
COMUNE DI PADOVA



PROGETTO ESECUTIVO
INTERVENTI DI RECUPERO STRUTTURALE DEL
CAVALCAVIA BORGOMAGNO



COMMITTENTE: COMUNE DI PADOVA
Settore Lavori Pubblici

RUP: ING. MASSIMO BENVENUTI

PROGETTISTA
STRUTTURALE: ING. MASSIMILIANO LAZZARI
Collaboratore: ING. LUCA PELLIZZER



Laboratorio di Archeologia, Ingegneria, Restauro e Architettura
via Tagliamento, 8 - 35036 Montegrotto Terme (PD)
tel. fax 049 8911890 e-mail info@laira.it

titolo

Relazione generale

elaborato

data

scala

revisione

A

13/12/2019

0

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	3
1.1	Oggetto dell'intervento	4
2	RICOSTRUZIONE STORICA	5
3	RICOSTRUZIONE TIPOLOGICA	6
4	CRITERI PROGETTUALI DELL'INTERVENTO.....	7
5	PROBLEMATICHE RISCONTRATE E INTERVENTI PREVISTI	8
5.1	Cavalcaferrovia storico ❶	8
5.1.1	Principali fenomeni di degrado osservati.....	8
5.1.2	Interventi di recupero strutturale	8
5.2	Allargamento del cavalcaferrovia storico ❷	11
5.2.1	Principali fenomeni di degrado osservati.....	11
5.2.2	Interventi di recupero strutturale	11
5.3	Impalcato ❸	12
5.3.1	Principali fenomeni di degrado osservati.....	12
5.3.2	Interventi di recupero strutturale	12
5.4	Prolungamento del cavalcavia storico ❹	13
5.4.1	Principali fenomeni di degrado osservati.....	13
5.4.2	Interventi di recupero strutturale	13
5.5	Tratto ❺	14
5.6	Cavalcavia est su via Avanzo ❻	15
5.6.1	Principali fenomeni di degrado osservati.....	15
5.6.2	Interventi di recupero strutturale	15
5.7	Sovrappasso di via Eremitano ❼	16
5.7.1	Principali fenomeni di degrado osservati.....	16
5.7.2	Interventi di recupero strutturale	16
6	CONSIDERAZIONI FUNZIONALI.....	17
6.1	Assenza di barriera di sicurezza	17
6.2	Assenza di salubrità degli ambienti.....	17

1 INTRODUZIONE

La presente relazione tratta la descrizione dello stato di fatto e gli interventi di recupero strutturale del Cavalcavia Borgomagno, situato nei pressi della stazione ferroviaria di Padova. Si tratta di un'opera che presenta delle problematiche legate al verificarsi di fenomeni di degrado. Tali fenomeni, oltre a compromettere la durabilità di alcuni elementi strutturali, hanno provocato il distacco di pezzi di calcestruzzo (copriferri) nella sede ferroviaria e nelle sedi stradali introducendo quindi una problematica legata alla sicurezza degli utenti.

Sebbene nel programma di sviluppo cittadino sia prevista nel medio periodo l'abbattimento dell'intera struttura esistente e l'eventuale realizzazione di un nuovo scavalco, la situazione attuale, monitorata da recenti ispezioni svolte dai tecnici del Comune di Padova e di RFI ha comunque messo in luce la necessità di intervenire.

L'obiettivo dell'ente è quello di risolvere le maggiori criticità presenti in corrispondenza dell'attraversamento della linea ferroviaria legate ai fenomeni di degrado, in modo tale da consolidare l'opera consentendo di estenderne la vita utile per un periodo stimato in 10 anni.

In questa relazione si tratteranno quindi i seguenti punti:

- Descrizione della struttura esistente;
- Analisi delle maggiori criticità rilevate;
- Descrizione degli interventi proposti.

Gli interventi individuati potranno essere adattati durante l'attività di esecuzione dei lavori in funzione dello stato di conservazione effettivamente riscontrato negli elementi strutturali al momento delle attività. Eventuali altri interventi non evidenziati in fase di progetto potranno rendersi necessari nel caso in cui, durante l'esecuzione dei lavori, si manifestino stati di degrado ulteriori non prevedibili o non valutabili durante la fase di progettazione.

1.1 Oggetto dell'intervento

Il cavalcavia Borgomagno risulta essere un complesso strutturale molto articolato. L'intera opera si estende per una lunghezza complessiva di circa 150 m, dal superamento di Via Eremitano (direzione centro città) al passaggio su via Avanzo (direzione Arcella). Nella parte centrale invece è collocato il cavalcaferrovia.

L'impalcato risulta essere suddiviso in due carreggiate:

- Carreggiata lato est: destinata al transito del tram (sono installate due monorotaie) e in generale dei mezzi del trasporto pubblico. È provvista inoltre di un'ampia fascia destinata a marciapiede e pista ciclabile;
- Carreggiata lato ovest: destinata al transito del traffico ordinario, prevede due corsie, una per senso di marcia, e un marciapiede sul lato esterno.

Le due carreggiate sono caratterizzate da un andamento altimetrico differente e sono separate da una sorta di cordolo (non idoneo al transito dei mezzi) privo di guardrail.

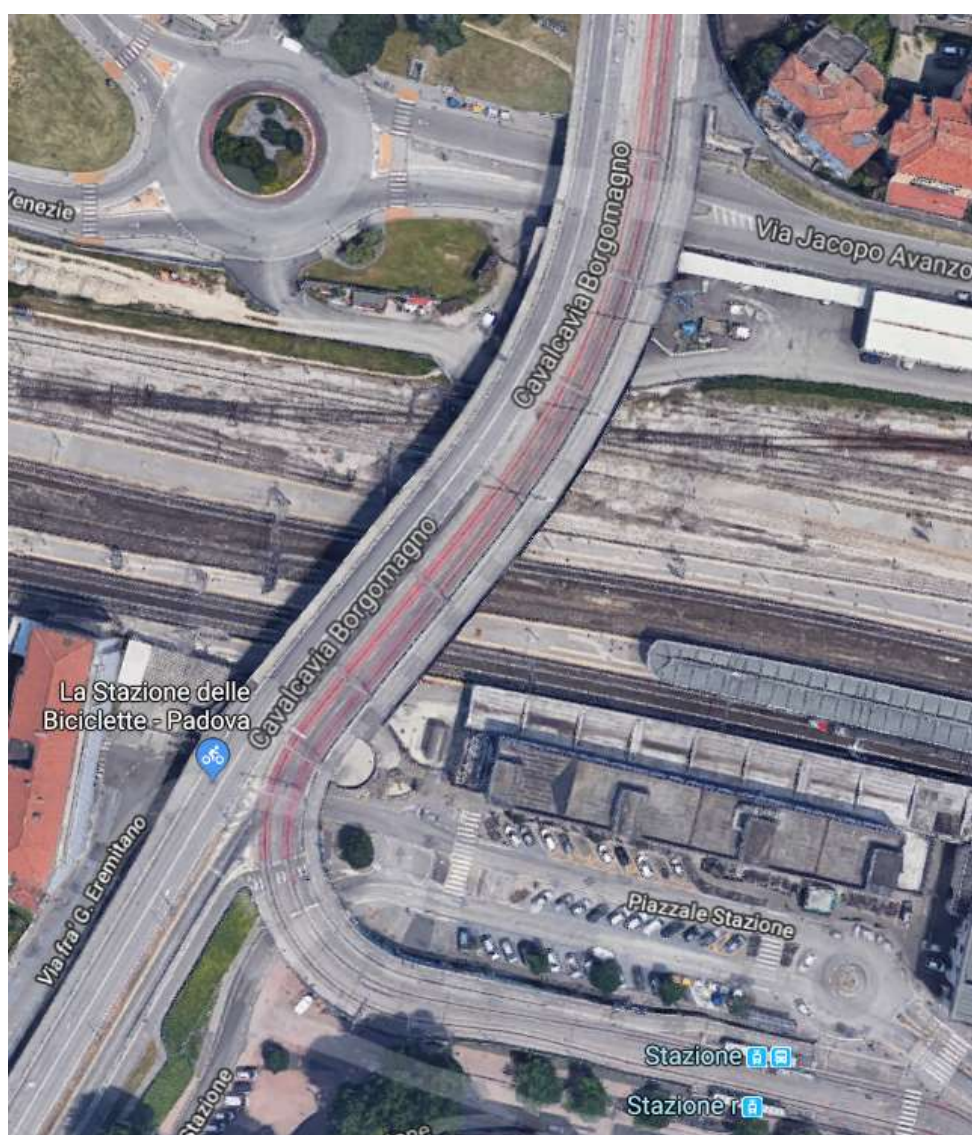


Figura 1 Immagine satellitare del cavalcavia Borgomagno

2 RICOSTRUZIONE STORICA

L'intera opera risulta essere stata realizzata in più stralci, in diversi periodi storici e con diverse tipologie costruttive. Dal materiale messo a disposizione dello scrivente le principali fasi di sviluppo dell'opera sono state le seguenti:

- 1903** L'Amministrazione, dopo aver vagliato diverse proposte progettuali, deliberò i lavori nel 1899 stipulando una convenzione con l'allora Amministrazione Ferroviaria e affidò i lavori all'impresa ing. Porcheddu Giovanni Antonio. Venne quindi realizzato il primo cavalcavia che comprendeva 3 campate di scavalco ferroviario e il sovrappasso di via Eremitano.
- 1948** Il Comune di Padova deliberò una convenzione per la ricostruzione della Stazione ferroviaria e del cavalcavia, dopo anni di attesa, nel 1957 divenne urgente l'allargamento cosicché vennero affidati i lavori alla Società Appalti Lavori carpenteria S.A.L.C. che realizzò l'intervento nel 1959 realizzando l'impalcato in struttura mista acciaio-calcestruzzo in corrispondenza delle 3 campate ferroviarie e totalmente in calcestruzzo nella prosecuzione verso via Avanzo.
- 1969** Le FF.SS. richiamata l'attenzione del Comune di Padova sulla necessità di intervenire sulla statica delle travi in c.a. del cavalcavia storico che presentavano condizioni di grave pericolosità (distacco di blocchi di calcestruzzo su una locomotiva in transito) furono affidati i lavori di ripristino delle strutture in c.a. alla ditta Fratelli Ferraro S.n.c. che furono completati nel 1977.
- 1991** L'ing. Giovanni Zuccolo, su incarico dell'Amministrazione Comunale, a seguito di una analisi sul degrado e sulla durabilità dei manufatti redasse un progetto generale di ripristino e rafforzamento delle strutture su tutti gli impalcati (campata su via Eremitano, terna di campate ferroviarie, campata su via Avanzo, e passerella metallica).
- 1991-1995** Per l'incremento delle linee ferroviarie in partenza dalla stazione di Padova si rese necessario l'ammodernamento della struttura che costituiva la prosecuzione verso Nord del cavalcavia storico (struttura costituita da archi in muratura di piccola luce in serie) e venne quindi costruito un impalcato in acciaio con soletta in c.a..
- 2000- 2010** Attività di verifica delle strutture esistenti per la nuova destinazione d'uso della carreggiata est a linea tranviaria svolta dallo studio Iconia di Padova.
- 2011** L'ing. Lamberto Briseghella, su incarico dell'Amministrazione Comunale, ha predisposto un progetto di manutenzione straordinaria sulle pile e sull'impalcato in corrispondenza degli appoggi della carreggiata ovest del cavalcavia in struttura mista.

3 RICOSTRUZIONE TIPOLOGICA

Viene riportata di seguito uno schema che identifica in modo qualitativo le diverse tipologie di impalcati presenti che costituiscono l'intero cavalcavia Borgomagno.

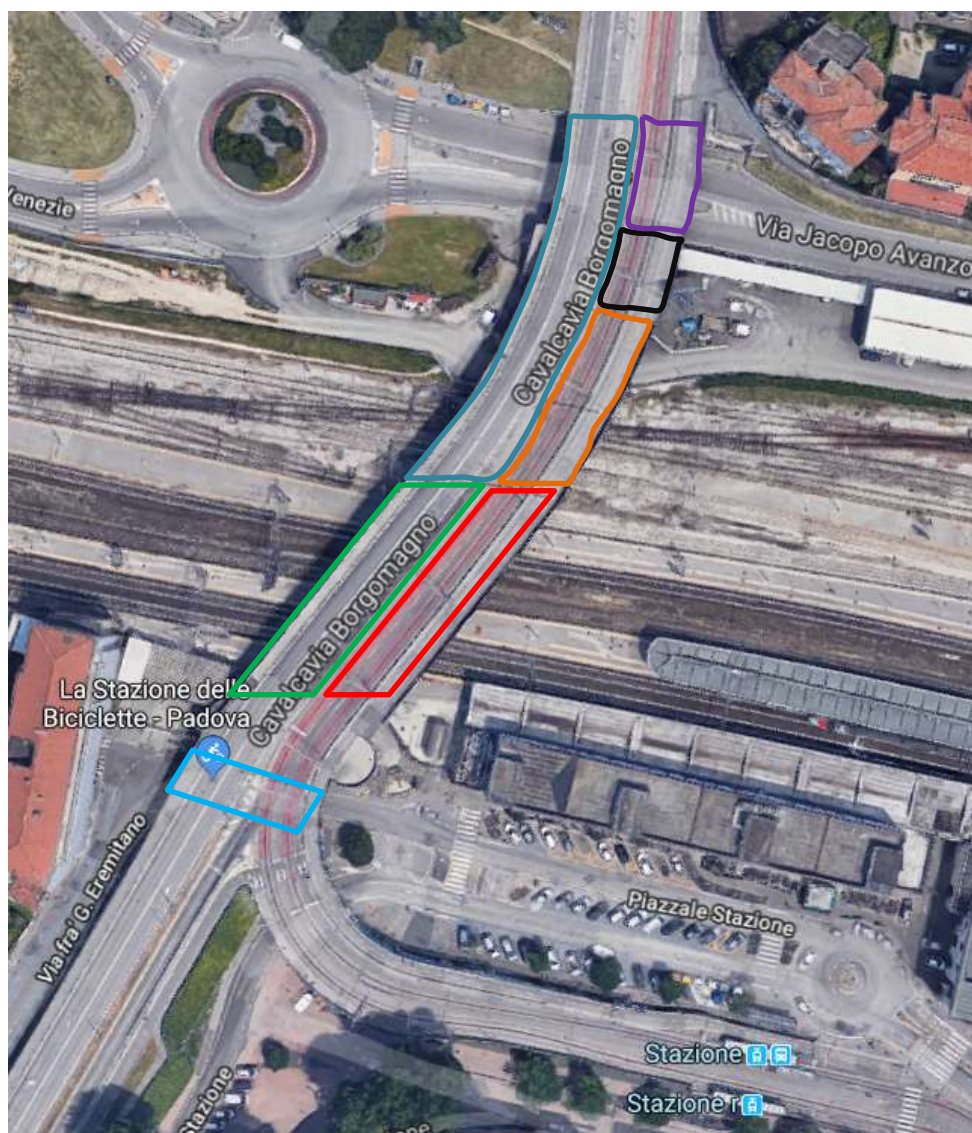


Figura 2 Individuazione tipologie strutturali presenti

- **1** Cavalcaferrovia storico del 1903 con pile in muratura e travi in c.a. Sul lato est è presente un allargamento in struttura metallica per sostenere la pista ciclopedonale.
- **2** Allargamento del cavalcaferrovia storico, oggetto successivamente degli interventi di manutenzione straordinaria del 2011. Pile in calcestruzzo e impalcato in struttura mista acciaio – calcestruzzo.
- **3** Impalcato in calcestruzzo armato coevo all'impalcato tipo **2**.
- **4** Impalcato in struttura mista acciaio – calcestruzzo in prosecuzione dell'impalcato storico **1**.
- **5** Terrapieno
- **6** Cavalcavia est in calcestruzzo armato su via Avanzo
- **7** Sovrappasso su via Eremitano

4 CRITERI PROGETTUALI DELL'INTERVENTO

Il criterio progettuale che ha condotto alla definizione degli interventi descritti nella relazione tecnica e negli elaborati grafici che la accompagnano è riportato al §8.4.1 delle NTC2018: “ripristino, rispetto alla configurazione precedente al danno, delle caratteristiche iniziali degli elementi o parti danneggiate”. Gli interventi previsti non producono infatti alcuna sostanziale modifica al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e si collocano quindi nell'ambito degli interventi di riparazione locale.

In particolare, gli interventi A e C1 prevedono rispettivamente l'integrazione delle armature esistenti mediante l'installazione di barre d'armatura in fibra di vetro e il rinforzo degli elementi metallici oggetto di corrosione pesante mediante la saldatura di piatti metallici integrativo alle sezioni ridotte dai fenomeni di ossidazione.

I rimanenti interventi, non hanno invece un vero e proprio carattere strutturale ma si possono intendere come interventi atti ad affidare alle strutture una adeguata durabilità che consentirà loro di conservare le proprie caratteristiche per i successivi anni.

5 PROBLEMATICHE RISCONTRATE E INTERVENTI PREVISTI

5.1 Cavalcaferrovia storico ①

5.1.1 Principali fenomeni di degrado osservati

Generalmente l'impalcato storico non manifesta preoccupanti stati di degrado tranne che per la campata di luce minore che mostra nella trave di bordo uno stato di conservazione compromesso. Si evidenzia in mezzzeria un avanzato stato di degrado che ha portato al distacco del copriferro e alla corrosione delle armature longitudinali inferiori delle travi. È da segnalare come questa trave, che è caratterizzata da un intradosso arcuato non sia stata oggetto degli interventi di ripristino del 1991.

La passerella metallica evidenzia un diffuso fenomeno di ossidazione, ma gli elementi che maggiormente sono oggetto dei fenomeni di corrosione sono le mensole metalliche.

5.1.2 Interventi di recupero strutturale

A) Interventi di ripristino delle zone maggiormente degradate

Nelle zone soggette ai fenomeni di degrado più intensi (ad es. quelli evidenziati in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) si propone un intervento che si articola nei seguenti punti:

- Rimozione del calcestruzzo ammalorato (fortemente fessurato e/o carbonatato e/o aggredito da cloruri) mediante idroscarifica a 800 bar, ottenendo alla fine un supporto macroscopicamente ruvido;
- Pulizia delle barre d'armatura, valutazione della sezione resistente residua e protezione delle stesse mediante passivanete cementizio tipo *BASF MasterEmaco P5000AP*;
- Integrazione dell'armatura mediante barre in fibra di vetro tipo *BASF MasterBrace BAR*;
- Installazione dei connettori a L in fibra di vetro;
- Installazione di rete in acciaio inox;
- Ripristino della sezione dell'elemento mediante applicazione a spruzzo di betoncino a base di malta cementizia tixotropica, fibrorinforzata ad espansione contrastata tipo *BASF MasterEmaco S499FR*.

B) Interventi di ripristino delle zone poco degradate

Nelle zone di calcestruzzo che non presentano fenomeni di degrado profondi ma che comunque evidenziano uno stato di conservazione tale da non garantire la durabilità nel tempo delle strutture (ad esempio le zone in cui si manifestano le fessurazioni evidenziate in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) viene previsto un intervento meno intenso che consiste nelle seguenti lavorazioni:

- Idropulizia a 350 bar al fine asportare eventuali parti incoerenti e/o ammalorate ottenendo alla fine un supporto macroscopicamente ruvido;
- Eventuale pulizia delle barre d'armatura affioranti e protezione delle stesse mediante passivante cementizio tipo *MasterEmaco P 5000 AP*;
- Rasatura superficiale della zona trattata mediante applicazione a spruzzo di betoncino a base di malta cementizia tixotropica, fibrorinforzata tipo *BASF MasterEmaco S950*.

C) Interventi di ripristino della passerella metallica

Costituito da strati di vernice protettiva ad alta durabilità il cui strato di finitura è di tipo poliuretanico alifatico, come da scheda ciclo del C.S.A. Il ciclo da applicare è il seguente:

- Idrolavaggio ad alta pressione (> 60 MPa) per rimuovere sporco, grasso, unto, pitture incoerenti, aggregati di ossidi incoerenti; in caso di ruggine localizzata di difficile asportazione, condurre pulizia localizzata mediante spazzolatura manuale o molatura; dopo il lavaggio, lo spessore minimo delle pitture pre-esistenti e non rimosse deve essere > 80 micron DFT;
- Applicazione sulle zone dove si è in presenza di metallo nudo e sugli spigoli (stripe coat), di una prima mano di pittura epossidica bicomponente del tipo surface tolerant avente residuo solido in volume > 80%; lo spessore minimo > 80 micron DFT;
- Applicazione su tutta la superficie della struttura di seconda mano di pittura epossidica bicomponente del tipo surface tolerant avente residuo solido in volume > 80%; lo spessore 100 micron DFT;
- Applicazione a pennello su spigoli, bordi, contorni dadi e bulloni, di pittura di finitura poliuretanica alifatica bicomponente;
- Applicazione su tutta la superficie di pittura di finitura poliuretanica alifatica bicomponente, spessore 80 micron DFT.

C1) Interventi di ripristino della passerella metallica

Per le mensole della passerella si prevede un intervento analogo al precedente descritto ma con integrazione di piatti mediante saldatura per gli elementi metallici eccessivamente intaccati da fenomeni di corrosione. La posizione dei rinforzi e la dimensione degli stessi saranno definiti in fase di esecuzione dei lavori in accordo con la Direzione Lavori. In tale fase infatti si potrà avere pienamente accesso alle aree e definire nel dettaglio l'intervento necessario per il rinforzo degli elementi degradati.

5.2 Allargamento del cavalcaferrovia storico ②

5.2.1 Principali fenomeni di degrado osservati

Generalmente le strutture portanti dell'impalcato (travi e soletta) e delle pile non manifestano evidenti stati di degrado. I principali problemi legati allo stato di conservazione si manifestano invece nelle plotte removibili in c.a. che costituiscono i marciapiedi, nei parapetti e nella trave di bordo in c.a.. Tali fenomeni hanno portato a diffusi fenomeni di distacco del copriferro (si possono notare molti pezzi di calcestruzzo intercettati dalle reti messe in opera all'intradosso dell'impalcato).

L'assenza di sigillatura delle plotte porta al percolamento delle acque meteoriche che hanno attaccato nelle zone di bordo le strutture metalliche che solo in queste zone sono soggette a fenomeni di ossidazione.

5.2.2 Interventi di recupero strutturale

D) Interventi a carico delle plotte

L'avanzato stato di degrado delle plotte rende qualsiasi intervento di recupero inopportuno e si preferisce quindi proporre la completa sostituzione delle plotte con nuovi elementi analoghi realizzati con un calcestruzzo con classe di esposizione XD3 / XF4 e caratterizzato da basso rapporto a/c , additivi aeranti e aggregati non gelivi. La sigillatura dei bordi, per evitare il percolamento all'intradosso avviene adottando la tecnica dei giunti delle pavimentazioni industriali che prevede l'impiego di un sigillante polisolfurico ad alta resistenza chimica nei confronti degli idrocarburi, elastico e colabile tipo *BASF Master Seal CR171*.

E) Interventi a carico del parapetto

Per il risanamento del parapetto si prevede l'esecuzione dell'intervento tipo *B)* descritto in precedenza, dove la rimozione del calcestruzzo ammalorato si prevede venga eseguita manualmente a martello e scalpello per evitare l'impiego dell'idroscarifica che comporterebbe la chiusura al traffico veicolare.

5.3 Impalcato ③

5.3.1 Principali fenomeni di degrado osservati

Per quanto è stato possibile ricostruire dal sopralluogo condotto si è potuto capire come le prime due opere (scavalco ferroviario e magazzini comunali) versino in uno stato di conservazione compromesso. Le zone maggiormente degradate sono le zone di bordo ponte e di giunto dove l'esposizione e il percolamento delle acque ha provocato estesi fenomeni di distacco del copriferro e di corrosione delle armature. Nei mesi precedenti sono state svolte delle attività di sostituzione della canaletta di raccolta delle acque meteoriche nel giunto tra i due impalcati e di tinteggiatura.

Diversamente invece accade per il sovrappasso su via Avanzo che non presenta evidenti segni di degrado ma piuttosto una mancanza di salubrità dell'ambiente dovuta alla presenza di colonie di piccioni che nidificano all'interno del vano creato dalla controsoletta.

5.3.2 Interventi di recupero strutturale

Gli interventi da attuare sono i medesimi descritti precedentemente che in questo caso vanno però estesi anche ai fusti delle colonne che costituiscono le pile. Sono da prevedere quindi:

- A) Interventi di ripristino delle zone maggiormente degradate
- B) Interventi di ripristino delle zone poco degradate
- D) Interventi a carico delle plotte

5.4 Prolungamento del cavalcavia storico ④

5.4.1 Principali fenomeni di degrado osservati

L'impalcato non presenta preoccupanti fenomeni di degrado se non in una determinata posizione, ossia in corrispondenza del traverso posto sulla pila intermedia. In questa zona infatti l'effetto del percolamento delle acque meteoriche dal giunto presente in soletta (sebbene sia presente un giunto da ponte tipico) ha aggredito il traverso inducendo importanti fenomeni di ossidazione. Nelle altre zone l'impalcato non presenta segni di degrado profondi ma piuttosto una diffusa superficiale ossidazione.

5.4.2 Interventi di recupero strutturale

C) Intervento di ripristino delle strutture metalliche

Si propone un intervento analogo a quanto descritto per la passerella metallica. L'intervento, per ragioni economiche è limitato alla sola campata che ricade in ambito ferroviario.

5.5 Tratto ⑤

Non si riscontrano problematiche nel terrapieno collocato tra via Avanzo e il cavalcaferrovia 4.

5.6 Cavalcavia est su via Avanzo ⑥

5.6.1 Principali fenomeni di degrado osservati

L'impalcato presenta fenomeni di degrado che si concentrano nelle travi di bordo e nei traversi principali per effetto del percolamento dell'acqua meteorica dall'impalcato che hanno provocato il distacco di porzioni di copriferro e la corrosione di armature. In alcune travi poi si notano danneggiamenti locali che potrebbero essere stati causati da urti di veicoli di eccessiva altezza non essendo visibili altri particolari segni di degrado.

5.6.2 Interventi di recupero strutturale

In queste zone non si sono individuati interventi per il ripristino delle strutture in quanto le limitate risorse economiche a disposizione, su indicazione del committente, sono state dedicate agli impalcati di scavalco ferroviario piuttosto che ai sovrappassi di via Avanzo e via Eremitano.

5.7 Sovrappasso di via Eremitano ⑦

5.7.1 Principali fenomeni di degrado osservati

L'impalcato presenta fenomeni di degrado che si concentrano nella trave di bordo per effetto del percolamento dell'acqua meteorica dall'impalcato che hanno provocato il distacco di porzioni di copriferro e la corrosione di armature. In alcune travi poi si notano danneggiamenti locali che potrebbero essere stati causati da urti di veicoli di eccessiva altezza non essendo visibili altri particolari segni di degrado.

5.7.2 Interventi di recupero strutturale

In queste zone non si sono individuati interventi per il ripristino delle strutture in quanto le limitate risorse economiche a disposizione, su indicazione del committente, sono state dedicate agli impalcati di scavalco ferroviario piuttosto che ai sovrappassi di via Avanzo e via Eremitano.

6 CONSIDERAZIONI FUNZIONALI

Oltre alle considerazioni legate ai fenomeni di degrado indotti principalmente dall'infiltrazione di acqua meteorica e dalla scarsa manutenzione delle opere, si vuole portare attenzione anche ad altri aspetti di carattere funzionale.

6.1 Assenza di barriera di sicurezza

Le due carreggiate, traffico ordinario nel lato ovest e sede tranviaria nel lato est, sono caratterizzate da quote del piano stradale differenti con dislivelli che raggiungono anche il metro di altezza. Tuttavia queste non sono separate da una barriera di sicurezza centrale. I veicoli della carreggiata ovest, in caso di incidente potrebbero quindi facilmente oltrepassare il cordolo centrale e cadere nella carreggiata adiacente. Inoltre il cordolo in questione degli impalcati 2 e 3, è costituito da plotte removibili semplicemente appoggiate sopra le travi di bordo che non sono idonee al transito dei veicoli. Vi è quindi una importante problematica connessa alla sicurezza della viabilità. Un incidente di questo tipo si è già verificato nel 2013.

L'assenza di barriera di sicurezza è riscontrata anche sul lato esterno. I paletti esistenti e il parapetto non assicurano infatti la sicurezza dei veicoli in svio.

6.2 Assenza di salubrità degli ambienti.

L'intradosso di tutto il ponte è infestato da colonie di piccioni che nidificano sugli elementi strutturali (travi metalliche a doppio T, vani delle controsolette, sporgenze dei pulvini, ecc.). La presenza di questi volatili comporta la presenza di guano e sporcizia in genere che nel corso degli anni si è accumulata e ha reso alcune zone dell'impalcato non salubri. Si propone quindi il ripristino della rete, nell'impalcato 2 e la chiusura dei vani delle controsolette mediante reti nelle zone oggetto dell'intervento.