore aramidico ARMOGRIP.



Spolvero con sabbia al quarzo per favorire la successiva posa dell'intonaco.



Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Verifica per taglio nel piano del pannello

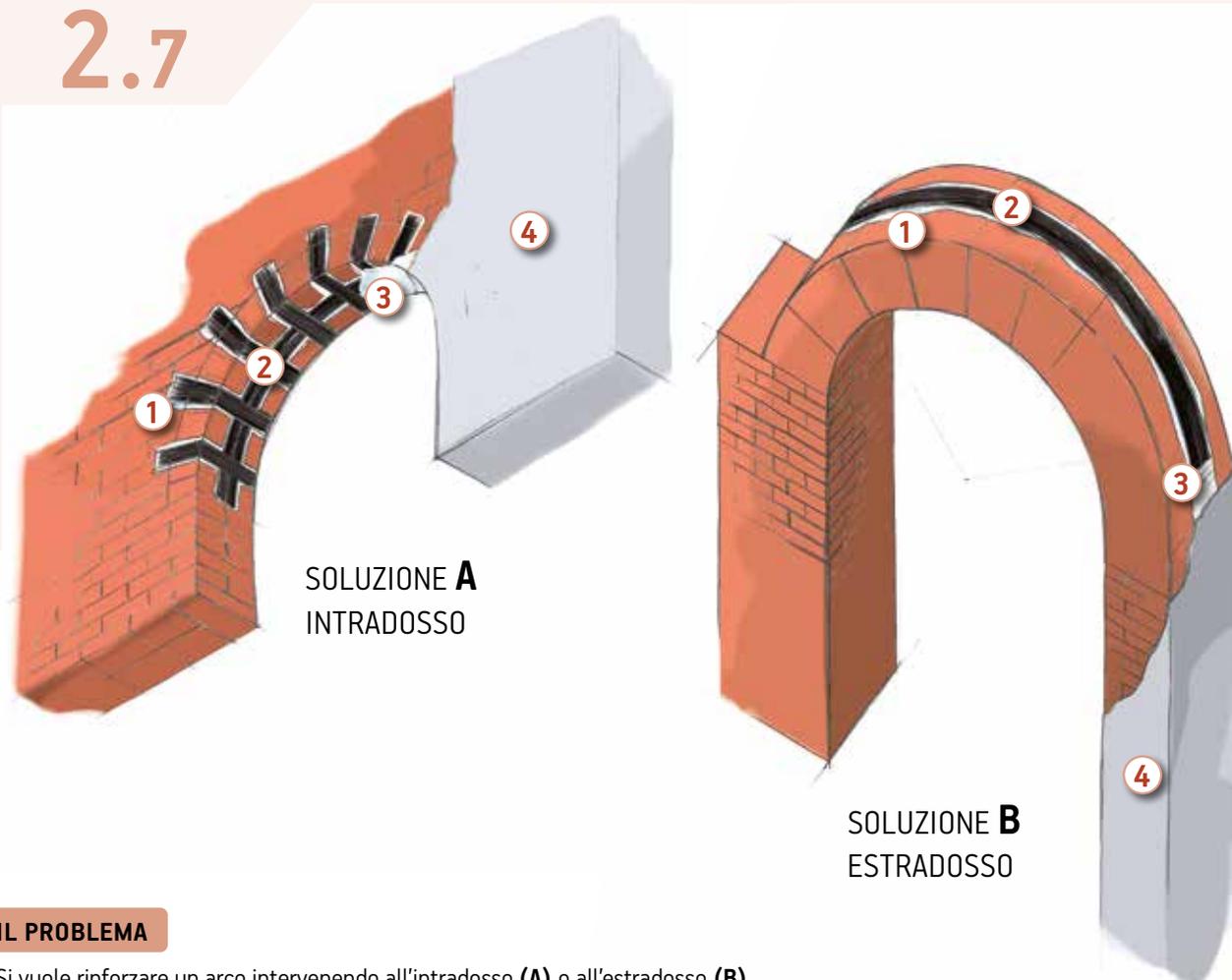
cap. 5.4.1.2.2

Verifica a delaminazione

cap. 5.3.2 - 5.3.3

ARCHI

2.7



SOLUZIONE A
INTRADOSSO

SOLUZIONE B
ESTRADOSSO

? IL PROBLEMA

Si vuole rinforzare un arco intervenendo all'intradosso (A) o all'estradosso (B).

👍 LA SOLUZIONE

Si possono applicare fasciature all'intradosso, opportunamente ancorate, in modo da aumentare l'eccentricità ammissibile della risultante di compressione nello spessore dell'arco e aumentare di conseguenza i carichi che portano alla formazione delle cerniere plastiche che determinano il meccanismo di collasso.

🕒 OPERAZIONI PRELIMINARI

Le situazioni di degrado della muratura devono essere rimosse. Dovranno essere realizzate corsie in malta fibrorinforzata per l'alloggiamento delle fasciature in fibra di carbonio di spessore variabile a seconda dell'irregolarità della tessitura muraria.

✅ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di muratura risanata, verrà applicato uno strato di malta **FLUECO 40T** o **FLUECO 80T2** per regolarizzare la superficie e fornire al rinforzo FRP un substrato omogeneo, il cui spessore sarà funzione della irregolarità della tessitura muraria. Sulla base di malta verrà stesa a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio specifico per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verrà posata la fascia di carbonio unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET** tagliata a misura. Eventuali "riprese" dovranno essere realizzate tramite semplice sormonto di almeno 20 cm nel senso delle fibre. Il tessuto posato dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e iniziare l'impregnazione delle fibre. Successivamente sarà steso un ulteriore strato di **ARMOFIX MTX** sul tessuto in modo da completare l'impregnazione sempre mediante rullatura. Per eventuali strati successivi, procedere con la stesura di un ulteriore strato di adesivo **ARMOFIX MTX** sopra la fascia precedentemente posata, e successivamente applicare il secondo strato avendo cura di rullare bene per far uscire tutta l'aria e impregnare perfettamente le fibre. Sull'ultimo strato, per poter consentire la successiva posa dell'intonaco, è sufficiente spolverare sabbia al quarzo sull'adesivo ancora fresco.

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.2 pag. 63
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64

RINFORZO ALL'INTRADOSSO/ESTRADOSSO

LEGENDA

- 1 Adesivo per l'incollaggio dei tessuti ARMOFIX MTX
- 2 Tessuto unidirezionale ARMOSHIELD C-SHEET
- 3 Resina di impregnazione ARMOFIX MTX
- 4 Intonaco di finitura

LO SAPEVI CHE...

L'intervento in estradosso è senza dubbio migliore, ma quello in intradosso non è affatto un ripiego e può portare a notevoli miglioramenti di comportamento a rottura dell'arco.



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



Arco prima dell'intervento: rimozione completa di intonaci o rivestimenti esistenti.



Applicazione dei tessuti ARMOSHIELD C-SHEET all'intradosso e fasciature fissate con i connettori aramidici ARMOGRIP.



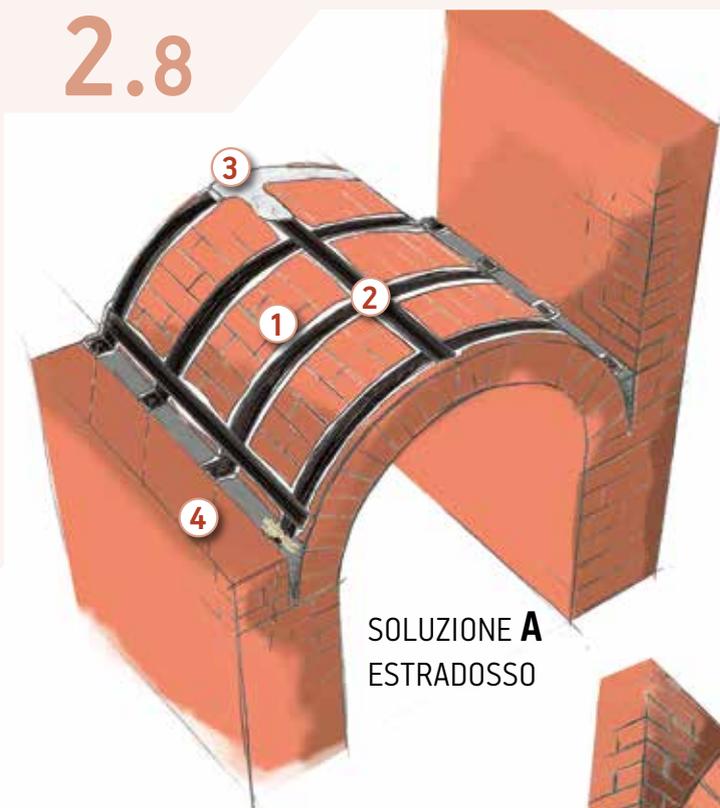
Particolare delle fasciature a "U" e connettori aramidici ARMOGRIP.

Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Verifica per schema ad arco	cap. 5.5.1.1
Verifica per schema a portale	cap. 5.5.1.2
Verifica a flessione	cap. 5.4.1.1.2
Verifica a taglio	cap. 5.4.1.2.2
Verifica a delaminazione	cap. 5.3.2 - 5.3.3

VOLTE A BOTTE

2.8

SOLUZIONE A
ESTRADOSSO

OPERAZIONI PRELIMINARI

Si procede al risanamento della muratura con eventuali interventi di ristilatura dei corsi e/o iniezioni anche armate. Si realizzano dunque le fasce ove si applicherà il rinforzo con la malta fibrorinforzata a basso modulo ARMOTECH MONO. Dovranno essere realizzate corsie in malta fibrorinforzata per l'alloggiamento delle fasciature in fibra di carbonio di spessore variabile a seconda dell'irregolarità della tessitura muraria. Nel caso di intervento in estradosso, prima della rimozione del riempimento della volta, assicurarsi di averla puntellata adeguatamente.

APPLICAZIONE DEL RINFORZO

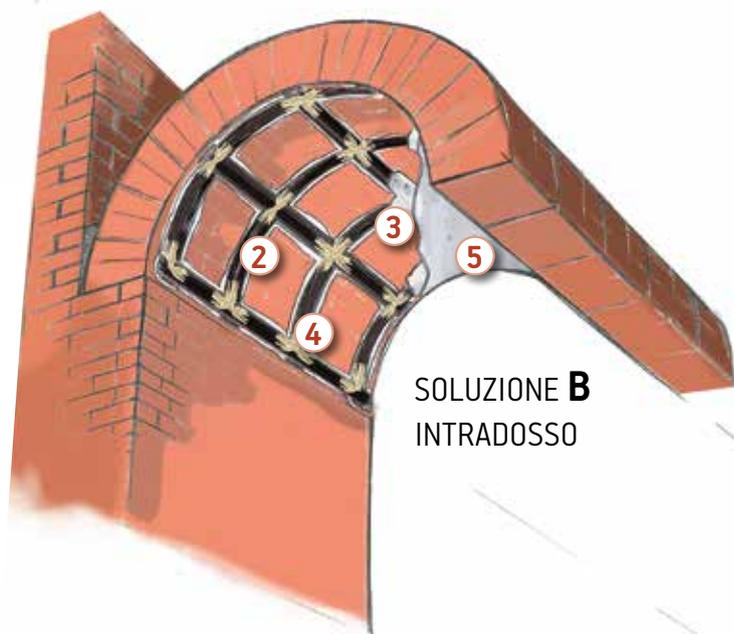
Sulla sezione di muratura risanata, verrà applicato uno strato di malta **FLUECO 40T** o **FLUECO 80T2** per regolarizzare la superficie e fornire al rinforzo FRP un substrato omogeneo, il cui spessore sarà funzione della irregolarità della tessitura muraria. Sulla base di malta verrà stesa a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio specifico per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verrà posata la fascia di carbonio unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET** tagliata a misura, eventuali "riprese" dovranno essere realizzate tramite semplice sormonto di almeno 20 cm nel senso delle fibre. Il tessuto posato dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e iniziare l'impregnazione delle fibre. Successivamente sarà steso un ulteriore strato di **ARMOFIX MTX** sul tessuto in modo da completare l'impregnazione sempre mediante rullatura. Per eventuali strati successivi, procedere con la stesura di un ulteriore strato di adesivo **ARMOFIX MTX** sopra la fascia precedentemente posata, e successivamente posare il secondo strato avendo cura di rullare bene per far uscire tutta l'aria e impregnare perfettamente le fibre. Sull'ultimo strato, per poter consentire la successiva posa dell'intonaco, è sufficiente spolverare sabbia al quarzo sull'adesivo ancora fresco.

IL PROBLEMA

Si vuole rinforzare una volta a botte intervenendo all'estradosso (A) o all'intradosso (B).

LA SOLUZIONE

Si possono applicare fasciature all'estradosso o all'intradosso, in quest'ultimo caso opportunamente ancorate meccanicamente con connettori, in modo da aumentare l'eccentricità ammissibile della risultante di compressione nello spessore della volta permettendo di aumentare i carichi che portano alla formazione della cerniera plastica.

SOLUZIONE B
INTRADOSSO

VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.2 pag. 63
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64

RINFORZO ALL'INTRADOSSO/ESTRADOSSO

LEGENDA

- 1 Resina di incollaggio ARMOFIX MTX
- 2 Tessuti unidirezionali ARMOSHIELD C-SHEET
- 3 Resina di impregnazione ARMOFIX MTX
- 4 Connettori aramidici in carbonio + barre ARMOGRIP BC
- 5 Intonaco di finitura

LO SAPEVI CHE...

Ricorda di connettere le volte alle murature d'ambito solo dove tale connessione non impedisce la normale deformazione della volta stessa, solitamente nei punti di appoggio della struttura.



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



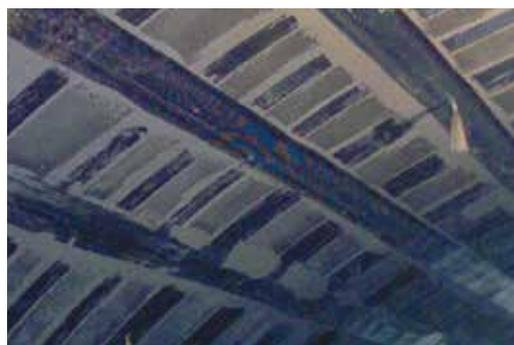
Volta a botte prima dell'intervento: rimozione del rivestimento superficiale.



Particolare della connessione della volta alla muratura d'ambito.



Esempio di applicazione all'estradosso.



Esempio di applicazione all'intradosso.

Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Volte a semplice curvatura - volte a botte

cap. 5.5.2

Verifica a flessione

cap. 5.4.1.1.2

Verifica a taglio

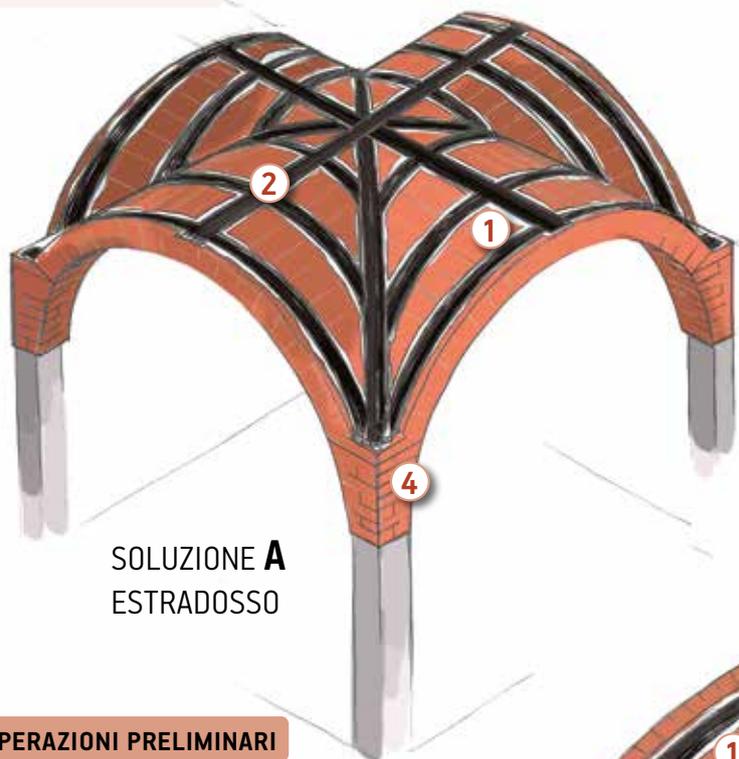
cap. 5.4.1.2.2

Verifica a delaminazione

cap. 5.3.2 - 5.3.3

VOLTE A CROCIERA

2.9

SOLUZIONE A
ESTRADOSSO

OPERAZIONI PRELIMINARI

Si procede al risanamento della muratura con eventuali interventi di ristilatura dei corsi e/o iniezioni anche armate. Si realizzano dunque le fasce ove si applicherà il rinforzo con la malta fibrorinforzata a basso modulo **ARMOTECH MONO**. Dovranno essere realizzate corsie in malta fibrorinforzata per l'alloggiamento delle fasciature in fibra di carbonio di spessore variabile a seconda dell'irregolarità della tessitura muraria. Nel caso di intervento in estradosso, prima della rimozione del riempimento della volta, assicurarsi di averla puntellata adeguatamente.

APPLICAZIONE DEL RINFORZO

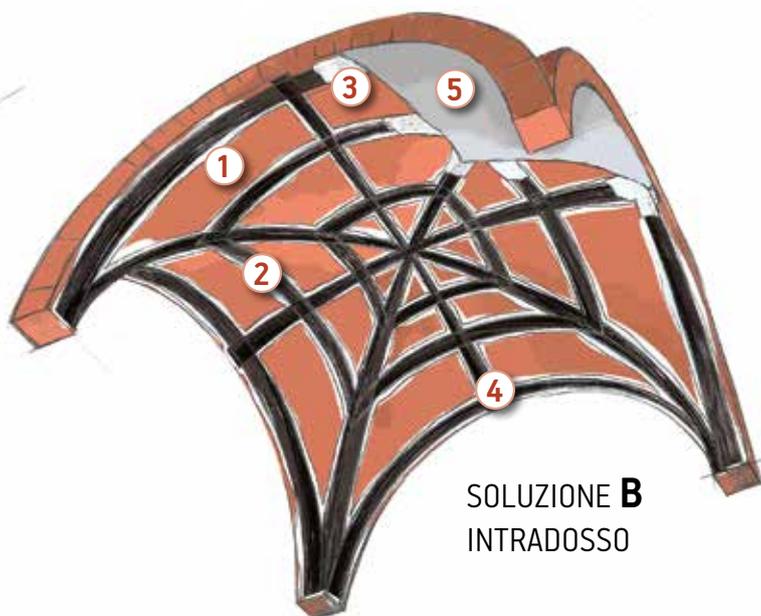
Sulla sezione di muratura risanata, verrà applicato uno strato di malta **FLUECO 40T** o **FLUECO 80T2** per regolarizzare la superficie e fornire al rinforzo FRP un substrato omogeneo, il cui spessore sarà funzione della irregolarità della tessitura muraria. Sulla base di malta verrà stesa a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio specifico per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verrà posata la fascia di carbonio unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET** tagliata a misura. Eventuali "riprese" dovranno essere realizzate tramite semplice sormonto di almeno 20 cm nel senso delle fibre. Il tessuto posato dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e iniziare l'impregnazione delle fibre. Successivamente sarà steso un ulteriore strato di **ARMOFIX MTX** sul tessuto in modo da completare l'impregnazione sempre mediante rullatura. Per eventuali strati successivi, procedere con la stesura di un ulteriore strato di adesivo **ARMOFIX MTX** sopra la fascia precedentemente posata, e successivamente posare il secondo strato avendo cura di rullare bene per far uscire tutta l'aria e impregnare perfettamente le fibre. Sull'ultimo strato, per poter consentire la successiva posa dell'intonaco, è sufficiente spolverare con sabbia al quarzo sull'adesivo ancora fresco.

IL PROBLEMA

Si vuole rinforzare una volta a crociera intervenendo all'estradosso (A) o all'intradosso (B).

LA SOLUZIONE

Si possono applicare fasciature all'estradosso o all'intradosso, in quest'ultimo caso opportunamente ancorate meccanicamente con connettori, in modo da aumentare l'eccentricità ammissibile della risultante di compressione nello spessore della volta permettendo di aumentare i carichi che portano alla formazione della cerniera plastica.

SOLUZIONE B
INTRADOSSO

VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.2 pag. 63
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64

RINFORZO ALL'INTRADOSSO/ESTRADOSSO

LEGENDA

- 1 Resina di incollaggio ARMOFIX MTX
- 2 Tessuti unidirezionali ARMOSHIELD C-SHEET
- 3 Resina di impregnazione ARMOFIX MTX
- 4 Connettori aramidici in carbonio + barre ARMOGRIP BC
- 5 Intonaco di finitura

LO SAPEVI CHE...

La realizzazione della corsia di alloggiamento in malta garantisce la reversibilità dell'intervento: è per questo che gli FRP sono entrati a far parte delle linee guida per l'applicazione al patrimonio culturale storico.



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



Volta a crociera prima dell'intervento e dopo la pulizia.



Particolare dei punti di connessione della volta alla muratura d'ambito.



Applicazione della resina di incollaggio



Veduta d'insieme del rinforzo applicato all'estradosso e in fase di ultimazione.

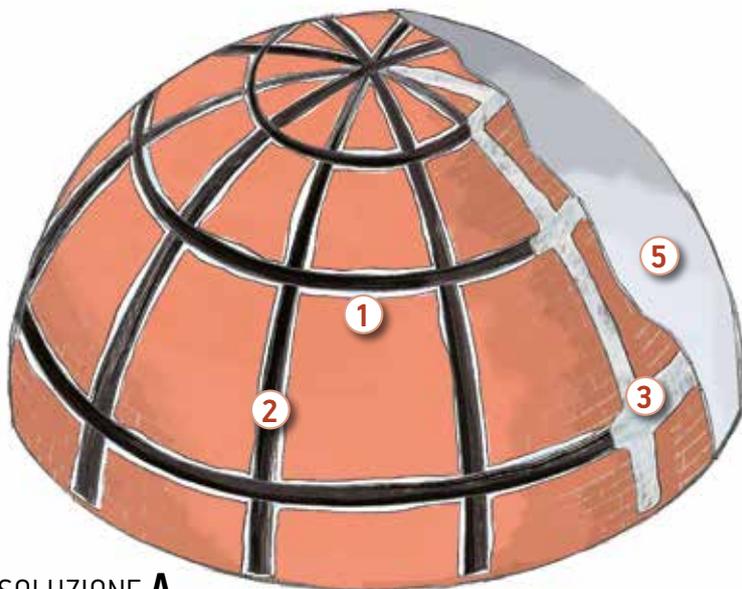


Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Volte a semplice curvatura	cap. 5.5.2
Verifica a flessione	cap. 5.4.1.1.2
Verifica a taglio	cap. 5.4.1.2.2
Verifica a delaminazione	cap. 5.3.2 - 5.3.3

CUPOLE

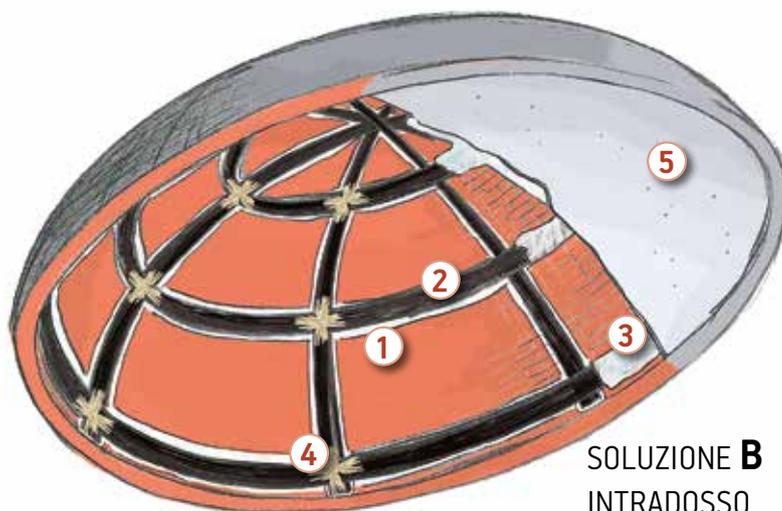
2.10



SOLUZIONE A
ESTRADOSSO

OPERAZIONI PRELIMINARI

Si procede al risanamento della muratura con eventuali interventi di ristilatura dei corsi e/o iniezioni anche armate. Si realizzano dunque le fasce ove si applicherà il rinforzo con la malta fibrinforzata a basso modulo **ARMOTECH MONO**. Dovranno essere realizzate corsie in malta fibrinforzata per l'alloggiamento delle fasciature in fibra di carbonio di spessore variabile a seconda dell'irregolarità della tessitura muraria. Nel caso di intervento in estradosso, prima della rimozione del riempimento della volta, assicurarsi di averla puntellata adeguatamente.



SOLUZIONE B
INTRADOSSO

APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Sulla sezione di muratura risanata, verrà applicato uno strato di malta **FLUECO 40T** o **FLUECO 80T2** per regolarizzare la superficie e fornire al rinforzo FRP un substrato omogeneo, il cui spessore sarà funzione dell'irregolarità della tessitura muraria. Sulla base di malta verrà stesa a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio specifico per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verrà posata la fascia di carbonio unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET** tagliata a misura. Eventuali "riprese" dovranno essere realizzate tramite semplice sormonto di almeno 20 cm nel senso delle fibre. Il tessuto posato dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e iniziare l'impregnazione delle fibre. Successivamente sarà steso un ulteriore strato di **ARMOFIX MTX** sul tessuto in modo da completare l'impregnazione sempre mediante rullatura. Per eventuali strati successivi, procedere con la stesura di un ulteriore strato di adesivo **ARMOFIX MTX** sopra la fascia precedentemente posata, e successivamente posare il secondo strato avendo cura di rullare bene per far uscire tutta l'aria e impregnare perfettamente le fibre. Sull'ultimo strato, per poter consentire la successiva posa dell'intonaco, è sufficiente spolverare sabbia al quarzo sull'adesivo ancora fresco.

IL PROBLEMA

Si vuole rinforzare una cupola o una volta a vela intervenendo all'estradosso (A) o all'intradosso (B).

LA SOLUZIONE

Si possono applicare fasciature all'estradosso o all'intradosso, in quest'ultimo caso opportunamente ancorate meccanicamente con connettori, in modo da aumentare l'eccentricità ammissibile della risultante di compressione nello spessore della volta, permettendo di aumentare i carichi che portano alla formazione della cerniera plastica.

VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.2 pag. 63
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64

RINFORZO ALL'INTRADOSSO/ESTRADOSSO

LEGENDA

- 1 Resina di incollaggio ARMOFIX MTX
- 2 Tessuti unidirezionali ARMOSHIELD C-SHEET
- 3 Resina di impregnazione ARMOFIX MTX
- 4 Connettori aramidici in carbonio ARMOGRIP BC
- 5 Intonaco di finitura

LO SAPEVI CHE...

Puoi ristilare i corsi della muratura e sanare eventuali lesioni-crepe con la specifica malta a base di calce naturale ARMOLIME TA.



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE

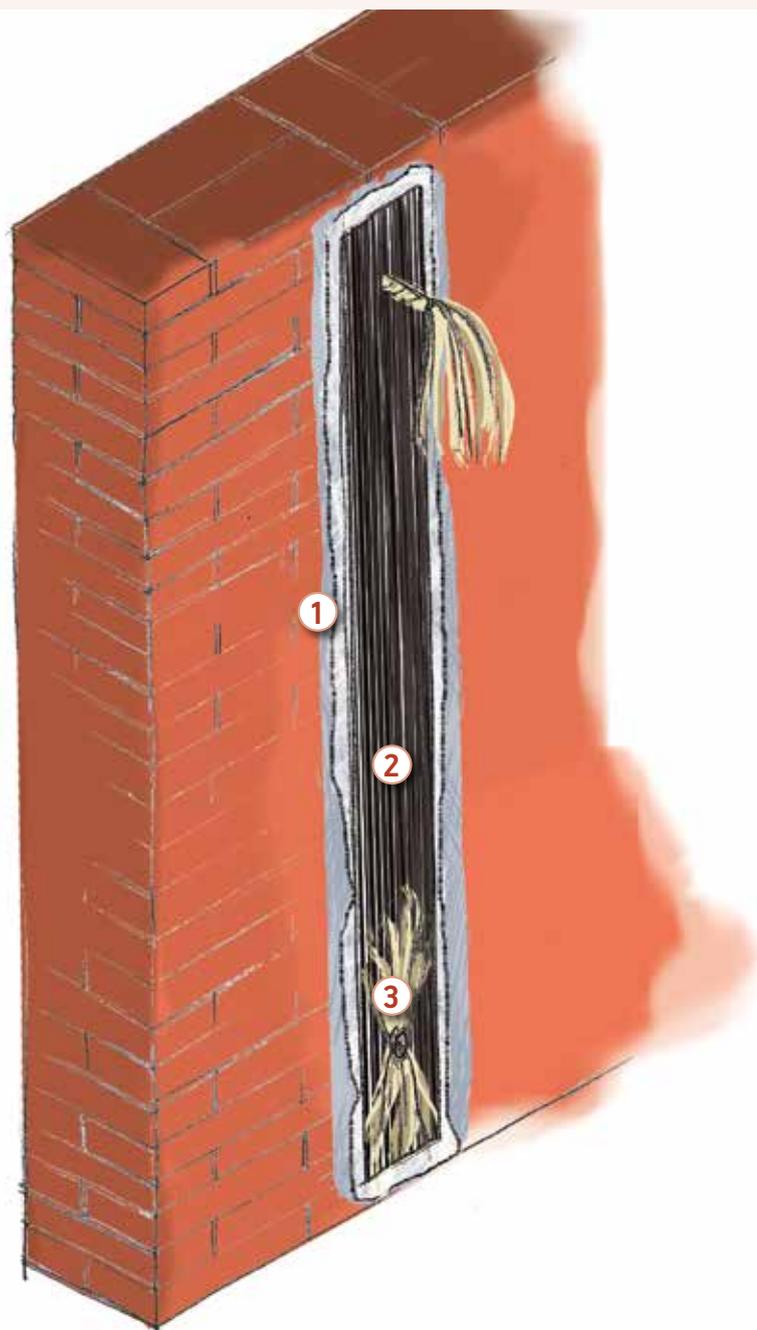


Applicazione dei tessuti ARMOSHIELD sulle corsie di malta



Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Volte a doppia curvatura - cupole	cap. 5.5.3
Volte a doppia curvatura su pianta quadrata	cap. 5.5.4
Verifica a flessione	cap. 5.4.1.1.2
Verifica a taglio	cap. 5.4.1.2.2
Verifica a delaminazione	cap. 5.3.2 - 5.3.3



? IL PROBLEMA

La lunghezza di ancoraggio delle fibre è superiore allo spazio disponibile; sono presenti delle concavità che provocherebbero il distacco del rinforzo quando esso va in trazione.

👍 LA SOLUZIONE

È possibile ancorare il rinforzo FRP (tessuto o lamella) con inghisaggi in materiale fibroso (aramide o carbonio) in modo da garantire la continuità del trasferimento degli sforzi e l'omogeneità del materiale anche oltre la sezione terminale del rinforzo, oppure per realizzare un ancoraggio intermedio di tipo meccanico.

🕒 OPERAZIONI PRELIMINARI

Deve essere realizzato un foro di opportuna lunghezza e diametro in funzione del connettore o della barra fioccata da porre in opera. Il foro deve essere poi adeguatamente pulito da residui di polvere da perforazione.

✅ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Iniettare a mezzo cartuccia l'adesivo **ARMOFIX MT** o **MTX** all'interno del foro avendo cura di riempirne circa la metà, inserire il connettore **ARMOGRIP** all'interno del foro e procedere all'impregnazione e riempimento della cavità del connettore per tutta la sua lunghezza con **ARMOFIX MT** o **MTX**. La parte terminale del connettore aramidico non impregnata che fuoriesce dal foro (fiocco) dovrà essere risvoltata e disposta a ventaglio fissandola alla superficie circostante il foro mediante impregnazione di resina. L'adesivo dovrà essere applicato prima sulla superficie da incollare e poi sulle fibre aperte a fiocco. Per proteggere il connettore dovrà essere applicato sulla mano di resina ancora fresca una porzione di tessuto in fibra di carbonio applicando il medesimo ciclo delle fasciature con tessuto in fibra di carbonio.

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Preparazione del supporto 4.0.2 pag. 63
- Voce di capitolato tessuti 4.1 pag. 64

LEGENDA

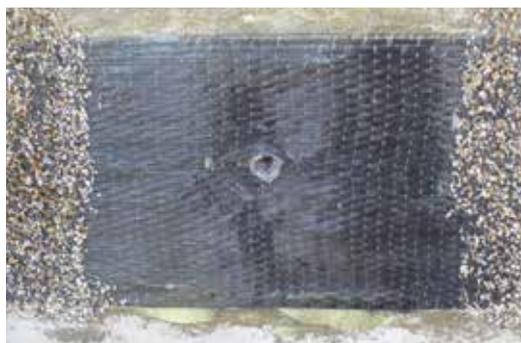
- 1 Corsia di alloggiamento malta fibrorinforzata FLUECO e resina di incollaggio ARMOFIX MTX
- 2 Tessuto unidirezionale ARMOSHIELD C-SHEET
- 3 Connettori aramidici in carbonio ARMOGRIP BC

LO SAPEVI CHE...

L'ancoraggio è utile in tutti i casi di possibili azioni perpendicolari al piano di posa che tendono a staccare la fibra come ad esempio per la posa in concavità (intradosso di elementi curvi)



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



FASE 1 *In corrispondenza dei fori le fibre vanno accuratamente allargate.*



FASE 2 *Inserimento del connettore aramidico ARMOGRIP BC.*



FASE 3 *Apertura e fissaggio del fiocco con ARMOFIX MTX.*



FASE 4 *Porzione di tessuto in fibra di carbonio applicato sul fiocco a protezione del connettore.*

Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo:

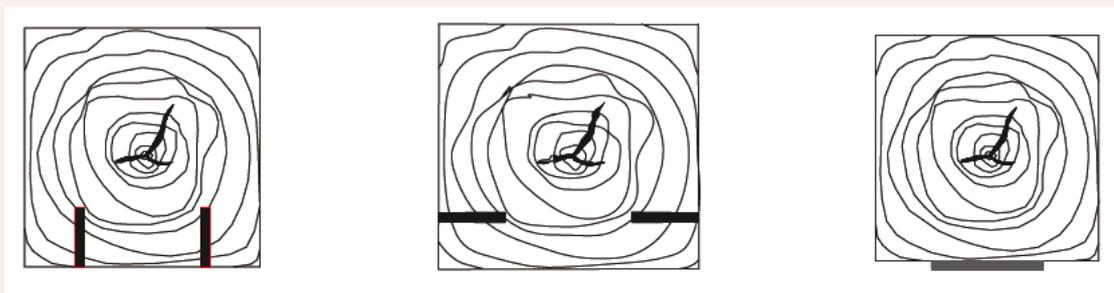
non esistono specifici riferimenti normativi per il dimensionamento dei connettori FRP benché il CNR DT 200/2004 ne faccia menzione al cap. 5.1.3. È tuttavia possibile fare riferimento alle resistenze caratteristiche dichiarate dai produttori e al calcolo indicativo della lunghezza di ancoraggio secondo ETAG 001 (tenendo conto però che è stata pensata per barre in acciaio ancorate con ancorante chimico).

Il presente capitolo tratta la descrizione delle principali e più ricorrenti problematiche di rinforzo strutturale degli elementi lignei portanti. Verranno dunque presi in esame i rinforzi FRP applicati a miglioramento della resistenza di elementi strutturali prevalentemente inflessi. Il legno è un materiale naturale, non omogeneo che può presentare elevata variabilità nella tipologia e nella diffusione di difetti che contraddistinguono ogni singolo elemento. È per questo che nell'esecuzione e nella progettazione di rinforzi strutturali di elementi lignei risulta di fondamentale importanza effettuare un'analisi accurata della componente legno, mediante adeguate indagini e prove al fine di stabilire lo stato di fatto dell'elemento e determinare il corretto intervento da eseguire in relazione alla problematica specifica riscontrata. Tanto più accurata sarà la valutazione preliminare dello stato di fatto, tanto più accurati saranno i risultati delle analisi di progetto del rinforzo.

Lo scopo del rinforzo con FRP di strutture lignee, è quello di conferire maggiore resistenza e rigidità agli elementi strutturali, soprattutto nell'ambito delle strutture esistenti, in quanto tale sistema permette la conservazione dell'esistente con la minima invasività. Particolarmente indicato è l'impiego degli FRP nell'ambito di strutture decorate e nell'ambito della conservazione dei Beni Culturali. I campi d'applicazione sono molteplici fra cui il principale è quello del rinforzo di elementi lignei inflessi.

Tipologie di rinforzi flessionali • Rif. scheda 3.1 - 3.2

Si riportano qui di seguito alcune tipologie di rinforzo in zona tesa di elementi lignei con lamelle o tessuti usati più comunemente:



Essendo il taglio che viene eseguito estremamente ridotto (pochi mm), l'intervento finale risulta essere quasi invisibile e quindi adatto nel caso di solai storici decorati a vista.

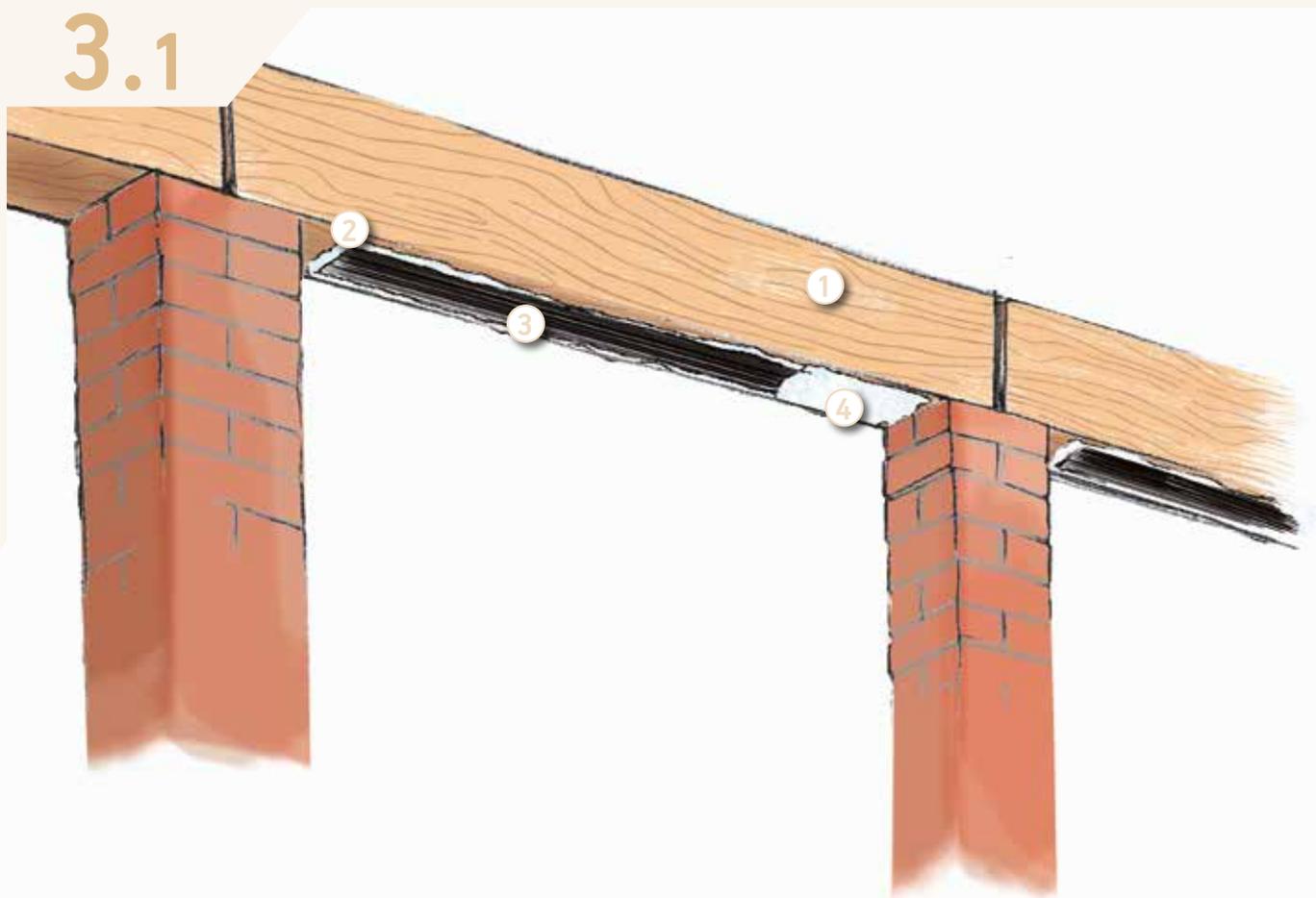
Particolare attenzione dovrà infine essere prestata alle condizioni ambientali in cui si trova ad operare la struttura, dal momento che il materiale legno è sensibile alle condizioni di umidità, le quali provocano dilatazioni e contrazioni nel materiale base che potrebbero innescare distacchi del rinforzo o, viceversa, potrebbero determinare stati coattivi dannosi per via delle dilatazioni/contrazioni impediti dal rinforzo stesso. Anche in questo caso la superficie di incollaggio dovrà essere adeguatamente preparata per ricevere l'adesivo e garantire una corretta trasmissione delle tensioni, e dovrà presentarsi pulita, priva di polvere, di vernice e di elementi oleosi o grassi.

LEGN0



TRAVE IN LEGNO

3.1



? IL PROBLEMA

La trave lignea presenta carenza a flessione per mutate condizioni di carico o per degrado delle prestazioni iniziali dei materiali.

👍 LA SOLUZIONE

La trave può venire armata in zona tesa mediante l'utilizzo di tessuti unidirezionali in fibra di carbonio, con fibre poste parallelamente all'asse della trave, e incollate direttamente all'intradosso della trave stessa.

🕒 OPERAZIONI PRELIMINARI

Eliminare vernici e trattamenti eventualmente presenti all'intradosso della trave, verificare la regolarità e planarità dell'intradosso, riempire eventuali fessure longitudinali con adesivo elastico che non impedisca i movimenti stagionali del legno.

✅ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

All'intradosso della trave lignea pulita, verrà applicata a pennello una mano di primer **ARMOPRIMER 100** per la preparazione del supporto; entro 2 ore verrà steso l'adesivo di incollaggio per i tessuti in fibra di carbonio **ARMOFIX MTX** sul quale verrà steso il nastro di fibra unidirezionale **ARMOSHIELD C-SHEET**. Il nastro dovrà essere adeguatamente rullato con rullo metallico dentato **ARMOROLLER** per far uscire tutta l'aria eventualmente inglobata e per far penetrare l'adesivo di incollaggio all'interno delle fibre per una prima impregnazione delle stesse. La definitiva impregnazione verrà realizzata con il medesimo adesivo **ARMOFIX MTX** applicato sulla fibra che verrà successivamente passata nuovamente con il rullo metallico. Accertarsi che tutte le fibre del tessuto siano perfettamente impregnate. Per eventuali strati successivi, procedere con la posa del tessuto sull'adesivo ancora fresco e procedere con l'impregnazione come descritto precedentemente. Sull'ultimo strato, con l'adesivo di impregnazione ancora fresco verrà infine data una spolverata di sabbia al quarzo per consentire l'aggrappo dell'intonaco.

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Voce di capitolato legno 4.4 pag. 74

RINFORZO A FLESSIONE CON TESSUTO IN FIBRA DI CARBONIO

LEGENDA

- 1 Trave lignea
- 2 Resina di incollaggio e impregnazione ARMOFIX MTX
- 3 Tessuto in fibra di carbonio ARMOSHIELD C
- 4 Resina e spolvero di sabbia al quarzo

LO SAPEVI CHE...

*L'intervento è facile e rapido,
ideale per sottotetti. È importante
però proteggerlo dai raggi UV.*



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



*Applicazione dei tessuti in fibra di carbonio
ARMOSHIELD C-SHEET all'intradosso della trave.*



Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Verifica a flessione per SLU

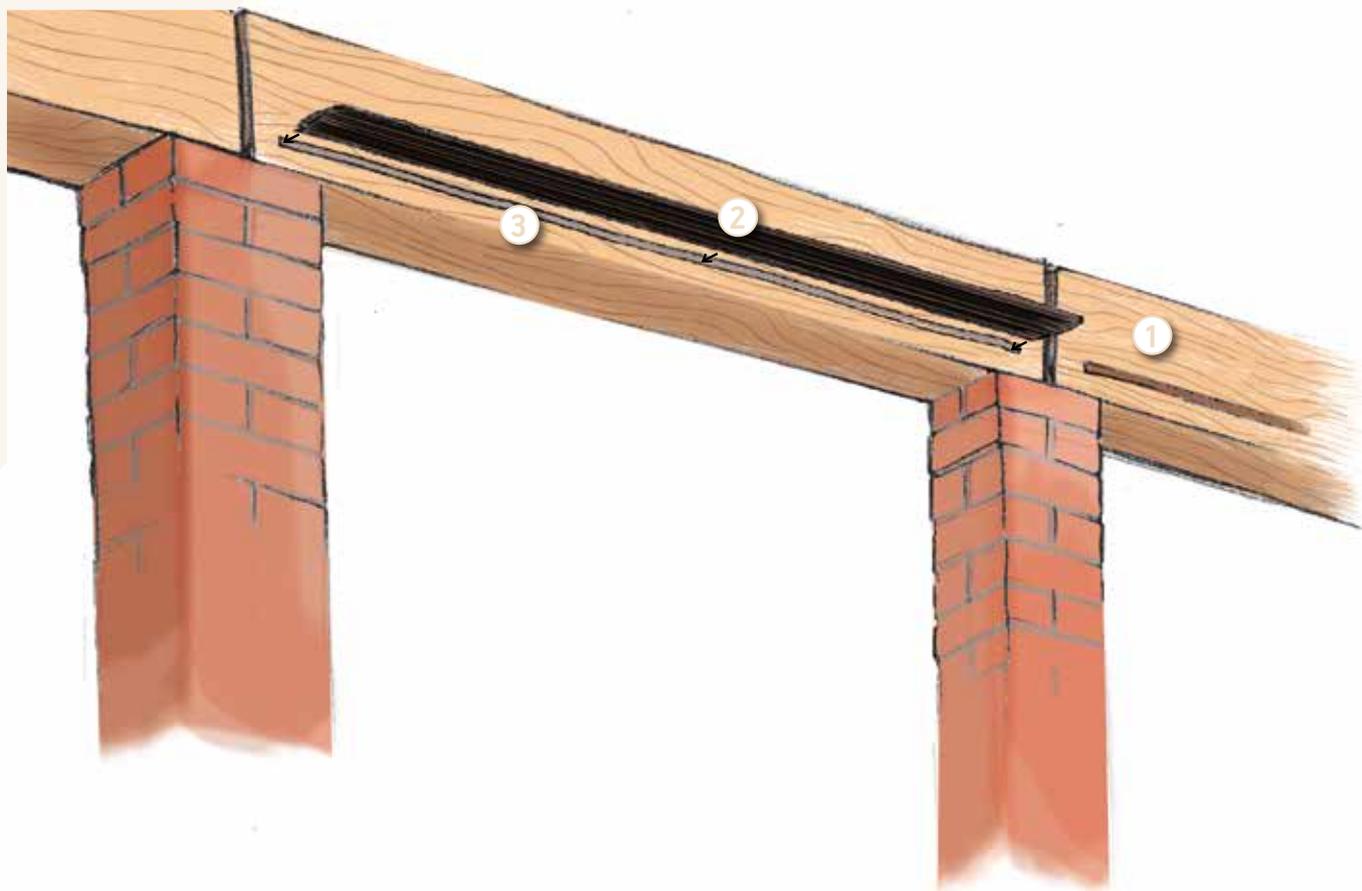
cap. 6.4

Verifica delle tensioni agli SLE

cap. 4.2.3.2 (CNR DT 200 R1/2013 rev. 15/05/2014)

TRAVE IN LEGNO

3.2



? IL PROBLEMA

La trave lignea presenta carenza a flessione per mutate condizioni di carico o per degrado delle prestazioni iniziali dei materiali.

👍 LA SOLUZIONE

La trave può essere armata in zona tesa mediante l'utilizzo di lamelle pultruse in fibra di carbonio, con fibre poste parallelamente all'asse della trave, e inserite in fessura sulle pareti laterali o all'intradosso. Tale intervento risulta particolarmente vantaggioso quando esso non debba risultare visibile o si sia in presenza di travi decorate.

🕒 OPERAZIONI PRELIMINARI

Realizzare le fresature di spessore e profondità idonee all'inserimento della lamella e dell'adesivo, in parete verticale o in intradosso della trave, e pulire bene le stesse. Disporre del nastro adesivo sui bordi della fessura a protezione del legno.

✅ APPLICAZIONE DEL RINFORZO

Iniettare in fessura il primer **ARMOPRIMER 100** ed entro le 2 ore iniettare l'adesivo **ARMOFIX MTX** in modo da riempire circa a tre quarti della profondità la fessura. Inserire la lamella spingendola fino in fondo alla fessura ed eliminare l'adesivo in eccesso. Stuccare la fessura con la stessa resina di incollaggio impastata con la segatura prodotta nella fresatura, oppure chiudere con un listello tagliato a misura (in questo caso prevedere la fresatura qualche millimetro più profonda).

▶ VOCI DI CAPITOLATO

- Voce di capitolato legno 4.5 pag. 76

RINFORZO A FLESSIONE CON LAMELLE IN FIBRA DI CARBONIO

LEGENDA

- 1 Trave lignea
- 2 Lamella in fibra di carbonio ARMOSHIELD CFK
- 3 Fresatura riempita di resina di incollaggio

LO SAPEVI CHE...

Per un miglior sfruttamento del carbonio, se le condizioni del cantiere lo consentono, è possibile dare una controfreccia alle travi lignee prima dell'inserimento della lamella, in modo da far lavorare il rinforzo anche per i carichi permanenti.



DAL CANTIERE: IMMAGINI APPLICATIVE



FASE 1 Realizzazione della fessura per l'alloggiamento della lamella.



FASE 2 Iniezione dell'adesivo ARMOFIX MTX.



FASE 3 Inserimento della lamella ARMOSHIELD CFK.



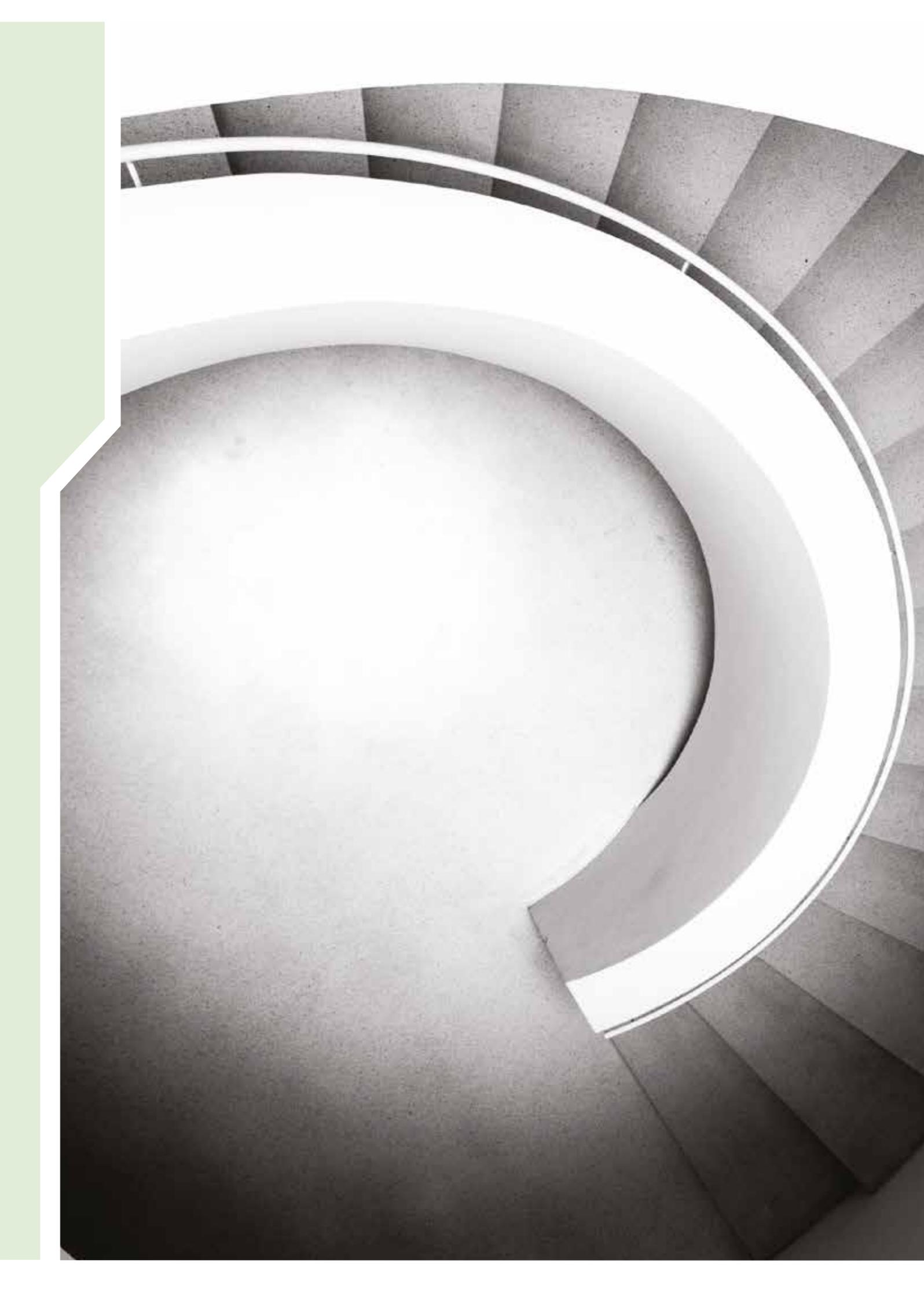
Riferimenti Normativi per il dimensionamento del rinforzo: CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

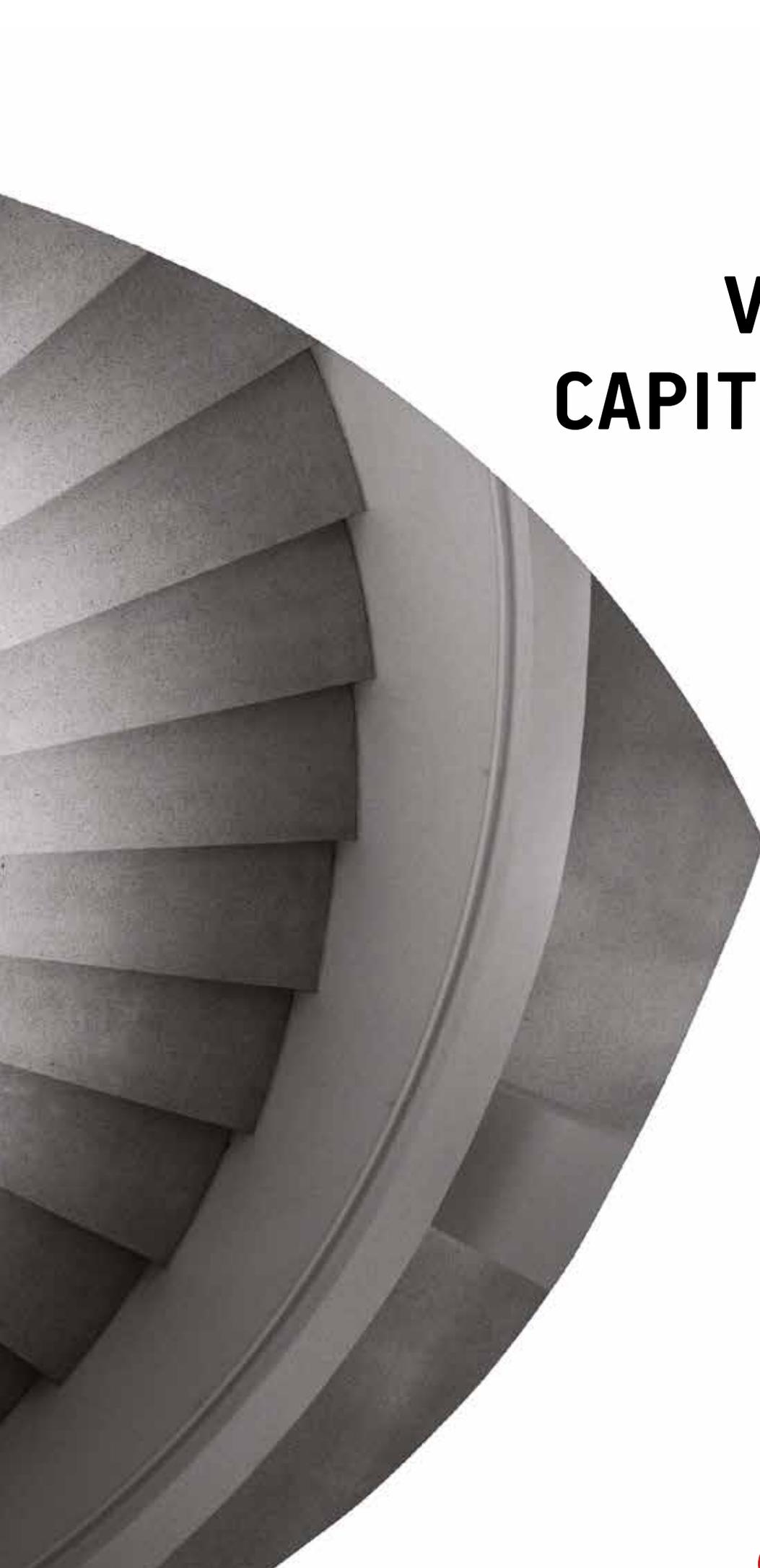
Verifica a flessione per SLU

cap. 6.4

Verifica delle tensioni agli SLE

cap. 4.2.3.2 (CNR DT 200 R1/2013 rev. 15/05/2014)





VOCI DI CAPITOLATO

4.0.1

OPERAZIONI PRELIMINARI

Rinforzo strutturale e adeguamento antisismico di strutture in c.a. e confinamento di elementi compressi e pressoinflessi in calcestruzzo utilizzando tessuti e lamelle in fibra di carbonio a elevata resistenza e materiali compositi a matrice polimerica (FRP)

PREPARAZIONE DEL SUPPORTO IN CEMENTO ARMATO

PULIZIA e PREPARAZIONE DEL SUPPORTO - Il supporto dovrà essere adeguatamente pulito eliminando tutte le parti incoerenti di calcestruzzo danneggiate o in fase di distacco, attraverso scalpellatura meccanica o idrolavaggio avendo cura di non danneggiare le strutture. Dovranno essere eliminate macchie, efflorescenze o impregnazioni, e rimossi eventuali interventi di ripristino precedenti se irrimediabilmente danneggiati o deteriorati.

La superficie dovrà essere ruvida e il calcestruzzo dovrà essere sano e compatto per favorire l'adesione tra resina e supporto. Procedere alla sabbiatura o spazzolatura dei ferri d'armatura esposti, asportando tutte le parti incoerenti quali scaglie di ruggine o frammenti di materiale portando la superficie a metallo bianco. La scarifica del supporto tramite idrodemolizione pulisce efficacemente anche i ferri, rendendo la sabbiatura non necessaria.

PROTEZIONE DEI FERRI D'ARMATURA - Dopo la pulizia i ferri d'armatura dovranno essere protetti applicando il trattamento ricalcinizzante inibitore di corrosione **DRACOSTEEL** a pennello in due mani.

INTERVENTO DI RIPRISTINO - Pulire la superficie con aria compressa o idropulitrice per permettere la rimozione di residui dovuti alla pulizia del sottofondo in calcestruzzo e bagnare la superficie con acqua in pressione fino a saturazione. L'acqua in eccesso deve evaporare completamente e la superficie deve risultare asciutta prima di effettuare l'intervento.

Ripristino strutturale del calcestruzzo mediante l'impiego di:

FLUECO 40 T: Malta tixotropica fibrorinforzata a elevata resistenza e ritiro compensato di classe R4, ideale per ripristini strutturali in ambienti aggressivi. Spessori fino a 5 cm per strato senza rete elettrosaldata.

La miscelazione della malta deve avvenire aggiungendo acqua secondo il rapporto di miscelazione indicato in scheda tecnica fino a ottenere un impasto omogeneo e privo di grumi. Per preparare piccole quantità di prodotto utilizzare un recipiente o contenitore idoneo rispettando il rapporto di miscelazione consigliato. In questo caso è raccomandato l'utilizzo di un agitatore meccanico a basso numero di giri per ridurre l'inglobamento d'aria.

APPLICAZIONE - La malta può essere messo in opera a cazzuola o a spruzzo su superfici pulite, irruvidite con rugosità di circa 5 mm e saturate con acqua come indicato nel paragrafo precedente. Per riporti di spessore superiori a quelli indicati dovrà essere posizionata una rete elettrosaldata di dimensioni adeguate e indicate dal progettista. Per contrastare le microfessurazioni da ritiro plastico è consigliata la lisciatura della malta una volta ottenuto l'irrigidimento della stessa con un frattazzo di spugna inumidito.

STAGIONATURA - Per assicurare una corretta stagionatura del prodotto anche in presenza di climi secchi o superfici esposte a vento o irraggiamento eccessivi si raccomanda di proteggere le superfici dall'evaporazione rapida dell'acqua d'impasto mantenendo le superfici bagnate (stagionatura umida) o utilizzando la membrana stagionante **PROBETON CURING N**.

OPERAZIONI PRELIMINARI

Rinforzo strutturale e adeguamento antisismico di strutture in muratura e confinamento di elementi compressi e pressoinflessi in laterizio utilizzando tessuti e lamelle in fibra di carbonio a elevata resistenza e materiali compositi a matrice polimerica (FRP)

PREPARAZIONE DEL SUPPORTO IN MURATURA

PULIZIA e PREPARAZIONE DEL SUPPORTO - Il supporto dovrà essere adeguatamente pulito eliminando tutte le parti incoerenti danneggiate o in fase di distacco. La superficie dovrà essere spazzolata e depolverata, dovranno essere eliminate macchie, efflorescenze o impregnazioni, e rimossi residui di intonaco o eventuali interventi di ripristino precedenti se irrimediabilmente danneggiati o deteriorati.

INTERVENTI DI RIPRISTINO - In presenza di murature disomogenee e in funzione dello stato di degrado saranno previsti in fase progettuale interventi di consolidamento e ripristino della continuità interna degli elementi da effettuare preventivamente ai rinforzi.

1) Fessure e microlesioni che interrompono la continuità muraria: sigillatura tramite iniezioni di malta o resina.

Realizzazione dei fori da iniezione in corrispondenza dei giunti di malta, meglio se inclinati. Diametro, profondità e interasse saranno definiti in fase progettuale. Posizionamento degli iniettori e fissaggio con malta, stuccatura di lesioni e giunti con malta a presa rapida. Iniezione a bassa pressione di malta o resina.

2) Lesioni significative in strutture soggette a elevate sollecitazioni di compressione: cuciture armate della muratura.

Realizzazione dei fori per l'alloggiamento delle barre e iniezione a bassa pressione di boiaccia da inghisaggio tipo **DRACOFLOW** di DRACO Italiana S.p.A. Le eventuali fuoriuscite di boiaccia verranno sigillate tramite applicazione di legante a presa rapida **HYDROPLUG** di DRACO Italiana S.p.A. Inserimento delle barre in acciaio ad aderenza migliorata e riempimento del foro con boiaccia da inghisaggio **DRACOFLOW** di DRACO Italiana S.p.A. fino a saturazione. Sigillatura finale del foro con **FLUECO BLITZ** di DRACO Italiana S.p.A.

3) Murature a sacco o discontinue: Iniezioni in massa di miscele leganti fino a saturazione delle cavità.

4) Elementi lapidei o in laterizio instabili a causa di giunti della cortina muraria degradati: ristilatura dei giunti.

Scarnitura dei giunti e rinzafo con malta da muratura traspirante per l'allettamento e la stilatura di murature tipo **ARMOLIME TA** di DRACO Italiana S.p.A. Riempire accuratamente tutti i vuoti e comprimere la malta nel giunto (stilatura) in modo da far penetrare l'impasto uniformemente.

5) Dove la continuità del tessuto murario è seriamente compromessa va considerata la possibilità di ripristinarla tramite la tecnica del cuci/scuci o in casi limite una ricostruzione parziale dei muri.

REALIZZAZIONE DELLE CORSIE DI ALLOGGIAMENTO DEI TESSUTI

Posa in opera di malta tixotropica strutturale bicomponente fibrinforzata a basso modulo elastico tipo **FLUECO 80 T2** di DRACO Italiana S.p.A. o della malta tixotropica strutturale fibrinforzata a elevata resistenza **FLUECO 40 T** di DRACO Italiana S.p.A. per la realizzazione delle corsie di alloggiamento dei tessuti **ARMOSHIELD C**.

STAGIONATURA - Per assicurare una corretta stagionatura del prodotto anche in presenza di climi secchi o superfici esposte a vento o irraggiamento eccessivi si raccomanda di proteggere le superfici dall'evaporazione rapida dell'acqua d'impasto mantenendo le superfici bagnate (stagionatura umida) o utilizzando la membrana stagionante **PROBETON CURING N**.

4.1

RINFORZO DI ELEMENTI STRUTTURALI CON TESSUTI IN FIBRA DI CARBONIO

Rinforzo strutturale e adeguamento antisismico di strutture e confinamento di elementi compressi, pressoinflessi e soggetti a taglio utilizzando tessuti unidirezionali - bidirezionali - quadriassiali in fibra di carbonio a elevata resistenza e ad alto o altissimo modulo elastico

ARMOSHIELD C

Fornitura e posa in opera di tessuto unidirezionale a elevata planarità in fibra di carbonio e materiali compositi FRP ad alta densità, elevato modulo elastico e alte resistenze meccaniche tipo **ARMOSHIELD C - SHEET/B/QUADRAX** di Draco Italiana S.p.A. per il consolidamento, l'adeguamento statico delle strutture e il confinamento di elementi compressi e pressoinflessi in calcestruzzo e muratura senza aumenti di carico. I tessuti dovranno essere posti in opera rispettando la seguente procedura:

OPERAZIONI PRELIMINARI:

- Arrotondamento di eventuali spigoli con raggio di curvatura ≥ 2 cm.
- Preparazione del supporto: eliminazione della boiaccia di cemento superficiale nonché di tutte le parti danneggiate, macchie, efflorescenze, sporco e polvere come precedentemente indicato.
- Regolarizzazione del supporto: eliminazioni di sopraprofilo e riempimento di cavità nella zona di incollaggio.

POSA IN OPERA:

1) Applicazione di primer epossidico tipo **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. a mezzo pennello o rullo su supporto asciutto.

Il primer epossidico **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Peso specifico dell'impasto: $1,1 \text{ g/cm}^3$
- Viscosità Brookfield (rotore 1 - giri 10): 300 mPa·s
- Adesione al calcestruzzo (dopo 7 gg a $+23^\circ\text{C}$): $> 3 \text{ MPa}$ (rottura supporto)

Consumo: 200÷300 g/m² per mano, in funzione della porosità e delle irregolarità del supporto.

2) Rasatura del supporto e applicazione a spatola su superficie asciutta e pulita della resina epossidica strutturale bicomponente tixotropica tipo **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. La rasatura è necessaria in presenza di superfici irregolari o non planari con dislivelli superficiali $> 5 \text{ mm}$. Deve essere realizzata dopo il tempo di fuori tatto del primer e comunque entro le 16 ore successive utilizzando l'adesivo epossidico **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. applicato a spatola o frattazzo.

CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE E ADEGUAMENTO SISMICO CON MATERIALI COMPOSITI FRP

L'adesivo epossidico per l'impregnazione dei tessuti tipo **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali (conforme ai requisiti minimi in accordo a EN 1504-4):

CARATTERISTICHE	PRESTAZIONE	METODO DI PROVA
Contenuto di ceneri per calcinazione diretta	2%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (Termogravimetria)	+83°C	UNI EN ISO 11358
Durata in vaso	40'	UNI EN ISO 9514
Resistenza a compressione	90 MPa	UNI EN 12190
Modulo di elasticità a flessione	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Resistenza al taglio	20,3 MPa	UNI EN 12188
Tempo aperto	40'	UNI EN 12189
Modulo elastico in compressione	3200 MPa	UNI EN 13412
Temperatura di transizione vetrosa	83°C	UNI EN 12614
Coefficiente di espansione termica	$25 \times 10^{-6}/K$	UNI EN 1770
Ritiro indurito	0,03%	UNI EN 12617-1
Idoneità per l'iniezione	Strappo CLS	UNI EN 12618-2
Adesione per flessione	Frattura coesiva CLS	UNI EN 12636
Durabilità a taglio dopo esposizione umida e termica	Rottura CLS	UNI EN 13733

Consumi:

Rasatura: 1,4 - 1,6 kg/m² per mm di spessore

Incollaggio e impregnazione dei tessuti - Spessore medio complessivo circa 1 mm:

1,1 kg/m² circa per uno strato di tessuto da 300 g/m² - 1,5 kg/m² circa per uno strato di tessuto da 600 g/m².

3) Applicazione del tessuto in fibra di carbonio tipo **ARMOSHIELD C** di DRACO Italiana S.p.A. sullo strato di resina ancora fresco e impregnazione con rullo dentato **ARMOROLLER** di DRACO Italiana S.p.A. Applicazione della seconda mano di adesivo dopo circa 1 ora. Le dimensioni e il tipo di tessuto da utilizzare saranno determinati in base alle prescrizioni di progetto; in funzione della tipologia di intervento sarà possibile scegliere tra diverse grammature e larghezze.

Le versioni di tessuto in fibra di carbonio disponibili sono:

- **ARMOSHIELD C-SHEET** - tessuto unidirezionale - grammatura 300 o 600 g/m² - larghezza di 10, 20, 40 e 60 cm.
- **ARMOSHIELD C-B** - tessuto bidirezionale - grammatura 320 g/m² - larghezza di 10, 20 e 50 cm.
- **ARMOSHIELD C-QUADRAX** - tessuto quadriassiale - grammatura 380 g/m² - larghezza di 31,5 - 42 cm.

- Potranno essere applicati uno o più strati sovrapposti in funzione delle caratteristiche di progetto ripetendo il ciclo applicativo sopra descritto.

4.1

I tessuti in fibra di carbonio dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- ARMOSHIELD C - SHEET

Tessuto unidirezionale in fibra di carbonio a elevata planarità e resistenza per rinforzi strutturali

CARATTERISTICHE TESSUTO ARMOSHIELD C - SHEET				
Modulo elastico (GPa)	240		390	
Grammatura (g/m ²)	300	600	300	600
Spessore equivalente di tessuto secco (mm)	0,164	0,328	0,165	0,33
resistenza a trazione (MPa)	> 4900	> 4900	4410	4410
Area resistente per unità di larghezza (mm ² /m)	164	328	165	330
Carico massimo per unità di larghezza (kN/m)	> 800	>1600	> 700	>1400
Allungamento a rottura (%)	2,1		1,2	
Altezze disponibili (cm)	10-20-40-60			
Adesione al calcestruzzo (MPa)	> 3 (rottura del supporto)			

- ARMOSHIELD C - B

Tessuto bidirezionale in fibra di carbonio a elevata resistenza per rinforzi strutturali

CARATTERISTICHE TESSUTO ARMOSHIELD C - B	
Modulo elastico (GPa)	250
Grammatura (g/m ²)	320
Spessore equivalente di tessuto secco (mm)	0,164
Resistenza a trazione (MPa)	4980
Area resistente per unità di larghezza (mm ² /m)	163,6
Carico massimo per unità di larghezza (kN/m)	804,12
Allungamento a rottura (%)	2
Altezze disponibili (cm)	10-20-50
Adesione al calcestruzzo (MPa)	> 3 (rottura calcestruzzo)

CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE E ADEGUAMENTO SISMICO CON MATERIALI COMPOSITI FRP

- ARMOSHIELD C - QUADRAX

Tessuto quadriassiale in fibra di carbonio a elevata resistenza per rinforzi strutturali

CARATTERISTICHE TESSUTO ARMOSHIELD C - QUADRAX		
Modulo elastico (GPa)	235	240
Grammatura (g/m ²)	380	760
Spessore equivalente di tessuto secco (mm)	0,052	0,105
Resistenza a trazione (MPa)	> 4900	> 4900
Area resistente per unità di larghezza (mm ² /m)	51,9	105,5
Carico massimo per unità di larghezza (kN/m)	> 260	> 500
Allungamento a rottura (%)	2,1	2
Altezze disponibili (cm)	31,5-42	31,75-62,5
Adesione al calcestruzzo (MPa)	> 3 (rottura calcestruzzo)	> 3 (rottura calcestruzzo)

4) Applicazione di rivestimento protettivo sopra le zone di rinforzo o spargimento quarzifero per eventuale intonaco finale. Il rivestimento dovrà essere applicato a completo indurimento dei sistemi epossidici utilizzati (1-2 giorni in funzione della temperatura).

4.2

RINFORZO DI ELEMENTI STRUTTURALI CON LAMELLE PULTRUSE IN FIBRA DI CARBONIO

Rinforzo strutturale e adeguamento antisismico di elementi inflessi e pressoinflessi utilizzando lamelle pultruse in fibra di carbonio a elevata resistenza

ARMOSHIELD CFK LAMELLE

Fornitura e posa in opera di lamelle pultruse in fibra di carbonio preimpregnate con resina epossidica ad alta densità e elevate resistenze meccaniche tipo **ARMOSHIELD CFK LAMELLE** di Draco Italiana S.p.A. per il consolidamento, l'adeguamento statico e il placcaggio di elementi compressi e pressoinflessi in calcestruzzo e muratura senza aumenti di carico. Le lamelle dovranno essere poste in opera rispettando la seguente procedura:

OPERAZIONI PRELIMINARI:

- Preparazione del supporto: eliminazione della boiaccia di cemento superficiale nonché di tutte le parti danneggiate, macchie, efflorescenze, sporco e polvere come precedentemente indicato.
- Regolarizzazione del supporto: eliminazioni di sopraprofilo e riempimento di cavità nella zona di incollaggio.

POSA IN OPERA:

Le lamelle dovranno essere poste in opera rispettando la seguente procedura:

- 1) Taglio delle lamelle nella lunghezza necessaria in base alle prescrizioni di progetto. Rimuovere la pellicola protettiva se presente o pulire entrambi i lati della lamella con **ARMOCLEANER CFK**.
- 2) Applicazione di primer epossidico tipo **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. a mezzo pennello o rullo su supporto asciutto.

Il primer epossidico **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana SpA dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Peso specifico dell'impasto: $1,1 \text{ g/cm}^3$
- Viscosità Brookfield (rotore 1 - giri 10): 300 mPa·s
- Adesione al calcestruzzo (dopo 7 gg a $+23^\circ\text{C}$): $> 3 \text{ MPa}$ (rottura supporto)

Consumo: 200÷300 g/m² per mano, in funzione della porosità e delle irregolarità del supporto.

- 3) Rasatura del supporto e applicazione a spatola della resina strutturale epossidica bicomponente tipo **ARMOFIX MTL** di DRACO Italiana S.p.A.

La rasatura è necessaria in presenza di superfici irregolari o non planari con dislivelli superficiali $> 5 \text{ mm}$. Deve essere realizzata dopo il tempo di fuori tatto del primer e comunque entro le 16 ore successive utilizzando il medesimo adesivo epossidico per l'incollaggio delle lamelle **ARMOFIX MTL** di DRACO Italiana S.p.A. applicato a spatola o frattazzo. Applicare a spatola un primo strato di resina di incollaggio tipo **ARMOFIX MTL** di DRACO Italiana S.p.A. sulla superficie asciutta e pulita e sul lato della lamella da incollare al supporto, in spessori da 1 a 3 mm.

CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE E ADEGUAMENTO SISMICO CON MATERIALI COMPOSITI FRP

L'adesivo epossidico per l'incollaggio delle lamelle pultruse tipo **ARMOFIX MTL** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali (conforme ai requisiti minimi in accordo a EN 1504-4):

CARATTERISTICHE	PRESTAZIONE	METODO DI PROVA
TGA DSC (Termogravimetria)	67°C	UNI EN ISO 11358
Durata in vaso	90'	UNI EN ISO 9514
Resistenza a compressione	>50 MPa	UNI EN 12190
Modulo di elasticità a flessione	6100 MPa	UNI EN ISO 178
Resistenza al taglio	19,4 MPa	UNI EN 12188
Tempo aperto	120'	UNI EN 12189
Modulo elastico in compressione	6500 MPa	UNI EN 13412
Temperatura di transizione vetrosa	67°C	UNI EN 12614
Coefficiente di espansione termica	$18 \times 10^{-6}/K$	UNI EN 1770
Ritiro indurito	0,04%	UNI EN 12617-1
Idoneità per l'iniezione	Strappo CLS	UNI EN 12618-2
Adesione per flessione	Frattura coesiva CLS	UNI EN 12636
Durabilità a taglio dopo esposizione umida e termica	Rottura CLS	UNI EN 13733

Consumi:

Rasatura: 150 g/m per mm di spessore. Spessore consigliato 1-3 mm

Incollaggio lamelle:

- 150-200 g/m per incollaggio lamella da 5 cm
- 240-320 g/m per incollaggio lamella da 8 cm
- 300-400 g/m per incollaggio lamella da 10 cm
- 360-480 g/m per incollaggio lamella da 12 cm

3) Applicazione delle lamelle pultruse in fibra di carbonio tipo **ARMOSHIELD CFK LAMELLE** di DRACO Italiana S.p.A. sullo strato di resina ancora fresco esercitando una leggera pressione su tutta la lunghezza, a mano o con rullo in gomma dura per eliminare le bolle d'aria. Rimozione dell'adesivo in eccesso fuoriuscito ai lati della lamella.

- Potranno essere applicati uno o più strati sovrapposti in funzione delle caratteristiche di progetto ripetendo il ciclo applicativo sopra descritto.

Le lamelle pultruse in fibra di carbonio tipo **ARMOSHIELD CFK** di Draco Italiana S.p.A. dovranno avere le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE										
Densità (g/cm ³)	1,6									
Contenuto di fibre (%)	68%									
Modulo elastico a trazione (GPa)	160					210				
Spessore (mm)	1,2 (2pp)			1,4			1,4			
Larghezza (mm)	50	80	100	50	80	100	50	80	100	120
Sezione resistente (mm ²)	60	96	120	70	112	140	70	112	140	168
Resistenza a trazione (MPa)	> 2400									
Allungamento a rottura (%)	1,36%					0,95%				

4) Applicazione di rivestimento protettivo sopra le zone di rinforzo o spargimento quarzifero per eventuale intonaco o rivestimento finale. Il rivestimento dovrà essere applicato a completo indurimento dei sistemi epossidici utilizzati (1-2 giorni in funzione della temperatura).

4.3

RINFORZO DI ELEMENTI STRUTTURALI CON TESSUTI E LAMELLE PULTRUSE IN FIBRA DI CARBONIO

Rinforzo strutturale e adeguamento antisismico di elementi inflessi, pressoinflessi e soggetti a taglio utilizzando lamelle pultruse e tessuti in fibra di carbonio a elevata resistenza

Fornitura e posa in opera di lamelle pultruse in fibra di carbonio preimpregnate con resina epossidica ad alta densità e elevate resistenze meccaniche tipo **ARMOSHIELD CFK LAMELLE** di Draco Italiana S.p.A. e tessuti in fibra di carbonio ad alta resistenza tipo **ARMOSHIELD C** di Draco Italiana S.p.A. per il consolidamento, l'adeguamento statico e il placcaggio di elementi compressi e pressoinflessi in calcestruzzo e muratura senza aumenti di carico. Le lamelle e i tessuti dovranno essere poste in opera rispettando la seguente procedura:

OPERAZIONI PRELIMINARI:

- Preparazione del supporto: eliminazione della boiaccia di cemento superficiale nonché di tutte le parti danneggiate, macchie, efflorescenze, sporco e polvere come precedentemente indicato.
- Regolarizzazione del supporto: eliminazioni di sopraprofilo e riempimento di cavità nella zona di incollaggio.

POSA IN OPERA:

1) Applicazione di primer epossidico tipo **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. a mezzo pennello o rullo su supporto asciutto.

Il primer epossidico **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Peso specifico dell'impasto: 1,1 g/cm³
- Viscosità Brookfield (rotore 1 - giri 10): 300 mPa·s
- Adesione al calcestruzzo (dopo 7 gg a +23°C): > 3 MPa (rottura supporto)

Consumo: 200÷300 g/m² per mano, in funzione della porosità e delle irregolarità del supporto.

2) Rasatura del supporto e applicazione a spatola della resina strutturale epossidica bicomponente tipo **ARMOFIX MTL** di DRACO Italiana S.p.A.

La rasatura è necessaria in presenza di superfici irregolari o non planari con dislivelli superficiali > 5 mm. Deve essere realizzata dopo il tempo di fuori tatto del primer e comunque entro le 16 ore successive utilizzando il medesimo adesivo epossidico **ARMOFIX MTL** di DRACO Italiana SpA applicato a spatola o frattazzo. Applicare a spatola un primo strato di resina di incollaggio tipo **ARMOFIX MTL** di DRACO Italiana SpA sulla superficie asciutta e pulita e sul lato della lamella da incollare al supporto, in spessori da 1 a 3 mm.

CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE E ADEGUAMENTO SISMICO CON MATERIALI COMPOSITI FRP

L'adesivo epossidico per l'incollaggio delle lamelle pultruse tipo **ARMOFIX MTL** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali (conforme ai requisiti minimi in accordo a EN 1504-4):

CARATTERISTICHE	PRESTAZIONE	METODO DI PROVA
TGA DSC (Termogravimetria)	67°C	UNI EN ISO 11358
Durata in vaso	90'	UNI EN ISO 9514
Resistenza a compressione	55 MPa	UNI EN 12190
Modulo di elasticità a flessione	6100 MPa	UNI EN ISO 178
Resistenza al taglio	19,4 MPa	UNI EN 12188
Tempo aperto	120'	UNI EN 12189
Modulo elastico in compressione	6500 MPa	UNI EN 13412
Temperatura di transizione vetrosa	67°C	UNI EN 12614
Coefficiente di espansione termica	$18 \times 10^{-6}/K$	UNI EN 1770
Ritiro indurito	0,04%	UNI EN 12617-1
Idoneità per l'iniezione	Strappo CLS	UNI EN 12618-2
Adesione per flessione	Frattura coesiva CLS	UNI EN 12636
Durabilità a taglio dopo esposizione umida e termica	Rottura CLS	UNI EN 13733

Consumi:

Rasatura: 150 g/m per mm di spessore. Spessore consigliato 1-3 mm

Incollaggio lamelle:

- 150-200 g/m per incollaggio lamella da 5 cm
- 240-320 g/m per incollaggio lamella da 8 cm
- 300-400 g/m per incollaggio lamella da 10 cm
- 360-480 g/m per incollaggio lamella da 12 cm

3) Applicazione delle lamelle pultruse in fibra di carbonio tipo **ARMOSHIELD CFK** di DRACO Italiana S.p.A. sullo strato di resina ancora fresco esercitando una leggera pressione su tutta la lunghezza, a mano o con rullo in gomma dura per eliminare le bolle d'aria. Rimozione dell'adesivo in eccesso fuoriuscito ai lati della lamella.

- Potranno essere applicati uno o più strati sovrapposti in funzione delle caratteristiche di progetto ripetendo il ciclo applicativo sopra descritto.

Le lamelle pultruse in fibra di carbonio tipo **ARMOSHIELD CFK** di DRACO Italiana S.p.A. dovranno avere le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE										
Densità (g/cm ³)	1,6									
Contenuto di fibre (%)	68%									
Modulo elastico a trazione (GPa)	160					210				
Spessore (mm)	1,2 (2pp)			1,4			1,4			
Larghezza (mm)	50	80	100	50	80	100	50	80	100	120
Sezione resistente (mm ²)	60	96	120	70	112	140	70	112	140	168
Resistenza a trazione (MPa)	> 2400					> 2400				
Allungamento a rottura (%)	1,36%					0,95%				

4.3

5) Applicazione a spatola sulla superficie asciutta e pulita della resina strutturale epossidica bicomponente tipo **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. per la successiva posa dei tessuti. L'adesivo andrà applicato sulle lamelle e sulle superfici individuate dal progettista.

L'adesivo epossidico per l'impregnazione dei tessuti tipo **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali (conforme ai requisiti minimi in accordo a EN 1504-4):

CARATTERISTICHE	PRESTAZIONE	METODO DI PROVA
Contenuto di ceneri per calcinazione diretta	2%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (Termogravimetria)	+83°C	UNI EN ISO 11358
Durata in vaso	40'	UNI EN ISO 9514
Resistenza a compressione	90 MPa	UNI EN 12190
Modulo di elasticità a flessione	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Resistenza al taglio	20,3 MPa	UNI EN 12188
Tempo aperto	40'	UNI EN 12189
Modulo elastico in compressione	3200 MPa	UNI EN 13412
Temperatura di transizione vetrosa	83°C	UNI EN 12614
Coefficiente di espansione termica	$25 \times 10^{-6}/K$	UNI EN 1770
Ritiro indurito	0,03%	UNI EN 12617-1
Idoneità per l'iniezione	Strappo CLS	UNI EN 12618-2
Adesione per flessione	Frattura coesiva CLS	UNI EN 12636
Durabilità a taglio dopo esposizione umida e termica	Rottura CLS	UNI EN 13733

Consumi:

Rasatura: 1,4 - 1,6 kg/m² per mm di spessore

Incollaggio e impregnazione dei tessuti - Spessore medio complessivo circa 1 mm:

1,1 kg/m² circa per uno strato di tessuto da 300 g/m² - 1,5 kg/m² circa per uno strato di tessuto da 600 g/m².

6) Applicazione del tessuto in fibra di carbonio tipo **ARMOSHIELD C** di DRACO Italiana S.p.A. sullo strato di resina ancora fresco e impregnazione con rullo dentato **ARMOROLLER** di DRACO Italiana S.p.A. Applicazione della seconda mano di adesivo dopo circa 1 ora. Le dimensioni e il tipo di tessuto da utilizzare saranno determinati in base alle prescrizioni di progetto; in funzione della tipologia di intervento sarà possibile scegliere tra diverse grammature e larghezze.

Le versioni di tessuto in fibra di carbonio disponibili sono:

- **ARMOSHIELD C-SHEET** - tessuto unidirezionale - grammatura 300 o 600 g/m² - larghezza di 10, 20, 40 e 60 cm.
- **ARMOSHIELD C-B** - tessuto bidirezionale - grammatura 320 g/m² - larghezza di 10, 20 e 50 cm.
- **ARMOSHIELD C-QUADRAX** - tessuto quadriassiale - grammatura 380 g/m² - larghezza di 31,5 - 42 cm.

- Potranno essere applicati uno o più strati sovrapposti in funzione delle caratteristiche di progetto ripetendo il ciclo applicativo sopra descritto.

CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE E ADEGUAMENTO SISMICO CON MATERIALI COMPOSITI FRP

I tessuti in fibra di carbonio dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- ARMOSHIELD C - SHEET

Tessuto unidirezionale in fibra di carbonio a elevata planarità e resistenza per rinforzi strutturali

CARATTERISTICHE TESSUTO ARMOSHIELD C - SHEET			
Modulo elastico (GPa)	240		390
Grammatura (g/m ²)	300	600	300 600
Spessore equivalente di tessuto secco (mm)	0,164	0,328	0,165 0,33
resistenza a trazione (MPa)	> 4900	> 4900	4410 4410
Area resistente per unità di larghezza (mm ² /m)	164	328	165 330
Carico massimo per unità di larghezza (kN/m)	> 800	>1600	> 700 >1400
Allungamento a rottura (%)	2,1		1,2
Altezze disponibili (cm)	10-20-40-60		
Adesione al calcestruzzo (MPa)	> 3 (rottura del supporto)		

- ARMOSHIELD C - B

Tessuto bidirezionale in fibra di carbonio a elevata resistenza per rinforzi strutturali

CARATTERISTICHE TESSUTO ARMOSHIELD C - B	
Modulo elastico (GPa)	250
Grammatura (g/m ²)	320
Spessore equivalente di tessuto secco (mm)	0,164
Resistenza a trazione (MPa)	4980
Area resistente per unità di larghezza (mm ² /m)	163,6
Carico massimo per unità di larghezza (kN/m)	804,12
Allungamento a rottura (%)	2
Altezze disponibili (cm)	10-20-50
Adesione al calcestruzzo (MPa)	> 3 (rottura calcestruzzo)

- ARMOSHIELD C - QUADRAX

Tessuto quadriassiale in fibra di carbonio a elevata resistenza per rinforzi strutturali

CARATTERISTICHE TESSUTO ARMOSHIELD C - QUADRAX		
Modulo elastico (GPa)	235	240
Grammatura (g/m ²)	380	760
Spessore equivalente di tessuto secco (mm)	0,052	0,105
Resistenza a trazione (MPa)	> 4900	> 4900
Area resistente per unità di larghezza (mm ² /m)	51,9	105,5
Carico massimo per unità di larghezza (kN/m)	> 260	> 500
Allungamento a rottura (%)	2,1	2
Altezze disponibili (cm)	31,5-42	31,75-62,5
Adesione al calcestruzzo (MPa)	> 3 (rottura calcestruzzo)	> 3 (rottura calcestruzzo)

7) Applicazione di rivestimento protettivo sopra le zone di rinforzo o spargimento quarzifero per eventuale intonaco finale. Il rivestimento dovrà essere applicato a completo indurimento dei sistemi epossidici utilizzati (1-2 giorni in funzione della temperatura).

4.4

RINFORZO STRUTTURALE E CONSOLIDAMENTO DI STRUTTURE LIGNEE CON TESSUTI IN FIBRA DI CARBONIO

Rinforzo strutturale di elementi lignei inflessi utilizzando tessuti in fibra di carbonio a elevata resistenza e materiali compositi a matrice polimerica (FRP)

PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

PULIZIA e PREPARAZIONE DEL SUPPORTO - Il supporto dovrà essere adeguatamente pulito eliminando tutte le parti incoerenti danneggiate o in fase di distacco. La superficie dovrà essere pulita e depolverata, dovranno essere eliminate macchie e rimossi eventuali residui d'intonaco, vernici o interventi di ripristino precedenti se irrimediabilmente danneggiati o deteriorati.

Nel caso di applicazione esterna verificare inoltre la planarità della superficie di posa ed eventualmente regolarizzarla mediante piallatura; eliminare con disco abrasivo le eventuali vernici o trattamenti superficiali presenti sul piano di posa del rinforzo. Riempire eventuali fessure longitudinali con materiale adesivo sufficientemente elastico da non impedire i naturali movimenti stagionali del legno, ma atto al contempo a garantire la necessaria adesione del rinforzo al supporto.

POSA IN OPERA:

Le lamelle dovranno essere poste in opera rispettando la seguente procedura:

- 1) Taglio delle lamelle nella lunghezza necessaria in base alle prescrizioni di progetto. Rimuovere la pellicola protettiva se presente o pulire entrambi i lati della lamella con **ARMOCLEANER CFK** di DRACO Italiana S.p.A.
- 2) Applicazione di primer epossidico tipo **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. a mezzo pennello o rullo su supporto asciutto.

Il primer epossidico **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Peso specifico dell'impasto: 1,1 g/cm³
- Viscosità Brookfield (rotore 1 - giri 10): 300 mPa·s
- Adesione al calcestruzzo (dopo 7 gg a +23°C): > 3 MPa (rottura supporto)

Consumo: 200÷300 g/m² per mano, in funzione della porosità e delle irregolarità del supporto.

- 3) Applicazione a spatola su superficie asciutta e pulita della resina strutturale epossidica bicomponente tipo **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. La rasatura è necessaria in presenza di superfici irregolari o non planari con dislivelli superficiali > 5 mm. Deve essere realizzata dopo il tempo di fuori tatto del primer e comunque entro le 16 ore successive utilizzando l'adesivo epossidico **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. applicato a spatola o frattazzo.

CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE E ADEGUAMENTO SISMICO CON MATERIALI COMPOSITI FRP

L'adesivo epossidico per l'impregnazione dei tessuti tipo **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali (conforme ai requisiti minimi in accordo a EN 1504-4):

CARATTERISTICHE	PRESTAZIONE	METODO DI PROVA
Contenuto di ceneri per calcinazione diretta	2%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (Termogravimetria)	+83°C	UNI EN ISO 11358
Durata in vaso	40'	UNI EN ISO 9514
Resistenza a compressione	90 MPa	UNI EN 12190
Modulo di elasticità a flessione	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Resistenza al taglio	20,3 MPa	UNI EN 12188
Tempo aperto	40'	UNI EN 12189
Modulo elastico in compressione	3200 MPa	UNI EN 13412
Temperatura di transizione vetrosa	83°C	UNI EN 12614
Coefficiente di espansione termica	25x10 ⁻⁶ /K	UNI EN1770
Ritiro indurito	0,03%	UNI EN 12617-1
Idoneità per l'iniezione	Strappo CLS	UNI EN12618-2
Adesione per flesso-flessione	Frattura coesiva CLS	UNI EN12636
Durabilità a taglio dopo esposizione umida e termica	Rottura CLS	UNI EN 13733

Consumi:

Rasatura: 1,4 - 1,6 kg/m² per mm di spessore

Incollaggio e impregnazione dei tessuti - Spessore medio complessivo circa 1 mm:

1,1 kg/m² circa per uno strato di tessuto da 300 g/m² - 1,5 kg/m² circa per uno strato di tessuto da 600 g/m².

3) Applicazione del tessuto in fibra di carbonio tipo **ARMOSHIELD C** di DRACO Italiana S.p.A. sullo strato di resina ancora fresco e impregnazione con rullo dentato **ARMOROLLER** di DRACO Italiana S.p.A. Applicazione della seconda mano di adesivo dopo circa 1 ora. Le dimensioni e il tipo di tessuto da utilizzare saranno determinati in base alle prescrizioni di progetto; in funzione della tipologia di intervento sarà possibile scegliere tra diverse grammature e larghezze.

- **ARMOSHIELD C-SHEET** - tessuto unidirezionale - grammatura 300 o 600 g/m² - larghezza di 10, 20, 40 e 60 cm.
- **ARMOSHIELD C-B** - tessuto bidirezionale - grammatura 320 g/m² - larghezza di 10, 20 e 50 cm.
- **ARMOSHIELD C-QUADRAX** - tessuto quadriassiale - grammatura 380 g/m² - larghezza di 31,5 - 42 cm.

- Potranno essere applicati uno o più strati sovrapposti in funzione delle caratteristiche di progetto ripetendo il ciclo applicativo sopra descritto.

I tessuti in fibra di carbonio dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- ARMOSHIELD C - SHEET

Tessuto unidirezionale in fibra di carbonio a elevata planarità e resistenza per rinforzi strutturali

CARATTERISTICHE TESSUTO ARMOSHIELD C - SHEET				
Modulo elastico (GPa)	240		390	
Grammatura (g/m ²)	300	600	300	600
Spessore equivalente di tessuto secco (mm)	0,164	0,328	0,165	0,33
resistenza a trazione (MPa)	> 4900	> 4900	4410	4410
Area resistente per unità di larghezza (mm ² /m)	164	328	165	330
Carico massimo per unità di larghezza (kN/m)	> 800	>1600	> 700	>1400
Allungamento a rottura (%)	2,1		1,2	
Altezze disponibili (cm)	10-20-40-60			
Adesione al calcestruzzo (MPa)	> 3 (rottura del supporto)			

4.5

RINFORZO STRUTTURALE E CONSOLIDAMENTO DI STRUTTURE LIGNEE CON LAMELLE PULTRUSE IN FIBRA DI CARBONIO

Rinforzo strutturale di elementi lignei inflessi utilizzando lamelle in fibra di carbonio a elevata resistenza e materiali compositi a matrice polimerica (FRP)

Fornitura e posa in opera di lamelle pultruse in fibra di carbonio preimpregnate con resina epossidica ad alta densità e elevate resistenze meccaniche tipo **ARMOSHIELD CFK LAMELLE** di Draco Italiana S.p.A. per il consolidamento di elementi lignei inflessi senza aumenti di carico.

PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

PULIZIA e PREPARAZIONE DEL SUPPORTO - Il supporto dovrà essere adeguatamente pulito eliminando tutte le parti incoerenti danneggiate o in fase di distacco. La superficie dovrà essere pulita e depolverata, dovranno essere eliminate macchie e rimossi eventuali residui d'intonaco, vernici o interventi di ripristino precedenti se irrimediabilmente danneggiati o deteriorati.

Nel caso di applicazione esterna: verificare inoltre la planarità della superficie di posa ed eventualmente regolarizzarla mediante piallatura; eliminare con disco abrasivo le eventuali vernici o trattamenti superficiali presenti sul piano di posa del rinforzo. Riempire eventuali fessure longitudinali con materiale adesivo sufficientemente elastico da non impedire i naturali movimenti stagionali del legno, ma atto al contempo a garantire la necessaria adesione del rinforzo al supporto.

Nel caso di intervento con lamelle alloggiate in fessura: fresatura della trave eseguendo un taglio longitudinale di spessore e profondità in funzione delle dimensioni della lamella (larghezza circa 2 mm; profondità 30 - 45 mm). Le caratteristiche della lamella da utilizzare dovranno essere determinante in fase di progetto. Successivamente pulire accuratamente la fessura da polveri e residui con aspiratore o spazzola. La pulizia deve essere effettuata a secco. Proteggere la superficie circostante la fessura dalla successiva applicazione dell'adesivo posizionando del nastro adesivo lungo il perimetro della stessa.

POSA IN OPERA:

Le lamelle dovranno essere poste in opera rispettando la seguente procedura:

1) Taglio delle lamelle nella lunghezza necessaria in base alle prescrizioni di progetto. Rimuovere la pellicola protettiva se presente o pulire entrambi i lati della lamella con **ARMOCLEANER CFK** di DRACO Italiana S.p.A.

2) Applicazione di primer epossidico tipo **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. a mezzo pennello su supporto asciutto o tramite iniezione nel caso di inserimento della lamella in fessura.

Il primer epossidico **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Peso specifico dell'impasto: 1,1 g/cm³
- Viscosità Brookfield (rotore 1 - giri 10): 300 mPa·s
- Adesione al calcestruzzo (dopo 7 gg a +23°C): > 3 MPa (rottura supporto)

Consumo: 200÷300 g/m² per mano, in funzione della porosità e delle irregolarità del supporto.

3) Applicazione della resina strutturale epossidica bicomponente tipo **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. Nel caso di applicazione esterna stendere a spatola un primo strato di resina di incollaggio tipo **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. sulla superficie asciutta e pulita e sul lato della lamella da incollare al supporto, in spessori da 1 a 3 mm; per interventi con lamelle alloggiate infessura iniettare la resina **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. all'interno della stessa riempiendola per 3/4.

CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE E ADEGUAMENTO SISMICO CON MATERIALI COMPOSITI FRP

L'adesivo epossidico per l'incollaggio delle lamelle pultruse tipo **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali (conforme ai requisiti minimi in accordo a EN 1504-4):

CARATTERISTICHE	PRESTAZIONE	METODO DI PROVA
Contenuto di ceneri per calcinazione diretta	2%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (Termogravimetria)	+83°C	UNI EN ISO 11358
Durata in vaso	40'	UNI EN ISO 9514
Resistenza a compressione	90 MPa	UNI EN 12190
Modulo di elasticità a flessione	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Resistenza al taglio	20,3 MPa	UNI EN 12188
Tempo aperto	40'	UNI EN 12189
Modulo elastico in compressione	3200 MPa	UNI EN 13412
Temperatura di transizione vetrosa	83°C	UNI EN 12614
Coefficiente di espansione termica	$25 \times 10^{-6}/K$	UNI EN1770
Ritiro indurito	0,03%	UNI EN 12617-1
Idoneità per l'iniezione	Strappo CLS	UNI EN12618-2
Adesione per flesso-flessione	Frattura coesiva CLS	UNI EN12636
Durabilità a taglio dopo esposizione umida e termica	Rottura CLS	UNI EN 13733

Consumi:

Rasatura: 1,4 - 1,6 kg/m² per mm di spessore

Incollaggio e impregnazione dei tessuti - Spessore medio complessivo circa 1 mm:

1,1 kg/m² circa per uno strato di tessuto da 300 g/m² - 1,5 kg/m² circa per uno strato di tessuto da 600 g/m².

4) Applicazione delle lamelle pultruse in fibra di carbonio tipo **ARMOSHIELD CFK LAMELLE** di DRACO Italiana S.p.A. sullo strato di resina ancora fresco esercitando una leggera pressione su tutta la lunghezza, a mano o con rullo in gomma dura per eliminare le bolle d'aria. Rimozione dell'adesivo in eccesso fuoriuscito ai lati della lamella. Nel caso di lamelle alloggiate, inserire le lamelle ed eliminare l'adesivo in eccesso. Stuccare la fessura con la resina di incollaggio impastata con la segatura prodotta nella fresatura o chiudere con un listello tagliato a misura.

- Potranno essere applicati uno o più strati sovrapposti in funzione delle caratteristiche di progetto ripetendo il ciclo applicativo sopra descritto.

Le lamelle pultruse in fibra di carbonio tipo **ARMOSHIELD CFK** di DRACO Italiana S.p.A. dovranno avere le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE										
Densità (g/cm ³)	1,6									
Contenuto di fibre (%)	68%									
Modulo elastico a trazione(GPa)	160					210				
Spessore (mm)	1,2 (2pp)			1,4			1,4			
Larghezza (mm)	50	80	100	50	80	100	50	80	100	120
Sezione resistente (mm ²)	60	96	120	70	112	140	70	112	140	168
Resistenza a trazione (MPa)	> 2400						> 2400			
Allungamento a rottura (%)	1,36%						0,95%			

5) Applicazione di rivestimento protettivo sopra le zone di rinforzo o spargimento quarzifero per eventuale intonaco finale. Il rivestimento dovrà essere applicato a completo indurimento dei sistemi epossidici utilizzati (1-2 giorni in funzione della temperatura).

4.6

ANCORAGGIO DEI TESSUTI IN FIBRA DI CARBONIO CON CONNETTORI ARAMIDICI

Ancoraggio dei rinforzi strutturali eseguiti con tessuti in fibra di carbonio utilizzando connettori in aramide

ARMOGRIP

Fornitura e posa in opera di dispositivi di ancoraggio composti da filamenti di fibra aramidica a elevata resistenza disposti in fasci intrecciati a formare una treccia cava per l'interconnessione dei rinforzi eseguiti con i tessuti in carbonio della linea ARMOSHIELD C.

PREDISPOSIZIONE DEI FORI DI ALLOGGIAMENTO

Realizzazione i fori di diametro compreso tra i 14 e i 18 mm e con profondità minima di 12 cm in base alla dimensione del connettore da utilizzare. Le dimensioni effettive saranno valutate in funzione della dimensione e della tipologia del supporto e indicate dal progettista. Arrotondamento degli spigoli del profilo esterno del foro (raggio minimo 1 cm), e aspirazione di residui di polvere e materiale in fase di distacco.

PRIMERIZZAZIONE:

1) Applicazione di primer epossidico tipo **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. a mezzo pennello o scovolino all'interno dei fori. In presenza di supporti molto assorbenti è possibile applicare una seconda mano di prodotto.

Il primer epossidico **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Peso specifico dell'impasto: 1,1 g/cm³
- Viscosità Brookfield (rotore 1 - giri 10): 300 mPa·s
- Adesione al calcestruzzo (dopo 7 gg a +23°C): > 3 MPa (rottura supporto)

Consumo: 200÷300 g/m² per mano, in funzione della porosità e delle irregolarità del supporto.

POSA IN OPERA:

2) Riempire il foro per metà iniettando con una cartuccia la resina epossidica fluida bicomponente tipo **ARMOFIX MT** di DRACO Italiana S.p.A. per applicazioni in orizzontale o della resina strutturale epossidica bicomponente tipo **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. per applicazioni in verticale; inserire il connettore in aramide **ARMOGRIP** di DRACO Italiana S.p.A. all'interno del foro. Procedere all'impregnazione e riempimento della cavità del connettore per tutta la sua lunghezza con **ARMOFIX MT** o **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. Risvoltare la parte terminale del connettore aramidico non impregnata che fuoriesce dal foro (fiocco) e disporla a ventaglio fissandola alla superficie circostante il foro mediante impregnazione della medesima resina utilizzata. Applicare sulla mano di resina ancora fresca una porzione di tessuto in fibra di carbonio **ARMOSHIELD C** di DRACO Italiana S.p.A. di dimensione adeguata alla totale copertura del fiocco.

CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE E ADEGUAMENTO SISMICO CON MATERIALI COMPOSITI FRP

L'adesivo epossidico per l'impregnazione dei tessuti tipo **ARMOFIX MT** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali (conforme ai requisiti minimi in accordo a EN 1504-4):

CARATTERISTICHE	PRESTAZIONE	METODO DI PROVA
Contenuto di ceneri per calcinazione diretta	0,5%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (Termogravimetria)	+84°C	UNI EN ISO 11358
Durata in vaso	40'	UNI EN ISO 9514
Resistenza a compressione	60 MPa	UNI EN 12190
Modulo di elasticità a flessione	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Resistenza al taglio	19,4 MPa	UNI EN 12188
Tempo aperto	60'	UNI EN 12189
Modulo elastico in compressione	3200 MPa	UNI EN 13412
Temperatura di transizione vetrosa	84°C	UNI EN 12614
Coefficiente di espansione termica	26x10 ⁻⁶ /K	UNI EN 1770
Ritiro indurito	0,04%	UNI EN 12617-1
Idoneità per l'iniezione	Strappo CLS	UNI EN 12618-2
Adesione per flesso-flessione	Frattura coesiva CLS	UNI EN 12636
Durabilità a taglio dopo esposizione umida e termica	Rottura CLS	UNI EN 13733

Consumi:

1,1 kg/m² circa per mm di spessore.

L'adesivo epossidico per l'impregnazione dei tessuti tipo **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali (conforme ai requisiti minimi in accordo a EN 1504-4):

CARATTERISTICHE	PRESTAZIONE	METODO DI PROVA
Contenuto di ceneri per calcinazione diretta	2%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (Termogravimetria)	+83°C	UNI EN ISO 11358
Durata in vaso	40'	UNI EN ISO 9514
Resistenza a compressione	90 MPa	UNI EN 12190
Modulo di elasticità a flessione	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Resistenza al taglio	20,3 MPa	UNI EN 12188
Tempo aperto	40'	UNI EN 12189
Modulo elastico in compressione	3200 MPa	UNI EN 13412
Temperatura di transizione vetrosa	83°C	UNI EN 12614
Coefficiente di espansione termica	25x10 ⁻⁶ /K	UNI EN1770
Ritiro indurito	0,03%	UNI EN 12617-1
Idoneità per l'iniezione	Strappo CLS	UNI EN12618-2
Adesione per flesso-flessione	Frattura coesiva CLS	UNI EN12636
Durabilità a taglio dopo esposizione umida e termica	Rottura CLS	UNI EN 13733

Consumi:

Rasatura: 1,4 - 1,6 kg/m² per mm di spessore

Incollaggio e impregnazione dei tessuti - Spessore medio complessivo circa 1 mm:

1,1 kg/m² circa per uno strato di tessuto da 300 g/m² - 1,5 kg/m² circa per uno strato di tessuto da 600 g/m².

- Nel caso in cui sia prevista una finitura dovrà essere applicata sulla resina ancora fresca della sabbia di quarzo.

I connettori **ARMOGRIP** di DRACO Italiana S.p.A. dovranno avere le seguenti caratteristiche prestazionali:

CONNETTORI ARMOGRIP	
Diametro	12 mm
Resistenza a trazione del filato	2900 MPa
Modulo elastico	120 GPa
Allungamento a rottura	2,5 %
Resistenza a trazione del connettore	56 kN
Sezione filato	0,239 cm ²
FORMATI DISPONIBILI	
Fiocco da 20 cm	A10F20 (lunghezza connettore 10 cm) A20F20 (lunghezza connettore 20 cm) A30F20 (lunghezza connettore 30 cm)
Fiocco da 30 cm	A50F30 (lunghezza connettore 50 cm)

ANCORAGGIO DEI TESSUTI IN FIBRA DI CARBONIO CON CONNETTORI ARAMIDICI ABBINATI A BARRE IN FIBRA DI CARBONIO

Ancoraggio e interconnessione tra elementi strutturali eseguiti con tessuti in fibra di carbonio utilizzando connettori in aramide abbinati alle barre in carbonio

ARMOGRIP BC

Fornitura e posa in opera di dispositivi di ancoraggio composti da filamenti di fibra aramidica a elevata resistenza disposti in fasci intrecciati a formare una treccia cava abbinati alle barre pultruse in carbonio per l'interconnessione dei rinforzi eseguiti con i tessuti in carbonio della linea **ARMOSHIELD C** di DRACO Italiana S.p.A.

PREDISPOSIZIONE DEI FORI DI ALLOGGIAMENTO

Realizzazione i fori di diametro compreso tra i 14 e i 18 mm e con profondità minima di 12 cm in base alla dimensione del connettore da utilizzare. Le dimensioni effettive saranno valutate in funzione della dimensione e della tipologia del supporto e indicate dal progettista. Arrotondamento degli spigoli del profilo esterno del foro (raggio minimo 1 cm), e aspirazione di residui di polvere e materiale in fase di distacco.

PRIMERIZZAZIONE:

1) Applicazione di primer epossidico tipo **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. a mezzo pennello o scovolino all'interno dei fori. In presenza di supporti molto assorbenti è possibile applicare una seconda mano di prodotto.

Il primer epossidico **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Peso specifico dell'impasto: 1,1 g/cm³
- Viscosità Brookfield (rotore 1 - giri 10): 300 mPa·s
- Adesione al calcestruzzo (dopo 7 gg a +23°C): > 3 MPa (rottura supporto)

Consumo: 200÷300 g/m² per mano, in funzione della porosità e delle irregolarità del supporto.

POSA IN OPERA:

2) Riempire il foro per metà iniettando con una cartuccia la resina epossidica fluida bicomponente tipo **ARMOFIX MT** di DRACO Italiana S.p.A. per applicazioni in orizzontale o della resina strutturale epossidica bicomponente tipo **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. per applicazioni in verticale; inserire il connettore in aramide abbinato alla barra in carbonio all'interno del foro. Risvoltare la parte terminale del connettore aramidico non impregnata che fuoriesce dal foro (fiocco) e disporla a ventaglio fissandola alla superficie circostante il foro mediante impregnazione della medesima resina utilizzata. Applicare sulla mano di resina ancora fresca una porzione di tessuto in fibra di carbonio **ARMOSHIELD C** di DRACO Italiana S.p.A. di dimensione adeguata alla totale copertura del fiocco.

CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE E ADEGUAMENTO SISMICO CON MATERIALI COMPOSITI FRP

L'adesivo epossidico per l'impregnazione dei tessuti tipo **ARMOFIX MT** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali (conforme ai requisiti minimi in accordo a EN 1504-4):

CARATTERISTICHE	PRESTAZIONE	METODO DI PROVA
Contenuto di ceneri per calcinazione diretta	0,5%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (Termogravimetria)	+84°C	UNI EN ISO 11358
Durata in vaso	40'	UNI EN ISO 9514
Resistenza a compressione	60 MPa	UNI EN 12190
Modulo di elasticità a flessione	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Resistenza al taglio	19,4 MPa	UNI EN 12188
Tempo aperto	60'	UNI EN 12189
Modulo elastico in compressione	3200 MPa	UNI EN 13412
Temperatura di transizione vetrosa	84°C	UNI EN 12614
Coefficiente di espansione termica	26x10 ⁻⁶ /K	UNI EN 1770
Ritiro indurito	0,04%	UNI EN 12617-1
Idoneità per l'iniezione	Strappo CLS	UNI EN 12618-2
Adesione per flesso-flessione	Frattura coesiva CLS	UNI EN 12636
Durabilità a taglio dopo esposizione umida e termica	Rottura CLS	UNI EN 13733

Consumi:

1,1 kg/m² circa per mm di spessore.

L'adesivo epossidico per l'impregnazione dei tessuti tipo **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali (conforme ai requisiti minimi in accordo a EN 1504-4):

CARATTERISTICHE	PRESTAZIONE	METODO DI PROVA
Contenuto di ceneri per calcinazione diretta	2%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (Termogravimetria)	+83°C	UNI EN ISO 11358
Durata in vaso	40'	UNI EN ISO 9514
Resistenza a compressione	90 MPa	UNI EN 12190
Modulo di elasticità a flessione	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Resistenza al taglio	20,3 MPa	UNI EN 12188
Tempo aperto	40'	UNI EN 12189
Modulo elastico in compressione	3200 MPa	UNI EN 13412
Temperatura di transizione vetrosa	83°C	UNI EN 12614
Coefficiente di espansione termica	25x10 ⁻⁶ /K	UNI EN 1770
Ritiro indurito	0,03%	UNI EN 12617-1
Idoneità per l'iniezione	Strappo CLS	UNI EN 12618-2
Adesione per flesso-flessione	Frattura coesiva CLS	UNI EN 12636
Durabilità a taglio dopo esposizione umida e termica	Rottura CLS	UNI EN 13733

Consumi:

Rasatura: 1,4 - 1,6 kg/m² per mm di spessore

Incollaggio e impregnazione dei tessuti - Spessore medio complessivo circa 1 mm:

1,1 kg/m² circa per uno strato di tessuto da 300 g/m² - 1,5 kg/m² circa per uno strato di tessuto da 600 g/m².

- Nel caso in cui sia prevista una finitura dovrà essere applicata sulla resina ancora fresca della sabbia di quarzo.

I connettori **ARMOGRIP BC** di DRACO Italiana S.p.A. dovranno avere le seguenti caratteristiche prestazionali:

CONNETTORI ARMOGRIP BC	
Diametri disponibili	10-12 mm
Barra interna	Ø8mm
Resistenza a trazione del filato	2900 MPa
Modulo elastico	120 GPa
Allungamento a rottura	2,5 %
FORMATI DISPONIBILI	
Fiocco da 20 cm	A10F20 (lunghezza connettore 10 cm) A20F20 (lunghezza connettore 20 cm) A30F20 (lunghezza connettore 30 cm)

RINFORZO DI ELEMENTI STRUTTURALI CON LAMELLE PULTRUSE IN FIBRA DI CARBONIO PRETESE

Rinforzo strutturale e adeguamento antisismico a flessione di travi e impalcati da ponte e viadotti, a mezzo pretensione di lamelle in carbonio

PRETENSIONAMENTO LAMELLE ARMOSHIELD CFK

Fornitura e posa in opera di lamelle pretese in fibra di carbonio pultruse preimpregnate con resina epossidica ad alta densità e elevate resistenze meccaniche tipo **ARMOSHIELD CFK LAMELLE** di Draco Italiana S.p.A. per il consolidamento, l'adeguamento statico e il placcaggio di elementi compressi e pressoinflessi in calcestruzzo senza aumenti di carico. Le lamelle dovranno essere poste in opera rispettando la seguente procedura:

OPERAZIONI PRELIMINARI:

- Preparazione del supporto: eliminazione della boiaccia di cemento superficiale nonché di tutte le parti danneggiate, macchie, efflorescenze, sporco e polvere.
- Regolarizzazione del supporto: eliminazioni di sopraprofilo e riempimento di cavità nella zona di incollaggio.

Il supporto in calcestruzzo deve avere una resistenza allo strappo di almeno $1,5 \text{ N/mm}^2$ ed una planarità con scostamento massimo di 5 mm/2m.

Il calcestruzzo non deve essere scarnificato per l'alloggiamento dei martinetti idraulici.

POSA IN OPERA:

Le lamelle dovranno essere posate in opera rispettando la seguente procedura:

- 1) Taglio delle lamelle nella lunghezza necessaria in base alle prescrizioni di progetto. Rimuovere la pellicola protettiva se presente o pulire entrambi i lati della lamella con **ARMOCLEANER CFK** di DRACO Italiana S.p.A.
- 2) Applicazione di primer epossidico tipo **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. a mezzo pennello o rullo su supporto asciutto.

Il primer epossidico **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Peso specifico dell'impasto: $1,1 \text{ g/cm}^3$
- Viscosità Brookfield (rotore 1 - giri 10): 300 mPa·s
- Adesione al calcestruzzo (dopo 7 gg a $+23^\circ\text{C}$): $> 3 \text{ MPa}$ (rottura supporto)

- 3) Applicazione a spatola della resina strutturale epossidica bicomponente tipo **ARMOFIX MTL** di DRACO Italiana S.p.A. La rasatura è necessaria in presenza di superfici irregolari o non planari con dislivelli superficiali $> 5 \text{ mm}$. deve essere realizzata dopo il tempo di fuori tatto del primer e comunque entro le 16 ore successive utilizzando il medesimo adesivo epossidico per l'incollaggio delle lamelle **ARMOFIX MTL** di DRACO Italiana S.p.A. applicato a spatola o frattazzo. Applicare a spatola un primo strato di resina di incollaggio tipo **ARMOFIX MTL** di DRACO Italiana S.p.A. sulla superficie asciutta e pulita e sul lato della lamella da incollare al supporto, in spessori da 1 a 3 mm.

CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE E ADEGUAMENTO SISMICO CON MATERIALI COMPOSITI FRP

L'adesivo epossidico per l'incollaggio delle lamelle pultruse tipo **ARMOFIX MTL** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali (conforme ai requisiti minimi in accordo a EN 1504-4):

CARATTERISTICHE	PRESTAZIONE	METODO DI PROVA
TGA DSC (Termogravimetria)	67°C	UNI EN ISO 11358
Durata in vaso	90'	UNI EN ISO 9514
Resistenza a compressione	92 MPa	UNI EN 12190
Modulo di elasticità a flessione	6100 MPa	UNI EN ISO 178
Resistenza al taglio	19,4 MPa	UNI EN 12188
Tempo aperto	120'	UNI EN 12189
Modulo elastico in compressione	6500 MPa	UNI EN 13412
Temperatura di transizione vetrosa	67°C	UNI EN 12614
Coefficiente di espansione termica	18x10 ⁻⁶ /K	UNI EN 1770
Ritiro indurito	0,04%	UNI EN 12617-1
Idoneità per l'iniezione	Strappo CLS	UNI EN 12618-2
Adesione per flesso-flessione	Frattura coesiva CLS	UNI EN 12636
Durabilità a taglio dopo esposizione umida e termica	Rottura CLS	UNI EN 13733

Consumi:

Rasatura: 150 g/m² per mm di spessore. Spessore consigliato 1-3 mm

Incollaggio lamelle:

- 150-200 g/m per incollaggio lamella da 5 cm
- 240-320 g/m per incollaggio lamella da 8 cm
- 300-400 g/m per incollaggio lamella da 10 cm
- 360-480 g/m per incollaggio lamella da 12 cm

4) Posizionamento delle piastre e applicazione delle lamelle pultruse in fibra di carbonio tipo **ARMOSHIELD CFK**.

Il sistema di pretensione delle lamelle **ARMOSHIELD CFK** di DRACO Italiana S.p.A. costituito da piastre in acciaio forate trattate preventivamente contro la corrosione, viene montato in opera sulla trave da consolidare con l'ausilio di speciali resine epossidiche tipo **ARMOFIX MTL** di DRACO Italiana S.p.A.

- Posizionamento delle piastre di base come da progetto, fissaggio al supporto con appositi tasselli e applicazione delle lamelle pultruse in fibra di carbonio tipo **ARMOSHIELD CFK** di DRACO Italiana S.p.A. sulla piastra e sullo strato di resina ancora fresco. Ancoraggio della lamella posizionando le piastre a cuneo mobili per il bloccaggio durante la fase di tiro. Applicazione della lamella per tutta la lunghezza della trave esercitando una leggera pressione su tutta la lamella.

Le lamelle pultruse in fibra di carbonio tipo **ARMOSHIELD CFK** di DRACO Italiana S.p.A. dovranno avere le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE										
Densità (g/cm ³)	1,6									
Contenuto di fibre (%)	68									
Modulo elastico a trazione(GPa)	160					210				
Spessore (mm)	1,2 (2pp)			1,4			1,4			
Larghezza (mm)	50	80	100	50	80	100	50	80	100	120
Sezione resistente (mm ²)	60	96	120	70	112	140	70	112	140	168
Resistenza a trazione (MPa)	> 2400						> 2400			
Allungamento a rottura (%)	1,36						0,95			

5) Trazione della lamella come da progetto con speciali martinetti idraulici accoppiati alle piastre a cuneo mobili. Il sistema di pretensione, composto da piastre a cuneo e martinetti, viene rimosso dopo 24/48 ore dall'applicazione in funzione della temperatura esterna che dovrà essere comunque superiore a 10°C. Potranno essere richiesti idonei sistemi per il preriscaldamento del sistema di adesione e dell'area di intervento.

Stendere un sottile strato di adesivo su tutta la lunghezza della lamella e spolverare con sabbia al quarzo sull'adesivo ancora fresco.

4.9

RINFORZO DI ELEMENTI NON STRUTTURALI CON MATERIALI COMPOSITI A MATRICE CEMENTIZIA E CONNETTORI ARAMIDICI

Rinforzo e adeguamento antisismico di tamponamenti in muratura non portanti, pannelli e solai, utilizzando sistemi antiribaltamento e antisfondellamento composti da malta monocomponente e rete bidirezionale in fibra di basalto, ancorati con connettori in aramide

Fornitura e posa in opera di malta monocomponente ad elevata duttilità arricchita in calce tipo **ARMOTECH MONO** di DRACO Italiana S.p.A. e rete bidirezionale in fibra di basalto tipo **ARMONET B 250** di DRACO Italiana S.p.A. per il rinforzo leggero e il miglioramento del comportamento sismico di tamponamenti in muratura, pannelli e solai.

Il sistema dovrà essere posto in opera rispettando la seguente procedura:

OPERAZIONI PRELIMINARI:

- Preparazione del supporto: eliminazione della boiaccia di cemento superficiale nonché di tutte le parti danneggiate, macchie, efflorescenze, sporco e polvere come precedentemente indicato.
- Regolarizzazione del supporto: eliminazioni di sopraprofilo e riempimento di cavità nella zona di incollaggio.
- Regolarizzare la superficie mediante apposita malta strutturale fibrorinforzata **FLUECO 40T** di DRACO Italiana S.p.A., eventualmente bicomponente per supporti deboli **FLUECO 80 T2** di DRACO Italiana S.p.A.

Fornitura e posa in opera di dispositivi di ancoraggio composti da filamenti di fibra aramidica a elevata resistenza **ARMOGRIP** di DRACO Italiana S.p.A. per l'ancoraggio del rinforzo.

PREDISPOSIZIONE DEI FORI DI ALLOGGIAMENTO

- Realizzazione dei fori ogni 2 metri circa all'intradosso del solaio o sul perimetro del pannello per l'alloggiamento di connettori in fibra di aramide **ARMOGRIP** di DRACO Italiana S.p.A. I fori dovranno avere diametro di circa 20 mm e profondità di 10 cm (distanza dalla muratura 1,5 cm circa). Arrotondamento degli spigoli del profilo esterno del foro (raggio minimo 1 cm), e aspirazione di residui di polvere e materiale in fase di distacco.

PRIMERIZZAZIONE

- 1) Applicazione di primer epossidico tipo **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. a mezzo pennello o scovolino all'interno dei fori. In presenza di supporti molto assorbenti è possibile applicare una seconda mano di prodotto.

Il primer epossidico **ARMOPRIMER 100** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Peso specifico dell'impasto: 1,1 g/cm³
- Viscosità Brookfield (rotore 1 - giri 10): 300 mPa·s
- Adesione al calcestruzzo (dopo 7 gg a +23°C): > 3 MPa (rottura supporto)

Consumo: 200÷300 g/m² per mano, in funzione della porosità e delle irregolarità del supporto.

POSA IN OPERA:

- 2) Riempire il foro per metà iniettando con una cartuccia la resina strutturale epossidica bicomponente tipo **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A.; inserire il connettore in aramide **ARMOGRIP** di DRACO Italiana S.p.A. all'interno del foro. Procedere all'imregnazione e riempimento della cavità del connettore per tutta la sua lunghezza con la resina impiegata.

CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE E ADEGUAMENTO SISMICO CON MATERIALI COMPOSITI FRP

L'adesivo epossidico per l'incollaggio delle lamelle pultruse tipo **ARMOFIX MTX** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali (conforme ai requisiti minimi in accordo a EN 1504-4):

CARATTERISTICHE	PRESTAZIONE	METODO DI PROVA
Contenuto di ceneri per calcinazione diretta	2%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (Termogravimetria)	+83°C	UNI EN ISO 11358
Durata in vaso	40'	UNI EN ISO 9514
Resistenza a compressione	90 MPa	UNI EN 12190
Modulo di elasticità a flessione	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Resistenza al taglio	20,3 MPa	UNI EN 12188
Tempo aperto	40'	UNI EN 12189
Modulo elastico in compressione	3200 MPa	UNI EN 13412
Temperatura di transizione vetrosa	83°C	UNI EN 12614
Coefficiente di espansione termica	25x10 ⁻⁶ /K	UNI EN 1770
Ritiro indurito	0,03%	UNI EN 12617-1
Idoneità per l'iniezione	Strappo CLS	UNI EN 12618-2
Adesione per flesso-flessione	Frattura coesiva CLS	UNI EN 12636
Durabilità a taglio dopo esposizione umida e termica	Rottura CLS	UNI EN 13733

Consumi:

Rasatura: 1,4 - 1,6 kg/m² per mm di spessore

Incollaggio e impregnazione dei tessuti - Spessore medio complessivo circa 1 mm:

1,1 kg/m² circa per uno strato di tessuto da 300 g/m² - 1,5 kg/m² circa per uno strato di tessuto da 600 g/m².

I connettori **ARMOGRIP** di DRACO Italiana S.p.A. dovranno avere le seguenti caratteristiche prestazionali:

CONNETTORI ARMOGRIP	
Diametro	12 mm
Resistenza a trazione del filato	2900 MPa
Modulo elastico	120 GPa
Allungamento a rottura	2,5 %
Resistenza a trazione del connettore	56 kN
Sezione filato	0,239 cm ²
FORMATI DISPONIBILI	
Fiocco da 20 cm	A10F20 (lunghezza connettore 10 cm) A20F20 (lunghezza connettore 20 cm) A30F20 (lunghezza connettore 30 cm)
Fiocco da 30 cm	A50F30 (lunghezza connettore 50 cm)

APPLICAZIONE DEL RINFORZO

3) Fornitura e posa in opera di malta monocomponente arricchita in calce, composta da aggregati selezionati e speciali additivi caratterizzata da elevata duttilità e resistenze meccaniche compatibili con la muratura tipo **ARMOTECH MONO** di DRACO Italiana S.p.A. per il rinforzo leggero e il miglioramento del comportamento sismico dei tamponamenti e solai.

Il supporto dovrà essere adeguatamente pulito eliminando le parti ammalorate o in fase di distacco. La malta dovrà essere applicata a spatola supporto pulito e saturato con acqua realizzando uno spessore compreso tra 3-4 mm per strato.

Consumo: 1,6 kg/m² ca. per mm di spessore.

4.9

La malta monocomponente arricchita in calce tipo ARMOTECH MONO di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali

(conforme ai requisiti minimi in accordo a EN 1504-3 per malte di classe R2 e EN 998-2):

CARATTERISTICHE	PRESTAZIONE	METODO DI PROVA
Resistenza a compressione (MPa)	22 MPa a 28gg	EN 12190
Resistenza a flessione (MPa)	6 MPa a 28gg	EN 196/1
Modulo elastico a compressione (GPa)	12 GPa	EN 13412
Adesione su calcestruzzo (supporto di tipo MC 0,40 rapporto a/c = 0,40) secondo EN 1766	> 1,5 MPa	EN 1542
Assorbimento capillare (kg/m ² ·h ^{0,5})	0,31	EN 13057
Compatibilità termica (misurata come adesione secondo EN 1542 (MPa) su cls MC 0,4 UNI EN 1766 - Cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti	> 0,8 MPa	EN 13687/1
Reazione al fuoco	A2	EN 13501-1
Resistenza a compressione a 28 gg (MPa)	Classe M20	EN 1015-11
Aderenza	0,15 MPa	EN 1052-3
Assorbimento d'acqua	< 0,2 kg/m ² ·h ^{0,5}	EN 1015-18
Permeabilità al vapore acqueo	μ 5/20	EN 1745:2002, prospetto A.12
Massa volumica	1780 kg/m ³	EN 1015-10
Conducibilità termica	0,45 W/mK	EN 1745:2002, prospetto A.12

4) Applicare la rete in fibra di basalto **ARMONET B 250** di DRACO Italiana S.p.A. tagliata a misura sul primo strato di malta ancora fresco. Eventuali "riprese" dovranno essere realizzate tramite semplice sormonto di almeno 10 cm. Confezioni: rotoli da 1x50 m.

CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE E ADEGUAMENTO SISMICO CON MATERIALI COMPOSITI FRP

La rete in fibra di basalto tipo **ARMONET B 250** di DRACO Italiana S.p.A. dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali:

CARATTERISTICHE	
Aspetto	Rete bidirezionale bilanciata a 0/90° in fibra di basalto ordito impregnato - alcali resistente
Peso della rete per unità di superficie	circa 250 g/m ²
Area resistenza per unità di larghezza	asse 0° - 32,38 mm ² /m asse 90° - 35,95 mm ² /m
Carico massimo per unità di larghezza	asse 0° - 78 kN/m asse 90° - 86 kN/m
Dimensione maglia (interasse)	mm 10 x 10
Resistenza a Trazione (filato)	2418 MPa
Modulo elastico (filato)	87 GPa
Allungamento a rottura (filato)	3,5%

5) Stendere ulteriore strato di circa 3 mm di **ARMOTECH MONO** di DRACO Italiana S.p.A. sulla malta non completamente indurita: ricoprire uniformemente la rete fino a totale copertura. Per eventuali strati successivi ripetere il procedimento operando sempre fresco su fresco.

6) Ancoraggio del connettore: Risvoltare la parte terminale del connettore aramidico non impregnata che fuoriesce dal foro (fiocco) e disporla a ventaglio fissandola alla superficie circostante il foro mediante impregnazione con la medesima resina utilizzata.

ARMO: SISTEMI FRP PER IL CONSOLIDAMENTO E IL RINFORZO DELLE STRUTTURE

Gamma completa di materiali per il recupero ed il rinforzo di strutture in c.a., c.a.p., murature, legno, acciaio

TESSUTI E LAMELLE IN FIBRA DI CARBONIO

ARMOSHIELD C-SHEET

TESSUTO UNIDIREZIONALE IN FIBRA DI CARBONIO A ELEVATA PLANARITÀ E RESISTENZA PER RINFORZI STRUTTURALI

ARMOSHIELD C - SHEET è un tessuto unidirezionale a elevata planarità in fibra di carbonio e materiali compositi FRP ad alta densità, elevato modulo elastico e alte resistenze meccaniche da utilizzare in abbinamento alle resine specifiche ARMOFIX per il consolidamento e l'adeguamento statico delle strutture senza aumenti di carico. I tessuti ARMOSHIELD C - SHEET sono nastri ottenuti da fibre di carbonio di elevata qualità disposte unidirezionalmente e perfettamente stirate, e sono particolarmente indicati per il confinamento di strutture inflesse e compresse quali pilastri, colonne e nel rinforzo di travi a taglio.

CARATTERISTICHE

Modulo elastico (GPa): 240-390
Grammatura (g/m²): 300-600
Altezze disponibili (cm): 10-20-40-60

CONFEZIONI

Rotolo da 50 m



ARMOSHIELD C-B

TESSUTO BIDIREZIONALE IN FIBRA DI CARBONIO A ELEVATA RESISTENZA PER CONSOLIDAMENTO E RINFORZO STRUTTURALE

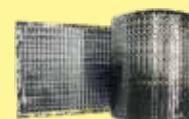
ARMOSHIELD C - B è un tessuto bidirezionale in fibra di carbonio e materiali compositi FRP ad alta densità, elevato modulo elastico e altre resistenze meccaniche a trazione da utilizzare in abbinamento alle resine specifiche ARMOFIX per il consolidamento e l'adeguamento statico delle strutture. ARMOSHIELD C - B incrementa la resistenza, la capacità portante e la duttilità della struttura senza aumenti di carico, ed è particolarmente indicato per il ripristino della sezione resistente a taglio o dove è richiesta un'integrazione delle armature longitudinali.

CARATTERISTICHE

Modulo elastico (GPa): 250
Grammatura (g/m²): 320
Altezze disponibili (cm): 10-20-50

CONFEZIONI

Rotolo da 50 m



ARMOSHIELD C-QUADRAX

TESSUTO QUADRIASSIALE IN FIBRA DI CARBONIO A ELEVATA RESISTENZA E ALTO MODULO ELASTICO PER RINFORZI STRUTTURALI

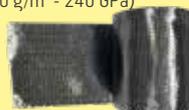
ARMOSHIELD C - QUADRAX è un tessuto quadriassiale in fibra di carbonio e materiali compositi FRP ad alta densità, elevato modulo elastico e altre resistenze meccaniche a trazione da utilizzare in abbinamento alle resine specifiche ARMOFIX per il consolidamento e l'adeguamento statico delle strutture. ARMOSHIELD C - QUADRAX incrementa la resistenza, la capacità portante e la duttilità della struttura senza aumenti di carico, ed è particolarmente indicato per il ripristino di strutture discontinue o dove non è possibile determinare esattamente l'andamento delle tensioni di trazione.

CARATTERISTICHE

Modulo elastico (GPa): 235 - 240
Grammatura (g/m²): 380 - 760
Altezze disponibili (cm):
• 31,5-42 (380 g/m² - 235 GPa)
• 31,75-62,5 (760 g/m² - 240 GPa)

CONFEZIONI

Rotolo da 50 m



ARMOSHIELD CFK

LAMELLE PULTRUSE IN FIBRA DI CARBONIO UNIDIREZIONALI AD ALTA RESISTENZA PER RINFORZI E PLACCAGGI SU STRUTTURE IN CALCESTRUZZO, ACCIAIO E LEGNO

Linea di lamine pultruse in fibra di carbonio per il rinforzo di strutture in c.a., c.a.p., acciaio e legno da utilizzare in abbinamento alle resine specifiche ARMOFIX MTL e ai nastri ARMOSHIELD C. Le lamelle ARMOSHIELD CFK sono ideali per rinforzo anche con pretensionamento e grazie al peso contenuto e alle performance migliorate sostituiscono i tradizionali sistemi di placcaggio in acciaio (beton plaqué) in spessori da 1 a 3 mm circa.

CARATTERISTICHE

Modulo elastico (GPa): 160-210
Grammatura (g/m²): 1,2-1,4
Altezze disponibili (cm): 5-8-10-12

CONFEZIONI

Rotolo da 50 m



CONNETTORI, BARRE E SISTEMI DI ANCORAGGIO IN MATERIALI COMPOSITI FRP

ARMOGRIP

CONNETTORI IN ARAMIDE PER L'ANCORAGGIO STRUTTURALE DEI NASTRI IN FIBRA DI CARBONIO ARMOSHIELD

Dispositivi di ancoraggio in fibre aramidiche disposte in fasci intrecciati con molla interna per il miglioramento della connessione e rendere collaboranti i rinforzi realizzati con i tessuti in fibra di carbonio ARMOSHIELD.

CARATTERISTICHE

Fiocco da 20 cm - Ø 12 mm
Lunghezze connettore (cm): 10-20-30-50

CONFEZIONI



ARMOGRIP BC

CONNETTORE IN ARAMIDE ABBINATO A BARRA IN CARBONIO ARMOSHIELD BC PER L'ANCORAGGIO DEI RINFORZI STRUTTURALI

Dispositivi di ancoraggio in fibre aramidiche disposte in fasci intrecciati in abbinamento alle barre pultruse ARMOSHIELD BC per renderle interconnesse e collaboranti con i rinforzi eseguiti con i tessuti ARMOSHIELD C.

CARATTERISTICHE

Fiocco da 20 cm - Ø 12 mm
Barra interna Ø 8 mm
Lunghezze connettore (cm): 10-20-30

CONFEZIONI



ARMOGRIP MONO

CORDA UNIDIREZIONALE IN FIBRA DI ARAMIDE PER INTERCONNESSIONI STRUTTURALI

Le corde in fibra aramidica ARMOGRIP MONO sono ideali per realizzare ancoraggi e interconnessioni nei sistemi di rinforzo con i nastri della linea ARMOSHIELD. Disponibili nei diametri 6, 8, 10 e 12 mm si applicano con una semplice impregnazione con ARMOFIX MTX.

CARATTERISTICHE

Diametri disponibili: Ø 6-8-10-12 mm

CONFEZIONI

Rotolo da 10 m



ARMOSHIELD BC

BARRE PULTRUSE IN FIBRA DI CARBONIO AD ALTA RESISTENZA PER RINFORZI E GRAFFETTATURE SU MURATURA E STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

Barre pultruse in fibra di carbonio ad alta resistenza per il rinforzo di strutture in c.a., c.a.p., muratura, pietra e materiali naturali. Le barre ARMOSHIELD BC possono essere utilizzate in abbinamento ai tessuti ARMOSHIELD C e ai fiocchi aramidici ARMOGRIP TB per migliorare le connessioni e gli ancoraggi dei tessuti in fibra di carbonio con il supporto rinforzato.

CARATTERISTICHE

Diametri disponibili: Ø 8-10-12-14-16 mm

CONFEZIONI

Tubi in PVC contenenti
19-24 barre da 3 metri



ARMONET B 250

RETE IN FIBRA DI BASALTO ALCALI-RESISTENTE PER IL RINFORZO STRUTTURALE DI ELEMENTI PORTANTI IN CALCESTRUZZO E MURATURA

ARMONET B 250 è una rete in fibra di basalto impregnata resistente agli alcali specifici per il rinforzo strutturale da utilizzare quale armatura di rinforzo in abbinamento con le malte FLUECO o ARMOTECH MONO. ARMONET B 250 migliora la distribuzione delle tensioni contribuendo all'incremento della duttilità e della resistenza meccanica delle strutture sottoposte a intervento di rinforzo e adeguamento antisismico.

CARATTERISTICHE

Maglia: 10x10 mm
Peso specifico: ca. 250 g/m²

CONFEZIONI

Rotolo 1x50 m (50 m²)



ARMO: SISTEMI FRP PER IL CONSOLIDAMENTO E IL RINFORZO DELLE STRUTTURE

CONSOLIDANTI E PRIMER A BASE EPOSSIDICA

ARMOPRIMER 100

PRIMER EPOSSIDICO BICOMPONENTE ESENTE DA SOLVENTI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE

ARMOPRIMER 100 è un formulato fluido a base di resine epossidiche a elevata capacità consolidante che penetra in profondità consolidando la superficie di supporti porosi in calcestruzzo e muratura promuovendo l'adesione del successivo ciclo di incollaggio dei nastri in fibra di carbonio ARMOSHIELD. In presenza di supporti particolarmente assorbenti/porosi utilizzare la versione in fase solvente PRIMER ES40.

CONFEZIONI

Fustini da 1 kg + 0,5 kg = (A+B) **1,5 kg**
 Fustini da 6 kg + 3 kg = (A+B) **9 kg**
 Fustini da 12 kg + 6 kg = (A+B) **18 kg**

CONSUMO

200 ÷ 300 g/m² per mano in funzione della porosità e delle irregolarità del supporto



ADESIVI E RESINE STRUTTURALI SPECIFICHE PER I SISTEMI COMPOSITI ARMOSHIELD

ARMOFIX MTL

RESINA EPOSSIDICA BICOMPONENTE PER INCOLLAGGI STRUTTURALI DI LAMELLE IN FIBRA DI CARBONIO ARMOSHIELD CFK

ARMOFIX MTL è un adesivo bicomponente a base di resine epossidiche, inerti selezionati a grana fine e agenti tixotropici, formulato per essere impiegato quale adesivo per incollaggi di lamelle pultruse in fibra di carbonio ARMOSHIELD CFK. ARMOFIX MTL ha un'elevata adesione su tutti i materiali da costruzione e può essere utilizzato per incollaggi e rinforzi strutturali.

CONFEZIONI

Fustini da 2,5 kg + 2,5 kg = (A+B) **5 kg**
 Fustini da 5 kg + 5 kg = (A+B) **10 kg**

CONSUMO

Per applicare 1 m² di lamelle ARMOSHIELD CFK sono consigliati circa 1,5 kg di ARMOFIX MTL per mm di spessore



ARMOFIX MTX

RESINA EPOSSIDICA BICOMPONENTE TIXOTROPICA PER L'INCOLLAGGIO STRUTTURALE DI TESSUTI IN FIBRA DI CARBONIO ARMOSHIELD

ARMOFIX MTX è un adesivo bicomponente strutturale specifiche per l'impregnazione e l'incollaggio dei nastri in fibra di carbonio ARMOSHIELD C. Grazie all'esclusiva "formula GEL" ARMOFIX MTX garantisce una facile e perfetta impregnazione del tessuto e un'adesione eccellente su ogni supporto.

CONFEZIONI

Fustini da 4 kg + 1 kg = (A+B) **5 kg**
 Fustini da 8 kg + 2 kg = (A+B) **10 kg**

CONSUMO

1,1 ÷ 1,5 kg/m² per mm di spessore



ARMOFIX MT

RESINA EPOSSIDICA FLUIDA BICOMPONENTE SPECIFICA PER L'IMPREGNAZIONE DEI TESSUTI ARMOSHIELD C AD IMMERSIONE, L'INGHISAGGIO DELLE BARRE ARMOSHIELD BC E PER L'APPLICAZIONE DEI CONNETTORI ARMOGRIP IN ORIZZONTALE

ARMOFIX MT è un adesivo bicomponente fluido a base di resine epossidiche appositamente formulato per essere impiegato quale adesivo e stucco. ARMOFIX MT è privo di solventi, diluenti, plastificanti, ha un'elevata adesione su tutti i materiali da costruzione e rende possibili incollaggi di tipo strutturale, inghisaggi e ripristini entro cavità. L'indurimento di ARMOFIX MT avviene senza fenomeni di ritiro anche in presenza di umidità.

CONFEZIONI

Fustini da 6 kg + 2,4 kg = (A+B) **8,4 kg**
 Fustini da 11 kg + 4,4 kg = (A+B) **15,4 kg**

CONSUMO

ca. 1,1 kg/m² per mm di spessore



MALTE CEMENTIZIE FIBRORINFORZATE

ARMOTECH MONO

MALTA TIXOTROPICA FIBRORINFORZATA AD ALTA DUTTILITÀ ARRICCHITA IN CALCE

ARMOTECH MONO è una malta ad alta resistenza ed elevato potere adesivo a base di leganti e reattivi pozzolanici per la riparazione e il rinforzo di murature e volte in laterizio, mattone, pietra o tufo. Compatibile con i materiali costituenti le murature antiche e ideale per il recupero di edifici storici, ARMOTECH MONO è utilizzabile in abbinamento alle reti alcali-resistenti in fibra di vetro ARMONET 350 o in fibra di basalto ARMONET B250, per il rinforzo armato delle murature anche soggette a movimento. L'utilizzo combinato con la rete permette un'uniforme distribuzione delle tensioni dovute a movimenti della struttura evitando distacchi, fessurazioni e collassi fragili.

FLUECO 80 T2

MALTA TIXOTROPICA BICOMPONENTE FIBRORINFORZATA A BASSO MODULO ELASTICO E RITIRO COMPENSATO

Ideale per ripristini strutturali in ambienti aggressivi e deformazioni sotto carico. Spessori fino a 3 cm per strato

FLUECO 80 T2 è una malta bicomponente fibrorinforzata, costituita da un premiscelato a base cementizia da idratare con uno specifico lattice sintetico, per ottenere impasti tixotropici a ritiro compensato. FLUECO 80 T2 sviluppa alte resistenze meccaniche iniziali e finali, possiede basso modulo elastico, è impermeabile, durevole anche in ambienti aggressivi e garantisce un'elevata adesione all'acciaio e al calcestruzzo. Non contiene parti metalliche, né cloruri e la sua stabilità non è dovuta a formazione d'aria o gas.

FLUECO 40 T

MALTA NANOPOLIMERICA TIXOTROPICA FIBRORINFORZATA A ELEVATA RESISTENZA E RITIRO COMPENSATO PER IL RESTAURO STRUTTURALE

Facile da utilizzare per spessori fino a 5 cm per strato senza rete elettrosaldata

FLUECO 40 T è una malta cementizia polimerica fibrorinforzata, monocomponente, da mescolare con acqua per ottenere impasti tixotropici, non segregabili, a ritiro compensato. FLUECO 40 T sviluppa alte resistenze meccaniche iniziali e finali, è impermeabile, durevole anche in ambienti aggressivi e garantisce un'elevata adesione. Non contiene parti metalliche né cloruri. FLUECO 40 T è resistente all'aggressione chimico-ambientale ed è idoneo a tutte le classi di esposizione previste dalla UNI 11104.

PRODOTTI CORRELATI

ARMOROLLER

RULLO METALLICO SPECIFICO PER L'APPLICAZIONE DEI TESSUTI IN FIBRA DI CARBONIO ARMOSHIELD C

Le scanalature trasversali favoriscono l'impregnazione dell'ordito dei tessuti con speciali resine ARMOFIX.

ARMOCLEANER CFK

Diluyente specifico per la pulizia delle lamelle ARMOSHIELD CFK da polvere di carbonio e residui superficiali. La pulizia delle lamelle va effettuata su entrambi i lati con un panno prima dell'incollaggio.

CONFEZIONI

Sacco da 25 kg

CONSUMO

16 kg/m² ca.
per cm di spessore



CONFEZIONI

Sacco da 25 kg +
tanica da 5 kg = (A+B) 30 kg

CONSUMO

21,5 kg/m² ca.
per cm di spessore



CONFEZIONI

Sacco da 25 kg

CONSUMO

17,4 kg/m² ca.
per cm di spessore



CONFEZIONI

Rullo metallico dentato



CONFEZIONI

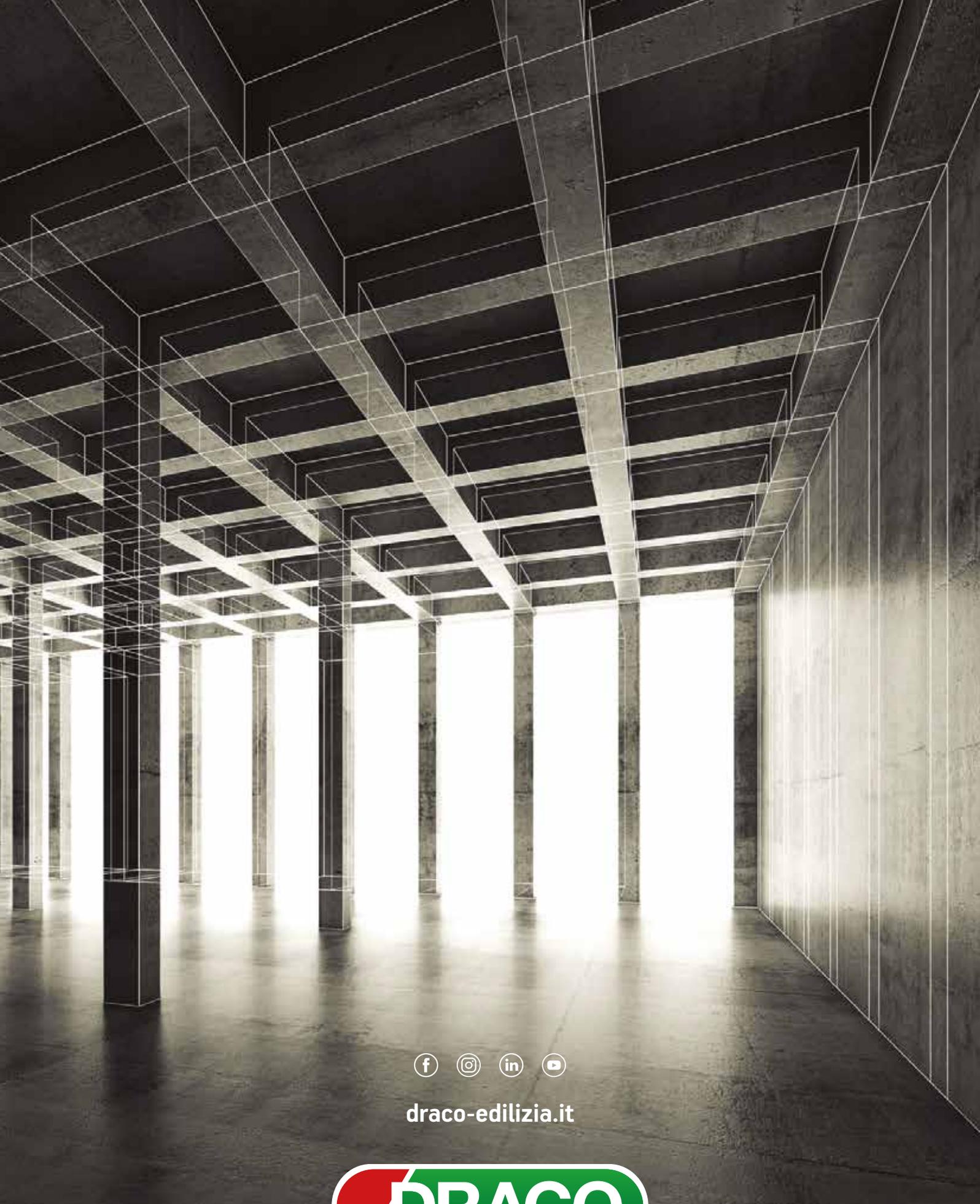
Bottiglia a 1 litro



TAVOLE SINOTTICHE PRODOTTI E LORO IMPIEGO

Prodotto	Nome	Tipo	Resina impregnazione/ incollaggio/malta	Supporto
TESSUTI	ARMOSHIELD C-SHEET	carbonio - tessuti unidirezionali	ARMOFIX MTX	calcestruzzo muratura legno
	ARMOSHIELD C-B	carbonio - tessuti bidirezionali	ARMOFIX MTX	
	ARMOSHIELD C-QUADRAX	carbonio - tessuti quadriassiali	ARMOFIX MTX	
LAMELLE	ARMOSHIELD CFK LAMELLE	carbonio - lamelle pultruse unidirezionali	ARMOFIX MTL	calcestruzzo muratura legno acciaio
CONNETTORI	ARMOGRIP/ARMOGRIP MONO	aramide	ARMOFIX MT - MTX	calcestruzzo muratura
BARRE	ARMOSHIELD BC	carbonio	ARMOFIX MT - MTX	calcestruzzo muratura
CONNETTORE + BARRA	ARMOGRIP BC	carbonio/aramide	ARMOFIX MT - MTX	calcestruzzo muratura
RETI	ARMONET B 250	basalto	ARMOTECH MONO	muratura

	Rinforzo strutturale					Miglioramento strutturale antiribaltamento/ antifondellamento		
Tessuti/reti/ barre	FLUECO 40T / FLUECO 80 T2	ARMOFIX MTX	ARMOFIX MTL	ARMOFIX MT	ARMOGRIP	ARMOTECH MONO	ARMOGRIP	ARMOFIX MTX
ARMOSHIELD C-SHEET	✓	✓			✓			
ARMOSHIELD C-B	✓	✓			✓			
ARMOSHIELD C-QUADRAX	✓	✓			✓			
ARMOSHIELD CFK LAMELLE	✓		✓					
ARMONET B 250						✓	✓	✓
ARMOSHIELD CB		✓		✓	✓			
Supporti								
C.A.	✓	✓	✓	✓				
MURATURA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
LEGNO		✓	✓					



draco-edilizia.it



QUALITÀ PER L'EDILIZIA