

IL CERTIFICATO DI IDONEITA' TECNICA ALL'IMPIEGO CIT

Una garanzia negli interventi di recupero, riqualificazione e consolidamento strutturale degli edifici con materiali compositi fibrorinforzati

di Ing. Gianluca Ussia

Ufficio tecnico Gruppo Fibre Net

PREMESSA: I MATERIALI COMPOSITI FRP IN EDILIZIA

I materiali compositi fibrorinforzati, dai settori tradizionali del loro impiego aeronautica, nautica, automobilismo sportivo, vengono introdotti per la prima volta in edilizia nei primi anni novanta, Infatti, sono gli anni in cui molte aziende tra cui Ardea srl (1993), ora parte del Gruppo Fibre Net, avviano attività di ricerca sull'impegno dei materiali compositi per il rinforzo di strutture in cemento armato. In parallelo tutte le principali università italiane ed estere avviano prove e sperimentazioni con oggetto l'applicazione dei materiali compositi come rinforzi strutturali. Dopo anni di applicazioni e studi nel 2004, la commissione CNR che raggruppa i maggiori esperti del settore ed i rappresentanti dei principali produttori pubblica il documento CNR DT 200/2004 le " Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di interventi di consolidamento statico mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati", documento che ha dato un forte impulso al settore e che ha posto l'Italia all'avanguardia nel mondo dei consolidamenti strutturali con materiali innovativi. Il documento oggi è tradotto in Inglese ed utilizzato come riferimento a livello internazionale.

Non esiste un materiale di rinforzo, una tecnica di consolidamento, una tecnologia di recupero che permette di risolvere qualsiasi problema strutturale. Oggi i materiali compositi rappresentano per il progettista una valida e consolidata alternativa ai materiali tradizionali. A circa 20-25 anni dalla loro prima apparizione nel settore edilizia in Italia, oggi la tecnica di rinforzo con materiali compositi risulta una tecnologia matura e le continue campagne di ricerca e sviluppo di queste tecnologie finalizzate al recupero del patrimonio esistente hanno permesso di individuare, migliorare soluzioni che risultino efficaci anche a fronte di problematiche complesse difficilmente emendabili con le tecniche usuali.

La grande versatilità propria dei compositi e la possibilità di progettare il materiale in funzione dell'utilizzo e dell'obiettivo finale, consentono di coniugare l'esigenza di rinforzo con la necessità della conservazione del bene, rendendo tali tecnologie applicabili anche per il rinforzo di strutture storiche vincolate: la possibilità di utilizzare tecniche poco invasive e di facile esecuzione rappresenta sicuramente un grande progresso e un'eccezionale opportunità per il complesso e delicato intervento di recupero strutturale, che spesso è seguita dall'altrettanto cruciale iter di restauro delle superfici e delle componenti artistiche dell'opera.

I materiali compositi vengono identificati dall'acronimo **FRP**, *Fiber Reinforced Polymer* definiti dal DT 200 R/2013 del CNR e sono costituiti da due fasi, la matrice e la fibra di rinforzo. La matrice solitamente è di natura organica, resine termoindurenti e il rinforzo costituito da fibre lunghe di carbonio identificati con diversi acronimi: **CFRP** (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*), di vetro **GFRP** (*Glass Fiber Reinforced Polymer*)

e di aramide **AFRP** (*Aramid Fiber Reinforced Polymer*). Gli FRP vengono impiegati per accrescere la capacità degli elementi strutturali nei confronti di sollecitazioni di natura statica e/o sismica. I materiali compositi possono essere utilizzati per rafforzare strutture danneggiate al fine di ripristinare le condizioni di sicurezza precedenti al danno.



Ponte inagibile per evidente degrado del calcestruzzo e delle armature.



Rinforzi per ripristinare la capacità portante strutturale.

Fibre Net S.r.l. a socio unico

Via Jacopo Stellini, 3 - 33050 Z.I.U. Pavia di Udine(Ud)- Italy
T. +39.0432.600918 F. +39.0432.526199 – info@fibrenet.info
C.F. e P.IVA 02212620302 www.fibrenet.it

In generale, possono essere impiegati in tutti quei casi in cui situazioni non previste dal progetto originale generano incrementi di sollecitazioni sugli elementi strutturali. I compositi fibrorinforzati in presenza di determinate condizioni strutturali rappresentano indubbiamente una valida alternativa.

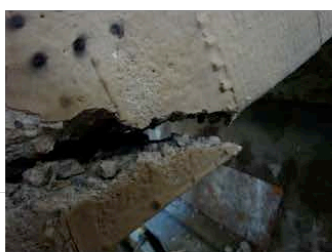
I materiali di rinforzo FRP si distinguono in due grandi famiglie:

- 1- sistemi di rinforzo preformati, costituiti da elementi di varia forma in cui l'associazione fibra matrice viene realizzata in stabilimento mentre viene eseguita in opera la solidarizzazione con il supporto mediante una resina di incollaggio;
- 2- sistemi di rinforzo laminati in situ, ovvero sistemi in cui si realizza in opera direttamente sia il materiale composito matrice + fibra sia la solidarizzazione con il supporto.

Il funzionamento dei materiali compositi applicati alle strutture è legato ad un meccanismo di tipo adesivo, il rinforzo esterno risulta efficace fintanto che c'è adesione tra il supporto e il rinforzo, ovvero fino a quando il supporto è in grado di trasferire gli sforzi al rinforzo. Nel progettare un rinforzo in materiale composito gli obiettivi possono essere diversi:

- elevate prestazioni: si vogliono sfruttare al massimo le prestazioni del rinforzo (rottura di tipo coesiva), conservazione del bene,
- reversibilità: ci si accontenta di ottenere dal rinforzo il contributo che è in grado di fornire, mantenendo inalterata la superficie di contatto/adesione (rottura di tipo adesiva).

Di seguito si riporta una figura esplicativa:



Elevate prestazioni



Reversibilità

CNR-DT 200/2004



Figura 2-10 – Confronto tra le diverse tipologie di frattura.



Figura 2-10 – Confronto tra le diverse tipologie di frattura.

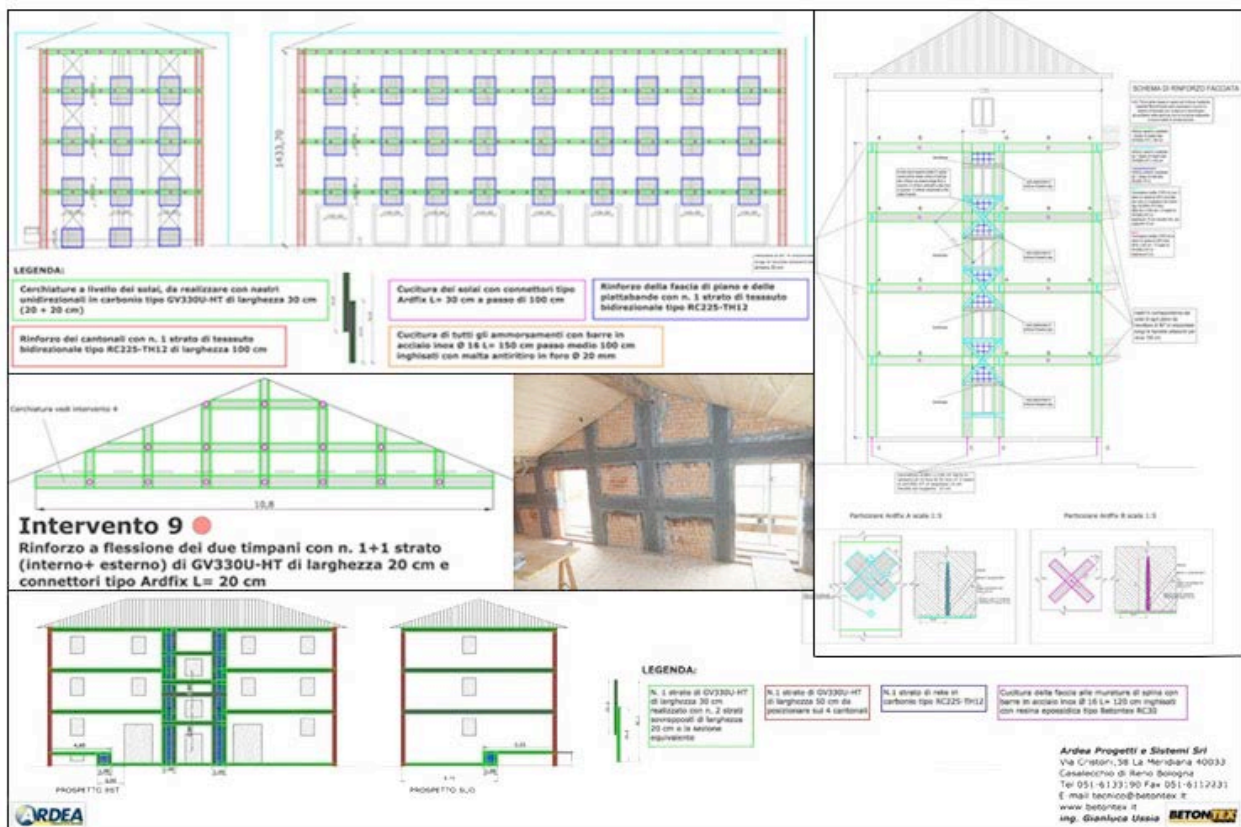
L'applicazione dei materiali compositi per il rinforzo di strutture in muratura

Una parte significativa del patrimonio edilizio Italiano è stato costruito con molta attenzione nei confronti delle azioni gravitazionali e trascurando quelle sismiche. In alcuni territori del nostro paese in cui non si sono verificati eventi sismici significativi negli ultimi 100 anni, il patrimonio edilizio è stato costruito senza porre le dovute attenzioni, progettuali, esecutive e costruttive alle sollecitazioni di tipo sismico. Gli edifici, quando sottoposti ad azioni orizzontali come quelle sismiche, presentano una scarsa capacità resistente con collasso per innesco di meccanismi locali e/o globali per livelli energetici molto bassi. I rinforzi in materiale composito conferiscono la resistenza a trazione alla muratura, che per sua natura non possiede e garantiscono la creazione di un nuovo materiale: la muratura armata. La loro applicazione consente di ridurre la vulnerabilità sismica degli edifici in muratura aumentando le resistenze nei confronti delle sollecitazioni sismiche. I materiali compositi possono essere impiegati per rinforzare la muratura nei confronti delle azioni nel piano e fuori dal piano fornendo alla fabbrica muraria una capacità ad azioni di tipo sismico eliminando l'innescio di meccanismi locali e/o globali.

In generale per le murature i materiali compositi possono essere utilizzati per:

- **INCATENAMENTI** di edifici mediante cerchiature esterne o interne/esterne collegate mediante connettori;
- **CONSOLIDAMENTO DI VOLTE E ARCHI**, applicando nastri di rinforzo che lasciano inalterata la loro funzionalità strutturale;
- **RINFORZO TAGLIO E FLESSIONE**, per azione nel piano e fuori dal piano;
- **CONFINAMENTO DI COLONNE**, per incrementarne la resistenza e la duttilità.

Così come riassunto nelle successive immagini:



Schema di rinforzo tipo di edifici in muratura



Rinforzo taglio flessione della fascia di piano.



Rinforzo per azioni fuori dal piano.



Confinamento di muratura.



Rinforzi per azioni nel piano (taglio).



Rinforzo intradossale di volte. IN ALTO AL CENTRO: vista del risultato estetico finale.

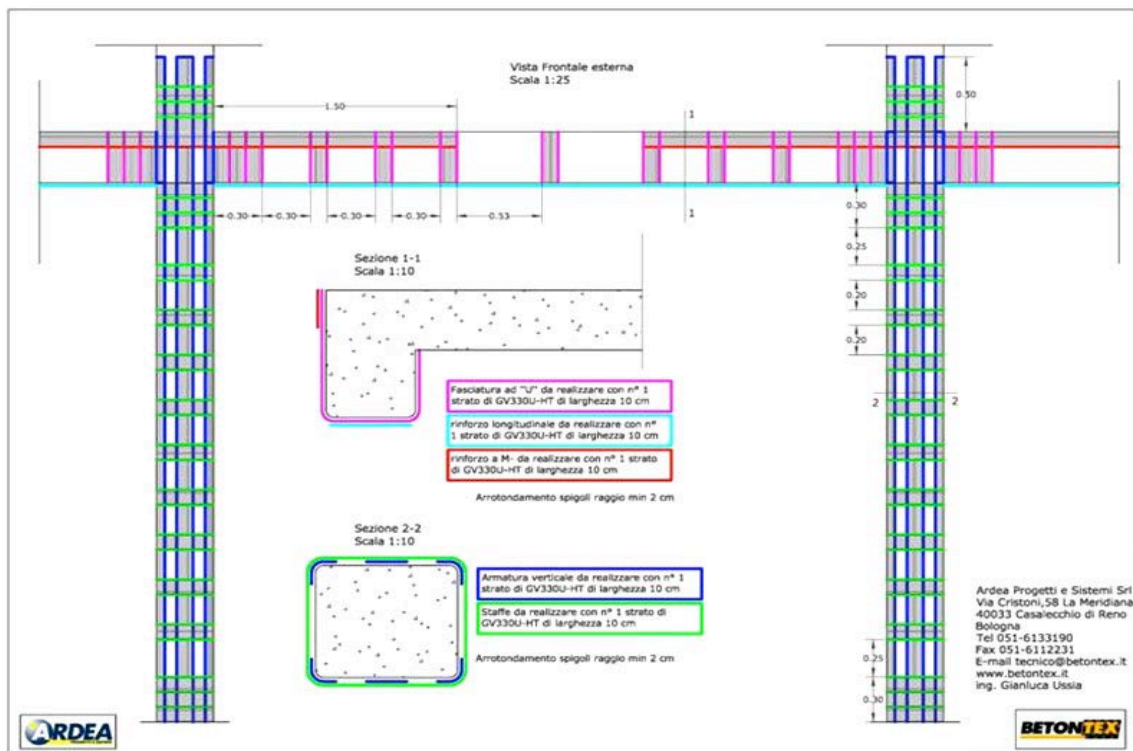
L'applicazione dei materiali compositi per il rinforzo di cemento armato

Analogamente a quanto accaduto nella costruzione di edifici in muratura, la progettazione degli organismi edilizi in calcestruzzo armato, dal primo novecento fino a pochi decenni fa, si è concentrata sulla resistenza alle azioni statiche, considerando, limitatamente ad alcune aree se non affatto, dispositivi ed armature resistenti ad azioni sismiche. Più precisamente negli edifici in c.a. esistenti riscontriamo le seguenti carenze antisismiche:

1. La struttura è progettata per soli carichi gravitazionali: si riscontra la presenza di travi "forti" e pilastri "deboli" con elevato rischio di innesco di meccanismi fragili nei telai, una conseguente scarsa duttilità del sistema resistente globale ed una non corretta gerarchia delle resistenze.
2. I solai sono inadeguati a garantire un comportamento rigido nel piano (creazione di un diaframma rigido di piano) e quindi non assicurano una corretta distribuzione delle sollecitazioni orizzontali, prettamente sismiche, agli elementi verticali.
3. I fabbricati, spesso per esigenze architettoniche, presentano una forte irregolarità in pianta: difformità di questo tipo rischiano di amplificare sensibilmente le azioni sismiche sugli elementi resistenti.
4. Le fondazioni, normalmente di tipo puntuale, non assicurano un effettivo ed efficace collegamento tra gli elementi verticali di imposta della costruzione.

I materiali compositi vengono impiegati per il rinforzo e recupero di strutture in calcestruzzo ed in particolare:

- **colonne e pilastri**, per incrementarne la resistenza a taglio, pressoflessione e la duttilità,
- **travi** per incrementarne la resistenza a flessione, torsione e taglio,
- **nodi trave-pilastro**: confinamento dei nodi per garantire la necessaria gerarchia delle resistenze nel caso di interventi sismici,
- **solai e piastre**, per incrementarne la resistenza a flessione e a taglio.





Rinforzi per modificare il meccanismo di rottura.



Rinforzi a flessione.



A SINISTRA: Rinforzi a taglio. A DESTRA: Rinforzi taglio flessione di solaio in latero cemento.

LA NORMATIVA VIGENTE

L'uso dei materiali compositi FRP come rinforzo strutturale in edilizia può essere eseguito in ottemperanza ai seguenti documenti:

- NTC 2008 - *Norme Tecniche per le Costruzioni*, D.M. 14 gennaio 2008, Suppl. ord. n° 30 alla G.U. n. 29 del 4/02/2008;
- Circ. NTC 08:2009 - Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, n. 617 del 2 febbraio 2009, Suppl. Ord. n. 27 alla G.U. n. 47 del 26 febbraio 2009, *"Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008"*.

Infatti, il capitolo 8.6 delle NTC 2008, per il rinforzo di strutture esistenti richiama la possibilità di impiegare materiali non tradizionali quali gli FRP purché nel rispetto di normative e/o documenti di comprovata validità quali quelli citati nel capitolo 12 delle stesse NTC.

Nel caso specifico dei rinforzi in FRP le istruzioni di riferimento di cui al capitolo 12 delle NTC sono:

- CNR DT 200R1/2013 dal titolo *"Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p., strutture murarie"*
- *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* rilasciate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (C.S.LL.PP.) 2015;
- *Linee guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di Interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP* rilasciate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (C.S.LL.PP.) del 24 Luglio 2009.



Il CIT: Certificato d'Idoneità Tecnica all'impiego

Come noto, tutti i materiali da costruzione, quando impiegati per uso strutturale, debbono essere in possesso di idonea qualificazione. Nel caso specifico, ai sensi del capitolo 11 lettera C delle NTC, i materiali innovativi quali sono gli FRP, possono essere impiegati solo se in possesso di Certificato d'Idoneità Tecnica all'impiego, "CIT", rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Per quanto riguarda il rinforzo di strutture in cemento armato e muratura mediante l'impiego di materiali compositi fibrorinforzati, la rilevante novità è stata la pubblicazione nel luglio 2015 della 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. Tale Linea Guida, dopo un periodo transitorio di un anno in cui i produttori hanno realizzato tutte le attività previste per l'ottenimento della Qualificazione, completa il panorama normativo per questi materiali. Questo importante passo completa l'iter di certificazione di tutta la filiera: dalla produzione, al progetto, alla direzione dei lavori ed infine al collaudo di interventi di rinforzo mediante l'impiego di compositi FRP.

Il CIT: garanzie e sicurezza

In termini di garanzie questo strumento gioca un ruolo fondamentale per la sicurezza degli interventi.

Un materiale in possesso di CIT è una garanzia per il **progettista**, in quando sono garantite le prestazioni meccaniche (del sistema matrice+ rinforzo) della classe a cui il composito appartiene.

Un materiale in possesso di CIT è una garanzia per il **direttore dei lavori**, perché il materiale arriva in cantiere marcato, etichettato ed identificabile.

Il **collaudatore** è facilitato nella sua attività di controllo e collaudo perché il materiale in possesso di CIT è un materiale che è prodotto e qualificato dal Servizio Tecnico Centrale, è progettato ed eseguito secondo indicazioni validate.

Un materiale in possesso di CIT è una garanzia per i tempi e le modalità di esecuzione per l'**impresa esecutrice** poiché la continuità delle caratteristiche è garantita dai costanti controlli in produzione.

Un materiale in possesso di CIT è una garanzia per il **committente** perché si impiegano materiali all'avanguardia controllati, qualificati ed indentificati in ogni passo della filiera.

Il CIT, così, diventa un documento indispensabile per tutti gli addetti ai lavori; per il committente che stabilisce le prestazioni attese, per il progettista che definisce come raggiungere determinati obiettivi, per il direttore dei lavori che fa eseguire da personale specializzato il progetto, che verifica il materiale in cantiere mediante controlli di accettazione ed infine per il collaudatore che verifica tutta la filiera ed al contempo certifica la correttezza dei calcoli, della esecuzione e il raggiungimento dell'obiettivo prefissato.

Il CIT è importante perché contiene al suo interno tutte le informazioni riguardanti il materiale, dai campi di applicazione ed impiego, alle modalità applicative alle configurazione del rinforzo per cui il CIT è valido (ad esempio 1-2-3-4-5 strati sovrapposti), alle temperature di esercizio, alle modalità di confezionamento e taglio per i controlli di accettazione in cantiere.