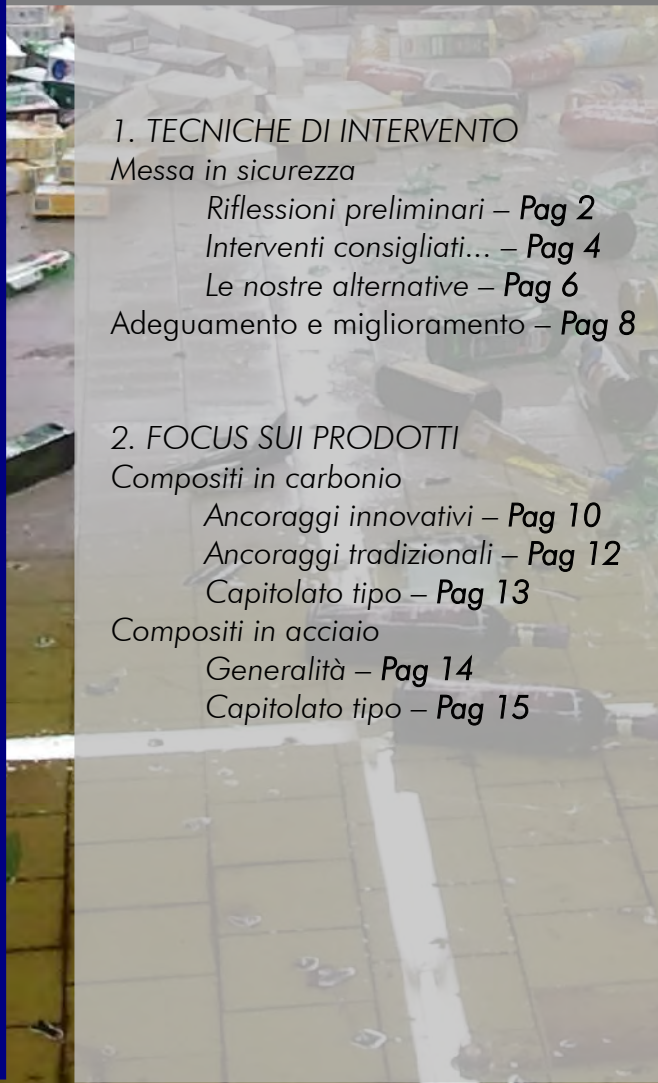




Interventi per prefabbricati ad uso produttivo e commerciale in zona sismica



1. TECNICHE DI INTERVENTO

Messa in sicurezza

Riflessioni preliminari – Pag 2

Interventi consigliati... – Pag 4

Le nostre alternative – Pag 6

Adeguamento e miglioramento – Pag 8

2. FOCUS SUI PRODOTTI

Compositi in carbonio

Ancoraggi innovativi – Pag 10

Ancoraggi tradizionali – Pag 12

Capitolato tipo – Pag 13

Compositi in acciaio

Generalità – Pag 14

Capitolato tipo – Pag 15



... *Tecniche di intervento* *Messa in sicurezza*

Come dimostrato dal recente sisma che ha scosso l'Emilia, le carenze più tipiche riscontrabili nel caso di capannoni monopiano in c.a. mono o pluri-capiata riguardano:

- Mancanza di collegamenti tra elementi strutturali con particolare riferimento:
 - All'appoggio tra solai di copertura e travi;
 - Appoggio trave – pilastro.
- Carenze di pilastri:
 - A sollecitazioni di taglio (dovute all'interazione con tamponature disposte in un piano verticale all'intero dell'ingombro dei pilastri ed interrotte per realizzare finestre a nastro);
 - A pressoflessione.
- Tamponature (specie se disposte in un piano verticale esterno ai pilastri) non adeguatamente ancorate alle strutture principali o con carente resistenza a flessione.
- Scaffalature non controventate.

Come intervenire?

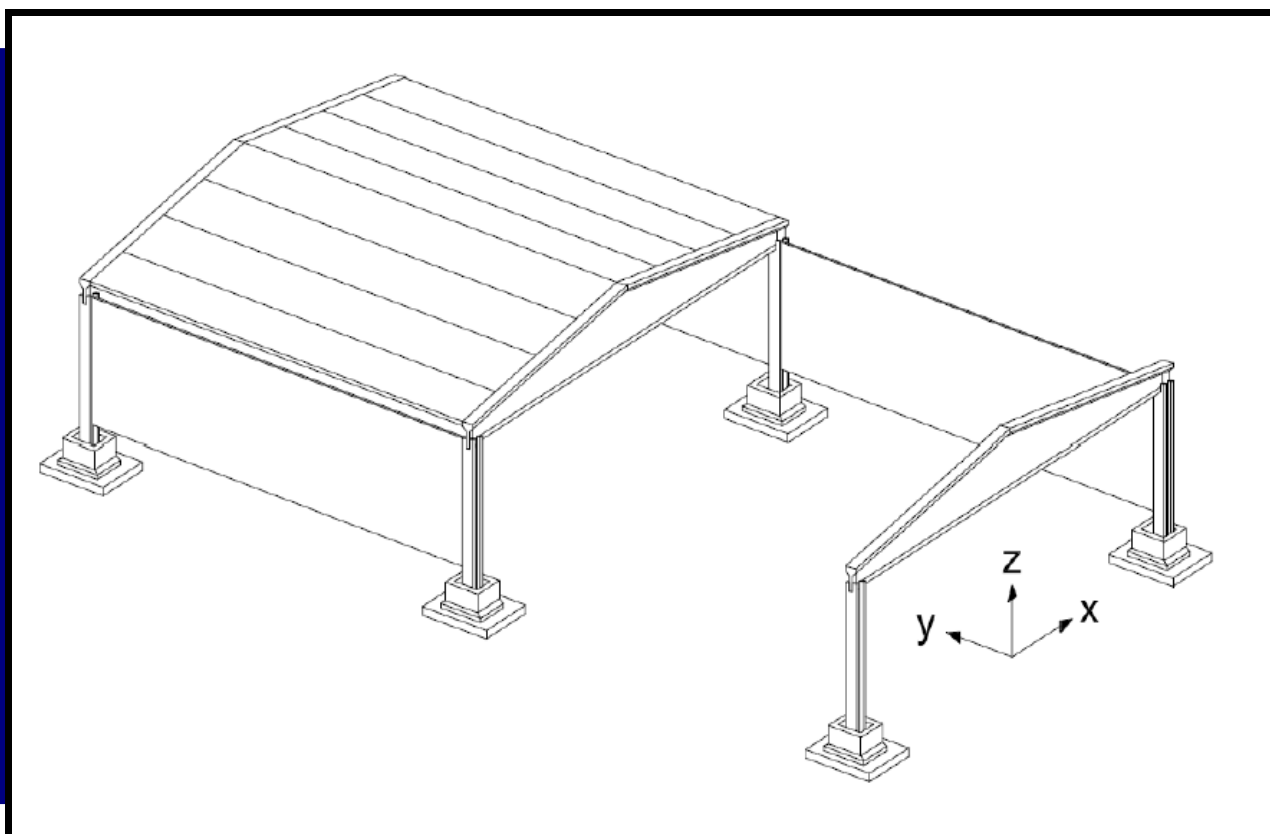
Principi generali per la messa in sicurezza

I collegamenti tra travi e pilastri e tra travi ed elementi di copertura non devono introdurre significativi momenti flettenti all'estremità degli elementi sui quali si interviene, per i quali la struttura esistente non risulterebbe probabilmente sufficientemente armata.

I semplici appoggi devono essere trasformati in cerniere. Potrebbero essere anche consentiti scorrimenti, purché questi siano in ogni caso limitati mediante ritegni opportunamente dimensionati.

Al fine di evitare meccanismi di collasso fragili:

- i collegamenti devono essere duttili e più deboli degli elementi che collegano;
- i dispositivi di fissaggio impiegati (tipicamente tasselli) devono essere più resistenti dei dispositivi di collegamento da essi fissati.



Nel caso risulti opportuno incrementare la duttilità e/o la resistenza dei pilastri, l'intervento deve essere condotto senza modificare lo schema statico della struttura e senza creare irregolarità strutturali.

Nel caso in cui si modifichi lo schema statico della struttura o si creino irregolarità strutturali o variazioni di rigidità con incremento delle azioni sismiche conseguente ad una riduzione del periodo proprio di vibrare principale dovrà essere condotta una verifica di vulnerabilità sismica.

Criteri di progettazione

In strutture industriali prefabbricate costituite da pilastri con fondazione a bicchiere, sormontati da travi appoggiate ai pilastri e da elementi di copertura a loro volta semplicemente appoggiati alle travi, la valutazione dell'azione sismica può essere fatta, almeno per edifici monopiano, considerando uno schema costituito da mensole incastrate alla base (i pilastri), con massa concentrata in sommità.

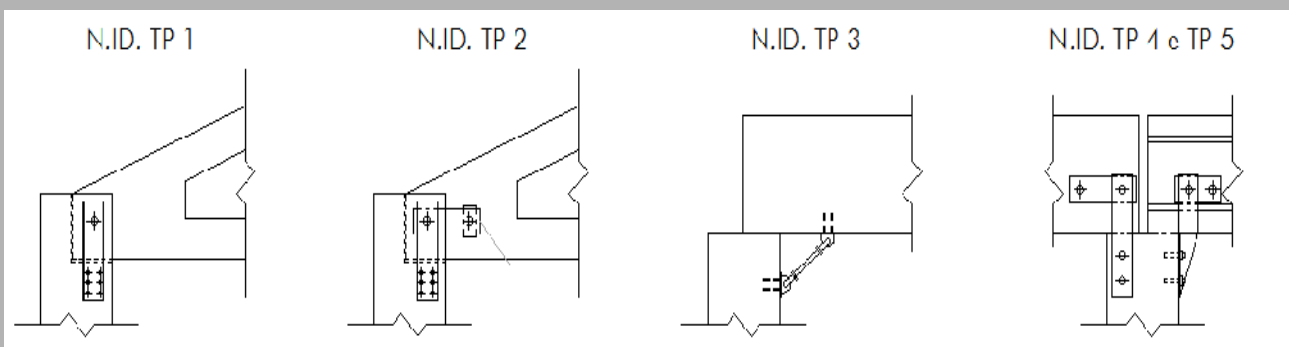
Il pre-dimensionamento degli interventi di miglioramento sismico può essere eseguito¹:

- Calcolando il periodo proprio della struttura T_1 ;
- Desumendo il taglio totale alla base come: $F_{tot} = W_{tot} \times S_a(T_1) / g$ dove $S_a(T_1)$ è la pseudo-accelerazione spettrale derivata dallo spettro di risposta di progetto con un valore basso del fattore di struttura ($q=1,5$);
- Desumendo il taglio alla base di ciascun pilastro ripartendo quello totale in base alla rigidità (impalcato infinitamente rigido) o al peso sopportato (impalcato deformabile);
- Calcolando lo spostamento in sommità come $S_{di} = q \times F_i / K_i$;
- Dimensionando i singoli collegamenti considerando una forza F_i pari al prodotto tra $W_i / g * S_a(T_1)$.

¹ Si consideran l'edificio come un oscillatore semplice caratterizzato da una rigidità pari alla somma della rigidità di tutti i pilastri, e da una massa pari a quella della struttura di copertura (somma del peso delle travi, degli elementi di copertura, degli impianti, delle impermeabilizzazioni ed ogni altro carico portato, divisa per l'accelerazione di gravità g) più il 50% del peso (massa diviso g) dei pilastri e dei pannelli di tamponatura, sia per pannelli orizzontali sia per pannelli verticali.

Interventi consigliati

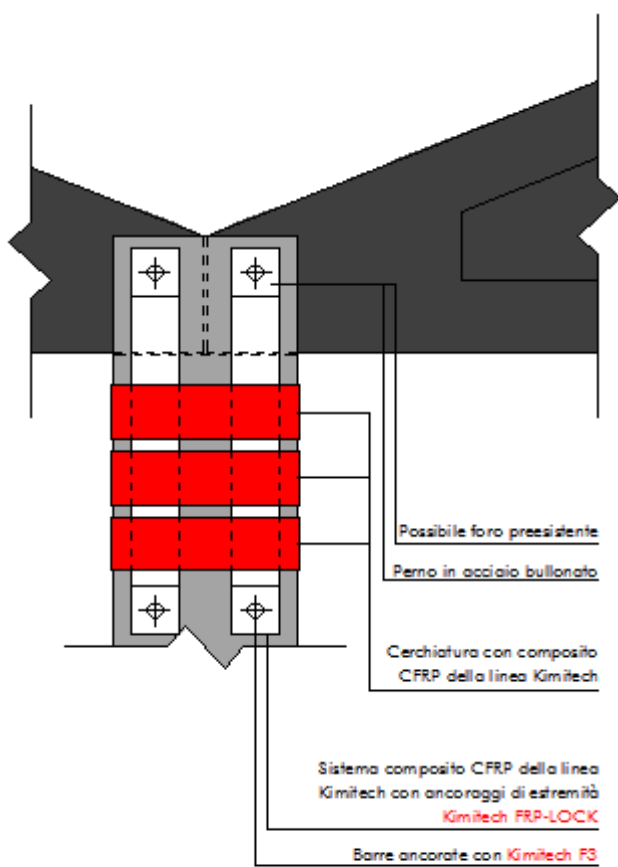
Coll. trave – pilastro	Mediante perni (possibile per pilastri a forcella) → N.ID. TP-1 e N.ID. TP-2
	Mediante funi → N.ID. TP-3
	Mediante connettori bullonati → N.ID. TP-4, N.ID. TP-5, N.ID. TP-6, N.ID. TP-7
Coll. pilastro – pilastro	Mediante profili metallici → N.ID. PP-1 e N.ID. PP-2
	Mediante trefoli → N.ID. PP-3
Coll. trave – tegolo	Con funi → N.ID. TT-1 e N.ID. TT-2
	Mediante connettori bullonati → N.ID. TT-3 e N.ID. TT-4
Controventature	Mediante funi → N.ID. CF-1
Coll. pannelli orizzontali	Mediante funi → N.ID. PO-1
	Con cavi anticaduta → N.ID. PO-2
Coll. pannelli verticali	Mediante funi → N.ID. PV-1
	Con squadrette → N.ID. PV-2
	Con cavi anticaduta → N.ID. PV-3
Coll. pannelli d'angolo	Con cavi anticaduta → N.ID. PA-1
Fondazioni	Collegamento tra pilastro e pavimento → N.ID. PF-1
	Consolidamento del terreno di fondazione → N.ID. PF-2
Pilastri	Confinamento con FRP → N.ID. RP-1
	Confinamento con angolari e calastrelli metallici → N.ID. RP-2 e N.ID. RP-3
	Confinamento e rinforzo con incamiciatura in HPFRC → N.ID. RP-4
	Confinamento e rinforzo con incamiciatura in C.A. → N.ID. RP-5
	Incravattatura metallica e connessione alla fondazione → N.ID. RP-6



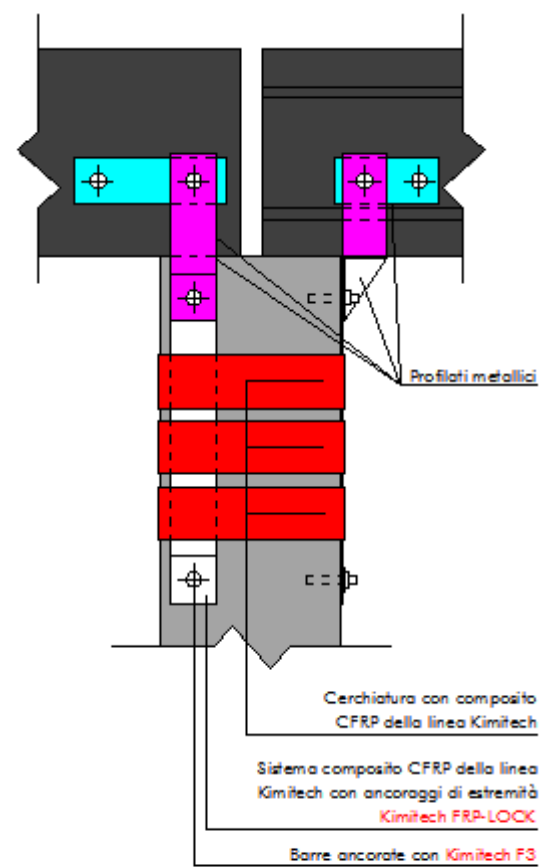
Messa in sicurezza

... Le nostre alternative

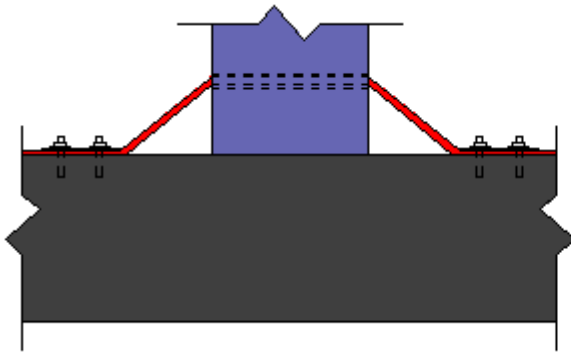
Connessione Trave - Pilastro a forcella
+ confinamento del pilastro



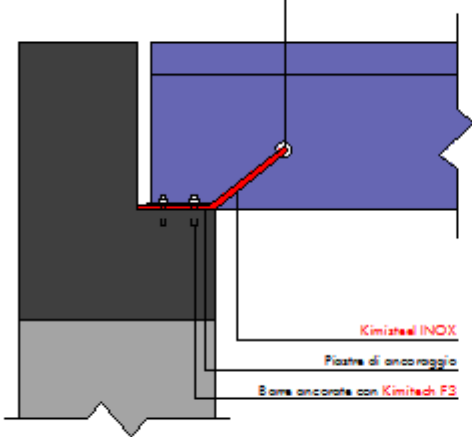
Connessione Trave - Pilastro
+ ringrosso appoggio e confinamento



Connessione Trave - Tegolo



Perfiro passante stuccato con **Kimitech F3**
ed iniettato con **Kimitech ER-IN**

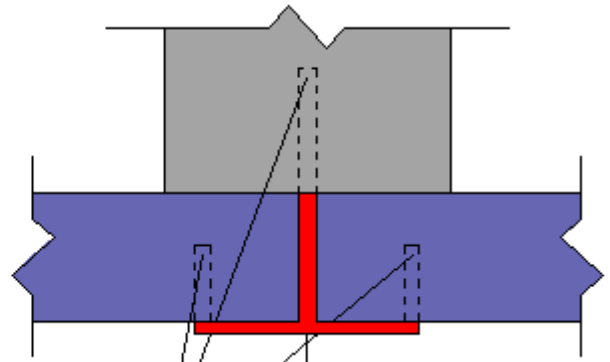


Kimitech INOX

Piastre di ancoraggio

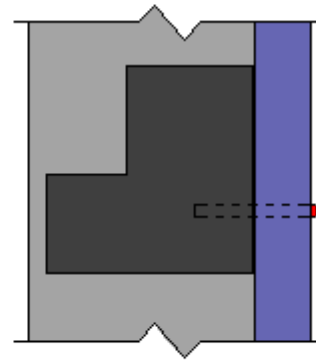
Barre ancorate con **Kimitech F3**

Connessione Pannelli



Kimitech INOX

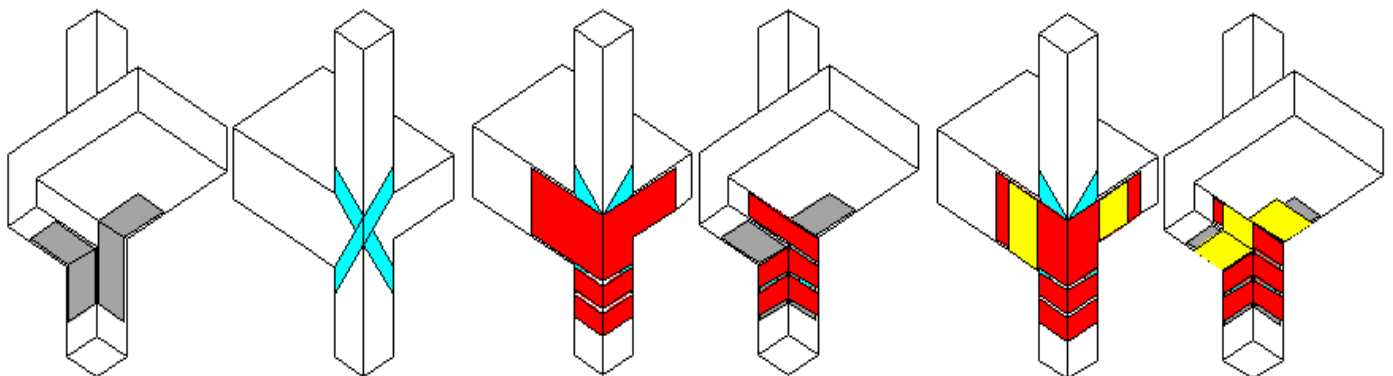
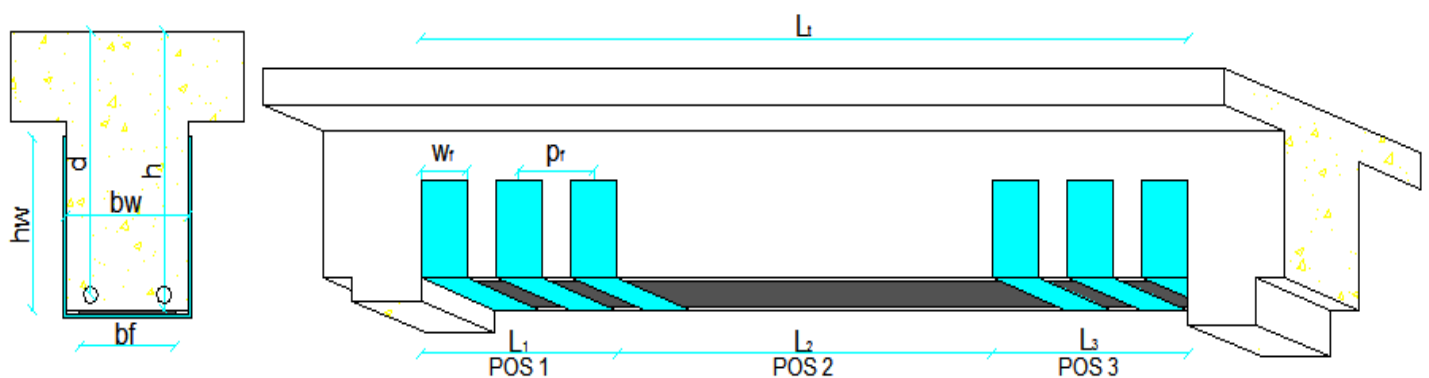
Perfori su pilastro travi al cui interno inghiottire con **Kimitech F3** il tessuto in acciaio rivoltato nel pannello



Compositi in carbonio ancorati (Pag 10)

Sistemi con tessuti in acciaio INOX (Pag 14)

Tecniche di intervento Adeguamento e miglioramento



Nodi

Travi

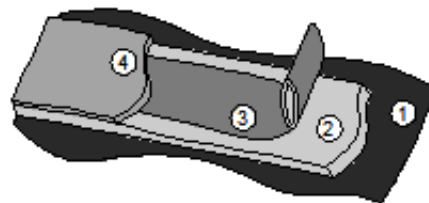
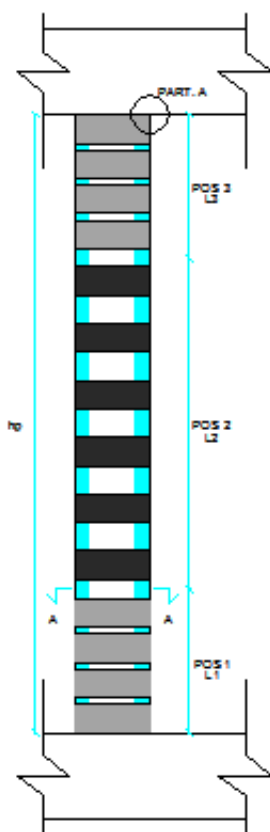
Pilastr

Setti

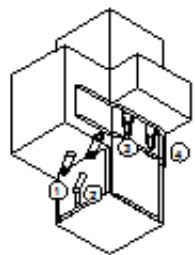
Confinamento

Rinforzo a flessione

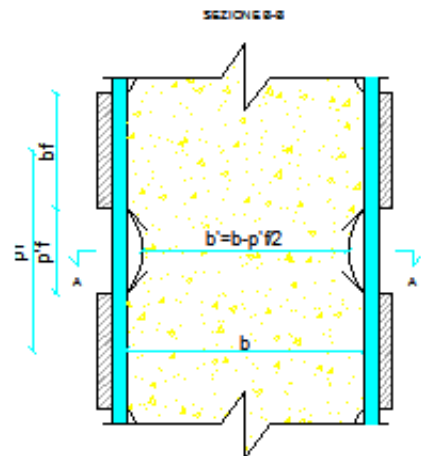
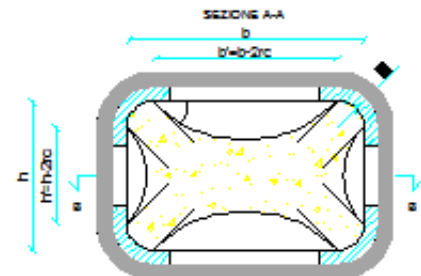
Rinforzo a taglio



1. Applicazione di primer Kimicover FX o similari.
2. Successiva stesura a spatola di adesivo epossidico bicomponente a due componenti Kimitech EP-TX o similari.
3. A fresco, stesura nella direzione di progetto con rullo di ferro ed esercitando una leggera pressione, facendo attenzione a non creare bolle d'aria, del tessuto di rinforzo.
4. Successiva impregnazione a fresco con resina epossidica bicomponente fluida priva di solventi ed a bassa viscosità tipo Kimitech EP-IN o similari. Il prodotto sarà applicato a pennello o rullo in più mani e lentamente in modo che l'impregnazione del tessuto sia completa.



1. Perforazione.
2. Inserimento ed inghiessaggio, nei fori realizzati, delle barre pultruse così preparate: imbibizione dell'estremità con resina epossidica Kimitech EP-IN ed incollaggio di fazzoletti di materiale composito.
3. Posizionamento dello stucco epossidico Kimitech EP-TX nella zona circostante il foro, in collaggio dei blocchi sullo stucco ancora fresco ed impregnazione a fresco con resina epossidica bicomponente Kimitech EP-IN 4. La successiva cerchiatura di confinamento in qbierà i blocchi.



Focus sui prodotti > CFRP



Ancoraggi innovativi

La deformazione di design del sistema composito, dato di input per le varie verifiche, è pari al valore minimo tra la deformazione caratteristica a rottura del sistema ϵ_{fk} (opportunamente modulata tramite i coefficienti η_b e γ_f) e quella di delaminazione (ϵ_{fd}).

$$\epsilon_{fd} = \min\left\{\frac{\eta_a \cdot \epsilon_{fk}}{\gamma_f}, \epsilon_{fd}\right\}$$

ϵ_{fk} rappresenta la deformazione del sistema composito (dato che Kimia testa per via sperimentale).

η_b varia in funzione del tipo di fibra impiegato e della condizione di esposizione.

γ_f vale 1,1 per applicazioni tipo "A"; 1,25 per applicazioni tipo "B".

La deformazione associata al raggiungimento della crisi del sistema per delaminazione intermedia (ϵ_{fd}), calcolata con relazioni differenti a seconda del tipo di supporto, in generale risulta molto inferiore a quella associata alla rottura del filato dunque, tipicamente, rappresenta il valore di design che deve essere assunto per il calcolo degli interventi di rinforzo con sistemi compositi FRP.

Per questo Kimia ha studiato particolari dispositivi di ancoraggio così da inibire la delaminazione, permettendo un migliore sfruttamento del composito.

Nel caso di interventi su strutture in c.a. la deformazione di delaminazione è calcolata con le seguenti formule:

$$f_{fd} = \frac{0.24}{\gamma_{fd} \cdot \sqrt{\gamma_c}} \cdot \sqrt{\frac{E_f \cdot k_b \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot f_{ctm}}}{t_f}}$$

K_{cr} in mancanza di dati specifici, può essere assunto pari a 3
 γ_{fd} impiegando prodotti Kimia, testati come "sistemi", vale 1,20 (in caso contrario si dovrebbe utilizzare 1,5)

$\gamma_c = 1,6$

t_f spessore di rinforzo

E_f modulo del rinforzo

$K_b = [(2 \cdot b_f / b) / (1 + b_f / 400)]^{0.5}$ con b_f largh. del rinforzo e b larghezza della superficie su cui è applicato

$f_{ck} = 0,83 R_{ck}$

$f_{ctm} =$ resistenza media a trazione del CLS = $0,27 (R_{ck})^{2/3}$

Nel caso di interventi su strutture in muratura:

$$f_{fd} = \frac{0.17}{\gamma_{fd} \cdot \sqrt{\gamma_M}} \cdot \sqrt{\frac{E_f \cdot \sqrt{f_{mk} \cdot f_{mtm}}}{t_f}}$$

γ_{fd} impiegando prodotti Kimia, testati come "sistemi", vale 1,20 (in caso contrario si dovrebbe utilizzare 1,5)

$\gamma_M = 1,6$

t_f spessore di rinforzo

E_f modulo del rinforzo

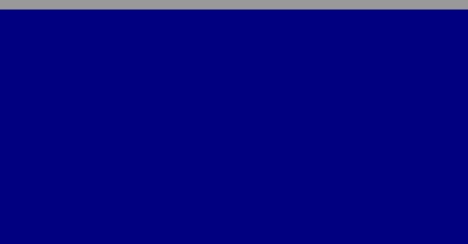
$f_{mk} =$ Resistenza a compressione della muratura.

$f_{mtm} =$ resistenza media a trazione della muratura = $0,10 \cdot f_{mk}$

A parità di caratteristiche rispetto a soluzioni concorrenti, i compositi Kimia associati al sistema di ancoraggio Kimitech FRP-LOCK, si distinguono per molteplici **vantaggi**...

Gli interventi, potendo essere di estensione più limitata grazie al migliore sfruttamento delle resistenze dei materiali impiegati, risultano: maggiormente economici, in virtù degli ovi risparmi (in termini di materiali e manodopera); meno invasivi e, dunque, particolarmente reversibili.

Il sistema Kimitech FRP-LOCK, peraltro: facilita e velocizza le usualmente laboriose operazioni di ancoraggio, rendendole al contempo più affidabili; gli ancoraggi, tradizionalmente realizzati in situ (con tutte le indeterminazioni ed aleatorietà che questo comporta), sono sostituiti con elementi preformati assemblati a livello industriale; rende "sensata" l'applicazione di sistemi compositi anche su supporti meccanicamente poco consistenti in C.A., muratura o legno, sui quali, in condizioni normali, l'azione degli FRP rischia di essere talmente poco efficace da scoraggiarne l'impiego.



Kimia ha studiato, sviluppato e brevettato uno specifico sistema di fissaggio meccanico, denominato Kimitech FRP-LOCK che consta:

- di un occhiello metallico INOX inglobato all'interno di un sistema multistrato di tessuti pluri-direzionali sovrapposti con angolature e grammature appositamente studiate.
- di una porzione di fibre libere da impregnare in situ di lunghezza sufficiente a ripristinare la continuità strutturale del composito (tale cioè da permettere di raggiungere le resistenze caratteristiche delle fibre).

Per quantificare le prestazioni del presidio di afferraggio sono stati testati, presso Laboratori Esterni Notificati, sistemi CFRP Kimia con e senza ancoraggi Kimitech FRP-LOCK.

In questo modo si è:

- calcolata la resistenza dell'afferraggio;
- dimostrato come Kimitech FRP-LOCK permetta di mobilitare resistenze a trazioni ultime molto prossime a quelle caratteristiche dei materiali impiegati (1463 MPa).

Kimia può valutare, per specifiche forniture, la possibilità di fornire laminati preformati già provvisti di sistema Kimitech FRP-LOCK.

Kimitech PLATE	Kimitech CB 320	Kimitech CB 1200	Kimitech ST 300	
170'000	130	130	130	Ef
1,4	0,16	0,64	0,08	ff
3000	2700			ffk
2318	2086			ffk*

CLS					
Rck	fctm	Ffdd (in rosso valori con applicazione di Kimitech FRP-LOCK)			
10	1,25	297 1463	768 1463	384 1463	1086 1463
20	1,99	396 1463	1025 1463	512 1463	1450
30	2,61	469 1463	1214 1463	607 1463	1716
40	3,16	529 1463	1368 1463	684 1463	1935

Muratura					
Tipo	fmtm	Ffdd (in rosso valori con applicazione di Kimitech FRP-LOCK)			
Pietrame disordinata	0,18	71 1463	183 1463	91 1463	259 1463
Mattoni e malta a calce	0,4	105 1463	817 1463	136 1463	385 1463
Mattoni e malta cem.	0,8	149 1463	128 1463	193 1463	545 1463

* Considerando una esposizione esterna

Kimitech FIOCCO C



Kimitech FIOCCO V

Ancoraggi tradizionali

I sistemi di connessione tradizionale (tramite fiocchi) vengono impiegati:

- per impedire meccanismi di delaminazione di estremità;
- assorbire eventuali spine ortogonali che deprimono la resistenza alla delaminazione in direzione radente del composito.
- migliorare l'efficacia della cerchiatura di pilastri allungati o con sezioni particolarmente irregolari.
- In corrispondenza di angoli concavi

Da un punto di vista tecnico, nell'impiego di **fiocchi a sezione circolare**, soluzione tradizionalmente proposta nel mercato, sussistono:

- difficoltà di impregnazione del fiocco (le fibre interne rischiano di essere impregnate poco efficacemente nonostante si utilizzi una resina fluida, o, ancora peggio, di non essere impregnate affatto se per l'inghisaggio del fiocco si impiega una resina fixotropica);
- difficoltà di inserimento in perfori di lunghe dimensioni (non adeguata rigidità) o in supporti disperdenti che richiedono l'impiego di prodotti tixotropici per l'inghisaggio.

Per risolvere i problemi di cui sopra, Kimia ha pensato di fornire i fiocchi sotto forma di nastri di larghezze e grammature tali da garantire lo stesso quantitativo di carbonio presente nella sezione nominale di riferimento, da arrotolate su se stessi o intorno ad un'anima rigida o metallica o plastica (piena o cava).

Kimitech FIOCCO CB

Filato non impregnato	Deformazione a rottura: 2% Modulo elastico: 230 GPa Resistenza a trazione: 4830 MPa
Filato impregnato* * Dato fortemente influenzato dalla accuratezza con cui è eseguita l'impregnazione	Deformazione a rottura: 0,74% Modulo elastico: 215 Gpa Resistenza a trazione: 1590 MPa
Peso a metro lineare in funzione del diametro desiderato	Ø 8 mm: 24 g/ml Ø 10 mm: 38 g/ml Ø 12 mm: 56 g/ml
Area equivalente di tessuto secco	Ø 8 mm: 21,24 mmq Ø 10 mm: 26,79 mmq Ø 12 mm: 31,40 mmq

Kimitech FIOCCO VR

Filato non impregnato	Deformazione a rottura: 2,62% Modulo elastico: 81 GPa Resistenza a trazione: 2560 MPa
Filato impregnato* * Dato fortemente influenzato dalla accuratezza con cui è eseguita l'impregnazione	Deformazione a rottura: 1,35% Modulo elastico: 71 Gpa Resistenza a trazione: 959 MPa
Peso a metro lineare in funzione del diametro desiderato	Ø 10 mm: 67 g/ml Ø 12 mm: 96 g/ml
Area equivalente	Ø 10 mm: 27,58 mmq Ø 12 mm: 32,69 mmq

Capitolato tipo

1. Pulizia e regolarizzazione del supporto

Pulizia del supporto con eliminazione totale di parti inconsistenti e di qualsiasi materiale che possa pregiudicare il buon aggrappo delle lavorazioni seguenti.

Arrotondamento di eventuali spigoli (raggio minimo di 2 cm).

Stuccatura accurata di eventuali lesioni o microlesioni da effettuare con idonee malte (consultare il nostro Ufficio Tecnico).

Nel caso in cui la superficie di applicazione del rinforzo si presenti molto irregolare, si provvederà a regolarizzarla con opportune malte idrauliche (consultare il nostro Ufficio Tecnico).

2. Primerizzazione

Applicazione sulla superficie trattata di primer a base di resina sintetica bicomponente in dispersione acquosa tipo [Kimicover FIX](#) con un consumo minimo di 0,2 Kg/m² (nel caso di supporti in CLS).

Il primer epossidico bicomponente sarà preparato ed applicato seguendo scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede tecniche fornite dalla Casa Produttrice e dovrà avere le seguenti caratteristiche: Numero di componenti: 2 (A+B); Presenza di solventi: Esente da solventi; Tempo di primo indurimento a 20°C: 2 ore; Temperatura minima di applicazione: +5 °C; Densità (A+B) UNI EN 2811-1: 1,10 ± 0,05 g/cm³; Indice di rifrazione resina: 1,550; Indice di rifrazione indurente: 1,365.

3. Stesura dell'adesivo epossidico

Successiva stesura a spatola di adesivo epossidico tixotropico a due componenti esente da solventi [Kimitech EP-TX](#).

Il prodotto avrà la funzione di livellare la superficie da rinforzare e di creare uno strato adesivo per la successiva applicazione del rinforzo. Consumo minimo di 2,5 Kg/m² (nel caso di supporti in CLS).

La resina epossidica bicomponente tixotropica priva di solventi per incollaggi strutturali sarà preparata ed applicata seguendo scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede tecniche fornite dalla Casa Produttrice e dovrà avere le seguenti caratteristiche: Indurimento completo a 25°C: 7 giorni; Residuo secco (A+B) UNI 8309: > 98 %; Resistenza a compressione a 1 gg ASTM D695-02a: > 50 MPa; Resistenza a compressione a 7 gg ASTM D695-02a: > 56 MPa; Resistenza a flessione a 1 gg ASTM D790: > 16 MPa; Resistenza all'aderenza UNI EN 1542: > 18 MPa; Adesione al calcestruzzo: > 3 (rottura del supporto) MPa. Il prodotto sarà stato testato da laboratori esterni notificati in merito a: adesione su CLS e su acciaio; resistenza a compressione e flessione.

4. Applicazione del tessuto

A fresco, stesura nella direzione di progetto con rullo di ferro ed esercitando una leggera pressione, facendo attenzione a non creare bolle d'aria, di tessuto prescelto in fibra di carbonio [Kimitech CB](#).

Il rinforzo in fibra di carbonio dovrà avere le seguenti caratteristiche: Tensione di rottura a trazione del filato: 4800 MPa; Modulo elastico a trazione del filato: 230 GPa; Allungamento a trazione: 1,9 %; Tessitura: **XXX**; Peso totale del nastro: **XXX** g/m²; Spessore nastro (solo carbonio): **XXX** mm; Resistenza unitaria: **XXX** N/mm. Il produttore metterà a disposizione report di prove effettuate presso laboratori esterni notificati volte a descrivere il comportamento dei sistemi realizzabili con il filato di cui è costituito il tessuto.

5. Impregnazione

Successiva impregnazione a fresco con resina epossidica bicomponente fluida priva di solventi ed a bassa viscosità [Kimitech EP-IN](#) applicata a pennello o rullo in più mani. Il consumo varierà in funzione della grammatura del tessuto (1 Kg/m² nel caso di impiego di Kimitech CB 320 o Kimitech ST 300; 2 Kg/m² nel caso di impiego del Kimitech CB 1200).

La resina epossidica bicomponente fluida priva di solventi ed a bassa viscosità sarà preparata ed applicata seguendo scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede tecniche fornite dalla Casa Produttrice e dovrà avere le seguenti caratteristiche: Tempo di gelo (200 g a 25°C): 25 minuti; Indurimento completo a 25°C: 7 giorni; Viscosità (poises a 25°C): 8 - 10 (A+B); Residuo secco (A+B) UNI 8309: > 98 %; Resistenza a compressione a 7 gg ASTM D695-02a: > 50 MPa; Massima tensione di trazione ASTM D 638: > 30 MPa; Modulo tangente a trazione ASTM D 638: 1760 MPa. Il prodotto sarà stato testato da laboratori esterni notificati in merito alla resistenza a trazione ed al modulo di elasticità.

Eventuali ulteriori strati di rinforzo andranno applicati fresco su fresco e subito impregnati con resina epossidica bicomponente fluida priva di solventi ed a bassa viscosità tipo Kimitech EP-IN o similari.

6. Ancoraggi

Gli ancoraggi necessari verranno realizzati ...

... impiegando [Kimitech FIOCCO C](#) (Tecnica 1)

- Previa perforazione delle fasce di rinforzo, precedentemente risolte in corrispondenza delle superfici attigue a quelle rinforzate;
- Taglio a misura ed impregnazione a piè d'opera del fiocco (fornito in strisce) con successivo arrotondamento longitudinale, infilaggio nel perforo ed inghisaggio.

Gli elementi strutturali a sezione circolare composti da fibre di carbonio non impregnate, prodotti sotto forma di nastri di larghezze e grammature tali da garantire un quantitativo di carbonio corrispondente alla sezione nominale di riferimento, da arrotondate su se stesso o intorno ad un'anima rigida metallica, plastica o pultrusa (piena o cava) saranno preparati ed applicati seguendo scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede tecniche fornite dalla Casa Produttrice e dovranno avere le seguenti caratteristiche: Filato non impregnato - Deformazione a rottura: 2%; Filato non impregnato - Modulo elastico: 230 Gpa; Filato non impregnato - Resistenza a trazione: 4830 MPa; Filato impregnato - Deformazione a rottura: 0,74%; Filato impregnato - Modulo elastico: 215 Gpa; Filato impregnato - Resistenza a trazione: 1590 MPa; Peso a metro lineare in funzione del diametro desiderato: Ø 8 mm: 24 g/ml; Ø 10 mm: 38 g/ml; Ø 12 mm: 56 g/ml; Area equivalente di tessuto secco: Ø 8 mm: 21,24 mmq; Ø 10 mm: 26,79 mmq; Ø 12 mm: 31,40 mmq.

... impiegando connettori [Kimitech FRP-LOCK](#) (Tecnica 2)

- Dopo aver applicato il rinforzo avendo l'accortezza di non coprire le boccole filettate autofilettanti precedentemente posizionate, procedere alla stesura di resina epossidica bicomponente tixotropica Kimitech EP-TX sulla zona oggetto del placcaggio.
- Posa di Kimitech FRP-LOCK e serraggio meccanico.
- Impregnazione del tessuto libero del Kimitech FRP LOCK con resina Kimitech EP-IN.

I sistemi di fissaggio meccanico brevettato e testato che constano di un occhio metallico INOX inglobato all'interno di un sistema multistrato di tessuti pluri-direzionali sovrapposti con angolature e grammature appositamente studiate e di una porzione di fibre libere da impregnare in situ di lunghezza sufficiente a ripristinare la continuità strutturale del composito saranno preparati ed applicati seguendo scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede tecniche fornite dalla Casa Produttrice e dovranno avere le seguenti caratteristiche: Diametro occhio: 16,2 mm; Dimensioni della parte preimpregnata → Larghezza: 50, 100 mm; Lunghezza: 100 mm; Spessore: 12 mm; Dimensioni della parte non preimpregnata → Lunghezza: 300 mm; Forza massima sopportata dall'afferraggio > 46 KN.

6. Conclusione delle operazioni

A lavorazione ultimata il rinforzo può essere lasciato a vista o protetto.

Se si desidera verniciarlo, rasarlo, intonacarlo o rivestirlo con protezioni antincendio consultare il nostro Ufficio Tecnico.

Nel caso in cui il rinforzo necessita di più strati di carbonio, consultare il nostro Ufficio Tecnico.

Focus sui prodotti

Compositi in acciaio



L'esperienza acquisita nei sistemi compositi tradizionali, unita al know-how incamerato nella realizzazione di malte per il ripristino sia di strutture in CLS, sia di strutture in muratura, ha permesso a Kimia di immettere sul mercato innovativi rinforzi SRG (*Steel Reinforced Grout*) a base di tessuti unidirezionali ad alta resistenza alle aggressioni ambientali, in acciaio inossidabile **Kimisteel INOX**.

I tessuti possono essere impiegati con:

- Matrici inorganiche arricchite con inibitore di corrosione (**Kimisteel LM**) che garantiscono adeguata protezione del sistema, traspirabilità e compatibilità igrometrica con il supporto, resistenza alle alte temperature, facilità di messa in opera.
- Nel caso in cui siano richieste resistenze meccaniche spinte si possono adottare matrici miste (**Kimisteel LM** mescolato con **Kimicover FIX**) o epossidiche (**Kimitech EP-TX**).

L'impiego di tessuti in acciaio garantisce:

Ancorabilità e pretensionabilità

In virtù della loro resistenza a taglio, questi tessuti possono essere facilmente ancorati e, se lo si reputa opportuno, pretensionati in vista della realizzazione di presidi strutturali "attivi" sin dal momento della loro applicazione.

Efficacia nell'impiego con matrici inorganiche

Nel caso si "pretenda" di impiegare tessuti in carbonio di tipo tradizionale, che utilizzano filamenti di sezione micrometrica, con matrici cementizie caratterizzate da inerti di diametro dell'ordine del millimetro, si riesce ad utilizzare solo un'aliquota estremamente bassa delle resistenze teoriche messe a disposizione dai tessuti, visti gli scorrimenti adesivi (rispetto alla matrice) e coesivi (all'interno delle ciocche di filamenti) che si innescano.

Impiegando strisce unidirezionali di filamenti in acciaio, l'interlocking meccanico con matrici inorganiche è perfetto ed il sistema, invece di andare in crisi a causa dello scollamento dello stesso, per la sostanziale perdita di monoliticità, segue le modalità di rottura tipiche dei rinforzi compositi (con crisi connessa a fenomeni di delaminazione o rottura a trazione).

Le istruzioni CNR DT 200-2004, il riferimento per tutti i sistemi compositi:

- Prevedono la possibilità di impiegare **altri tessuti** (nel paragrafo 2.2.1.5 si citano a mo' di esempio fibre di boro, allumina, carburo di silice) ed **altre matrici** (2.2.3.3, "il loro impiego è ritenuto possibile a condizione che risulti suffragato da una documentazione tecnica e da una campagna sperimentale adeguata, comprovanti un'efficacia almeno pari a quella delle matrici organiche").
- Al par. 2.3.3.2 mettono in evidenza che (modalità 2) "il produttore e/o il fornitore del sistema possono dichiarare i valori caratteristici delle **proprietà meccaniche** del composito posato in opera, basandosi su **indagini sperimentali** eseguite su sistemi completi".

Kimia mette a disposizione, per i propri **sistemi brevettati** Kimisteel, dati in grado di descriverne il comportamento, che possono essere assunti come valori caratteristici.

In particolare, sono stati testati modulo elastico del sistema, deformazione a rottura del sistema e deformazione di delaminazione tramite laboratori ufficiali ai sensi dell'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Sul sistema, possono essere condotte le stesse prove previste per sistemi compositi tradizionali sia in fase di **accettazione** che di **collaudo**.

L'impiego di sistemi SRP ed SRG è conseguentemente perfettamente inserito all'interno del corpus normativo vigente e da esso legittimato.

Capitolato tipo

1. Pulizia e regolarizzazione del supporto

Pulizia del supporto con eliminazione totale di parti inconsistenti e di qualsiasi materiale che possa pregiudicare il buon aggrappo delle lavorazioni seguenti.

Stuccatura accurata di eventuali lesioni o microlesioni da effettuare con idonee malte (consultare il nostro Ufficio Tecnico).

2. Primerizzazione

Applicazione sulla superficie trattata di primer a base di resina sintetica bicomponente in dispersione acquosa **Kimicover FIX** con un consumo minimo di 0,2 Kg/m² (nel caso di supporti in CLS).

Il primer epossidico bicomponente sarà preparato ed applicato seguendo scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede tecniche fornite dalla Casa Produttrice e dovrà avere le seguenti caratteristiche: Numero di componenti: 2 (A+B); Presenza di solventi: Esente da solventi; Tempo di primo indurimento a 20°C: 2 ore; Temperatura minima di applicazione: +5 °C; Densità (A+B) UNI EN 2811-1: 1,10 ± 0,05 g/cm³; Indice di rifrazione resina: 1,550; Indice di rifrazione indurente: 1,365.

3. Bloccaggio del tessuto

Bloccare (se opportuno) uno degli estremi del tessuto **Kimisteel INOX** :

- Tramite appositi sistemi meccanici, nel caso si voglia realizzare un'applicazione pre-tensionata, o se si vuol prevedere un ancoraggio meccanico di estremità del sistema composito.
- O, in alternativa, inserendo direttamente in perfori precedentemente realizzati il tessuto, arrotolato longitudinalmente su se stesso in modo da formare una sorta di tondino ad aderenza migliorata, da inghisare successivamente con opportune resine o malte (consultare il nostro Ufficio Tecnico).

Il tessuto di rinforzo in acciaio INOX sarà preparato ed applicato seguendo scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede tecniche fornite dalla Casa Produttrice e dovrà avere le seguenti caratteristiche: Resistenza funi: 1470 MPa; Modulo elastico funi: 73,5 GPa; Allungamento a rottura funi: 2,00%; Larghezza del nastro: 100 mm; Spessore nominale nastro: 0,24 mm; Resistenza unitaria del nastro: 380 N/mm.

Il prodotto sarà stato testato da laboratori notificati, conformemente ai dettami del CNR DT-200/2004, sia nelle sue prestazioni intrinseche (prova di trazione diretta dei trefoli) che per quanto attiene le prestazioni dei sistemi nei quali è impiegato (prova di trazione diretta; prove di adesione pull-off; prove di adesione a taglio).

4. Stesura del primo strato di matrice

Stesura a spatola di una delle seguenti matrici:

- adesivo epossidico tixotropico a due componenti esente da solventi **Kimitech EP-TX** con un consumo minimo di 3,5 kg/m² su muratura, 2,5 kg/m² su CLS.

La resina epossidica bicomponente tixotropica priva di solventi per incollaggi strutturali sarà preparata ed applicata seguendo scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede tecniche fornite dalla Casa Produttrice e dovrà avere le seguenti caratteristiche: Indurimento completo a 25°C: 7 giorni; Residuo secco (A+B) UNI 8309: > 98 %; Resistenza a compressione a 1 gg ASTM D695-02a: > 50 MPa; Resistenza a compressione a 7 gg ASTM D695-02a: > 56 MPa; Resistenza a flessione a 1 gg ASTM D790: > 16 MPa; Resistenza all'aderenza UNI EN 1542: > 18 MPa; Adesione al calcestruzzo: > 3 (rottura del supporto) Mpa. Il prodotto sarà stato testato da laboratori esterni notificati in merito a: adesione su CLS e su acciaio; resistenza a compressione e flessione.

- adesivo tricomponente costituito da malta a base di leganti idraulici per consolidamenti strutturali **Kimisteel LM** impastato con **Kimicover FIX** (Parte A + Parte B) con un consumo medio di malta di 3 kg/m² su muratura, 2 kg/m² su CLS.
- adesivo tricomponente costituito da malta a base di leganti idraulici per consolidamenti strutturali **Kimisteel LM** impastato con resina **Kimitech B2** al 30% con un consumo minimo di medio di malta di 3 kg/m² su muratura, 2 kg/m² su CLS.

La malta a base di leganti idraulici sarà preparata ed applicata seguendo scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede tecniche fornite dalla Casa Produttrice e dovrà avere le seguenti caratteristiche: Massa volumica apparente della malta fresca UNI EN 1015-6 con Kimitech B2: 1750 kg/m³; Massa volumica apparente della malta fresca UNI EN 1015-6 con Kimicover FIX: 1700 kg/m³; Consistenza dell'impasto UNI 7044/72 con Kimitech B2: 170 %; Consistenza dell'impasto UNI 7044/72 con Kimicover FIX: 180 %; Resistenza a compressione a 28 gg UNI EN 1015-12 con Kimitech B2 e con Kimicover FIX: > 8 MPa; Adesione al CLS (UNI EN 1542) con Kimitech B2 e Kimicover FIX: > 2 N/mm². Il prodotto sarà stato testato da laboratori notificati, conformemente ai dettami del CNR DT-200/2004, sia nelle sue prestazioni intrinseche (modulo di elasticità) che per quanto attiene le prestazioni dei sistemi nei quali è impiegato (prova di trazione diretta; prove di adesione pull-off; prove di adesione a taglio).

5. Applicazione e bloccaggio del tessuto

A prodotto ancora fresco stendere il tessuto unidirezionale costituito da filamenti di acciaio **Kimisteel INOX** e, con spatola metallica e/o cazzuola, effettuare una leggera pressione su di esso per annegarlo completamente all'interno della matrice.

Tagliare a misura (con semplici tenaglie o frullino) il tessuto e bloccare l'altro estremo del tessuto:

- Inghisandolo in perfori precedentemente realizzati come già fatto per l'altra estremità.
- Bloccandolo (dopo eventuale pre-tensionatura) con sistemi di ancoraggio meccanico appositamente predisposti.

6. Applicazione strato di inglobamento e protezione

Fresco su fresco applicare sul tessuto, con spatola metallica e/o cazzuola, una ulteriore mano di 2 kg/m² della stessa matrice precedentemente impiegata come strato di incollaggio del tessuto di armatura.

A lavorazione ultimata il rinforzo può essere lasciato a vista. Se si desidera verniciarlo, rasarlo, intonacarlo o rivestirlo con protezioni antincendio consultare il nostro Ufficio Tecnico.

Kimia S.p.A.

Via del Rame, 73
06134 Ponte Felcino Perugia
Tel (+39) 075.5918071
Fax (+39) 075.5913378
e-mail info@kimia.it

www.kimia.it

Dal 1995 Kimia S.p.A. Opera in un Sistema di Qualità Certificato
attualmente conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008