

La manutenzione delle grandi opere

DALLA CULTURA DELLA R&D A UNA COSPICUA SERIE DI CASI APPLICATIVI DI SUCCESSO, CHE DENOTANO LA RAGGIUNTA MATURITÀ DELLE SOLUZIONI DI RINFORZO E MESSA IN SICUREZZA DELLE NOSTRE OPERE D'ARTE, "ASSEDIAE" DAGLI ANNI E DAI CARICHI VEICOLARI. STIAMO PARLANDO DEI MATERIALI COMPOSITI E DEI SISTEMI SVILUPPATI E PORTATI IN CANTIERE DA FIBRE NET SEMPRE PIÙ IMPIEGATI, PER ESEMPIO, SULLA RETE ANAS. VI RACCONTIAMO TUTTO IN TRE STORIE TECNICHE AD HOC.

La manutenzione delle grandi opere, e non solo, passa innanzitutto dalla ricerca e dallo sviluppo, per proseguire quindi attraverso la strada della certificazione e dell'applicazione, senza mai trascurare l'autentico fattore aggiunto dell'innovazione: *l'evoluzione continua*. Un caso emblematico di questo approccio, che nel caso specifico circoscriveremo all'ambito dei ponti e viadotti, arriva da un'azienda friulana con alle spalle già 20 anni di formazione e innovazione continue, per esempio nel campo dei materiali fibrorinforzati (sistemi FRP *Fiber Reinforced Polymer*,

FRCM Fiber Reinforced Cementitious Matrix e CRM Composite Reinforced Mortar), una risorsa sempre più impiegata non solo per il rinforzo e il miglioramento delle opere edili, ma anche di quelle infrastrutturali.

Al timone di Fibre Net c'è il presidente e direttore tecnico Andrea Zampa, che guida l'azienda insieme a sua sorella Cecilia, direttore generale e direttore commerciale. Tra i fiori all'occhiello: la primogenitura assoluta in Italia nella marcatura CE, di un sistema CRM per impieghi strutturali, ovvero RI-STRUTTURA, rete in fibre di vetro e resina termoindu-

Stefano Chiara

1. SS 647 Fondo Valle del Biferno: la recente riqualificazione del viadotto Molise II





2, 3, 4. Viadotto Franco, RA Sicignano-Potenza, Basilicata: intervento di confinamento di pile in calcestruzzo armato

rente monolitica nata per l'edilizia ma ormai cresciuta anche tra le infrastrutture. *"Proprio nel campo del fibrorinforzo di grandi opere - sottolinea Andrea Zampa - abbiamo riscontrato risultati superiori alle aspettative, ragion per cui ho fiducia che proprio questo mercato ci riserverà ancora molte soddisfazioni"*. Lo lasciano intuire il contesto di grande fermento in materia di riqualificazione e messa in sicurezza, il fatto che i fibrorinforzi siano ormai una tecnica ormai più che consolidata, anche grazie al corpus normativo che la sostiene (a partire dalle Linee Guida CNR DT 200 R1/2013 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione e il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati - Materiali, strutture in c.a. e in c.a.p., strutture murarie). E, guardando allo specifico Fibre Net, lo lascia capire anche il senso di una recente partnership tecnico-commerciale con una realtà specializzata proprio nella materia infrastrutture, (strade ma anche ferrovie, innovazioni ma anche gestione della commessa) come AstepON, il gruppo guidato da Giorgio Mannelli.

Fibrorinforzi e grandi opere, dunque. Prima di entrare ancora più a fondo nel tema passando in rassegna alcuni esempi applicativi particolarmente significativi, possiamo solo aggiungere che, oltre al fattore "materico" e "tecnologico", tipico del prodotto, Fibre Net cura particolarmente anche l'aspetto del servizio, per gestori, progettisti (dalla diagnostica alla progettazione vera e propria) e imprese (dalla gara al cantiere). Un altro campo in cui le sinergie con AstepON possono dare ulteriori buoni frutti. *"Vogliamo essere considerati - conclude Zampa - un vero e proprio partner, nell'ambito degli interventi di risanamento, ripristino e miglioramento del patrimonio infrastrutturale esistente, in grado di affiancare enti, progettisti e imprese nelle scelte più opportune ed efficaci finalizzate al consolidamento, al miglioramento e adeguamento strutturale, nonché al mantenimento della durabilità del bene"*.

Patrimonio infrastrutturale

Grandi viadotti opportunamente fibrorinforzati. Per esempio sulla rete Anas (Gruppo FS Italiane), gestore che dal 2015 si è imposto come leader nazionale nel campo della riqualificazione e messa in sicurezza del patrimonio infrastrutturale nazionale esistente, anticipando di fatto il "megatrend" post-Polcevera tuttora in atto. Alcuni esempi che possiamo qui menzionare riguardano i rinforzi dei viadotti Cammarà sul raccordo RA 05 Sicignano-Potenza oppure quelli dei viadotti Gallamara e Cornutello sulla SS 92, entrambi interventi eseguiti in Basilicata per Anas da Peluso Costruzioni e altre imprese nel 2019 con l'impiego di sistemi Fibre Net (ci ritorneremo). Sempre in Basilicata e ancora una volta sul RA Sicignano-Potenza, Franco Scarl (Infratech Consorzio Stabile Scarl, MDM Costruzioni Generali Srl, ITAL Sem Srl) nel 2021 ha quindi eseguito, per la Struttura Territoriale Basilicata Anas, un confinamento di pile di ponte in c.a. impiegando tessuti unidirezionali Fibre Net in fibra di carbonio ad alta tenacità. Ultimo, ma non ultimo il caso dell'iconico viadotto Molise II, recentemente sottoposto a un intervento di consolidamento e impermeabilizzazione con lavori affidati a Research-Consorzio Stabile ARL con Infrastrutture Srl nel

ruolo di esecutore e Fibre Net in quello di fornitore. Ma entriamo nel vivo, in prima battuta e a titolo esemplificativo, proprio di quest'ultima "grande manutenzione" per soffermarci successivamente su un'ulteriore best practice, sempre tratta dall'intenso lavoro svolto e in svolgimento lungo la rete Anas. In questo caso si tratta di interventi di rinforzo risalenti al 2019: una retrospettiva che molto ci rivela, peraltro, della "tradizione Fibre Net" per quanto riguarda anche questo genere di applicazioni.

Viadotto Molise II

Siamo nel cuore del Belpaese, sul lago di Guardialfiera in prossimità della diga del Liscione, in Molise, in un contesto d'eccellenza ed eccezione sia dal punto di vista naturalistico, sia infrastrutturale (al sito abbiamo anche dedicato la copertina del numero di luglio 2021). Qui, tra gli altri, campeggia il viadotto Molise II, lunghezza 3.632,60 m, 124 campate di 29 m sviluppate su quattro travi di forma a doppio T collegate da una soletta in calcestruzzo. Le sue pile hanno altezza variabile dai 9 ai 25 m. L'opera, posta lungo la SS 647 Fondo Valle del Biferno, a circa mezzo secolo dalla sua costruzione è stata recentemente oggetto di un intervento di manutenzione straordinaria guidato del Compartimento Anas di Campobasso. Esecutore dei lavori, per conto dell'affidatario Research-Consorzio Stabile ARL, è stata l'impresa Infrastrutture Srl, la quale ha selezionato Fibre Net come fornitore di soluzioni impiegate negli interventi di consolidamento e impermeabilizzazione delle solette, nonché di sostituzione delle barriere metalliche e degli impianti tecnologici destinati a captazione, trattamento e gestione dei liquidi inquinanti.

Ma occupiamoci dell'intervento con particolare riferimento alle soluzioni Fibre Net (linee tecniche Struttura, Integra e Acqua, prodotti rispondenti ai requisiti richiesti dai principali gestori stradali e ferroviari). Dopo demolizione del cordolo e idrodemolizione e perforazione della soletta in calcestruzzo, sono state applicate nuove armature, mentre quelle esistenti sono state trattate con l'impiego di una malta cementizia (Integra Ferro-RF718) dall'elevata adesione alle armature metalliche, nonché idonea alla passivazione del ferro soggetto a corrosione. Dopo-

Progettazione e produzione **Made in Italy** di **sistemi certificati** e performanti

Fibre Net è un'azienda che si distingue nella progettazione e produzione, esclusivamente in Italia, di sistemi certificati che trovano utilizzo nell'ambito degli interventi di risanamento, ripristino e miglioramento del patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente. Alla base della sua impostazione aziendale vi è una solida competenza progettuale ed esecutiva che, coniugando know-how tecnico e tecnologico, consente di sviluppare prodotti e sistemi performanti e certificati. È il caso, ad esempio dei prodotti FRP della linea Betontex primi in Italia ad ottenere il CVT - Certificato di valutazione tecnica all'impiego - o di quelli RI-STRUTTURA primo sistema CRM (Composite Reinforced Mortar) ad aver ottenuto la certificazione CE per arrivare, poi, alle malte tecniche e prodotti da ripristino opportunamente sviluppati per rispondere ai requisiti richiesti dai principali gestori stradali e ferroviari.

diché, sulla soletta è stato eseguito un getto preceduto dall'applicazione di un promotore di adesione (Integra Special-LT734) e seguito da un getto ulteriore con betoncino cementizio premiscelato fluido-fibrorinforzato con fibre sintetiche ed espansivo in aria (Struttura Fluido-FL475) a cui è stato aggiunto un additivo anti-ritiro (Integra Special-SRA513). Infine, i getti sono stati ricoperti con teli di tessuto non tessuto. Le operazioni successive: posa delle armature del cordolo, posa delle casseforme e getto del calcestruzzo strutturale, previa applicazione di una malta cementizia premiscelata, tixotropica, bicomponente e impermeabilizzante (Acqua scudo CEM-SC601). Il getto dei giunti è stato quindi eseguito con calcestruzzo reoplastico a ritiro controllato confezionato con un legante espansivo superfluido (Integra Lego-LP15). In conclusione, sono state poste in opera le nuove barriere, impermeabilizzata la nuova soletta e steso il tappeto di usura.

Basilicata bridge to bridge

Dal Molise alla Basilicata. Dal 2022 al 2019. Una retrospettiva che ci porta a raccontare, restando sempre dentro il network Anas, due tipologie di interventi, già citati in pre-

5. Ancora nel cantiere del viadotto Molise II

6. Getto di calcestruzzo per la realizzazione della nuova soletta



7, 8, 9. Fasciature in fibra di carbonio per il rinforzo del viadotto Cammardà, in Basilicata (intervento 2019)



cedenza. Entrambi, rispettivamente sul Viadotto Cammardà (Raccordo Autostradale 05 Sicignano-Potenza) e sui Viadotti Gallamara e Cornutello (SS 92) a Sant'Arcangelo (Potenza), sono stati effettuati con soluzioni tecniche Fibre Net da un RTI composto da Peluso Costruzioni Srl con Pel Car Srl, Gielle Costruzioni e Restauro Soc. Coop Giugliano Costruzioni Metalliche Srl.

Viadotto Cammardà

Il viadotto Cammardà è un impalcato costituito da travi precomprese articolate in una serie di campate scandite da pile di differente conformazione. Su ogni pila poggiano 3 travi con sezione a T rovesciata. In alcune campate, spiegano gli specialisti di Fibre Net, si è resa necessaria la riparazione delle travi precomprese a sezione variabile poste all'esterno dell'asse stradale, ovvero le travi di bordo. L'attività, in particolare, ha riguardato il solo rinforzo a taglio delle travi, in modo da incrementarne le caratteristiche strutturali. L'intervento di rinforzo eseguito è consistito nella posa di fasciature in fibra di carbonio FRP (*Fiber Reinforced Polymer*) a intervalli regolari (interas-

se 40/45 cm) e andamento verticale per l'intera superficie di sviluppo delle travi e per un totale di circa 1000 m² di tessuto. Il Sistema Betontex è stato impiegato per le porzioni di travi in prossimità delle pile di appoggio e per un'estensione di circa 400-450 cm da entrambe le parti rispetto all'appoggio stesso. Le fasciature in tessuto unidirezionale in carbonio, larghe 30 cm, sono state posizionate in singolo strato e hanno avvolto ogni trave a T rovesciata per l'intera superficie. La posa è stata eseguita secondo il ciclo di applicazione prestabilito dal sistema, ovvero con un primo strato di primer epossidico e un successivo di resina tixotropica di impregnazione. Per contrastare la "spinta a vuoto" che si genera nel rinforzo e che potrebbe portare al distacco dello stesso dalla trave, sono stati utilizzati elementi di connessione in FRP (*Fiber Reinforced Polymer*). Queste barre parzialmente impregnate con resina sono state posate a intervalli regolari e in asse con la larghezza di ciascuna fasciatura, in corrispondenza del cambio di sezione, consentendo così un'adeguata e corretta adesione del tessuto alla trave e, dunque, assolvendo nel modo migliore alla funzione di rinforzo richiesto.

Viadotti Gallamara e Cornutello

I viadotti Gallamara e Cornutello sono costituiti da una serie di campate realizzate da 4 travi in cemento armato pre-compresso con sezione a T con bulbo inferiore, poste a interasse pari a 246 cm, ciascuna con lunghezza pari a 30 m circa. Lo stato di usura dei viadotti ha richiesto un intervento di manutenzione consistito sia nel risanamento del calcestruzzo delle parti centrali nell'intradosso dell'impalcato stradale, sia il rinforzo a flessione delle sole due travi di bordo delle campate in corrispondenza del bulbo inferiore. Per il rinforzo delle travi sono stati impiegati tessuti in materiali compositi, ovvero fasciature in fibra di carbonio FRP (*Fiber Reinforced Polymer*) posate in doppio strato. L'intervento ha riguardato sia la parte inferiore del bulbo delle travi, di larghezza pari a 50 cm, sia entrambe le pareti del bulbo stesso per un'altezza di 15 cm, e ha richiesto l'impiego di circa 500 m² di tessuto in carbonio. Il sistema Betontex è stato impiegato per l'intera lunghezza di ogni trave, mentre la posa delle fasciature in tessuto unidirezionale in carbonio è stata eseguita secondo il ciclo di applicazione prestabilito dal sistema.

Dopo l'applicazione di primer epossidico e successivo strato di resina tixotropica di impregnazione, le fasce sono state stese e impregnate con l'ausilio di un "rullo frangibolle" prima di procedere alla stesura di un ulteriore strato di



10

resina impregnante. A conclusione dell'intervento, un secondo strato di tessuto di carbonio è stato applicato a completa sovrapposizione del primo, come da prescrizione di progetto esecutivo. ■■

10. Manutenzione del viadotto Gallamara (SS 92), ancora una volta intervento Anas

Le virtù dei materiali fibrorinforzati dai ponti stradali ai cavalcaferrovia

Dalle opere stradali a quelle ferroviarie. Tra le case history "rail" di Fibre Net scegliamo quella riguardante il risanamento strutturale e conservativo di un cavalcaferrovia, a Novara, con materiali compositi in FRP (*Fiber Reinforced Polymer*) con fibre di carbonio. Si tratta di un'opera d'arte storicamente nevralgica per la viabilità urbana, caratterizzata da una geometria con due parti distinte tra loro: una porzione in rettilineo, lato Novara, costituita da un impalcato continuo a struttura iperstatica, e un tratto, lato Milano, contraddistinto da una successione di campate isostatiche che realizzano una curva rampante. L'opera, la cui costruzione risale al 1930, ha manifestato evidenti segni di dissesto, causati anche dall'assenza di un'ideale impermeabilizzazione. Nel corso del 2018, accertato il degrado della struttura (distacco ed espulsione dei copriferri, carbonatazione e ossidazione dei ferri d'armatura, disgregazione del cemento, persino perdite di sezioni, eccetera), è stato messo a punto un progetto di intervento di restauro e rinforzo dell'opera, per un'estensione di circa 300 m, commissionato da Trenitalia (Gruppo FS Italiane) e progettato da Mercitalia Shunting & Terminal, società sempre del gruppo. L'intervento vero e proprio è stato eseguito da Notari Srl Costruzioni Speciali nel 2019, i sistemi Fibre Net sono stati posati da F.Ili B. System Srl. L'intervento di rinforzo strutturale ha previsto di realizzare un incremento della capacità resistente attraverso la posa in opera di barre integrative di armatura e, soprattutto, attraverso l'utilizzo di sistemi compositi in fibra di carbonio FRP (*Fiber Reinforced Polymer*) applicati sulle travi di impalcato del cavalcaferrovia con l'obiettivo di aumentarne sia la resistenza a flessione che quella a taglio. Il sistema Betontex è stato impiegato sia in forma di lamine in CFRP sia tramite l'incollaggio di tessuto CFRP, applicato su tutte le campate isostatiche del cavalcaferrovia per un totale di 14 campate, ciascuna costituita da 6 travi fuori spessore, con un impiego di circa 1000 m di lamina di carbonio. L'intervento di rinforzo a flessione ha invece previsto la posa di lamine FB-G14L-HM10 (larghezza 100 mm): 2 lamine affiancate sono state posizionate all'intradosso e 2+2 lamine sulle facce laterali delle travi. Per rinforzare a taglio le travi e allo stesso tempo migliorare la tensione di adesione tra lamina e supporto sono state quindi eseguite fasciature trasversali in tessuto unidirezionale in carbonio Betontex FB-GV320U-HM.



11



12

11, 12, 13. Lo storico cavalcaferrovia che collega il centro di Novara alla direttrice che porta a Milano sovrappassando la stazione ferroviaria della città piemontese nel 2019 è stato sottoposto a un complesso intervento di "restauro" conservativo



13