



**ORDINE DEGLI  
INGEGNERI**  
DELLA PROVINCIA  
DI CASERTA



ordine degli **architetti**  
pianificatori paesaggisti conservatori  
della provincia di **caserta**

in collaborazione con

**Agenda Tecnica**  
informazione tecnico-scientifica



## **Le nuove normative e Linee Guida Ministeriali per i materiali compositi innovativi FRP-FRCM-CRM. Criteri di intervento per un corretto impiego nel rinforzo strutturale ed antisismico. Il SuperSismaBonus.**

**CASERTA – 7 maggio 2022**

**Partner tecnico**

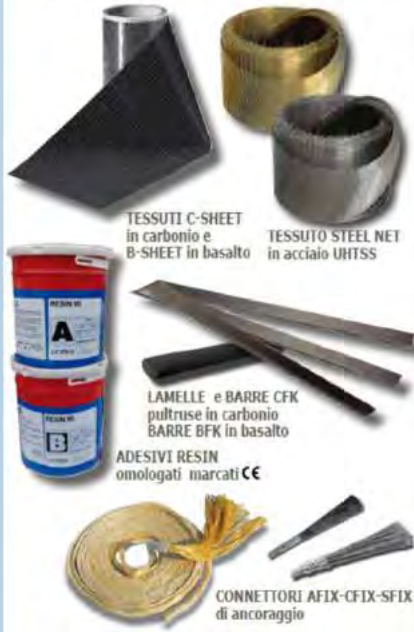


**Patrocini**





Sistemi di rinforzo FRP omologati dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - STC ai sensi delle Linee guida di qualificazione, NTC18 - CNR DT 200 R1 2013 - Linee guida per i Beni Culturali. Sistemi conformi alla normativa tecnica vigente per il consolidamento strutturale, miglioramento e adeguamento sismico.



# INTERVENTO DI RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO CON APPLICAZIONE DI INTERVENTI FRP SU UNA STRUTTURA A TELAIO IN CEMENTO ARMATO

Ing. Geol. Luigi Franzese



**I VITRUVIANI S.R.L.S.**  
SEDE LEGALE: VIA FONTANA NUOVA S/O - 82020 FRASNETO L'ABATE (BN)  
SEDE OPERATIVA: VIA GARNO 10 - 80044 OTTAVIANO (NA)  
TEL./FAX: +39 081 3048568  
E-MAIL: IVITRUVIANISRL@GMAIL.COM  
SERVIZI ARCHITETTURA - INGEGNERIA - GEOLOGIA



Sistemi di rinforzo FRP omologati dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - STC ai sensi delle Linee guida di qualificazione, NTC18 - CNR DT 200 R1 2013 - Linee guida per i Beni Culturali. Sistemi conformi alla normativa tecnica vigente per il consolidamento strutturale, miglioramento e adeguamento sismico.



Il Sistema FRP, nasce per il consolidamento delle strutture in cemento armato, cemento armato precompresso e muratura.

La tecnica del rinforzo FRP consiste nell'applicazione di fibre in acciaio, carbonio, basalto, alle strutture da consolidare, mediante resine polimeriche tipicamente di natura epossidica.

Al § 8.6 "Materiali" delle Norme Tecniche delle Costruzioni (Ntc18) il legislatore prevede metodi di consolidamento che si possono avvalere di materiali non tradizionali:

**«gli interventi sulle strutture esistenti devono essere effettuati con i materiali previsti dalle presenti norme; possono altresì essere utilizzati materiali non tradizionali, purché nel rispetto di normative e documenti di comprovata validità, ovvero quelle elencati al cap.12».**

Tra i diversi riferimenti di comprovata validità vi sono sia le "Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici" sia le "Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Cnr)": documenti fondamentali per il consolidamento strutturale mediante FRP (Fiber Reinforced Polymer, ad esempio CNR – DT 200 R1/2013, 205/2007 215/2018 rev. 2020).



Sistemi di rinforzo FRP omologati dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - STC ai sensi delle Linee guida di qualificazione, NTC18 - CNR DT 200 R1 2013 - Linee guida per i Beni Culturali. Sistemi conformi alla normativa tecnica vigente per il consolidamento strutturale, miglioramento e adeguamento sismico.



Ulteriori indicazioni, specialmente per il rinforzo dei nodi, sono fornite nelle Linee Guida ReLuis per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, nodi, tamponature e partizioni.

La qualificazione e l'accettazione dei materiali per rinforzi FRP è disciplinata, in Italia, dal Decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n.293 del 29.05.2019, recante "Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti".

Il documento sostituisce le precedenti Linee Guida di cui al D.P. CLSP n.220 del 09.07.2015 per quanto riguarda i materiali compositi in fibra di carbonio, vetro e aramide; inoltre aggiunge la qualificazione per le fibre di basalto e per i tessuti in trefoli d'acciaio UHTSS.



Sistemi di rinforzo FRP omologati dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - STC ai sensi delle Linee guida di qualificazione, NTC18 - CNR DT 200 R1 2013 - Linee guida per i Beni Culturali. Sistemi conformi alla normativa tecnica vigente per il consolidamento strutturale, miglioramento e adeguamento sismico.



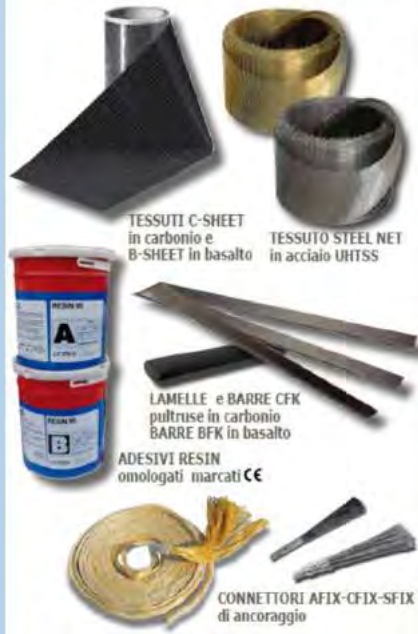
I sistemi di rinforzo FRP, oggetto delle linee guida, sono di due tipi:

**sistemi preformati** (*pre-cured systems*), costituiti principalmente da elementi a forma di lastre sottili (lamine o nastri) preparati in stabilimento mediante pultrusione, o altri processi produttivi di comprovata validità tecnologica, e successivamente incollati in cantiere alla membratura da rinforzare con collanti forniti dallo stesso Fabbricante, comunque consistenti in polimeri termoindurenti. Sono escluse le barre e gli elementi di altre sezioni, differenti da quella rettangolare sottile

**sistemi impregnati *in situ*** (ad esempio *wet lay-up systems*), costituiti da fogli o tessuti di fibre uni o multi-direzionali, impregnati direttamente in cantiere con resina polimerica termoindurente, che può fungere anche da adesivo al substrato interessato dall'intervento di rinforzo. Le due fasi costituenti il sistema di rinforzo devono essere entrambe commercializzate dallo stesso Fabbricante. In caso di ricorso ad altri materiali al fine di garantire la corretta adesione al supporto (ad esempio primer o rasatura) si precisa che gli stessi saranno costituiti in ogni caso da polimeri termoindurenti.



Sistemi di rinforzo FRP omologati dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - STC ai sensi delle Linee guida di qualificazione, NTC18 - CNR DT 200 R1 2013 - Linee guida per i Beni Culturali. Sistemi conformi alla normativa tecnica vigente per il consolidamento strutturale, miglioramento e adeguamento sismico.



Il tessuto FRP si distingue tra **monoassiale (U)**, **biassiale (BI)** e **multiassiale (MultiAx)**. Quest'ultima soluzione garantisce un comportamento isotropo del rinforzo eliminando la direzione preferenziale dello stesso.

Discriminante nell'utilizzo sono:

- Direzione principale del rinforzo;
- Grammatatura a metro quadro del tessuto (variabile da 300 a 600 gr/m<sup>2</sup>);
- Modulo elastico: alto modulo (390 GPa) e alta tenacità/resistenza (variabile tra i 230 e 245 GPa);
- Larghezza nastro da scegliere in base alla geometria del supporto.

	Unidirezionale	Biassiale	Multiassiale
<b>Caratteristiche</b>	Elevate resistenze meccaniche Elevata resistenza alla corrosione Compatibilità con malte a base di calce		
<b>Vantaggi</b>	Durabilità ed efficacia dell'intervento Adattabilità a geometrie irregolari Bassissimi spessori e bassa invasività		+ isotropia
<b>Materiale da rinforzare</b>	c.a. c.a.p. muratura	c.a. muratura legno	c.a. c.a.p. muratura
<b>Sollecitazioni</b>	Taglio, flessione Pressoflessione Ribaltamento fuori piano Meccanismi locali	Meccanismi locali Taglio Duttilità Cerchiatura	Taglio Meccanismi locali Rinforzo nodi



Sistemi di rinforzo FRP omologati dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - STC ai sensi delle Linee guida di qualificazione, NTC18 - CNR DT 200 R1 2013 - Linee guida per i Beni Culturali. Sistemi conformi alla normativa tecnica vigente per il consolidamento strutturale, miglioramento e adeguamento sismico.



## I principali impieghi di FRP SYSTEM sono:

- rinforzo a flessione, taglio e torsione di travi e solai in c.a. e c.a.p. anche di grandi luci
- rinforzo per confinamento a carico assiale e pressoflessione di colonne e pilastri
- incremento di duttilità per miglioramento e adeguamento antisismico quali nodi travi-pilastro
- incremento di resistenza agli urti e riduzione dei meccanismi di collasso di tipo fragile
- incremento di resistenza di pannelli murari, archi, volte a carichi e ad azioni sismiche
- collegamenti di elementi collaboranti ad azioni esterne
- realizzazioni di cordoli a livello di solaio e di copertura
- realizzazione di fasce antiribaltamento per azioni fuori dal piano murario
- elementi resistenti per azioni sismiche nel piano e fuori dal piano murario
- riduzione degli effetti di elementi spingenti
- rinforzo di travi e solai lignei
- rinforzo di travi e pilastri in acciaio

L'utilizzo del sistema FRP consente di apportare alla struttura una **riduzione del rischio sismico, intervenendo su carenze o difetti progettuali** ai sensi del § 8.3 "Valutazione della sicurezza" delle NTC18.

Gli interventi con sistema FRP **rientrano** nell'applicazione dei **benefici fiscali attuali**, [Sismabonus ordinario e Superbonus sismico 110%](#).

### Vantaggi

- Caratteristiche meccaniche e prestazionali molto elevate.
- Elevate resistenze chimiche e alla corrosione.
- Assenza di creep per il carbonio e acciaio UHTSS.
- Assenza di scorrimento all'interfaccia rinforzo-struttura.
- Moduli elastici adeguati alle necessità statiche.
- Affidabilità e durabilità certificata del FRP SYSTEM.
- Buona resistenza in ambiente umido.
- Eccellente bagnabilità delle fibre e dei tessuti in carbonio, basalto e acciaio UHTSS.
- Elevata resistenza a strappo del sistema anche su supporti non omogenei.
- Peso del sistema molto ridotto.
- Spessore medio del rinforzo 1-3 mm
- Semplicità applicativa del sistema senza onerosi allestimenti di cantiere. e con disagi contenuti.
- Sistema ampiamente testato nel tempo.
- Tempi e costi di applicazione ridotti.



Ing. Geol. Luigi Franzese



Caserta - 7 maggio 2022

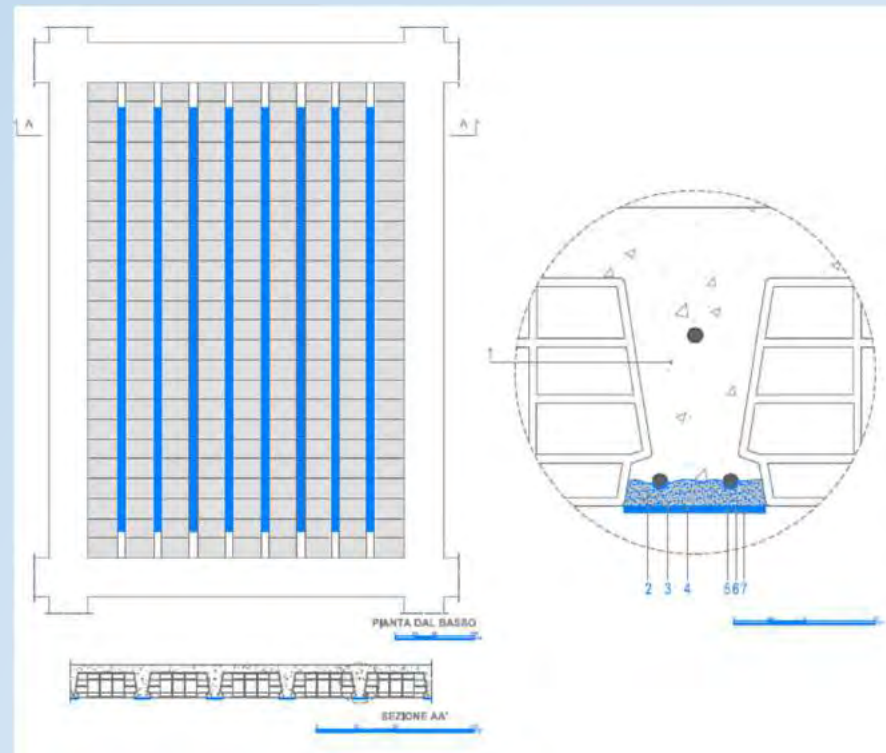


## PRESCRIZIONI

Il ciclo applicativo di un rinforzo strutturale per cemento armato, cemento armato precompresso o muratura con il sistema FRP-SRP richiede una preventiva **accurata preparazione del supporto**. Il calcestruzzo deve garantire una resistenza allo strappo di almeno 0,9 MPa e deve essere irruvidito a mezzo di sabbiatura o spazzolatura meccanica. Il **supporto** deve inoltre essere **asciutto** (< 4% di umidità) e privo di olii, grassi e materiale incoerente. Nel caso di superfici fortemente deteriorate è necessario **ricostruire le volumetrie mancanti** con malte ad alta resistenza. Qualora la superficie da rinforzare sia intonacata, **l'intonaco deve essere preventivamente rimosso**. In presenza di **spigoli** sui quali è prevista la stesura dei tessuti di fibra, questi **devono essere arrotondati** (raggio  $\geq 25$  mm) per assicurare l'efficacia dell'intervento,

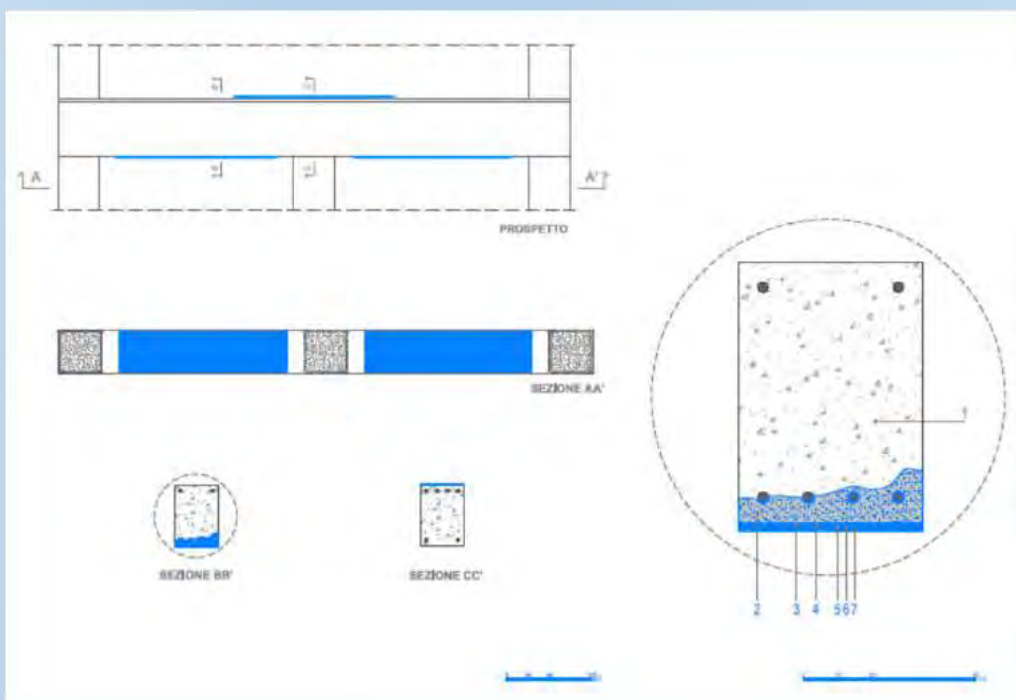
# APPLICAZIONI

RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVETTI E SOLETTE PIENE - PLACCAGGIO CON FRP

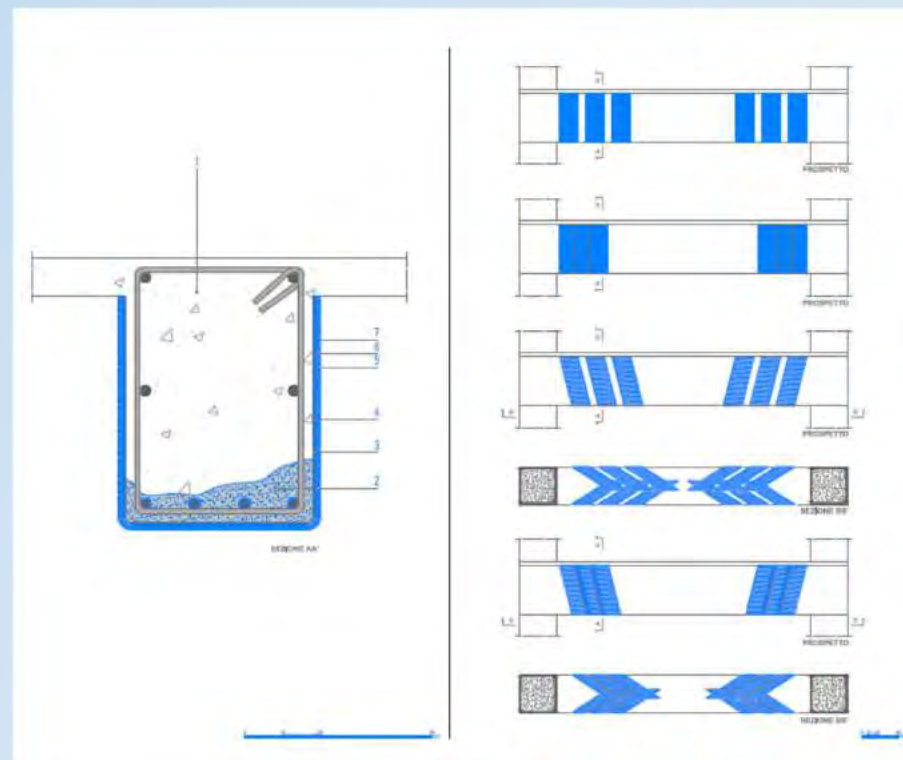


# APPLICAZIONI

## RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVI PLACCAGGIO CON FRP

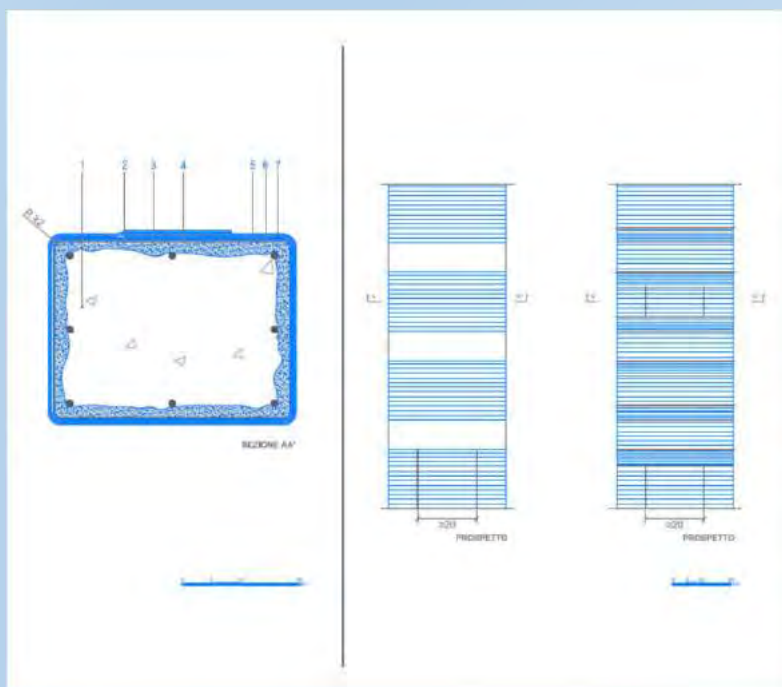


## RINFORZO A TAGLIO DI TRAVI PLACCAGGIO CON FRP

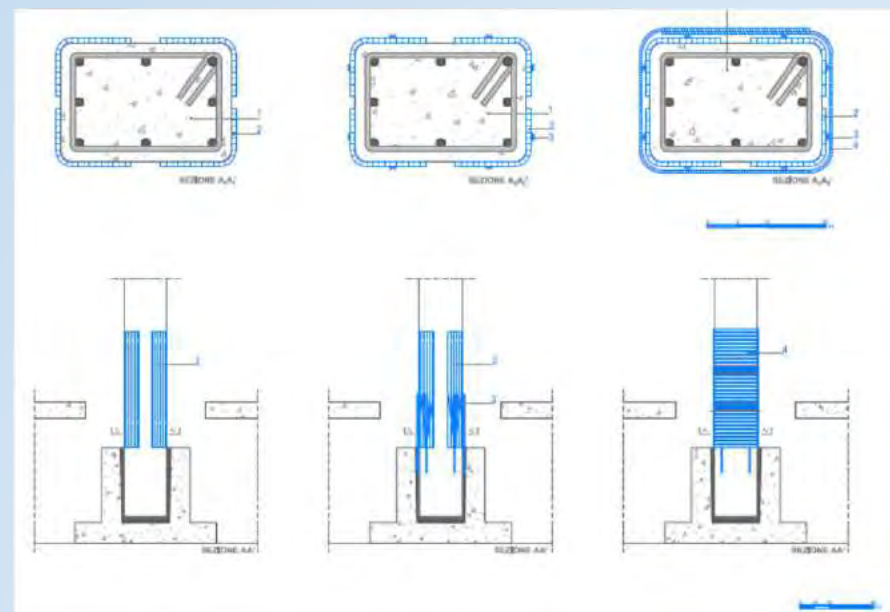


# APPLICAZIONI

RINFORZO DI PILASTRI FASCIATURA DEI  
PILASTRI PER INCREMENTARE IL  
CONFINAMENTO E IL TAGLIO MEDIANTE FRP

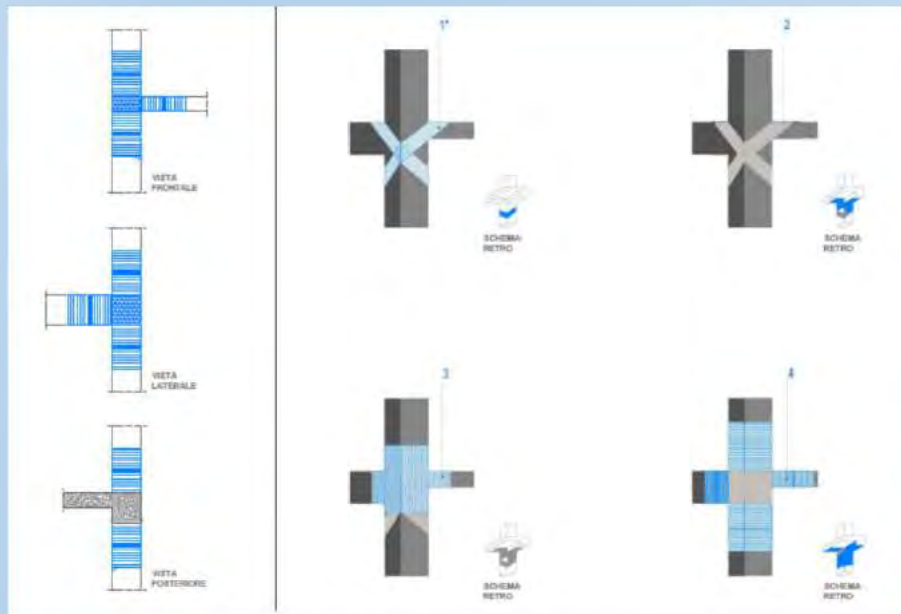


RINFORZO DI PILASTRI RINFORZO A  
PRESSO-FLESSIONE MEDIANTE  
PLACCAGGIO CON FRP



# APPLICAZIONI

## RINFORZO DI NODI TRAVE-PILASTRO D'ANGOLO PLACCAGGIO CON FRP



## RINFORZO DI NODI TRAVE-PILASTRO PERIMETRALI PLACCAGGIO CON FRP

