

INNOVAZIONI DEMATERIALIZZATE

Sempre più competitivi rispetto alle tecnologie tradizionali di consolidamento, i compositi fibrorinforzati sono prodotti ad alte prestazioni, leggeri ed eco-efficienti. Con prospettive di ulteriore innovazione in essere

Mario Losasso

Nello scenario del costruire contemporaneo gli sviluppi delle tecnologie produttive e di costruzione tendono a incorporare sempre maggiori quantità di conoscenza scientifica, inducendo nuove modalità nel correlare

l'innovazione alle logiche di trasferimento tecnologico, ai modelli di produzione e alle concezioni progettuali. L'incidenza del "fattore conoscenza" assume dunque una sempre maggiore rilevanza per il valore aggiunto incorporato in quegli ambiti del settore edilizio in cui specifiche tecnologie innovative – quali quelle relative ad alcuni materiali compositi, ai tessili tecnici, ai materiali nanostrutturati, ai film sottili FV, ai CFS – si attuano attraverso filiere produttive e gamme di prodotti basate sui principi di dematerializzazione, flessibilità, produzione snella e alto valore aggiunto incorporato nel prodotto.

Attualmente una parte della produzione industriale è rivolta a un mercato meno artigianale e meno dominato da una produzione di massa connotata da un basso grado di specializzazione nella fase di applicazione dei prodotti stessi. In particolare, alcuni settori produttivi un tempo definibili "di nicchia", si presentano oggi



con maggiori livelli di competitività rispetto alle tecniche convenzionali attrezzandosi per una maggiore diffusione sul mercato.

Rete bidimensionale (0°/90°) in fibra PBO ad alte prestazioni (Ruredil).

Puntando sulla qualificazione prestazionale e su un alto valore aggiunto, si stanno collocando sul versante di una produzione snella, capace di fornire varietà e qualità dei prodotti con altre interessanti implicazioni che riguardano il progressivo abbassamento della consistenza materiale e del grado di prefigurazione del prodotto stesso, senza che questo voglia significare riduzione delle prestazioni offerte. I semilavorati assemblabili in "pacchetti" o in sistemi sono realizzati in stabilimento come prodotti versatili, definiti nei termini delle molte possibilità combinatorie offerte con sistemi integrati di semilavorati che rappresentano la "formula" con cui essi sono commercializzati, consentendo flessibilità di prodotto, di materiali e di utilizzo degli impianti di produzione.

I cicli di produzione brevi hanno l'effetto indot-

**TESSUTI, LAMINE, BARRE E
MATRICI**

**COSÌ SI CONFIGURANO I
MATERIALI COMPOSITI, SEMPRE
MENO DI NICCHIA E SEMPRE PIÙ
DIFFUSI.**

Fibrorinforzati In dieci punti

- 1 Sono personalizzabili
- 2 Sono leggeri - per valore dimensionale, peso
- 3 Sono leggeri - per valore di impatto ambientale
- 4 Impatto ridotto 1- risorse impiegate minimizzate
- 5 Impatto ridotto 2 - per i processi produttivi snelli
- 6 Impatto ridotto 3 - per il contenimento dell'impegno logistico (stoccaggio, trasporto, sistema degli ordini)
- 7 Impatto ridotto 4 - per le applicazioni custom fit
- 8 Velocità di posa in opera e pulizia del cantiere
- 9 Hanno una ridotta invasività nei confronti del contesto ospitante
- 10 Sono flessibili e adattabili

to di ridurre le giacenze e le scorte di magazzino, così come si riduce la lavorazione degli elementi: con il sostegno della conoscenza non è tanto l'alta tecnologia, quanto l'alto valore aggiunto che entra in maniera più diffusa nella produzione.

Questa direttrice innovativa di discontinuità vede dunque una produzione specializzata benché versatile, caratterizzata da alte prestazioni ma gestibile nella fase di realizzazione dei manufatti da squadre di operatori esperte a cui però non si richiede un eccesso di specialismo, che contraddirebbe la necessaria tendenza a facilitare le modalità esecutive.

L'indirizzo industriale così definito si attua attraverso una progressiva dematerializzazione dei processi e dei prodotti che, altrimenti, non sarebbero gestibili secondo le premesse precedentemente richiamate.

Le prerogative di dematerializzazione pongono in secondo piano gli aspetti quantitativi per introdurre qualità e valore aggiunto, un uso

ridotto di materiali e l'impiego di conoscenza incorporata sotto forma di elevate prestazioni e proprietà accanto a significativi servizi integrati al prodotto.

Nel panorama della produzione industriale per l'edilizia queste considerazioni sono valide per prodotti relativi alla nuova edificazione ma anche per quelli espressamente orientati al mercato del recupero edilizio che, come è noto, è caratterizzato dalla specificità dei casi, dalla parcelizzazione ma anche dalla consistenza numerica degli interventi.

Per il recupero, oggi, si producono prodotti dedicati o si prefigurano soluzioni tecniche specifiche con prodotti e sistemi di tipologia più versatile, veicolate da strategie di marketing e dall'informazione tecnica che diviene un significativo supporto operativo e un fattore di offerta di servizi.

Nella prassi manutentiva e di riqualificazione degli edifici si interviene oggi su parti di completamento e su elementi strutturali, sia per la riparazione e il ripristino di situazioni degradate dovute al naturale invecchiamento dei materiali o a processi patologici che inducono decadimenti prestazionali e condizioni di guasto, sia con interventi di riqualificazione per introdurre un incremento delle prestazioni esistenti o di prestazioni non previste originariamente in fase di concezione e costruzione del manufatto, configurando in questo caso anche soluzioni per la prevenzione dei rischi tecnici.

Nel campo degli interventi sulle parti strutturali, la riparazione e l'aggiornamento, adattamento o adeguamento prestazionale sono attuati con l'utilizzo di tecnologie e soluzioni innovative per implementare i sistemi edilizi preesistenti.

All'interno di questo quadro operativo si colloca il campo degli interventi di retrofit che si attuano su parti ed elementi strutturali non più in grado di fornire adeguate prestazioni anche per il fatto di essere di concezione e realizzazione datate.

In questo ambito del recupero si posizionano molteplici categorie di intervento attuate con le tecnologie dei materiali compositi fibrorinforzati a fibra lunga, poiché le applicazioni sono realizzate con nuove tecnologie fornendo un apporto prestazionale

Tessuto secchi
in fibra di carbonio,
vetro,
aramide
(BASF).



Denominazione	Matrice	Rinforzo	Caratteristiche del sistema	Caratteristiche degli interventi	Campi d'applicazione
FRP (Fiber Reinforced Polymer)	Organica a base di resine epossidiche	Fibra di carbonio (CFRP) Fibra di aramide (AFRP) Fibra di vetro (GFRP)	Ridotto spessore (nell'ordine del mm). Peso estremamente ridotto. Elevata resistenza agli agenti aggressivi. Elevata adattabilità alla morfologia dei supporti*. Bassa conduttività termica. Costo medio/elevato. <i>*Per i sistemi con tessuti</i>	Salvaguardia dei caratteri costruttivi. Non invasività. Reversibilità. Manodopera specializzata. Velocità di posa in opera.	-Strutture in cemento armato. -Strutture in muratura. -Strutture in legno. -Strutture metalliche.
FRCM (Fiber Reinforced Cementitious Matrix)	Inorganica stabilizzata a base cementizia	Fibra di carbonio Fibra di PBO (poliparafenilenebisobisoxasolo)	Ridotto spessore (nell'ordine del cm). Peso ridotto. Buona resistenza al fuoco. Costo medio. Buona adattabilità alla morfologia dei supporti.	Salvaguardia dei caratteri costruttivi. Manodopera non specializzata. Facilità di posa in opera.	-Strutture in cemento armato. -Strutture in muratura.
SRP (Steel Reinforced Polymer)	Organica a base di resine epossidiche	Fibra di acciaio	Ridotto spessore (nell'ordine del mm). Peso ridotto. Costo medio. Buona adattabilità alla morfologia dei supporti.	Salvaguardia dei caratteri costruttivi. Non invasività. Reversibilità. Manodopera specializzata. Velocità di posa in opera.	-Strutture in cemento armato. -Strutture in muratura.
SRG (Steel Reinforced Grout)	Inorganica stabilizzata a base cementizia	Fibra di acciaio	Ridotto spessore (nell'ordine del cm). Peso ridotto. Buona resistenza al fuoco. Costo basso. Buona adattabilità alla morfologia dei supporti.	Salvaguardia dei caratteri costruttivi. Economicità. Manodopera non specializzata. Facilità di posa in opera.	-Strutture in cemento armato. -Strutture in muratura.

innovativo e integrativo per l'adeguamento o il ripristino di elementi tecnici degradati. Tali tecnologie rappresentano una efficace alternativa alle convenzionali tecniche di rinforzo strutturale, in virtù delle elevate prestazioni di resistenza meccanica e delle potenzialità espresse per soddisfare i requisiti di salvaguardia dei caratteri costruttivi, morfologici e spaziali degli edifici. Anche in virtù di tali prerogative, in pochi anni il mercato dei compositi fibrorinforzati per il rinforzo delle strutture è cresciuto con lo sviluppo di significative innovazioni e prospettive di ulteriori applicazioni sperimentali.

Fattori di successo delle tecnologie nel retrofit strutturale

I materiali compositi fibrorinforzati offrono, con un quantitativo minore di risorse materiali utilizzate, prestazioni analoghe o superiori rispetto ai prodotti convenzionalmente impiegati per le stesse finalità, modificando inoltre il comportamento delle strutture esistenti con trasformazioni fisiche di fatto non visibili se non in casi specifici.

Le tecnologie che si stanno affermando sul mercato sono quelle dei compositi a matrice organica con resine epossidiche e quelle a matrice

inorganica a base cementizia.

Con questi materiali non si è trattato di adattare al settore edilizio dei sistemi provenienti da altri settori produttivi – l'aerospaziale e il nautico – ma si sono sviluppate ulteriori innovazioni trasformando processi produttivi e prodotti rispetto a quelli di provenienza in seguito a progressive azioni di perfezionamento, adeguamento e rielaborazione, attraverso le quali si è persa in parte traccia del prodotto nella sua "configurazione" originaria.

I fattori di successo di queste tecnologie sono riscontrabili nella fase di produzione, in quella di progettazione e in quella di realizzazione. In tutte le fasi si trova infatti corrispondenza fra

prodotto innovativo ed esigenze degli utilizzatori finali, con l'introduzione di vantaggi reali per gli utilizzatori e marcando una superiorità tecnica

dei nuovi prodotti rispetto a quelli già presenti sul mercato. Prodotti e processi in materiali compositi fibrorinforzati stanno acquisendo vantaggi competitivi, ottenuti con un posizionamento strategico aderente alla sfera delle esigenze degli utilizzatori finali e dovuti all'incremento della domanda.

Con la dematerializzazione e la flessibilità si è

**COMPOSITI ECO-EFFICIENTI
PREVALE LA LEGGEREZZA IN TERMINI
DI PESO E DI IMPATTO AMBIENTALE
CHE DETERMINA UNA SIGNIFICATIVA
ECO-EFFICIENZA DEI MATERIALI.**

in presenza di una produzione basata su prodotti personalizzati, configurabili o su misura, a cui si associano, più a valle nella filiera del processo edilizio, analoghe concezioni che caratterizzano la fase di progetto e quella di realizzazione. Questi processi e prodotti dematerializzati applicati nel campo del rinforzo strutturale vedono la prevalenza della leggerezza in termini di peso e di impatto, determinando nuove logiche nelle innovazioni attuate per trasferimento tecnologico.

Alla dematerializzazione dei materiali compositi fibrorinforzati corrisponde una riduzione dei flussi di materiali che ne determina, percentualmente, una significativa eco-efficienza, con alti livelli di produttività delle risorse in relazione a una riduzione dei carichi sull'ambiente. La correlazione fra dematerializzazione ed eco-efficienza dei materiali compositi fibrorinforzati si basa sulla elevata qualità delle prestazioni in rapporto all'intensità di materiali e al peso, alla snellezza dei processi produttivi, alla sostituzione delle tecniche convenzionali con maggiore intensità di materiali.

La riduzione degli impatti vale anche per gli aspetti legati alla logistica (stoccaggio, trasporto, sistema degli ordini, applicazioni custom-fit, ecc.) oltre ai vantaggi e al valore aggiunto che prodotti di peso ridotto e di utilizzo personalizzabile in rapporto alle peculiarità dell'intervento presentano rispetto a quelli convenzionali. L'eco-efficienza rappresenta dunque uno dei fattori secondo cui leggere le nuove modalità di ciclo di vita dei compositi fibrorinforzati per il retrofit strutturale, consentendo di ottenere più alte prestazioni – di sicurezza, di benessere, ecc. – utilizzando meno risorse.

Un punto problematico permane quello del riciclaggio e della atossicità di alcuni prodotti. Tali tecnologie, prodotti e servizi utilizzano nella fase di input solo una frazione delle risorse convenzionalmente impiegate da altri prodotti equivalenti, attuando principi di protezione ambientale integrata e con bassa intensità di materiali.

Gli interventi di retrofit strutturale degli edifici richiedono risposte tecnologiche appropriate dal punto di vista strutturale che investono tuttavia anche altri aspetti della costruzione, maggiormente legati all'interfaccia con altre parti degli edifici con i loro specifici caratteri architettonici e costruttivi oltre che connotati da particolari prestazioni.



Operazioni di taglio di un tessuto unidirezionale in fibra di carbonio (BASF).

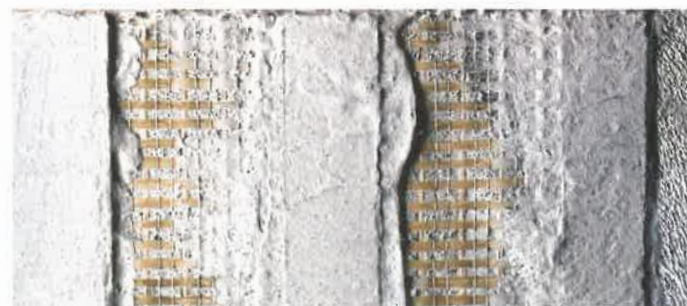
La tematica della compatibilità delle soluzioni di rinforzo strutturale nel progetto di recupero investe il soddisfacimento di specifici requisiti, facendo riferimento alla salvaguardia della riconoscibilità dei caratteri architettonici e costruttivi e delle altre prestazioni oltre quella della resistenza meccanica.

Nel campo delle innovazioni e delle sperimentazioni in atto sono in tal modo tenuti in maggiore considerazione rispetto al recente passato gli aspetti di leggerezza, ridotta invasività, velocità di messa in opera, pulizia del cantiere, possibilità di utilizzo di materiali più legati alla tradizione costruttiva rivisitati in chiave evoluta, minimizzazione dell'impiego di risorse, progetto e realizzazione "su misura".

Superato il momento di applicazione sperimentale, i sistemi con materiali compositi fibrorinforzati, possono essere considerati opzioni tecniche collocabili in una fase di passaggio da uno stadio "embrionale" a uno di crescita, favorito da una domanda che ha trovato favorevoli risposte grazie alla tipologia dei sistemi costituiti da tessuti, lamine, barre e matrici che, per il loro basso grado di complessità, presentano idonee caratteristiche di flessibilità, adattabilità e dematerializzazione.

**RAPPORTO PESO/PRESTAZIONI
L'ELEVATA QUALITÀ DELLE
PRESTAZIONI SI CONTROBILANCIA
CON IL PESO RIDOTTO E CON LA
SNELLEZZA DEI PROCESSI
PRODUTTIVI**

Sistema FRCM (Fiber Reinforced Cementitious Matrix): stratificazione in opera (Ruredil).



Segue a pagina 1594