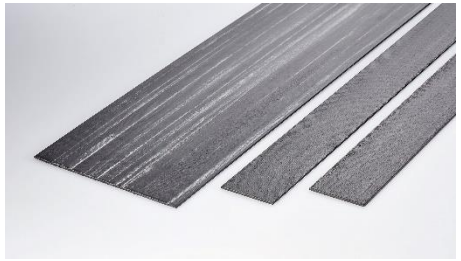
I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI

NORMATIVE, CERTIFICAZIONE E ACCETTAZIONE IN CANTIERE

FRP: Fiber Reinforced Polymer - Fibrorinforzati a matrice polimerica

Preformati

Lamine confezionate in stabilimento

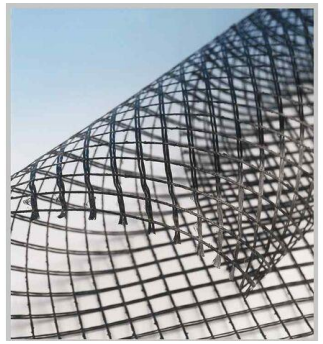


Impregnati in situ

Tessuti e resina confezionati in cantiere



FRCM: Fiber Reinforced Cementitious Matrix -
Fibrorinforzati a matrice inorganica (malta o cemento)
Da 5 a 30 mm (*30 mm con più strati*)





CRM: Composite Reinforced Mortar -
Rete preformata + angolari, connettori e malta cementizia
tra 30 mm e 50 mm



I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI - FRP

Fibrorinforzati a matrice polimerica

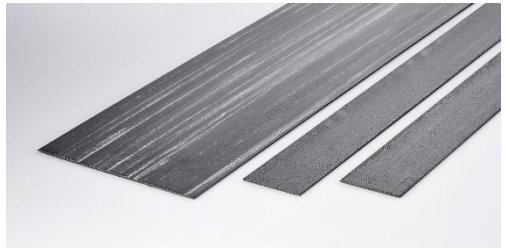
Tipologie più comuni: carbonio, arammide, fibre di vetro

Preformati

Sono costituiti da elementi di varia forma preparati in stabilimento mediante il processo della pultrusione e poi vengono incollati, mediante resine epossidiche, all'elemento da rinforzare

- Lamine

- Barre





Impregnati in situ

Costituiti da tessuti di fibra unidirezionale/biassiale/multidirezionale, che vengono impregnati in situ con resine che fungono tanto da matrici che da adesivo per il substrato interessato dal rinforzo.





I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI – FRP

Fibrorinforzati a matrice polimerica

Tipologie più comuni: carbonio, arammide, fibre di vetro

documenti normativi da consultare per l'accettazione di un intervento di rinforzo sono:

1. **NTC 2018**
2. **CIRCOLARE ESPLICATIVA 2019**
3. **LINEE GUIDA PER LA IDENTIFICAZIONE, QUALIFICAZIONE E CONTROLLO DI ACCETTAZIONE DEGLI FRP del 05_2019**

Le linee guida per la qualificazione sopra citate permettono ai fabbricati di ottenere per i propri prodotti una certificazione riconosciuta a livello nazionale chiamata **CVT** (Certificato di Valutazione Tecnica).
Attualmente sul mercato esistono prodotti che risultano certificati attraverso un Benestare Tecnico Europeo **ETA**. In assenza di una Normativa Europea Armonizzata che permetta l'ottenimento di una **Marcatura CE** su un prodotto, qualunque produttore può farsi promotore della pubblicazione di Norme Europee al fine di ottenere la **Marcatura CE** sul proprio prodotto o sistema.
La Marcatura CE ha valenza superiore rispetto al CVT poiché valida su tutto il territorio europeo e ottenuta mediante prove di qualificazione in genere più numerose e severe.

I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI - FRP

Fibrorinforzati a matrice polimerica

Tipologie più comuni: carbonio, arammide, fibre di vetro

Preformati

Impregnati in situ

Tabella 1 - Classi degli FRP preformati

Classe	Natura della fibra	Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre [GPa]	Resistenza a trazione nella direzione delle fibre [MPa]
E17/B17	Vetro/Basalto	17	170
E23/B23	Vetro/Basalto	23	240
G38/600 B38/600	Vetro/Basalto	38	600
G38/800 B38/800	Vetro/Basalto	38	800
G45/B45	Vetro/Basalto	45	1000
C120	Carbonio	120	1800
C150/1800	Carbonio	150	1800
C150/2300	Carbonio	150	2300
C190/1800	Carbonio	190	1800
C200/1800	Carbonio	200	1800
A55	Arammide	55	1200

Tabella 4 – Classi dei rinforzi FRP realizzati in situ

Classe	Natura della fibra	Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre [GPa]	Resistenza a trazione nella direzione delle fibre [MPa]
60G/60B	Vetro/Basalto	60	1300
210C	Carbonio	210	2700
350/1750C	Carbonio	350	1750
350/2800C	Carbonio	350	2800
500C	Carbonio	500	2000
100A	Arammide	100	2200

I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI - FRP

Fibrorinforzati a matrice polimerica

Tipologie più comuni: carbonio, arammide, fibre di vetro

Preformati

Caratteristiche geometriche e fisiche

Proprietà		Unità di misura	Metodo di prova normativa di riferimento
Spessore (lamina/laminato)		mm	
Larghezza		mm	
Lunghezza		mm	
Colore			
Densità	fibra	g/cm^3	ISO 1183-1:2004(E)
	matrice	g/cm^3	
Contenuto di fibra	in peso	%	ISO 11667:1997(E)
	in volume	%	
Temperatura di transizione vetrosa della resina		T_g [°C]	ISO 11357-2:1999(E) (DSC) ISO11359-2:1999(E) (TMA) ASTM E1640 (DMA)
Temperature limiti, minima e massima, di utilizzo		[°C]	
Resistenza e reazione al fuoco			

Proprietà meccaniche

Proprietà	Unità di misura	Metodo di prova normativa di riferimento
Modulo di elasticità normale a trazione	GPa	UNI-EN 13706-1-2-3
Resistenza a trazione (valore medio e caratteristico)	MPa	
Deformazione a rottura a trazione	%	

Impregnati in situ

Caratteristiche geometriche e fisiche

Proprietà	Unità di misura	Metodo di prova normativa di riferimento
Densità delle fibre	ρ_{fib} [g/cm^3]	ASTM D 792 ISO 1183 -1
Massa del tessuto per unità di area	p_x [g/m^2]	ISO 3374
Densità della resina	ρ_m [g/cm^3]	ISO 1675
Area equivalente	A_{ft} [mm^2/m]	
Spessore equivalente	t_{eq} [mm]	
Frazione in peso delle fibre nel composito		
Frazione in volume delle fibre nel composito		
Temperatura di transizione vetrosa della resina	T_g [°C]	ISO 11357-2:1999(E) (DSC) ISO11359-2:1999(E) (TMA) ASTM E1640 (DMA)
Temperature limiti, minima e massima, di utilizzo	[°C]	
Resistenza e reazione al fuoco		

Proprietà meccaniche

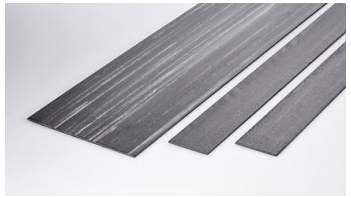
Proprietà	Unità di misura	Metodo di prova normativa di riferimento
Modulo elastico del laminato riferita all'area netta fibre	E_f [MPa]	UNI EN 2561
Resistenza del laminato riferita all'area netta fibre	f_{fib} [MPa]	
Deformazione a rottura	e_{fib} [%]	

I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI - FRP

Per ogni classe del sistema di rinforzo, per ogni fornitore e per ogni lotto di spedizione, deve essere preparato almeno 1 campionatura in cantiere così distinto:

Nella richiesta prove indicare:
– materiale della fibra
– classe di resistenza
– Spessore equivalente tessuto secco
– peso del tessuto secco (g/mq)
– densità del tessuto (g/cm3)
Sono tutti dati che trovate sulle schede tecniche
Inoltre specificare il numero di strati

Preformati



Nessuna ulteriore lavorazione, vanno consegnate al laboratorio le lamine così come arrivano dal fornitore.
La ***lunghezza minima deve essere di 40 cm e la larghezza 30 cm***, se le lamine sono di larghezza inferiore prelevare più campioni

Numero di provini da ricavare per tipo di lamina **3**

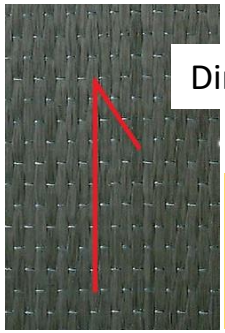
Impregnati in situ

Per il confezionamento degli impregnati in situ devono essere impiegati gli stessi addetti del cantiere e con le medesime condizioni ambientali di quelle di installazione.
Il campione può essere preparato su una lastra in plexiglass o altre superfici comunque tali che ad indurimento della matrice si possano poi separare o staccare dalla stessa

Durante il confezionamento si consiglia di tendere leggermente il tessuto in modo omogeneo tale da non creare punti con tessuto lasco.

Il confezionamento deve essere fatto su una superfice liscia, non porosa e pulita, va benissimo il plexiglass, non necessita di un foglio anche sopra, prima di consegnare il materiale al laboratorio verificare che la resina sia perfettamente indurita e che i fogli di supporto su cui si è confezionato il materiale siano facilmente rimovibile, lasciando libero il solo tessuto con la matrice polimerica (resina)

Il pannello consegnato al laboratorio dovrà avere una ***lunghezza tra 40 e 50 cm*** nella direzione della fibra ed una ***larghezza di almeno 30 cm***, se la larghezza del tessuto non è sufficiente fare più pannelli



Direzione della fibra

Numero di provini da ricavare per tipo di tessuto **6**

E' inoltre necessario consegnare al laboratorio anche la matrice polimerica utilizzata per la prova di transizione vetrosa come da decreto



I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI-FRCM

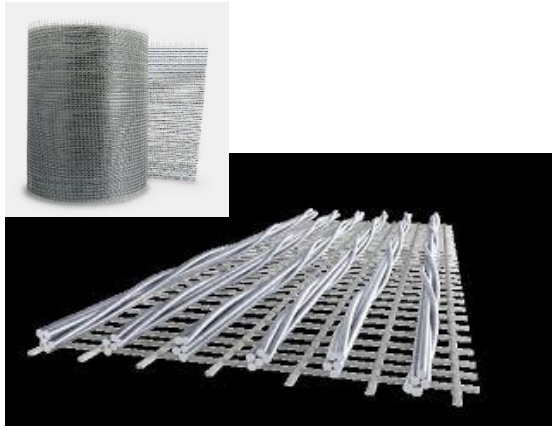
Fibrorinforzati a matrice inorganica

Tipologie più comuni: acciaio ad alta resistenza, arammide, carbonio, PBO

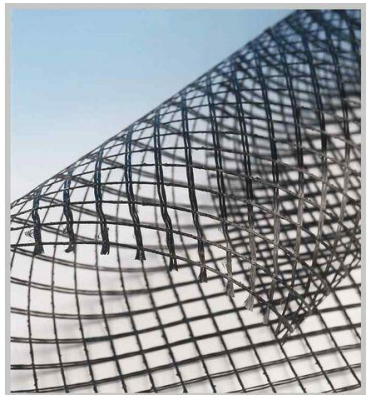








Fili d'acciaio



Carbonio



PBO

Possono essere composti da tessuti monoassiali o biassiali

Lo spessore può andare da 5 a 30 mm (*30 mm solitamente è formato da più strati*)

I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI – FRCM

Fibrorinforzati a matrice inorganica

Tipologie più comuni: acciaio ad alta resistenza, arammide, carbonio, PBO

documenti normativi da consultare per l'accettazione di un intervento di rinforzo sono:

1. **NTC 2018**
2. **CIRCOLARE ESPLICATIVA 2019**
3. **LINEE GUIDA PER LA IDENTIFICAZIONE, QUALIFICAZIONE E CONTROLLO DI ACCETTAZIONE DEGLI FRCM del 02_2022**

I compositi *FRCM* sono utilizzabili per realizzare "*sistemi di rinforzo*" esterni di strutture esistenti in muratura o in conglomerato cementizio armato. Rientrano nel campo di applicazione della presente Linea Guida i sistemi di rinforzo *FRCM* il cui **spessore è compreso, nel caso di una singola rete, tra 5 e 15 mm**, al netto del livellamento del supporto. Nel caso di più reti lo spessore massimo non può essere superiore a 30 mm. Le procedure per la qualificazione ed accettazione dei sistemi di rinforzo *FRCM* forniscono curve di comportamento e relativi parametri meccanici utilizzabili per la progettazione e la verifica degli interventi di rinforzo, quali la resistenza ultima a trazione del sistema di rinforzo *FRCM* e la **resistenza nei confronti di prove di distacco dal supporto** (o distacco di estremita).

I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI – FRCM

Fibrorinforzati a matrice inorganica

Tipologie più comuni: acciaio ad alta resistenza, arammide, carbonio, PBO

CARATTERISTICHE DEL COMPOSITO E DEI RELATIVI COMPONENTI

Possono essere costituiti esclusivamente da: matrice inorganica, rinforzo, eventuali connettori, dispositivi di ancoraggio, elementi angolari, eventuali additivi ed eventuali adesivi, da aggiungere secondo le istruzioni del Manuale di Preparazione e nel Manuale di Installazione.
Il "*sistema di rinforzo*" in *FRCM* è realizzato *in situ.*
I sistemi di rinforzo *FRCM* devono essere posti in commercio da un unico Fabbricante
Nel caso in cui sia necessario regolarizzare il supporto in situ prima dell'applicazione del rinforzo FRCM, il Fabbricante deve riportare sulla scheda di installazione le indicazioni sul tipo di prodotto da utilizzare.

I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI – FRCM

Fibrorinforzati a matrice inorganica

Tipologie più comuni: acciaio ad alta resistenza, arammide, carbonio, PBO

Scheda tecnica tipo

Descrizione

Nome commerciale, tipo di rinforzo interno, tipo di matrice, numero di reti, marcatura e ogni altra informazione generale ritenuta utile.

Caratteristiche del rinforzo interno

Proprietà	Unità di misura	Valore	Metodo di prova Normativa di riferimento
Nome commerciale rinforzo			
Tipo di rete			
Grammatura della rete in ordito	g/m²		ISO 11667:1997
Grammatura della rete in trama	g/m²		ISO 11667:1997
Spessore equivalente della rete di rinforzo in trama	mm		LG qualificazione FRCM
Spessore equivalente della rete di rinforzo in ordito	mm		LG qualificazione FRCM
Densità del materiale costituente la rete di rinforzo	g/cm³		
Numero massimo di reti sovrapponibili	-		
Resistenza a trazione media	MPa		LG qualificazione FRCM
Resistenza a trazione caratteristica σ_{uf}	MPa		LG qualificazione FRCM
Modulo elastico medio E_f	GPa		LG qualificazione FRCM
Deformazione ultima media ($\varepsilon_{uf} = \sigma_{uf} / E_f$)	%		LG qualificazione FRCM

Caratteristiche della matrice inorganica

Proprietà	Unità di misura	Valore	Metodo di prova Normativa di riferimento
Nome commerciale matrice			
Tipo di matrice			
Resistenza a compressione caratteristica	MPa		UNI EN 1015-11
Percentuale in peso delle componenti organiche	%		
Reazione al fuoco			EN 13501-1
Permeabilità al vapore acqueo			EN 1745

Caratteristiche dei connettori

Proprietà	Unità di misura	Valore	Metodo di prova Normativa di riferimento
Nome commerciale connettore			
Tipo di connettore			
Diametro nominale	mm		LG qualificazione CRM
Sezione nominale	mm²		LG qualificazione CRM
Area resistente delle fibre	mm²		LG qualificazione CRM
Peso specifico della fibra	g/cm³		LG qualificazione CRM
Resistenza a trazione media	MPa		LG qualificazione CRM
Resistenza a trazione caratteristica	MPa		LG qualificazione CRM
Modulo elastico medio	GPa		LG qualificazione CRM
Deformazione ultima media	%		LG qualificazione CRM
Lunghezza di sovrapposizione dei connettori	mm		LG qualificazione CRM
Carico di crisi della giunzione per sovrapposizione dei connettori	kN		LG qualificazione CRM
Tipo di ancorante/ matrice di iniezione ed impregnazione			
Nome commerciale matrice di iniezione ed impregnazione			
Densità della matrice polimerica	g/cm³		ISO 1183-1:2004(E)
Temperatura di transizione vetrosa della resina	°C		ISO 11537-2:2013
Temperatura limite di applicazione	°C		

Caratteristiche del sistema composito (per ogni diverso numero di reti e per ogni tipo di supporto convenzionale)

Proprietà	Unità di misura	Valore	Metodo di prova Normativa di riferimento
Nome commerciale sistema composito			
Tipo di supporto			LG qualificazione FRCM
Spessore nominale del sistema	mm		LG qualificazione FRCM
Intervallo temperature di esercizio	°C		LG qualificazione FRCM
Tensione limite convenzionale caratteristica $\sigma_{lim,conv}$	MPa		LG qualificazione FRCM
Deformazione limite convenzionale $\varepsilon_{lim,conv}$	%		LG qualificazione FRCM
Modulo elastico medio del composito nello stadio A E_I	GPa		LG qualificazione FRCM
Tensione ultima caratteristica σ_u	MPa		LG qualificazione FRCM
Deformazione ultima media ε_u	%		LG qualificazione FRCM
Lunghezza minima di ancoraggio dei connettori	mm		LG qualificazione CRM
Forza di estrazione dei connettori media	kN		LG qualificazione CRM
Reazione al fuoco			EN 13501-1

Note

Descrizione

Condizioni di stoccaggio

Descrizione

Precauzioni d'uso e sicurezza

I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI - FRCM

Per ogni sistema di rinforzo, per ogni fornitore e per ogni lotto di spedizione, deve essere preparato almeno 1 campionatura in cantiere così distinto:

Per il confezionamento devono essere impiegati gli stessi addetti del cantiere e con le medesime condizioni ambientali di quelle di installazione.

I campioni consegnati al laboratorio dovranno avere una **larghezza (nella direzione della fibra) contenente almeno 4 maglie (5 fili) e la lunghezza dovrà essere almeno 4 volte la larghezza + 16 cm**, notare che le dimensioni delle maglie sono molto variabili da prodotto a prodotto.

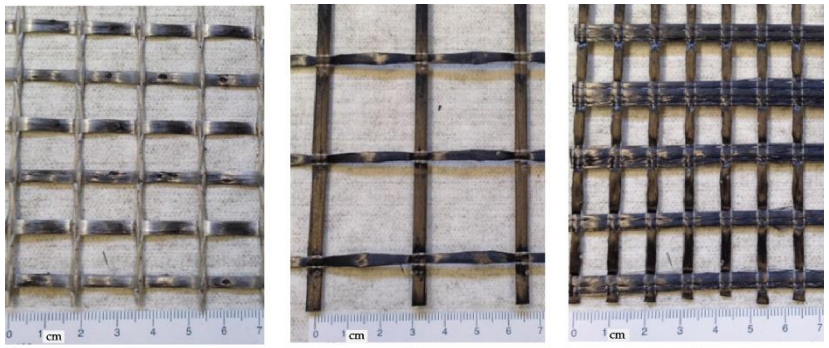
Lo spessore totale della matrice presente nel campione dovrà essere conforme a quanto riportato nella scheda tecnica del produttore

Si consiglia di preparare singolarmente i campioni, le lastre composte da tanti campioni possono essere danneggiate in fase di movimentazione e taglio per il prelievo del singolo test

Durante il confezionamento si consiglia di tendere leggermente il tessuto in modo omogeneo tale da non creare punti con tessuto lasco.

Il campione può essere preparato su una lastra in plexiglass o altre superfici comunque tali che ad indurimento della matrice si possano poi separare o staccare dalla stessa

Nella richiesta prove indicare: il materiale della fibra e la classe di resistenza e lo spessore equivalente.
Sono tutti dati che trovate sulle schede tecniche



Casseri per la preparazione dei singoli campioni



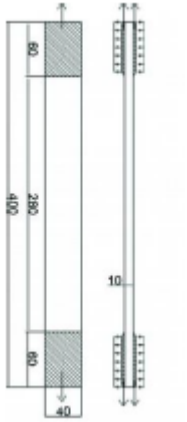
Numero di provini da testare per tipo di tessuto **6**

I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI - FRCM

Per ogni sistema di rinforzo, per ogni fornitore e per ogni lotto di spedizione, deve essere preparato almeno 1 campionatura in cantiere così distinto:

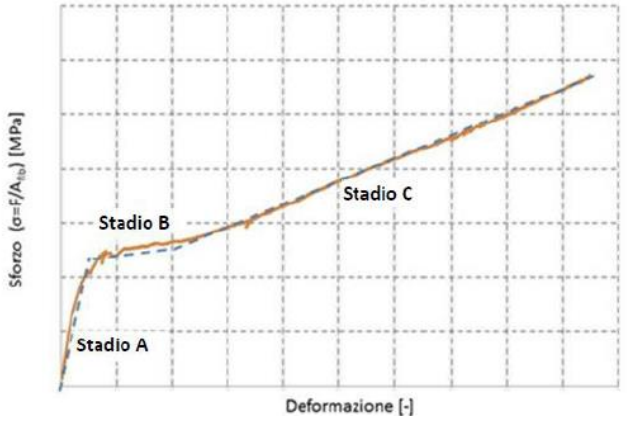
Per l'accettazione del rinforzo FRCM in cantiere il DL puo' fare eseguire oltre alla prova **direct tensile** anche la prova di **single lap shear test** per ogni tipo di supporto su cui l'FRCM è applicato.

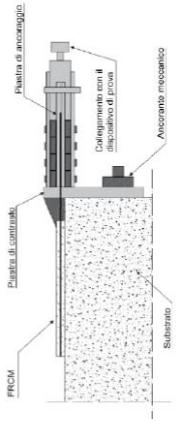
Questo perché il legame costitutivo della prova a trazione non è sufficiente a caratterizzare il comportamento meccanico di un sistema *FRCM*, in quanto l'impiego di quest'ultimo come rinforzo di un elemento strutturale porta a dover considerare i molteplici meccanismi di crisi che possono verificarsi in seguito all'interazione substrato-sistema di rinforzo *FRCM*.



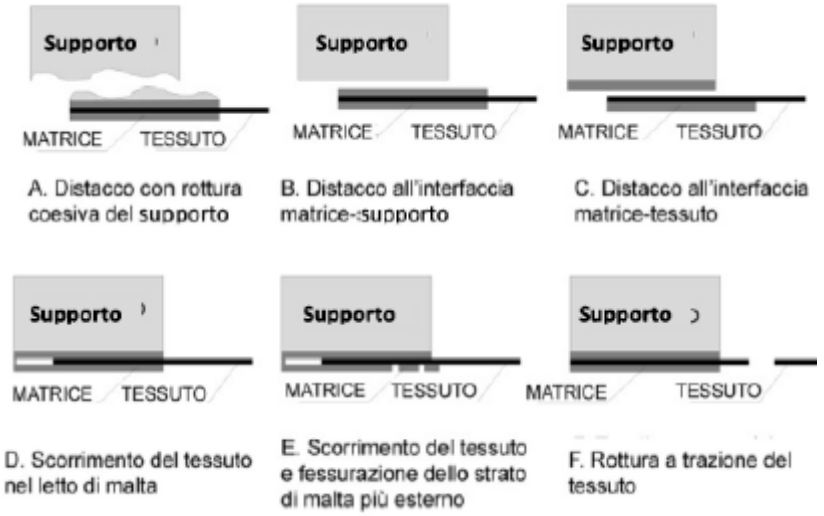
Direct tensile

Legame costitutivo tipo a trazione uniassiale di un provino di *FRCM*
(*Af* area del tessuto senza matrice inorganica)





lap shear test



I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI –CRM

Rete preformata a matrice polimerica

MATRICE: inorganiche

Possono essere:
Betoncini base calce
Betoncini base cemento

La principale differenza dai compositi FRCM sta nell'applicazione. Infatti nei CRM la matrice viene applicata mediante macchina intonacatrice.





FIBRA: reti

Serve a:
Incrementare le resistenze

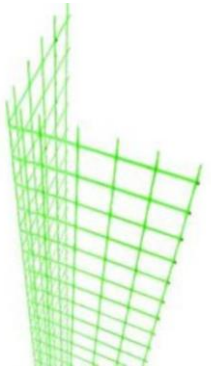
Reti preformate FRP, realizzate mediante impregnazione di fibre resistenti agli alcali, in vetro, carbonio, basalto o arammide in un'unica fase produttiva. Si adottano solo reti bidirezionali che soddisfano normativa specifica.



ANGOLARI:

Serve a:
di realizzare una continuità strutturale in corrispondenza degli angoli.

Sono in rete preformati in fibra di vetro, carbonio, basalto o arammide, realizzati con i medesimi materiali e processo produttivo delle reti



CONNETTORI:

Serve a garantire il collegamento dell'intonaco armato con l'elemento murario e con il rinforzo installato sulla faccia opposta di quest'ultimo, laddove previsto.

Interamente in fibra di vetro, carbonio, basalto o arammide, comunque resistenti agli alcali e realizzati con i medesimi materiali delle reti



I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI –CRM

Rete preformata a matrice polimerica

documenti normativi da consultare per l'accettazione di un intervento di rinforzo sono:

1. **NTC 2018**
2. **CIRCOLARE ESPLICATIVA 2019**
3. **LINEE GUIDA PER LA IDENTIFICAZIONE, QUALIFICAZIONE E CONTROLLO DI ACCETTAZIONE DEGLI CRM del 29_05_2019**

Gli intonaci armati di tipo *CRM* come definiti costituiscono sistemi o kit.

Per la descrizione delle caratteristiche tecniche delle armature in FRP del sistema e dei relativi metodi di prova, si deve far riferimento alle UNI-EN 13706-1-2-3, fatto salvo quanto appresso diversamente specificato.

Le malte cementizie e/o di calce a prestazione garantita devono essere conformi alla UNI EN 998-1/2 e/o alla UNI EN 1504-2/3 con sistema di certificazione 2+.

Gli ancoranti chimici devono essere conformi alla UNI EN 1404-4 o ad altra specifica tecnica armonizzata o ETA.

I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI-CRM

Rete preformata a matrice polimerica

Per ogni sistema di rinforzo, per ogni fornitore e per ogni lotto di spedizione, deve essere preparato almeno 1 campionatura in cantiere del KIT così distinto:



Nessuna ulteriore lavorazione, vanno consegnate al laboratorio le reti così come arrivano dal fornitore.

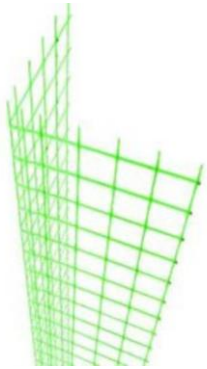
Le ***dimensioni minime del foglio di rete devono essere di 1 x 1 m***, se i fogli sono di dimensioni minori prelevare più campioni

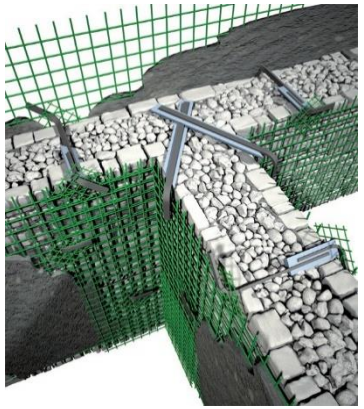
Fare molta attenzione all'imballaggio e trasporto, i fili sono molto delicati, se piegati si rompono e daranno risultati non conformi



Angolari

Se nel sistema sono presenti anche gli angolari vanno forniti anch'essi.
Serve un campione contenente almeno 10 fili.





Connettori

Se nel sistema sono presenti anche i connettori vanno forniti anch'essi.
Serve un campione contenente almeno **3 pezzi della lunghezza massima disponibile**





Come da decreto è necessario fornire al laboratorio anche la malta cementizia utilizzata per la verifica delle proprietà meccaniche

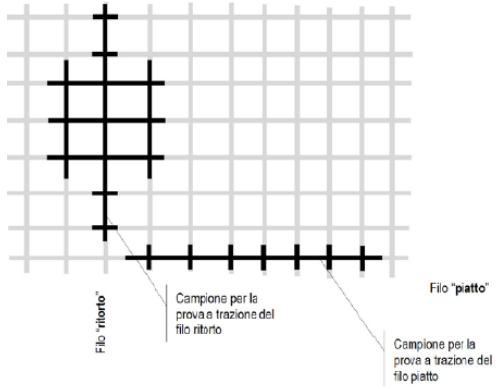


I campioni devono essere in numero di **3** per ognuno dei componenti dei sistemi di rinforzo da installare e delle eventuali diverse caratteristiche delle reti nelle due direzioni.

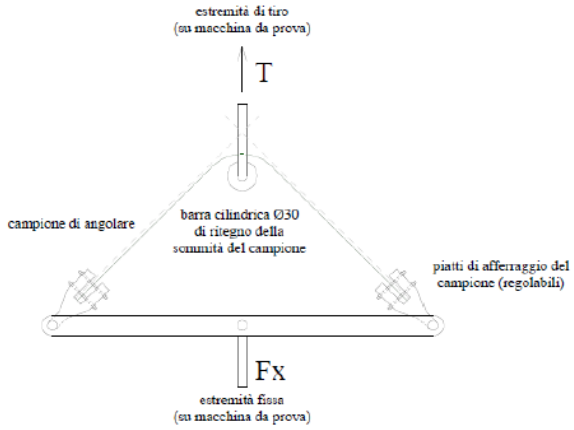
I SISTEMI DI RINFORZO COMPOSITI-CRM

Rete preformata a matrice polimerica

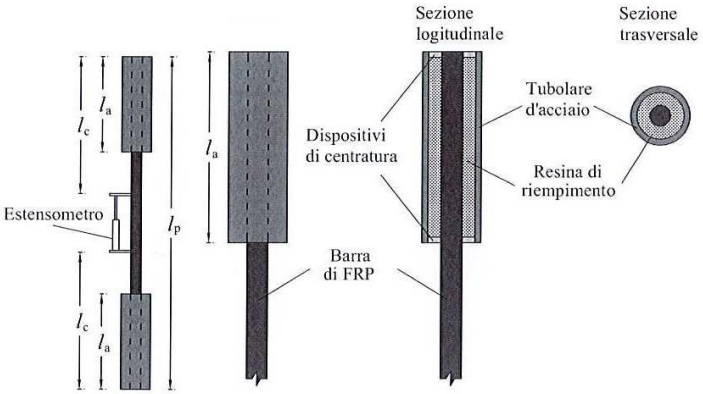
Prova di Trazione della Rete:
Le proprietà meccaniche a trazione della rete sono valutate utilizzando singoli elementi (barre) estratti dalla rete in FRP, sia in direzione trasversale sia longitudinale qualora le caratteristiche fisico/geometriche risultino diverse nelle due direzioni. Il campione di prova consiste in una singola barra di lunghezza l=500 mm, estratta dalla rete in FRP tagliando le barre trasversali a metà della maglia.



Prova di rottura angolari:
Il campione di prova consiste in una singola barra costituente l'angolo preformato, nella lunghezza standard della proposta commerciale del Fabbricante; la barra deve essere estratta dall'elemento d'angolo di rete in FRP tagliando le barre trasversali.



Prova di trazione sugli elementi di connessione :
L'obiettivo della prova è la determinazione della resistenza a trazione, del modulo elastico e della deformazione a rottura dei connettori. Le prove di trazione sui connettori in FRP sono condotte secondo quando riportato nel documento CNR DT 203/2006.



ALCUNI ESEMPI APPLICATIVI:

- FRCM Consolidamento volte «Crociera Ospedale Vecchio»

- FRCM Consolidamento murature portanti «Scuole Fantasia – Corridoni – Vigatto»

- FRP Consolidamento travi e pilastri in c.a. «Scuola Albertelli-Newton»

FRCM CROCIERA OSPEDALE VECCHIO: consolidamento volte tra sottocrociera e crociera

- Puntellamento
- Svuotamento volte
- Pulizia e riparazione
- Rinforzo in FRCM
- Sistema di frenelli
- Soletta
- Catene sottocrociera

























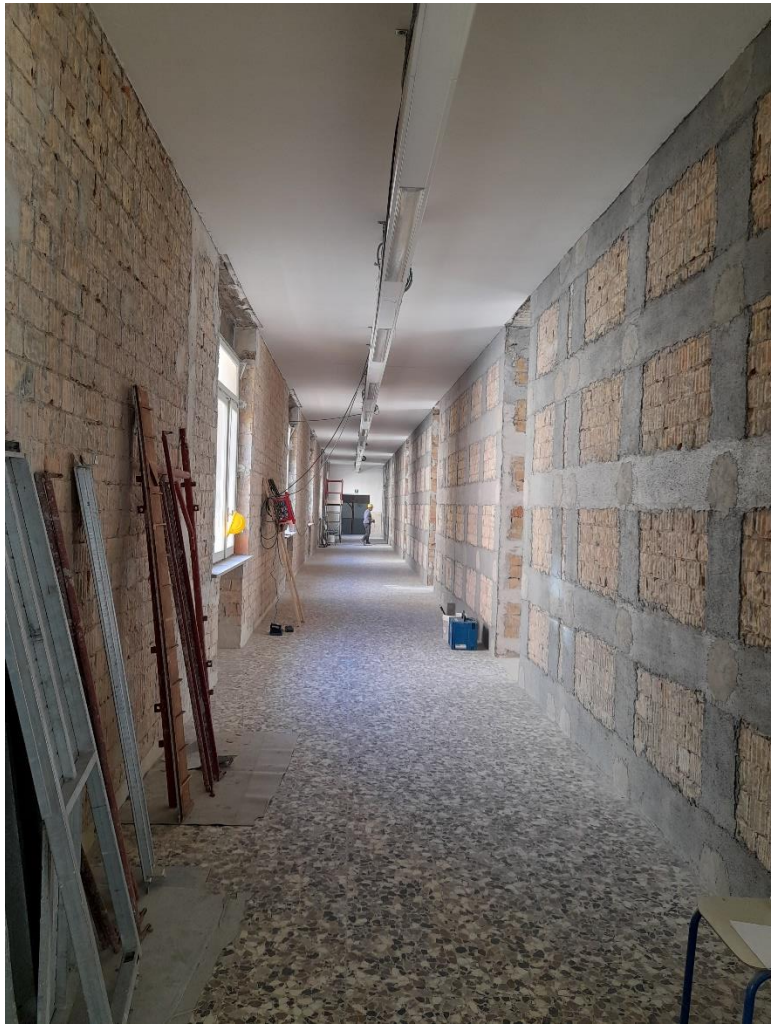

.91

FRCM SCUOLA FANTASIA: consolidamento murature portanti





FRCM SCUOLA CORRIDONI: consolidamento murature portanti













FRCM SCUOLA VIGATTO: consolidamento murature portanti









FRP SCUOLA ALBERTELLI-NEWTON: consolidamento travi e pilastri in c.a.







FRCM relazione di accettazione ai sensi del cap. 11.1 del D.M. 17.01.2018

come allegato alla “Relazione a struttura ultimata” di cui all’art. 65 del D.P.R. 380/2001

Il sistema di rinforzo strutturale costituito da rete [redacted] e [redacted] rientra nella tipologia FRCM, come dichiarato dallo stesso produttore Ruregold. Pertanto, per le riflessioni che seguono si prende a riferimento la "Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRCM) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti" di dicembre 2018.

In particolare, le prove effettuate e di cui all'oggetto, sono state eseguite ai sensi di quanto riportato al punto 5 della succitata Linea Guida. Le prove sono state effettuate dal Laboratorio [redacted]

RISULTATI DELLA PROVA

Campione n.	Tensione ultima (MPa)
1	3463,2
2	3587,2
3	3402,3
4	3397.7
5	3526,1
6	3288,8

Da cui se ne ricava che il valore medio è 3444,2 MPa (σ_{media})

Per il controllo dei risultati si è preso a riferimento quanto indicato nello stesso paragrafo 5 della Linea Guida, la prova si ritiene superata se:

1. il valore medio della tensione ultima σ_u risulta non inferiore all'85% della tensione caratteristica ultima σ_u, come determinata nella fase di qualificazione del sistema *FRCM* di cui si effettua il controllo di accettazione, riportata sulla Scheda tecnica che accompagna il prodotto;
2. il valore medio tensione ultima σ_u risulta superiore almeno del 15% rispetto alla tensione limite convenzionale $\sigma_{lim,conv}$, su supporto analogo, come determinata nella fase di qualificazione, del sistema FRCM di cui si effettua il controllo di accettazione, riportata sulla Scheda tecnica che accompagna il prodotto.

I valori di raffronto sono stati forniti dal produttore [redacted]

- Tensione caratteristica ultima determinata nella fase di qualificazione del sistema $\sigma_{k,u}$: 2435 MPa
- Tensione limite convenzionale per supporto laterizio/mattone pieno σ_{lim}: 1880 MPa

Considerando i valori per un solo strato:

- 85% $\sigma_{k,u}$ = 2069,75 MPa < 3444,20 MPa media → **OK, prova superata**
- σ_{lim} + 15%= 2162 MPa < 3444,2 MPa media → **OK, prova superata**

Le Nuove Linee Guida FRCM di febbraio 2022:

La prova si ritiene superata se:

il valore medio della tensione ultima σ_u risulta non inferiore al valore caratteristico σ_u, come determinato nella fase di qualificazione del sistema *FRCM* di cui si effettua il controllo di accettazione, riportata sulla Scheda tecnica che accompagna il prodotto.

SOLO KIT CON CVT O MARCATURA CE