

CONSOLIDAMENTO E RINFORZO CON FRP DEL VIADOTTO PIOVERNA SULLA S.S.36

INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL VIADOTTO PIOVERNA E DEI SUOI RAMI DI SVINCOLO: UNA SFIDA, SOSPESI A OLTRE 70 M DI ALTEZZA, INSERITA IN UN AMPIO PROGRAMMA DI MANUTENZIONE PROGRAMMATA DELLE PIÙ IMPORTANTI OPERE VIABILISTICHE DELLA LOMBARDIA

La strada statale 36 del Lago di Como e dello Spluga collega Cinisello Balsamo, nell'immediato hinterland milanese, al confine svizzero in corrispondenza del passo dello Spluga. La S.S. 36, che costituisce la principale via d'accesso

alla Valchiavenna, alla Valtellina e all'Engadina in Svizzera, è una delle arterie stradali più trafficate del Nord Italia. Venne istituita nel 1928 con il seguente percorso: Milano-Monza-Lecco-Chiavenna-Spluga-confine svizzero. Inizialmente, la strada fra Milano e Lecco aveva un tracciato completamente diverso dall'attuale mentre seguiva poi, nel suo ultimo tratto, il vecchio tracciato della Via Spluga. Il percorso venne mutato nel 1990, inglobando nella S.S. 36 la superstrada "Nuova Valassina", costruita nel dopoguerra dalle province di Milano e Como. Una delle opere più rappresentative della S.S.36 è certamente il viadotto sul torrente Pioverna al km 75+400, nel territorio comunale di Bellano. Lo stato di conservazione dell'opera in oggetto risulta complessivamente buono sia riguardo l'impalcato in c.a.p., sia riguardo quellimetallici delle rampe di svincolo. Si presentano, tuttavia, situazioni puntuali di marcato stato di degrado strutturale che impongono la necessità di interventi tempestivi.

DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il viadotto Pioverna che attraversa l'omonimo torrente è costituito da due strutture gemelle indipendenti a doppia carreggiata, ognuna delle quali ha la particolarità di avere una o più rampe di svincolo direttamente innestate sull'impalcato principale. Le singole strutture sono costituite da pile cave ed impalcato a cassone precompresso con sezione variabile.

Si elencano di seguito le principali caratteristiche:

- tipologia: viadotto doppio in c.a.p. (doppia carreggiata separata);



- lunghezza: 176 m;
- appoggi: due pile + due spalle;
- campate: tre;
- impalcato: continuo a cassone in c.a.p., sezione rettangolare e altezza variabile.

STATO DI CONSERVAZIONE DELLE STRUTTURE

A seguito di sopralluoghi ed ispezioni effettuate dal Committente e dal Progettista, sono state rilevate le seguenti problematiche di degrado.

Spalle e testa pile

- Dissesto della spalla nord con evidente traslazione del manufatto verso valle;
- presenza di calcestruzzo degradato con armature ossidate in vista.



Impalcato in c.a.p.

- Cassone in c.a.p.: presenza di fessurazioni diffuse;
- apparecchi di appoggio: elementi visibilmente deteriorati soprattutto in corrispondenza delle spalle.

Impalcati metallici

- Porzioni di travi e traversi deteriorati in corrispondenza dei giunti di dilatazione;
- mensole metalliche e apparecchi di appoggio fortemente deteriorati o inefficienti.

In fase di esecuzione degli interventi previsti nel progetto esecutivo è emersa una generale evoluzione dello stato fessurativo nella struttura dell'impalcato. In particolare, sia sui setti laterali che all'intradosso, si evidenziavano fessure con giacitura a 45° rispetto all'asse del cassone stesso, molto più

evidenti rispetto ai sopralluoghi precedenti. Questo fatto ha portato il Committente e i Progettisti a prevedere immediatamente ad una integrazione del progetto di rinforzo dell'impalcato previsto in prima istanza.

DALL'ANALISI DELLO STATO FESSURATIVO ALLA PROPOSTA DI RINFORZO STRUTTURALE

La scelta del partner per l'esecuzione degli interventi di rinforzo strutturale è ricaduta su Fibre Net Group, che da oltre un ventennio è una realtà specializzata nella produzione di materiali compositi offrendo, inoltre, un servizio di ingegneria professionale dedicato all'assistenza, ricerca e sperimentazione nel settore delle infrastrutture.

Il team Fibre Net è intervenuto a fianco di Committente, Progettisti e Impresa per aiutare a comprendere meglio le cause dello stato fessurativo evidenziatosi sui conci del cassone in calcestruzzo armato precompresso.

Dopo un'accurata indagine sull'ampiezza e sulla posizione delle fessure, e dopo un'approfondita analisi dei carichi statici e dinamici dai quali la struttura è sollecitata, il suddetto quadro



3. Costruzione del viadotto nei primi anni Ottanta



4. Andamento fessure setti laterali



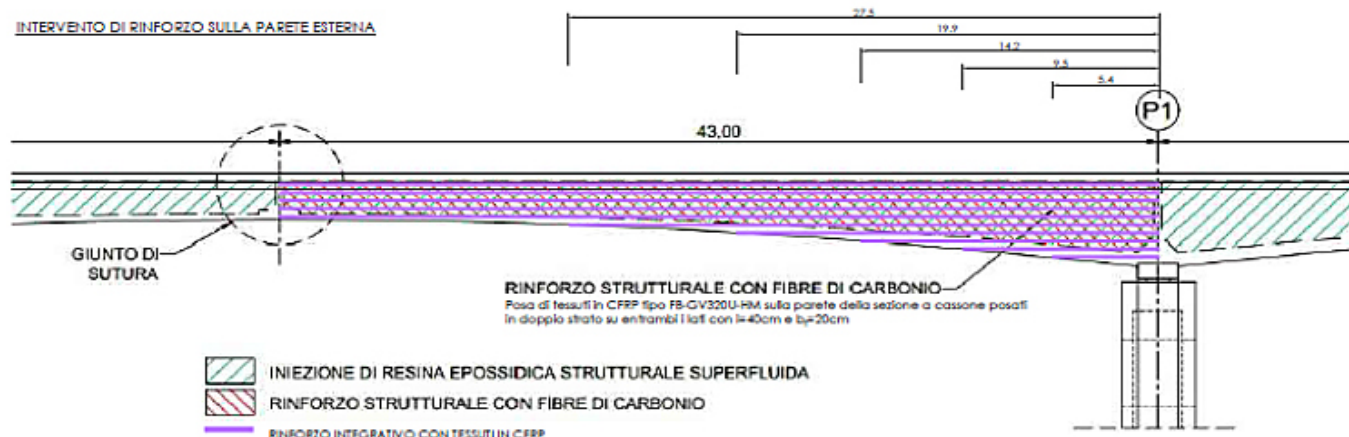
5. Fessure intradosso soletta cassone



6. Dettaglio fessure intradosso soletta cassone

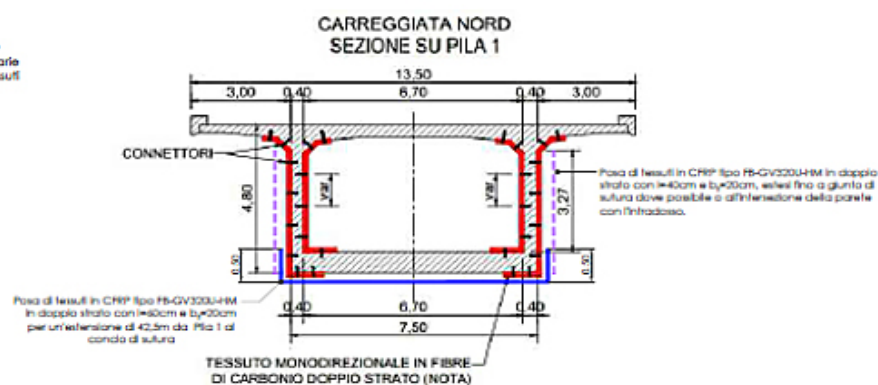
S00 - INTERVENTO DI RINFORZO DEL VIADOTTO PIOVERNA

INTERVENTO DI RINFORZO SULLA PARETE ESTERNA



INTERVENTO DI RINFORZO ALL'INTRADOSSO

NOTA: La posa dei tessuti in CFRP del presente intervento dovrà essere eseguita prevedendo le lavorazioni necessarie per garantire l'istantanea messa in carico dei rinforzi. I tessuti posati dovranno risultare tutti attivi.



7. Schema intervento di rinforzo con sistema CFRP

fessurativo è risultato compatibile con uno stato di sollecitazione di natura torsionale, le cui cause possono essere diverse tra cui:

- un diverso stato tensionale dei cavi di post tensione;
- un'asimmetria geometrica e di carico delle rampe di accesso al viadotto;
- modalità costruttive.

Tra queste diverse cause, quella dovuta all'asimmetria di carico delle rampe di accesso al viadotto è stata effettivamente riconosciuta come la probabile causa principale di formazione delle fessure.

L'INTERVENTO DI RINFORZO

Le lavorazioni hanno previsto una prima fase di risarcitura delle fessure esistenti mediante iniezioni di resina epossidica a bassa viscosità Integra Ripresa - RP 410, una seconda fase di ripristino del calcestruzzo tramite applicazione di malta cementizia polimerica modificata ed una terza fase, che corrisponde al rinforzo vero e proprio, con applicazione del sistema Betontex® composto da tessuto in fibra di carbonio unidirezionale ad alto modulo elastico e resine epossidiche.

Per migliorare la risposta strutturale si è disposto un rinforzo maggiore sui setti rispetto all'intradosso del cassone, mentre all'intradosso del cassone il rinforzo maggiore è stato applicato nella direzione trasversale rispetto a quella longitudinale.

SISTEMA BETONTEX

Tessuto unidirezionale in carbonio ad alto modulo 300 g/m ²	FB-GV320U-HM
Resina per incollaggio-impregnazione	FB-RC02
Resistenza a trazione nella direzione delle fibre	2.800 N/mm ²
Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre	350.000 N/mm ²
Area equivalente (Art)	167 mm ² /m
Spessore equivalente (per ogni strato di tessuto), teq	0,167 mm

8.

Ad oggi l'intervento di rinforzo è stato eseguito su metà campata centrale direzione nord (campata 2 tra pila 1 e cono di sutura). In Figura 7 lo schema dell'intervento eseguito.

Al fine di un efficace contrasto degli effetti torsionali, è necessario che i rinforzi siano attivi fin da subito e che siano in grado di esplicare la loro funzione senza incremento di deformazione lato calcestruzzo.

Per tale ragione, i rinforzi sono stati applicati ad impalcato scarico dai carichi accidentali da traffico.

Nella Figura 6 si riportano le principali caratteristiche meccaniche del tipo di rinforzo impiegato.



9. Montaggio ponteggio prima dell'intervento di rinforzo



10. Disposizione delle fasce di tessuto in carbonio sui setti



11. Applicazione delle fasce in carbonio

contribuire all'assorbimento degli sforzi di trazione nella misura pari a circa il 20% degli sforzi di trazione indotti dai carichi accidentali totali. La complessità e l'efficacia di questi interventi aprono la strada a ulteriori miglioramenti e a una seconda fase di modellazione generale, che potrebbe essere oggetto di un prossimo articolo. ■

⁽¹⁾ Ingegnere, Direttore di Cantiere della Collini Lavori SpA

ASPETTI DI ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

- Complessità dell'intervento sia per la quota esterna che per la gestione in sicurezza dello spazio confinato all'interno del cassone;
- ponteggi sospesi per circa 1.500 m² a oltre 70 m di altezza;
- posa in opera del sistema CFRP eseguita con limitatissime chiusure al traffico, esclusivamente notturne e coincidenti con altri cantieri di lavoro limitrofi lungo la S.S. 36, per lavorare con la struttura scarica nei rinforzi su intradosso.

CONCLUSIONI

Con riferimento al fattore di sicurezza determinato, l'intervento di rinforzo FRP posto a progetto determina un incremento di resistenza al taglio quantificabile in circa 20%. Inoltre, i rinforzi con FRP applicati hanno comportato chiusure al traffico limitate e notturne, consentendo un lavoro efficace su strutture sottoposte a ridotto carico. Per quanto riguarda l'incremento di resistenza a trazione longitudinale, i rinforzi di progetto sono risultati in grado di

DATI TECNICI

Stazione Appaltante: Anas SpA - Struttura Territoriale Lombardia

Contraente Generale: Collini Lavori SpA

Project Manager: Ing. Enrico Moretti - Errevia

Progetto esecutivo: Errevia Srl - Seteco Srl

Collaudo: Ing. Vitantonio Suglia

RUP: Ing. Marcello Buonamico

Direzione dei Lavori: Ing. Domenico Ortolano

Responsabile Sicurezza: Arch. Giuseppe Luciano

Direttore Tecnico dell'Impresa Collini: Ing. Alessandro Collini

Direzione di Cantiere: Ing. Paolo Pancini

Capocantiere: Geom. Domenico Di Palma

Esecutori dei Lavori: Collini Lavori SpA

Subappaltatori: DG Tecno Consulting, Service Ponteggi, Edil 2005

Importo dei lavori: 2.113.147 Euro

Durata dei lavori (giorni): 200