



**PROGETTO ESECUTIVO**  
**INTERVENTI DI IMPERMEABILIZZAZIONE E DI RIPRISTINO**  
**FUNZIONALE 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

elaborato

Relazione tecnica

02

codice

data

revisione

C

11/2021

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	STATO DI FATTO E DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI .....	8
5.1	Sondaggi .....	8
5.2	Impalcato lato ovest (2 – 3).....	11
5.2.1	Descrizione dell'allargamento del cavalcaferrovia storico 2 .....	11
5.2.2	Descrizione dell'impalcato 3.....	13
5.2.3	Documentazione fotografica dello stato di fatto.....	15
5.2.4	Principali fenomeni di degrado osservati.....	17
5.2.5	Interventi previsti.....	17
5.3	Impalcato lato est (1 – 4 – 5 – 6 – 6') .....	20
5.3.1	Descrizione del cavalcaferrovia storico 1 .....	20
5.3.2	Descrizione del prolungamento del cavalcavia storico 4 .....	24
5.3.3	Descrizione del tratto 5 .....	24
5.3.4	Descrizione del cavalcavia est su via Avanzo 6 – 6' .....	25
5.3.5	Documentazione fotografica dello stato di fatto.....	27
5.3.6	Principali fenomeni di degrado osservati.....	30
5.3.7	Interventi previsti.....	30
5.4	Intradosso del cavalcavia su via Avanzo.....	36
5.4.1	Documentazione fotografica dello stato di fatto.....	36
5.4.2	Principali fenomeni di degrado osservati.....	37
5.4.3	Interventi previsti.....	37
5.5	Sovrappasso di via Eremitano 7.....	41
5.5.1	Descrizione.....	41
5.5.2	Documentazione fotografica dello stato di fatto.....	42
5.5.3	Principali fenomeni di degrado osservati.....	42
5.5.4	Interventi di previsti.....	42
6	CONSIDERAZIONI SULLE ATTIVITÀ .....	43
7	FASISTICA DELLE LAVORAZIONI .....	47

7.1	Lavorazioni all'estradosso degli impalcati .....	47
7.2	Lavorazioni su via Avanzo .....	49
8	CONCLUSIONI .....	51



## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione tratta la descrizione dello stato di fatto e gli interventi di impermeabilizzazione e ripristino funzionale 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 causati prevalentemente dal percolamento delle acque meteoriche dall'estradosso di impalcato.

Dal punto di vista strutturale il manufatto è stato recentemente oggetto di recupero tramite l'intervento eseguito dall'impresa Silvio Pierobon s.r.l. tra il 2020 – 2021. Le lavorazioni sono state volte al consolidamento strutturale e hanno riguardato perlopiù le strutture all'intradosso dell'impalcato che presentavano un avanzato stato di degrado caratterizzato da distacchi del copriferro e corrosione delle barre d'armatura e delle carpenterie metalliche.

L'intervento in oggetto costituisce quindi un'integrazione delle lavorazioni già realizzate all'intradosso volta primariamente alla risoluzione delle cause che provocano il verificarsi di fenomeni di degrado.

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 ha comunque messo in luce la necessità di intervenire al fine di garantire una sufficiente durabilità alle strutture esistenti.

**L'obiettivo del Comune di Padova è quello di risolvere le maggiori criticità legate ai fenomeni di degrado, in modo tale da estendere la vita utile dell'opera 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 previsti.

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 calcaferrovia.

L'impalcato risulta essere suddiviso in due carreggiate:

- Carreggiata lato est: destinata al transito del tram (sono installate due monorotaie) e del traffico ordinario in direzione Arcella. È provvista inoltre di un'ampia fascia destinata a marciapiede e pista ciclabile;
- Carreggiata lato ovest: destinata al transito del traffico ordinario, prevede una sola corsia di marcia, in direzione centro città, 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. Per tale motivo sono presenti barriere New Jersey a delimitare la corsia in direzione centro città.

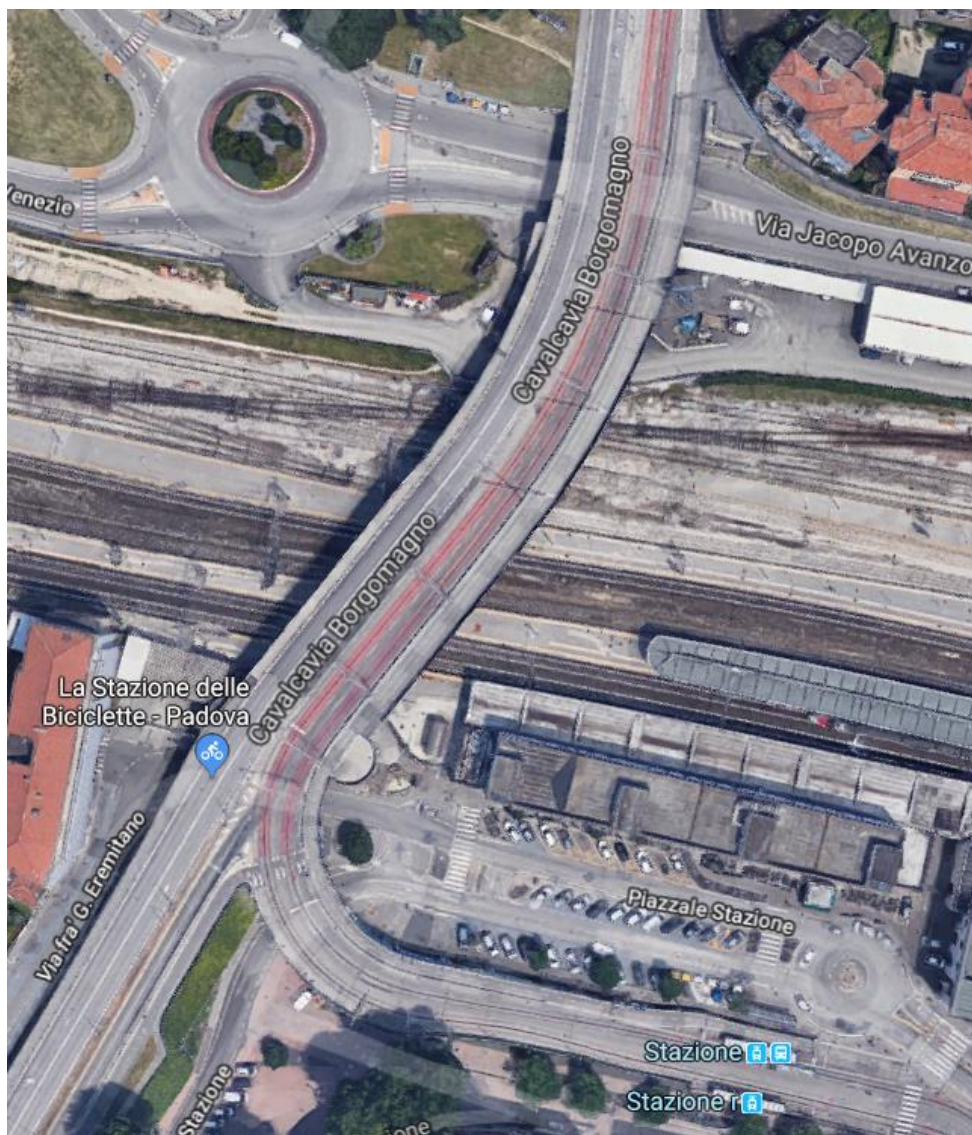


Figura 1 Immagine satellitare del cavalcavia Borgomagno

## 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.
- 2020-2021** La società L.A.I.R.A s.r.l., su incarico dell'Amministrazione Comunale, eseguì l'attività di progettazione e direzione lavori degli interventi per il consolidamento strutturale volto all'ottenimento di un'estensione della vita utile dell'opera stimata in 10 anni. Le lavorazioni furono realizzate dall'impresa Silvio Pierobon s.r.l.



### 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.

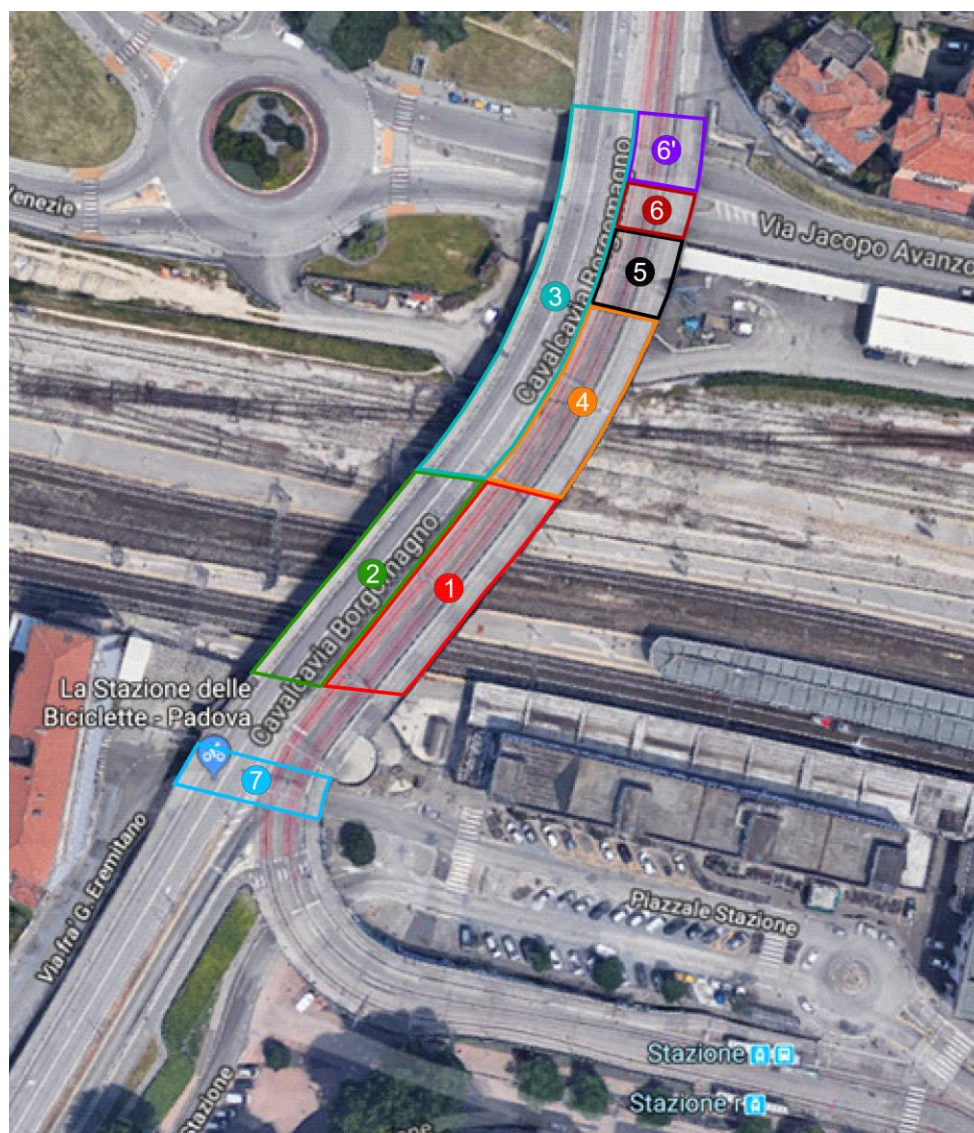


Figura 2 Individuazione tipologie strutturali presenti

- 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 su via Avanzo in analogia al cavalcaferrovia storico **1**
- 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 in questa relazione 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, e più avanti analizzati nel dettaglio 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, l'intervento tipo B1 prevede l'integrazione delle armature esistenti mediante l'installazione di barre d'armatura in acciaio B450C senza alterare in maniera significativa la rigidità degli elementi.

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.

Come accennato in precedenza, gli interventi oggetto della seguente relazione si possono intendere a completamento delle lavorazioni già eseguite dall'impresa Silvio Pierobon s.r.l. che hanno interessato perlopiù l'intradosso del manufatto nella zona dello scavalco ferroviario. In particolare i lavori previsti consistono principalmente in:

- Impermeabilizzazione dell'estradosso d'impalcato e rifacimento della pavimentazione stradale;
- Sistemazione e integrazione dell'impianto di smaltimento delle acque meteoriche;
- Installazione di nuovi giunti di dilatazione in corrispondenza all'impalcato ovest e sostituzione di quelli esistenti sull'impalcato est;
- Ripristini strutturali e risanamenti all'intradosso dell'impalcato di via Avanzo.



## 5 STATO DI FATTO E DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI

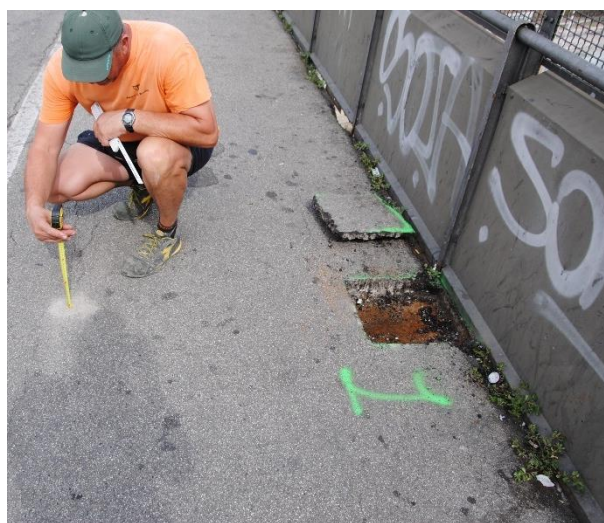
In questo capitolo vengono riportate, facendo riferimento alle diverse zone di intervento, una serie di immagini fotografiche scattate dallo scrivente nel corso dei sondaggi svolti e dei sopralluoghi effettuati al fine di consentire una veloce identificazione della parte in esame e di mettere in luce le principali criticità. In seguito vengono evidenziate le problematiche e i possibili interventi atti a risolverle.

### 5.1 Sondaggi

Vengono di seguito riportate le immagini dei sondaggi volti alla determinazione delle stratigrafie delle pavimentazioni esistenti sui diversi impalcati che compongono il Cavalcavia Borgomagno.



*Figura 3*  
Saggio n. 1 in corrispondenza alla passerella metallica  
dell'impalcato storico



*Figura 4*  
Saggio n. 1 in corrispondenza alla passerella metallica  
dell'impalcato storico



*Figura 5*  
Saggio n. 2 in corrispondenza all'impalcato storico



*Figura 6*  
Saggio n. 2 in corrispondenza all'impalcato storico





*Figura 7*

Saggio n. 3 in corrispondenza alla passerella metallica dell'impalcato storico



*Figura 8*

Saggio n. 4 in corrispondenza al marciapiede dell'impalcato 4



*Figura 9*

Saggio n. 5 in corrispondenza al marciapiede dell'impalcato 4



*Figura 10*

Saggio n. 7 in corrispondenza al marciapiede dell'impalcato 6'



*Figura 11*

Saggio n. 7 in corrispondenza al marciapiede dell'impalcato 6'



*Figura 12*

Saggio n. 9 in corrispondenza all'impalcato 3





*Figura 13*

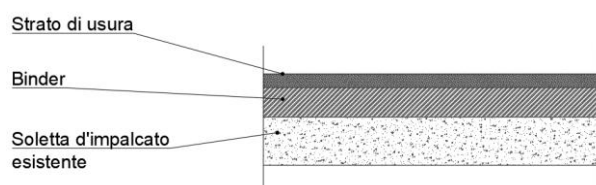
Saggio n. 9 in corrispondenza all'impalcato 3



*Figura 14*

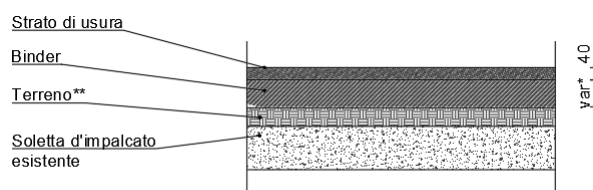
Saggio n. 10 in corrispondenza all'impalcato 3

Le tipologie di pavimentazione riscontrate per gli impalcati ovest ed est sono le seguenti:



*Figura 15*

*Pacchetto di pavimentazione esistente  
dell'impalcato ovest*



\*\*In corrispondenza della zona nord dell'impalcato est.

*Figura 16*

*Pacchetto di pavimentazione esistente  
dell'impalcato est*



## 5.2 Impalcato lato ovest (2 – 3)

### 5.2.1 Descrizione dell'allargamento del cavalcaferrovia storico 2

L'impalcato in oggetto costituisce l'allargamento del cavalcaferrovia storico. Dalla documentazione in possesso dello scrivente risulta essere stato realizzato nel 1959 dalla ditta S.A.L.C. per la necessità di aumentare il numero di corsie. Il proseguimento verso nord (impalcato 3) è stato realizzato nello stesso ambito, ma presenta una tipologia strutturale diversa in quanto all'epoca di costruzione non serviva come scavalco ferroviario, i binari infatti venivano superati tutti dalla tre campate dell'opera 2.

Questo impalcato rispetta la scansione di campate dell'impalcato storico prevedendo 3 campate in schema statico di semplice appoggio di luce 19.30 m – 19.50 m – 9.25 m partendo da sud.

Strutturalmente è costituito da spalle pile in c.a. fondate su pali mentre l'impalcato è composto da quattro travi principali in acciaio di altezza 900 mm composte da profili INP 300 tagliati a metà a costituire le ali e collegati in anima da lamiere di spessore 9 mm.

Le travi principali, in numero di quattro, presentano interasse pari a 2.00 m. I traversi, disposti in corrispondenza degli appoggi ed in campata ad interasse di circa 4.80 m, presentano nei tratti centrali fra trave e trave sezione analoga delle travi principali, mentre nei lati presentano sezioni ridotta con schema a mensola. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 10.72 m.



*Figura 17 Prospetto ovest dell'impalcato di allargamento del cavalcaferrovia storico*

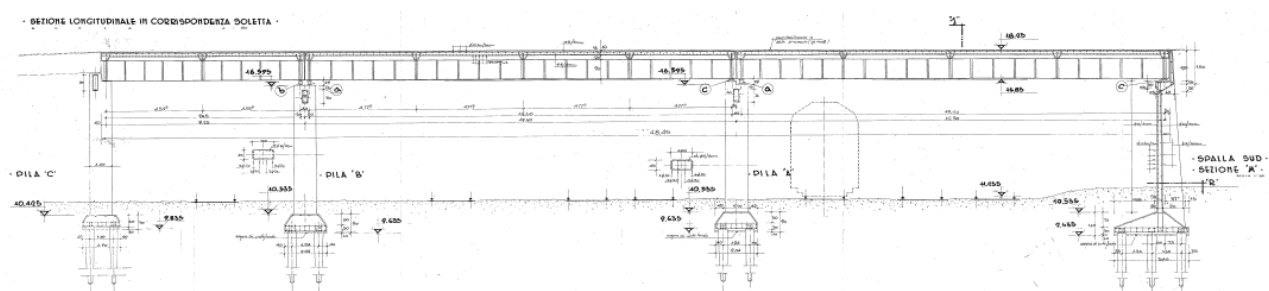


Figura 18 Estratto della tavola 1658/1b redatta dalla ditta SALC nel 1959 – Prospetto laterale

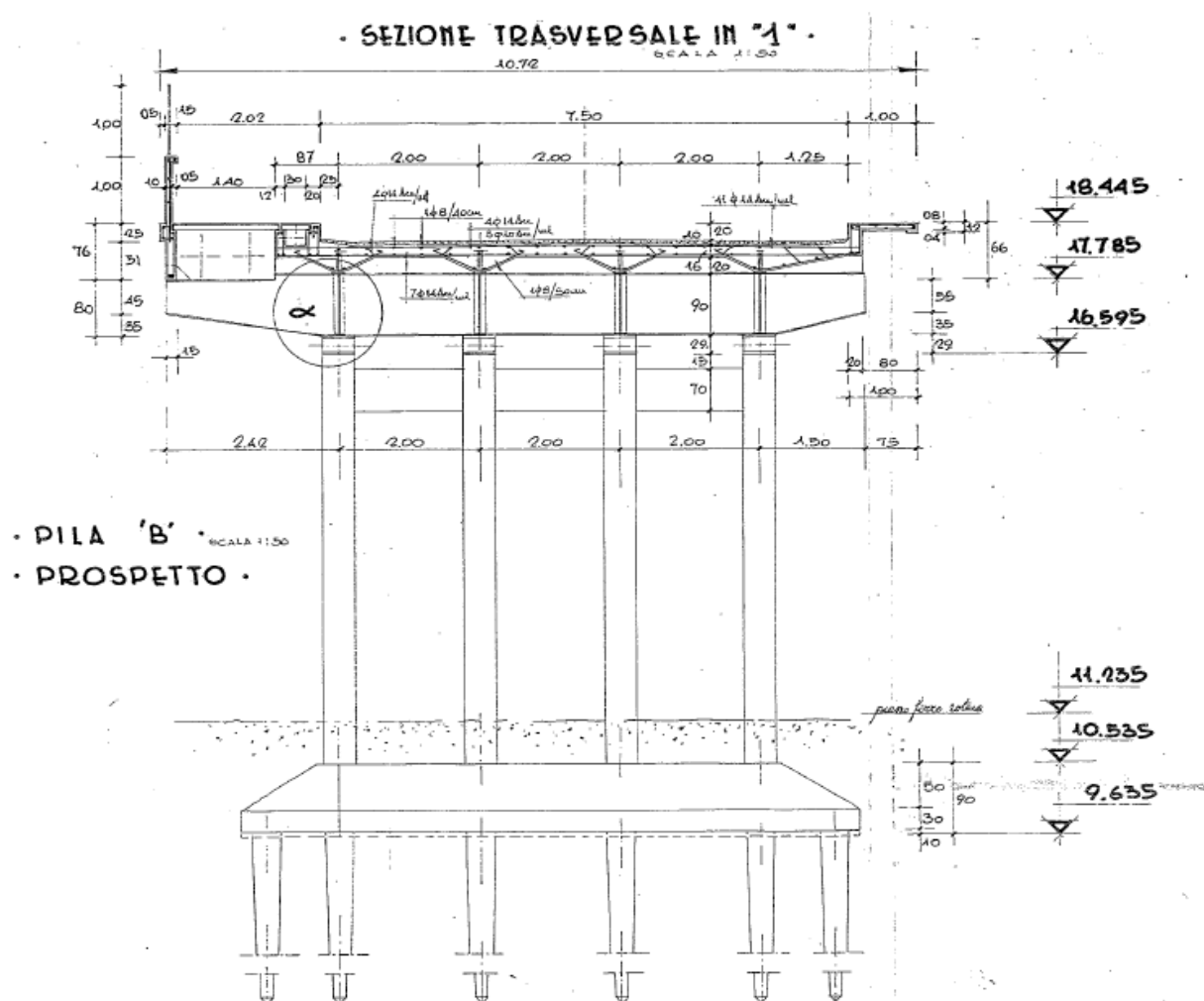


Figura 19 Estratto della tavola 1658/1b redatta dalla ditta SALC nel 1959 – Sezione trasversale

Questa struttura nel corso del 2011 è stata oggetto di interventi di manutenzione straordinaria progettati dall'ing. Briseghella come conseguenza di una perizia statica redatta precedentemente. Gli interventi hanno riguardato le zone maggiormente degradate, essendo già nota la prossima dismissione dell'opera e hanno consistito nel consolidamento delle parti ammalorate delle pile in c.a. ed il ripristino delle strutture metalliche dell'impalcato nelle zone in prossimità degli appoggi, nonché i dispositivi di appoggio stessi che presentavano avanzati stati di degrado. È stato inoltre creato un sistema di raccolta e allontanamento delle acque provenienti dal manto stradale in corrispondenza di ciascun giunto.

### 5.2.2 Descrizione dell'impalcato 3

L'impalcato in oggetto, coevo all'impalcato tipo 2, ne costituisce il prolungamento verso nord. Sebbene fosse coevo allo stesso (1959) adotta una tipologia costruttiva differente in quanto, all'epoca di costruzione non serviva al superamento della linea ferroviaria che invece veniva integralmente superata dal calcaferrovia 2 in struttura mista acciaio – calcestruzzo.

Questo impalcato in realtà è composto da tre impalcati (i due a sud simili) indipendenti posti in serie l'uno all'altro fino al superamento di via Avanzo.

I due impalcati posti più a sud contano ciascuno tre campate di luce  $\approx 8.00$  e sono costituiti da pile composte ciascuna da 4 colonne in c.a., collegate in sommità da un pulvino e fondate su pali. L'impalcato, tutto in c.a. conta 4 travi principali nella zona centrale e due travi di bordo laterali sostenute dalle mensole dei pulvini. Le travi adottano schema statico di trave continua e non hanno traversi intermedi. All'estradosso delle travi, a sostenere la carreggiata c'è una soletta in c.a. Nelle pile intermedie, per fornire alla struttura adeguata resistenza nei confronti del momento flettente negativo è presente una controsoletta.

Il superamento di via Avanzo prevede tre campate di luce  $9.00\text{ m} - 9.00\text{ m} - 2.20\text{ m}$ . La tipologia strutturale è simile, ma prevede che tutte le sei travi abbiano la medesima sezione e vengano tutte sostenute direttamente da sei colonne di sezione rettangolare.



Figura 20 Prospetto ovest dell'impalcato 3



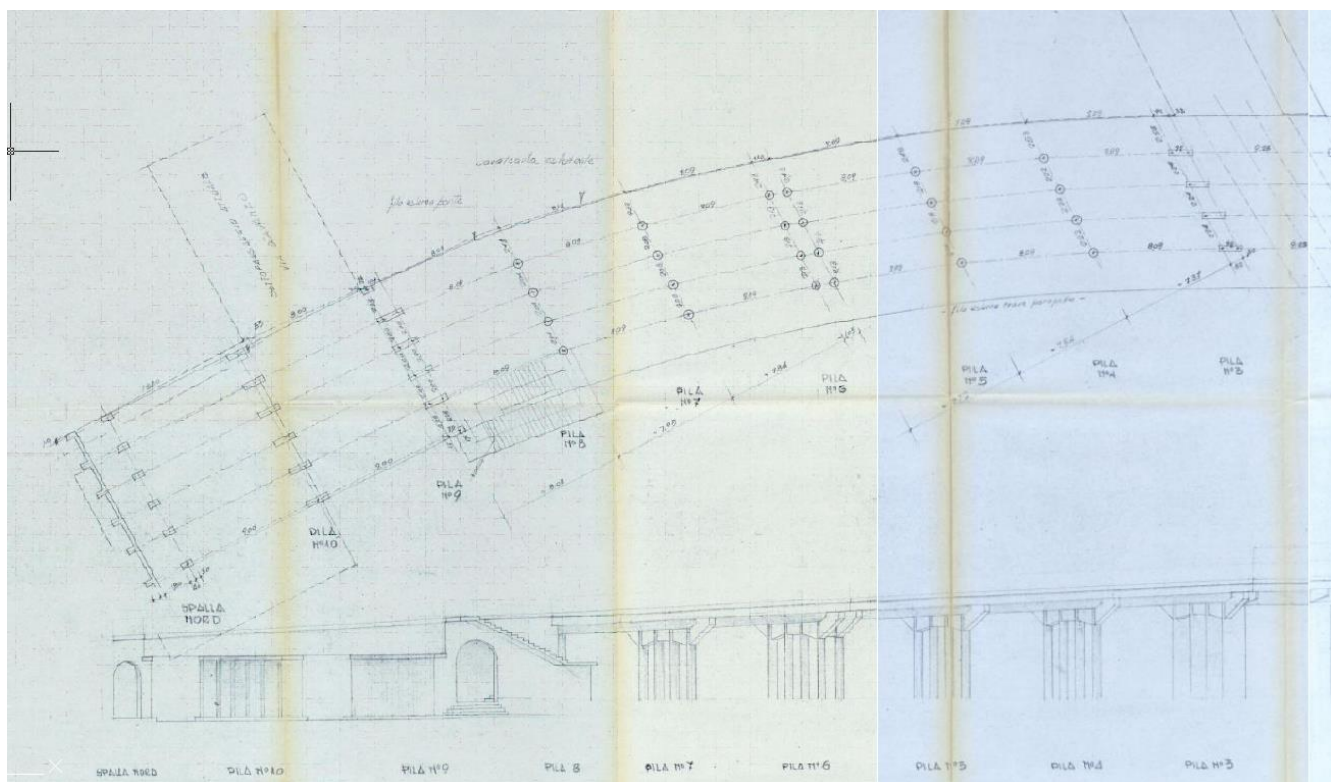


Figura 21 Pianta e prospetto laterale – Estratto da tavola costituente il progetto originale

### 5.2.3 Documentazione fotografica dello stato di fatto

Di seguito alcune immagini che mettono in luce le maggiori problematiche riscontrate.



*Figura 22*  
*Fessurazione della pavimentazione stradale in*  
*corrispondenza agli appoggi delle campate*



*Figura 23*  
*Fessurazione della pavimentazione stradale in*  
*corrispondenza agli appoggi delle campate*



*Figura 24*  
*Degrado del parapetto in calcestruzzo*

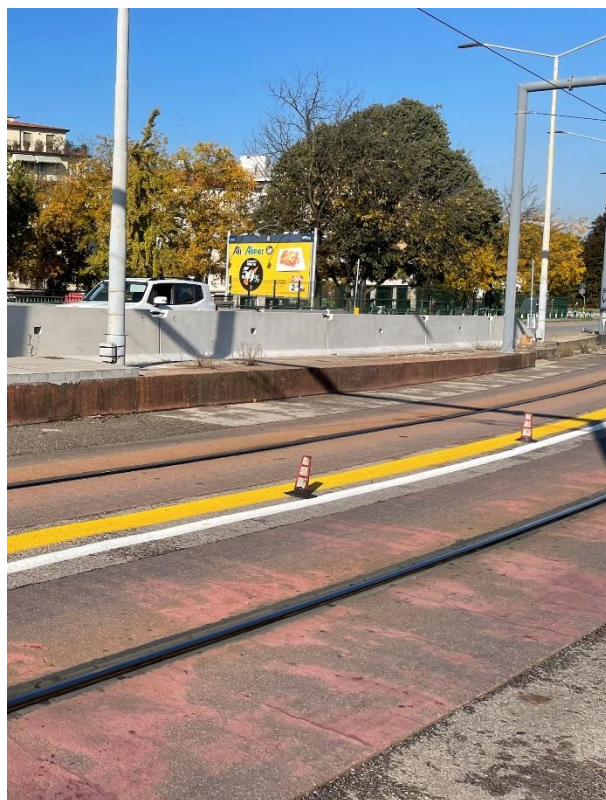


*Figura 25*  
*Degrado del parapetto in calcestruzzo*





*Figura 26*  
*Plotte del varco centrale degradate da rimuovere*



*Figura 27*  
*Nuova soletta su lamiera grecata del varco centrale da completare*



*Figura 28*  
*Infiltrazioni d'acqua all'intradosso dell'impalcato*



*Figura 29*  
*Percolamento sulla spalla sud per inefficacia del sistema di smaltimento delle acque meteoriche*

#### 5.2.4 Principali fenomeni di degrado osservati

In corrispondenza agli appoggi delle campate in continuità si riscontrano fessurazioni della pavimentazione che creano percorsi preferenziali per le acque meteoriche. Dall'estradosso quindi esse percolano facilmente fino a raggiungere le strutture sottostanti pregiudicandone l'integrità.

Tale fenomeno si verifica in misura minore sull'intero sviluppo dell'impalcato in quanto la pavimentazione stradale non è costituita da conglomerato bituminoso di tipo "chiuso" e soprattutto l'estradosso della soletta non è adeguatamente impermeabilizzato. In aggiunta si riscontra l'assenza di un sistema efficiente di smaltimento delle acque piovane. Tutto ciò provoca la formazione di macchie di umidità che interessa l'intradosso della soletta.

Il parapetto in calcestruzzo del lato esterno dell'impalcato ovest presenta un degrado superficiale legato principalmente a macchie di umidità passiva. Oltre a ciò si riscontrano scritte che compromettono il decoro urbano.

Le plotte di copertura del varco tra gli impalcati in corrispondenza a via Avanzo sono danneggiate e non idoneamente sigillate per cui si verificano percolamenti di notevole entità che nel tempo hanno degradato le strutture sottostanti.

Il sistema di smaltimento delle acque piovane esistente risulta inadeguato al corretto allontanamento in quanto si riscontrano perdite e percolamenti diffusi lungo lo sviluppo dei pluviali.

#### 5.2.5 Interventi previsti

Al fine di risolvere le criticità appena riportate si prevedono le seguenti lavorazioni:

- Impermeabilizzazione della soletta esistente e rifacimento della pavimentazione stradale (intervento tipo A1):
  - Fresatura della pavimentazione stradale fino alla completa rimozione della pavimentazione esistente;
  - Idropulizia a 600 bar della superficie al fine di asportare eventuali parti incoerenti e/o ammalorate;
  - Rasatura con malta cementizia antiritiro tipo *BASF MasterEmaco S950* al fine di ottenere una superficie piana, ove necessario;
  - Impermeabilizzazione della soletta e dei cordoli tramite applicazione a spruzzo di impermeabilizzante elastomerico monocomponente tipo *BASF MasterSeal 6100 FX* per uno spessore minimo 2.5 mm;
  - Dopo almeno 3 gg, stesura di mano d'attacco con bitume modificato;
  - Stesura del binder sp. 7 cm;
  - Stesura dello strato di usura tipo SMA (splittmastix asphalt) di sp. 4 cm;
  - Sigillatura dei bordi con malta a base di resina poliuretanica tipo *BASF MasterFlow 220* e relativo primer;
  - Rifacimento della segnaletica stradale.



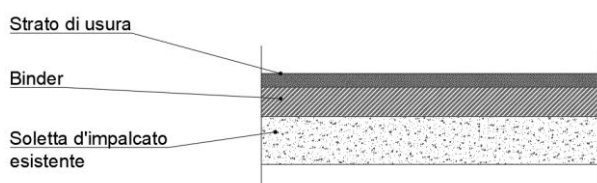


Figura 30  
Pacchetto di pavimentazione esistente  
dell'impalcato ovest

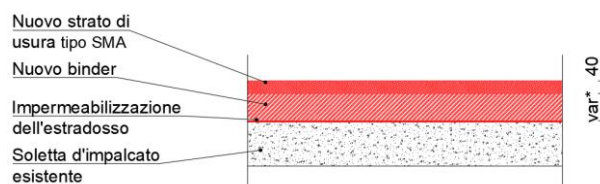


Figura 31  
Nuovo pacchetto di pavimentazione  
dell'impalcato ovest

- Installazione di nuovi giunti in gomma armata in grado di consentire spostamenti relativi +/- 25 mm in corrispondenza agli appoggi delle campate.

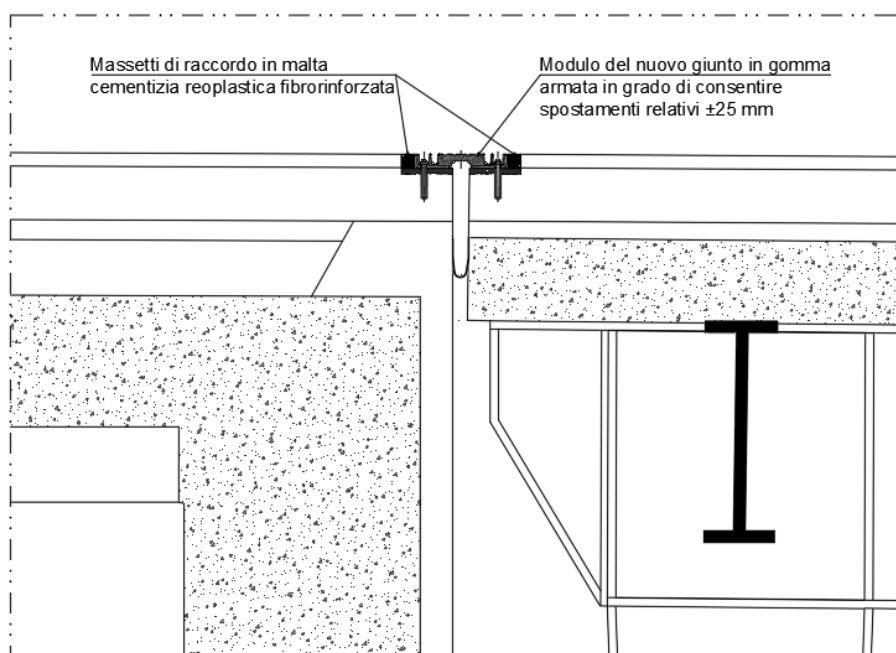


Figura 32  
Installazione dei nuovi giunti di dilatazione in gomma armata

- Ripristino superficiale del lato interno del parapetto in calcestruzzo armato (intervento tipo C1):
  - Idrolavaggio a bassa pressione della superficie interna del parapetto in calcestruzzo armato;
  - Rasatura locale al fine di ottenere una superficie piana;
  - Pittura in superficie con vernice a base di metacrilati a solvente a creare una protezione filmogena del calcestruzzo tipo *BASF MasterProtect 314*.
- Rifacimento della soletta per la copertura del varco tra gli impalcati:  
Completamento della copertura del varco tra gli impalcati in corrispondenza a via Avanzo tramite la rimozione delle plotte esistenti e il getto di una nuova soletta su lamiera grecata.



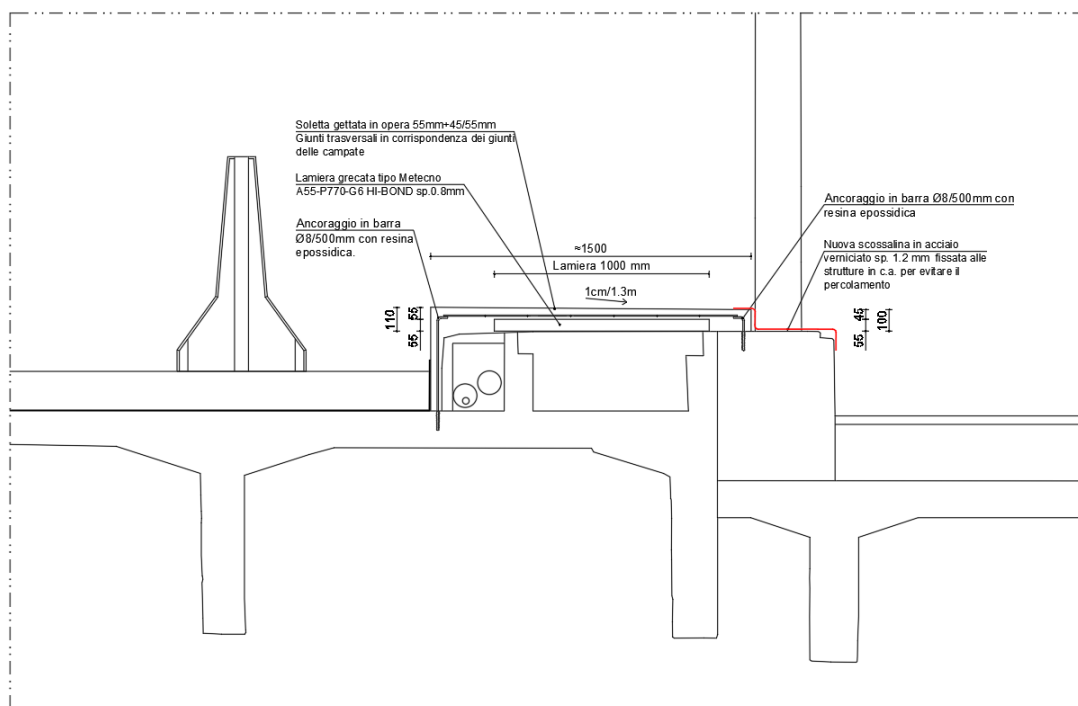


Figura 33

Nuova soletta su lamiera grecata in corrispondenza al varco tra gli impalcati

- Installazione di nuovi pluviali in acciaio inox in corrispondenza ai nuovi giunti di dilatazione e sostituzione di quelli esistenti con eventuale ripristino delle bocchette di captazione.

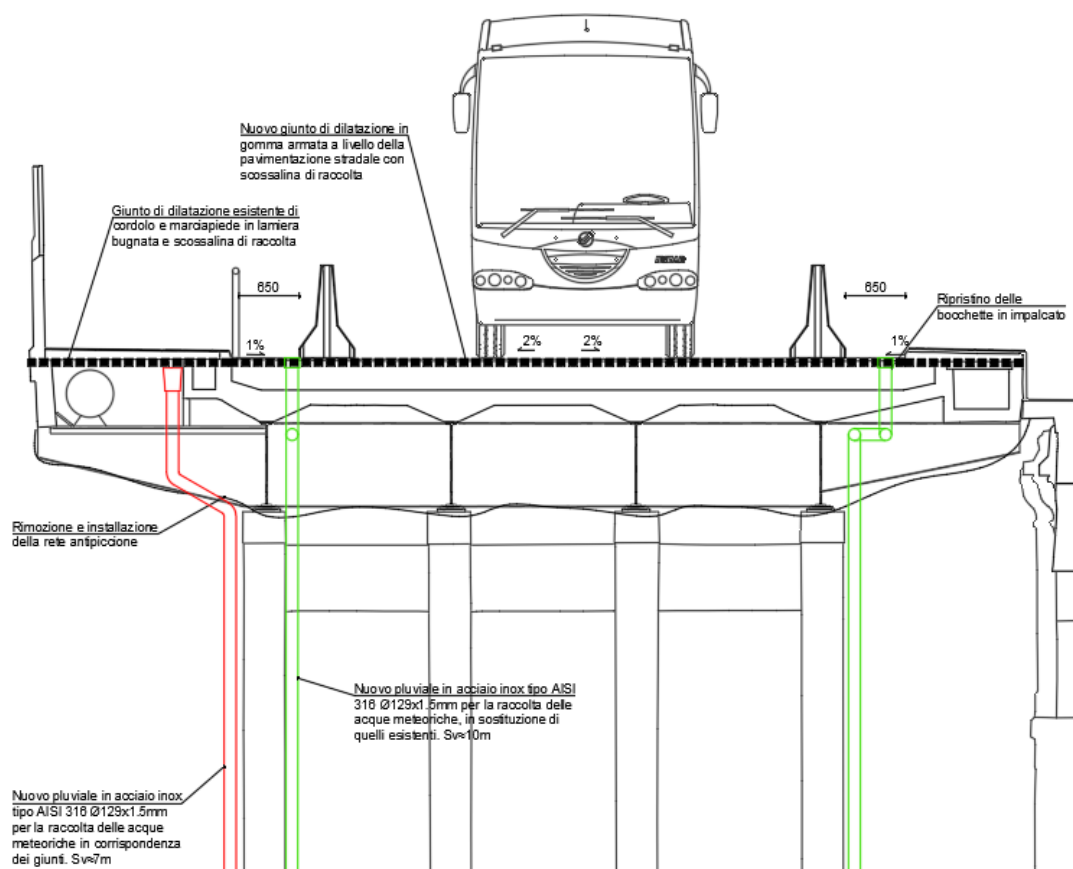


Figura 34

Installazione di nuovi pluviali (colore rosso) e sostituzione di quelli esistenti (colore verde)

### 5.3 Impalcato lato est (1 – 4 – 5 – 6 – 6')

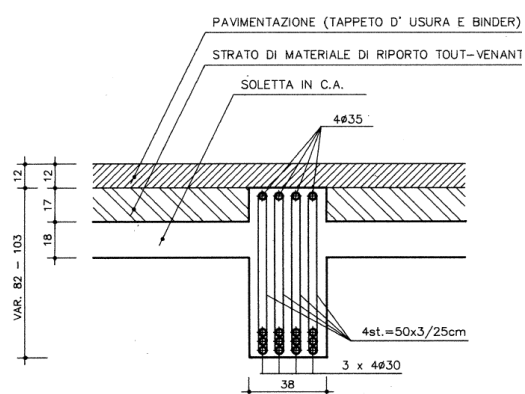
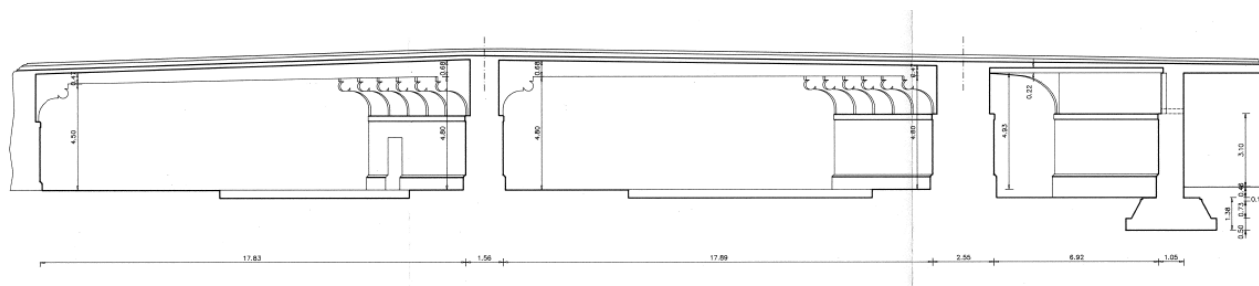
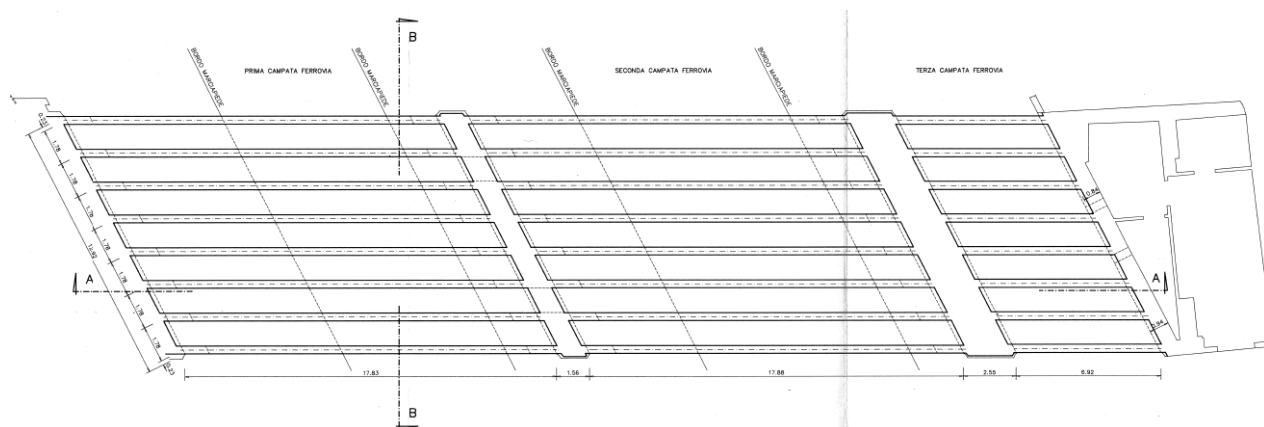
#### 5.3.1 Descrizione del cavalcaferrovia storico 1

Il cavalcaferrovia storico è costituito da 3 campate di luce netta 17.84 m – 17.87 m – 6.93 m a partire da sud. La spalla sud e le pile centrali sono di tipo massivo, mentre la spalla nord è costituita da una parete in cls di spessore 80 cm. Ciascun impalcato conta 8 travi poste ad interasse 1.60 m. Le travi delle campate di luce maggiore presentano alle estremità dei rinforzi estesi per 1.20 m che ne consentono un aumento di sezione in altezza. Le travi non sono collegate da traversi ma solo dalla soletta di spessore 18 cm che rappresenta anche l'unico elemento di ripartizione. L'attacco della soletta non avviene all'estradosso delle travi, ma bensì in posizione intermedia. Sul prospetto est è fissata nelle pile una struttura metallica che consente di ospitare nell'impalcato soprastante la passerella ciclopeditone. L'impalcato attualmente ospita la sede tranviaria.

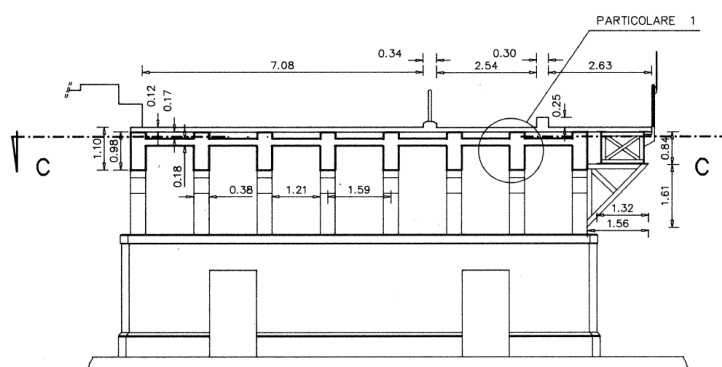


*Figura 35 Prospetto est del cavalcaferrovia storico*

Si riportano di seguito alcune immagini estratte dalla tavola 1.4 redatta nel 1990 dall'ing. Zuccolo nell'ambito delle indagini teorico sperimentali volte a valutare lo stato di conservazione dell'opera.



SEZIONE TRASVERSALE B – B 1 : 100





L'opera venne realizzata nel 1903 dalla Società Porcheddu adottando il metodo Hennebique, la società era infatti concessionaria per l'Italia del sistema costruttivo brevettato da Francois Hennebique basato sulla realizzazione di strutture in calcestruzzo armato impiegando barre d'armatura piegate e staffe.



*Figura 40 Foto storica del collaudo del cavalcavia della stazione 1903*



*Figura 41 Foto storica della costruzione delle travi del cavalcavia della stazione 1903*

A scopo puramente informativo si riportano alcune figure che descrivono il sistema Hennebique, che insieme al sistema Monier furono i precursori del calcestruzzo armato.



Figura 42 Timbro utilizzato dal Bureau Hennebique per ricordare la necessità di terminare le barre di armatura con piegature ad uncino e di disporre di ancoraggi agli estremi

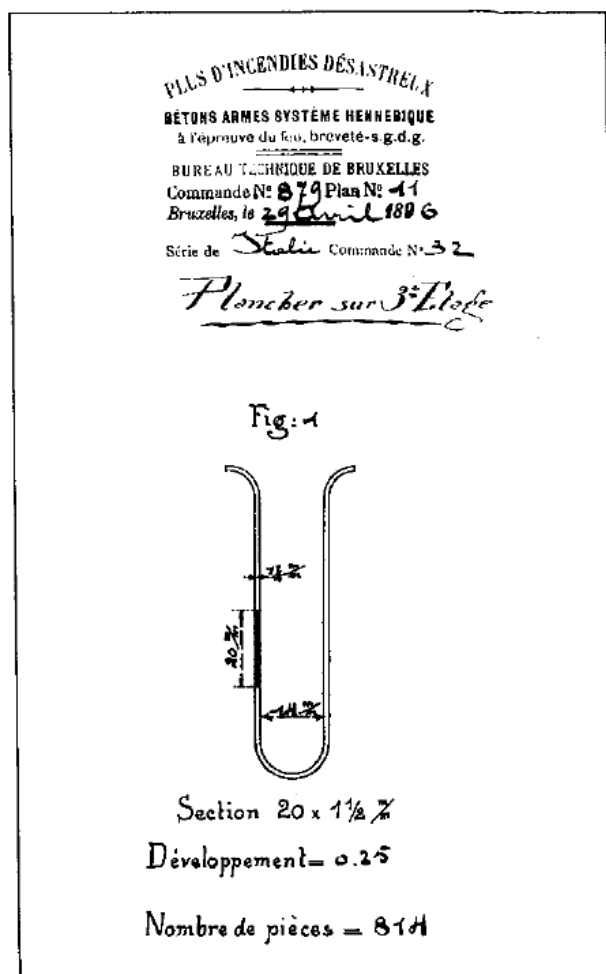


Figura 43 Foglio prestampato con indicate le dimensioni delle staffe delle travi, proveniente dal Bureau Technique de Bruxelles



Figura 44 Brevetto Sistema Hennebique

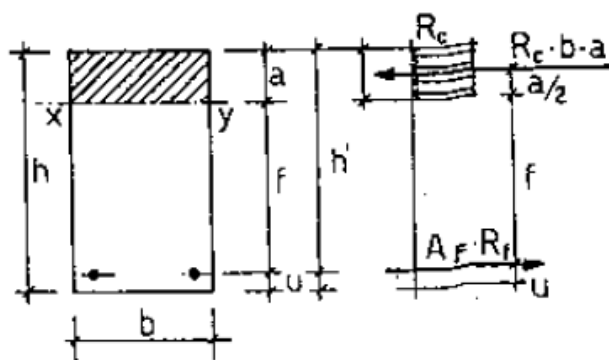


Figura 45 Metodo di calcolo delle travi inflesse secondo il sistema Hennebique

### 5.3.2 Descrizione del prolungamento del cavalcavia storico 4

L'impalcato in oggetto costituisce il prolungamento verso nord del cavalcaferrovia storico. Dalle informazioni in possesso dello scrivente risulta essere stato realizzato negli anni 1991 - 1995 in sostituzione ad un impalcato costituito da un serie di volte in muratura. Il potenziamento infrastrutturale della rete ferroviaria portò all'incremento del numero di binari che però non erano compatibili con le strutture del tempo. Per questo motivo le strutture in muratura vennero abbattute e venne realizzata l'opera descritta in questo paragrafo. L'impalcato ospita attualmente la sede tranviaria e la pista ciclopedonale.

Questo impalcato conta due campate e adotta uno schema statico di ponte integrale. Strutturalmente l'impalcato è costituito da cinque telai d'acciaio formati da una trave continua su due campate di luce 17.50 m solidarizzata ad un montante centrale incastrato a terra ed ai due montanti di estremità appoggiati verticalmente. I telai sono collegati mediante traversi che suddividono ogni luce in quattro campi. Sopra le travi è realizzata una soletta gettata su lastre predalles di spessore complessivo pari a  $4 + 21 = 25\text{cm}$



*Figura 46 Prospetto est dell'impalcato di prolungamento del cavalcaferrovia storico*

### 5.3.3 Descrizione del tratto 5

Questo tratto, collocato tra via Avanzo e il cavalcaferrovia 4, dalle informazioni ricavate dalla documentazione in possesso dello scrivente è un terrapieno confinato da muri di sostegno sui quattro lati. Il terrapieno ospita oltre che la pista ciclopedonale anche la sede tranviaria.





*Figura 47 Vista terrapieno, tratto 5*

#### **5.3.4 Descrizione del cavalcavia est su via Avanzo 6 – 6'**

L'impalcato in oggetto, affiancato ad una porzione dell'impalcato 3 consente alla pista ciclopedonale e alla sede tranviaria lo scavalco di via Avanzo.

Questo impalcato conta due campate sopra la sede stradale e una di luce minore di scavalco al marciapiede lato nord. Strutturalmente l'impalcato è costituito da pile e impalcato in calcestruzzo. La campata sud conta 9 travi e presenta una struttura analoga al cavalcaferrovia storico, mentre quella nord 8 con due travi poste nella parte centrale affiancate. Sulla facciata est trova spazio una struttura metallica che ospita la pista ciclopedonale.



Figura 48 Prospetto est dell'impalcato 6 su via Avanzo.

Si riportano di seguito alcune immagini estratte dalla tavola 1.3 redatta nel 1990 dall'ing. Zuccolo nell'ambito delle indagini teorico sperimentali volte a valutare lo stato di conservazione dell'opera.

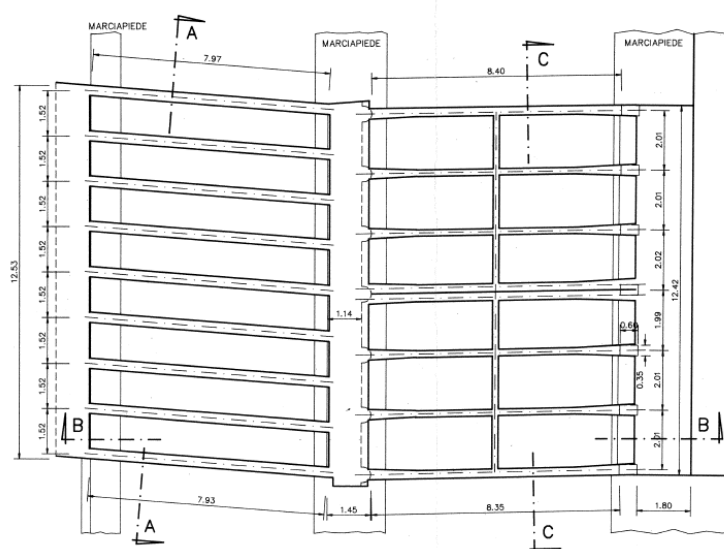


Figura 49 Pianta Strutturale

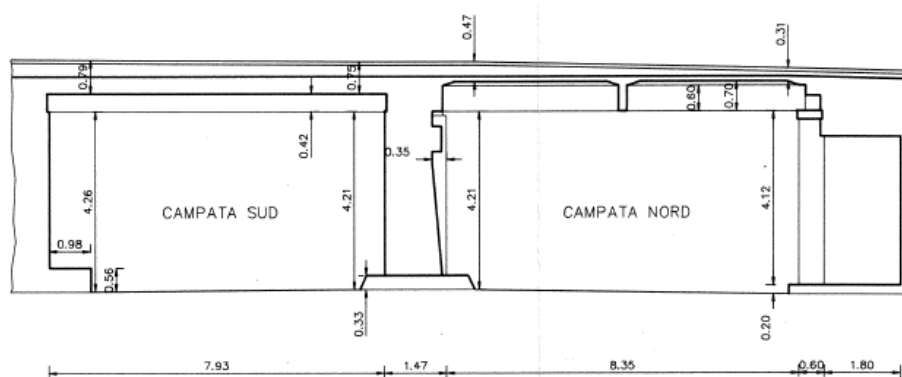


Figura 50 Prospetto laterale



### 5.3.5 Documentazione fotografica dello stato di fatto

Si riportano di seguito alcune immagini che descrivono lo stato di fatto e le zone con maggiori criticità.



*Figura 51*  
Fessurazione della pavimentazione tra passerella  
metallica e impalcato storico



*Figura 52*  
Ristagno d'acqua e vegetazione nel bordo della  
passerella metallica

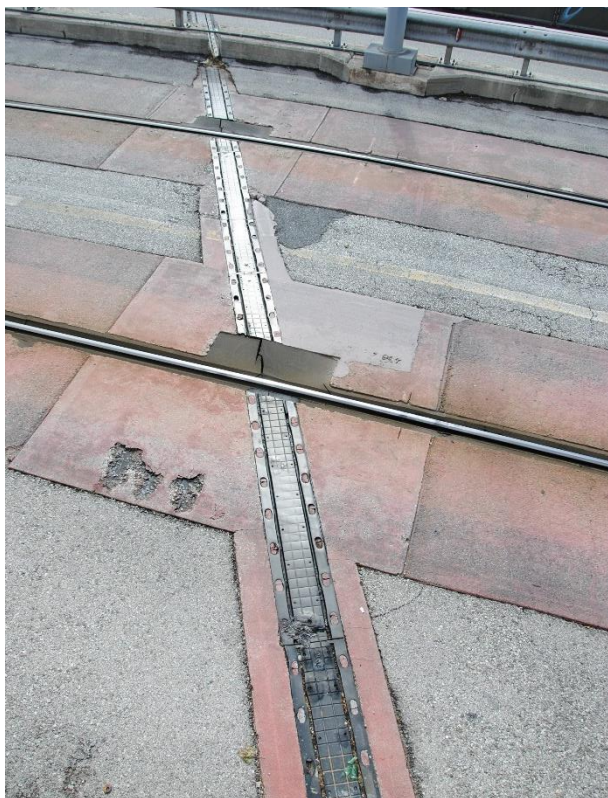


*Figura 53*  
Fessurazione della pavimentazione tra passerella  
metallica e impalcato di via Avanzo



*Figura 54*  
Ristagno d'acqua tra la pista del tram  
e la pavimentazione bituminosa





*Figura 55*  
*Giunti di dilatazione dell'impalcato da sostituire*



*Figura 56*  
*Giunti di dilatazione dell'impalcato in prosecuzione allo storico da sostituire*



*Figura 57*  
*Infiltrazioni d'acqua in corrispondenza ai pluviali esistenti*



*Figura 58*  
*Percolamenti delle acque meteoriche per inefficienza del sistema di smaltimento*





*Figura 59*  
*Estremità sud della passerella metallica lato est da sostituire*



*Figura 60*  
*Veletta metallica dell'impalcato 4 degradata*



*Figura 61*  
*Incisione della pavimentazione della passerella metallica di via Avanzo*



*Figura 62*  
*Parapetto di altezza non idonea al transito dei velocipedi*

### 5.3.6 Principali fenomeni di degrado osservati

La pavimentazione stradale risulta fortemente fessurata in corrispondenza alla zona di passaggio tra passerella metallica e impalcato. Ciò è testimoniato anche dall'avanzato stato di degrado in cui versa la lamiera inferiore della passerella metallica.

Anche all'estremità esterna la lamiera presenta un avanzato stato di corrosione causato da ristagni d'acqua con formazione di vegetazione. Nello specifico l'estremità sud della passerella metallica è pesantemente degradata.

Il parapetto metallico laterale risulta soggetto a corrosione nella fascia inferiore della lamiera, a contatto con la lamiera di estremità della passerella metallica.

In corrispondenza alle interfacce tra la pista del tram e la pavimentazione bituminosa sono presenti ristagni d'acqua.

I giunti di dilatazione esistenti sono danneggiati e dalle scossaline si verificano perdite ingenti di acque piovane che percolano sulle strutture sottostanti.

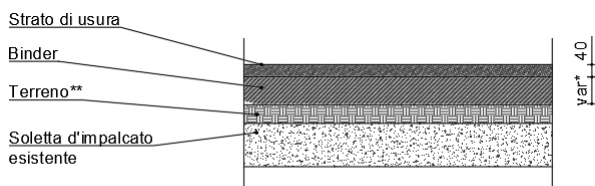
Ulteriori percolamenti derivano dall'inefficienza del sistema di smaltimento delle acque piovane costituito da pluviali danneggiati in maniera diffusa. Oltretutto le bocchette di captazione in corrispondenza all'impalcato 4 risultano ostruite dalla pavimentazione esistente.

Il parapetto metallico in corrispondenza a via Avanzo non risulta adeguato a causa di una altezza tale da non garantire la sicurezza dei

### 5.3.7 Interventi previsti

Al fine di risolvere le criticità appena riportate si prevedono le seguenti lavorazioni:

- Rifacimento dello strato di usura della pavimentazione stradale nell'impalcato con sede tranviaria (intervento tipo A2):
  - Fresatura della pavimentazione stradale per uno spessore di 4 cm eseguita a mano e martello demolitore;
  - Pulizia della superficie esistente a seguito della fresatura;
  - Stesura di idonea mano d'attacco con bitume modificato;
  - Stesura del nuovo strato di usura tipo SMA (splittmastix asphalt) per uno spessore di 4 cm;
  - Sigillatura dei bordi con malta a base di resina poliuretanica tipo *BASF MasterFlow 220* e relativo primer;
  - Rifacimento della segnaletica stradale.



\*\*In corrispondenza della zona nord dell'impalcato est.

Figura 63  
Pacchetto di pavimentazione esistente  
dell'impalcato est

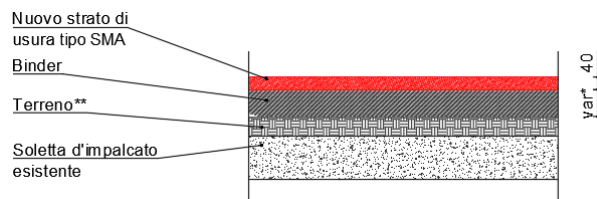


Figura 64  
Nuovo pacchetto di pavimentazione  
dell'impalcato est

- Rifacimento della pavimentazione stradale nella zona di impalcato dedicata al transito di pedoni e biciclette (intervento tipo A3):
  - Fresatura della pavimentazione stradale per uno spessore di 8 cm eseguita a mano e martello demolitore;
  - Pulizia della superficie esistente a seguito della fresatura;
  - Stesura di idonea mano d'attacco con bitume modificato;
  - Stesura del binder di spessore 4 cm;
  - Posa di geogriglia idonea per conglomerato bituminoso a caldo (solo in corrispondenza alle passerelle metalliche);
  - Stesura del nuovo strato di usura tipo SMA (splittmastix asphalt) per uno spessore di 4 cm;
  - Sigillatura dei bordi con malta a base di resina poliuretanica tipo *BASF MasterFlow 220* e relativo primer;
  - Rifacimento della segnaletica stradale.
  
- Rifacimento della pavimentazione stradale nella zona di impalcato dedicata al transito di pedoni e biciclette (intervento tipo A4) per una fascia di larghezza 1m:
  - Fresatura della pavimentazione stradale a ridosso della passerella metallica eseguita a mano e martello demolitore fino a scoprire la soletta in calcestruzzo;
  - Pulizia della superficie esistente a seguito della fresatura;
  - Rasatura con malta cementizia antiritiro tipo *BASF MasterEmaco S950* al fine di ottenere una superficie piana, ove necessario;
  - Impermeabilizzazione della soletta tramite applicazione a spruzzo di impermeabilizzante elastomerico monocomponente tipo *BASF MasterSeal 6100 FX* per uno spessore minimo di 2.5 mm;
  - Dopo almeno 3 gg, stesura di idonea mano d'attacco con bitume modificato;
  - Stesura del nuovo strato di usura tipo SMA (splittmastix asphalt) per uno spessore di 4 cm;
  - Rifacimento della segnaletica stradale.
  
- Sostituzione dei giunti esistenti con nuovi giunti in gomma armata in grado di consentire spostamenti relativi +/-25 mm (ad esclusione delle zone in corrispondenza ai binari del tram).

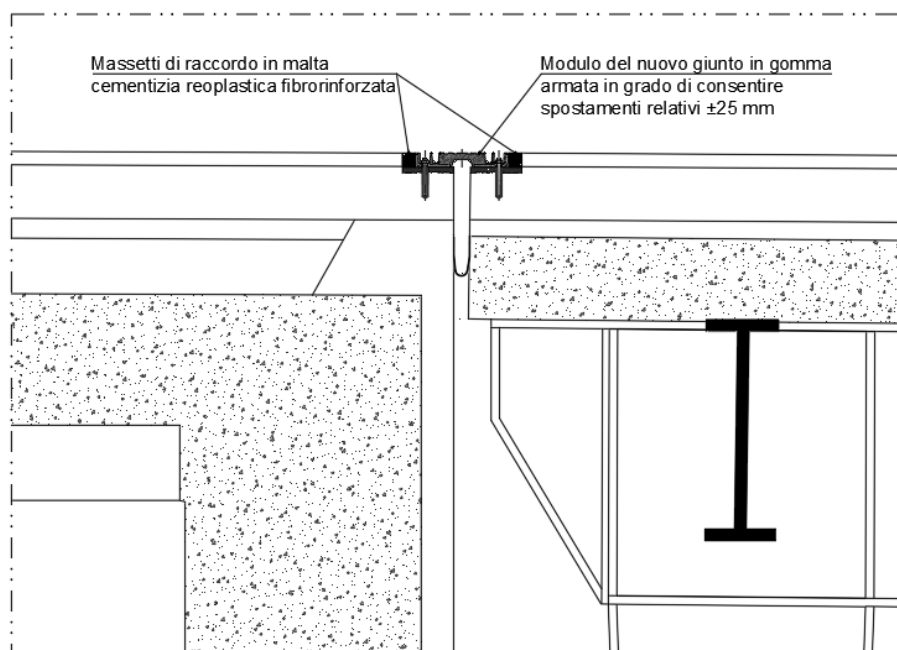


Figura 65  
Installazione dei nuovi giunti di dilatazione in gomma armata

- Ripristino del parapetto metallico su entrambi i lati lungo tutto lo sviluppo dell'implacato est (intervento tipo C2):
  - 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 rimosso 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.
- Taglio e sostituzione della lamiera inferiore della passerella metallica ammalorata:  
Si prevede la sostituzione delle parti ammalorate con nuove lamiere di spessore 6 mm. Nella zona di interfaccia tra passerella metallica e impalcato la nuova lamiera dovrà essere zincata e verniciata.



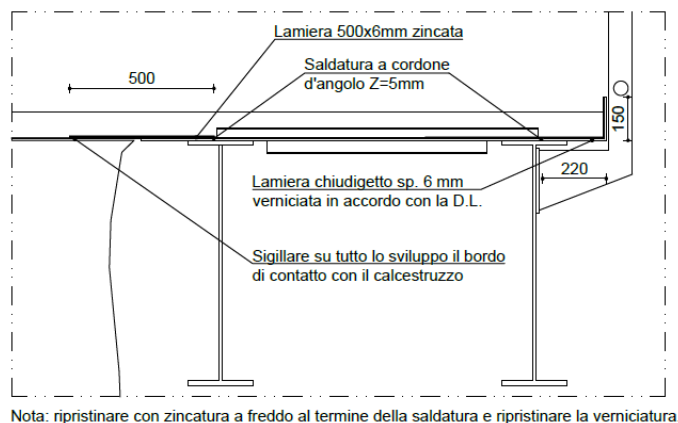


Figura 66

Taglio e sostituzione delle lamiere inferiori di estremità della passerella metallica

- Taglio e sostituzione della lamiera inferiore del parapetto ammalorato:

Si prevede la sostituzione della parte ammalorata con nuova lamiera verniciata di spessore 5 mm in sagoma con l'esistente, collegata alla parte rimanente della pannellatura mediante bullonatura.

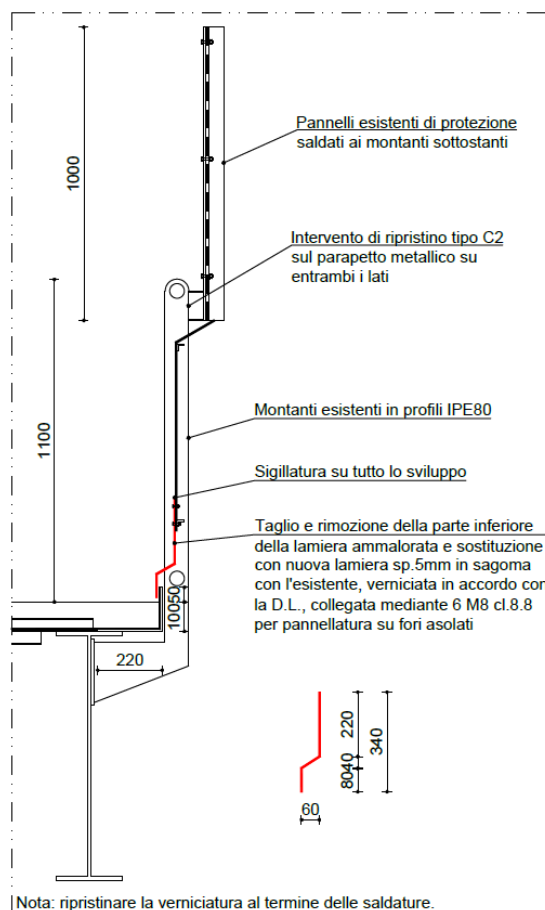


Figura 67

Taglio e sostituzione della lamiera inferiore ammalorata del parapetto

- Impermeabilizzazione della passerella metallica con impermeabilizzante elastomerico-poliuretanico a spruzzo (intervento tipo D1):

- Idrosabbatura e preparazione delle superfici delle lamiere metalliche;

- Applicazione su tutta la superficie di verniciatura anticorrosiva in resine sintetiche polimeriche;
  - Applicazione di primer bicomponente poliuretanico senza solventi, compatibile con fondi umidi;
  - Applicazione a spruzzo di impermeabilizzazione elastomerico-poliuretanica bicomponente priva di solventi, plastificanti, inerti di carica e materiali bituminosi con quantità di poli-isocianato pari al 44% del peso residuo a secco. L'allungamento a rottura a -30 °C dovrà essere almeno del 250% ed il prodotto non dovrà subire rammollimenti a temperature fino a 180 °C. Il rivestimento dovrà essere continuo e perfettamente impermeabile all'acqua, ma permeabile ai gas e ai vapori acquei. Il prodotto dovrà essere resistente ai sali antigelo, agli idrocarburi, agli alcali diluiti, all'idrolisi ed ai microorganismi.
- Demolizione e rifacimento dell'estremità sud della passerella metallica ammalorata:

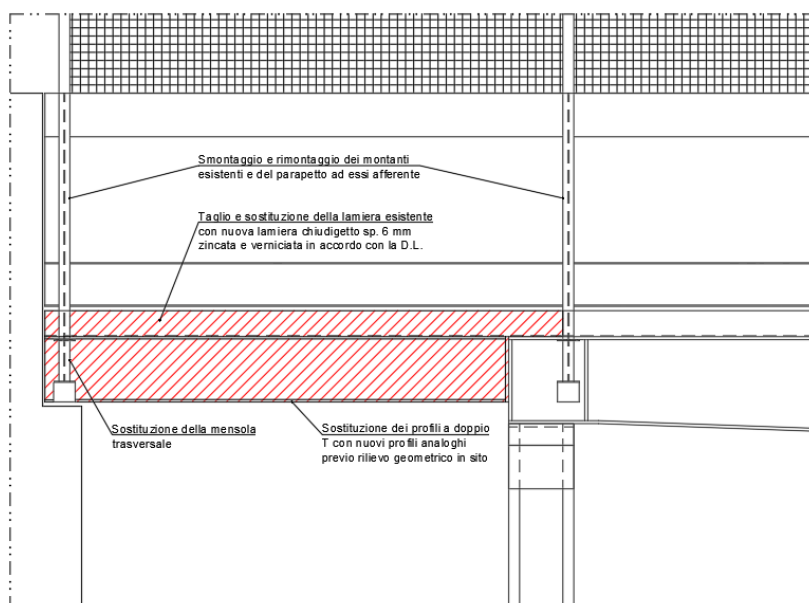


Figura 68  
Demolizione e rifacimento dell'estremità sud della passerella metallica

- Innalzamento del parapetto in corrispondenza a via Avanzo mediante l'installazione di pannelli metallici di protezione analoghi a quelli presenti in corrispondenza dell'impalcato in ambito ferroviario.



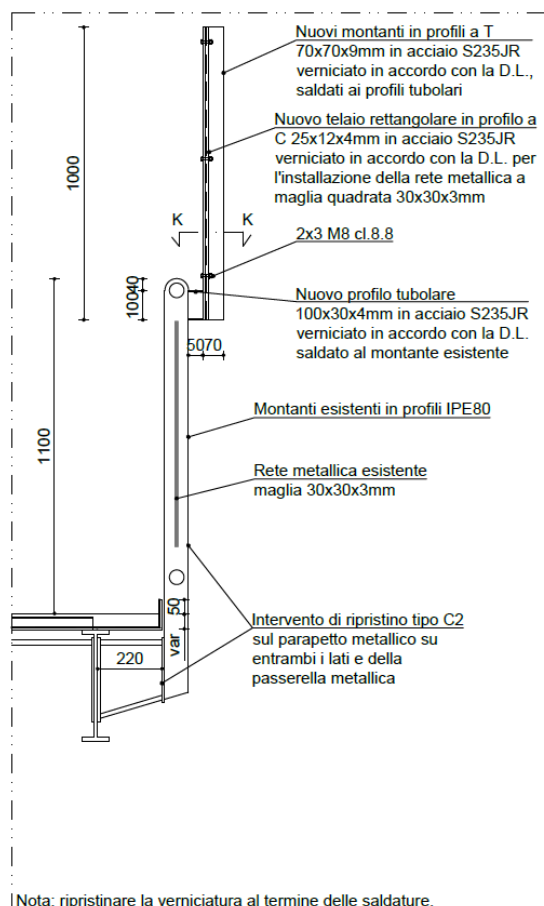


Figura 69  
Innalzamento del parapetto in corrispondenza a via Avanzo

- Installazione di nuovi pluviali in acciaio inox in corrispondenza ai nuovi giunti di dilatazione e sostituzione di quelli esistenti con ripristino delle bocchette di captazione.**

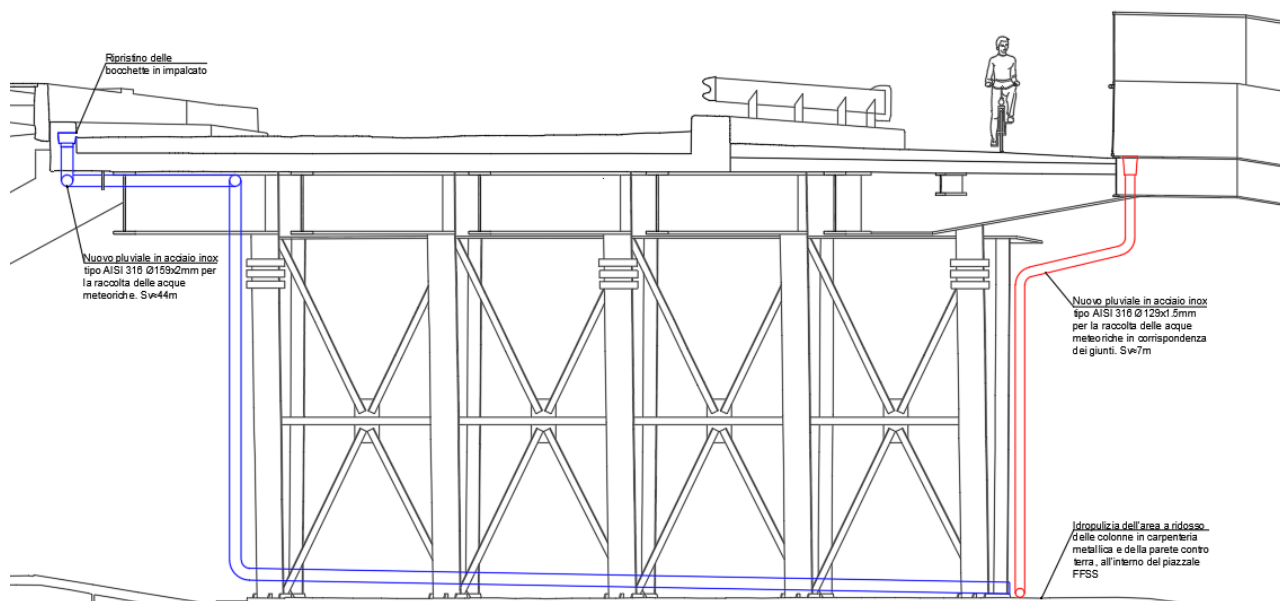
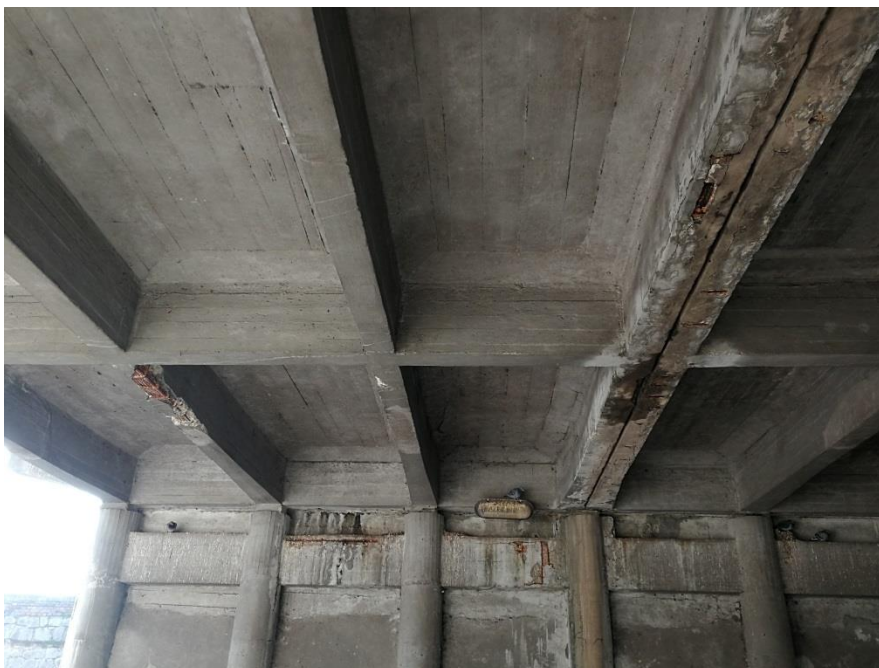


Figura 70  
Installazione di nuovi pluviali (colore rosso) e sostituzione di quelli esistenti (colore blu)

## 5.4 Intradosso del cavalcavia su via Avanzo

### 5.4.1 Documentazione fotografica dello stato di fatto

Di seguito alcune immagini che mostrano i più evidenti segni di degrado riscontrati.



*Figura 71*  
*Fenomeni di distacco del copriferro e corrosione delle armature*



*Figura 72*  
*Danneggiamenti probabilmente connessi a urti di veicoli di eccessiva altezza*



*Figura 73*  
*Danneggiamenti probabilmente connessi a urti di veicoli di eccessiva altezza e passerella metallica degradata*



*Figura 74*  
*Percolamenti in corrispondenza al giunto tra gli impalcati*





Figura 75

*Degradamento superficiale sulle strutture degli allineamenti 3 e 4*



Figura 76

*Distacco del copriferro e armature esposte corrose*

#### 5.4.2 Principali fenomeni di degrado osservati

Le travi dell'impalcato est 6' presentano un avanzato stato di degrado dovuto principalmente a fenomeni di percolamento. L'infiltrazione delle acque meteoriche è particolarmente gravosa in corrispondenza ai giunti tra gli impalcati.

Alla stessa causa è riconducibile l'ammaloramento dei pilastri dell'allineamento 2 che si trovano in corrispondenza all'estremità del cavalcavia in assenza di un giunto di dilatazione.

Le restanti strutture in calcestruzzo armato sono soggette a fenomeni di degrado superficiale, a meno di zone localizzate delle travi danneggiate da urti da parte di veicoli di eccessiva altezza.

All'intradosso della passerella metallica si ha formazione di ruggine e la lamiera risulta ammalorata in corrispondenza all'interfaccia con l'impalcato.

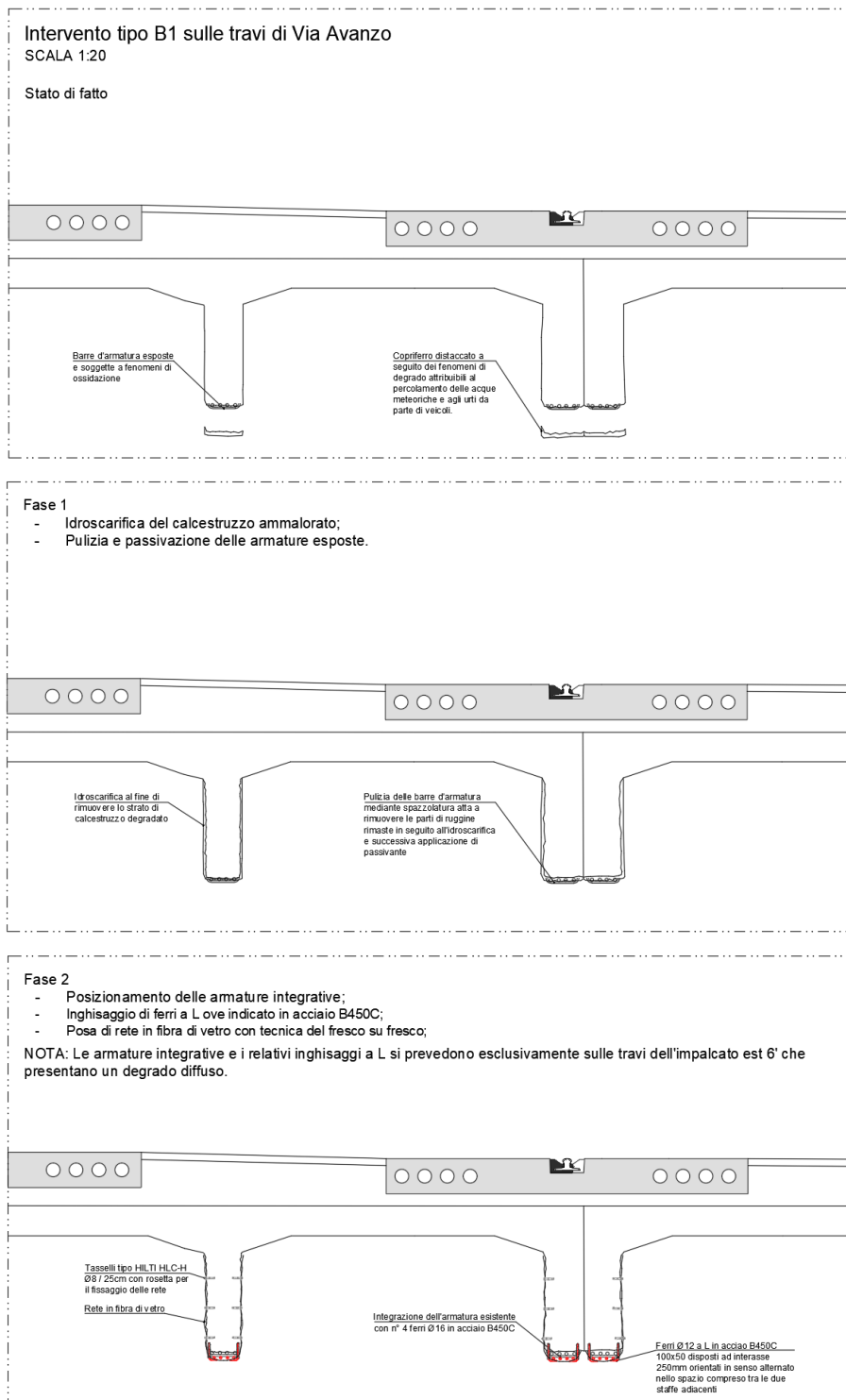
#### 5.4.3 Interventi previsti

Al fine di risolvere le criticità appena riportate si prevedono le seguenti lavorazioni:

- Ripristino degli elementi in calcestruzzo armato (intervento tipo B1) per travi e pilastri in stato di degrado avanzato:
  - Rimozione del calcestruzzo ammalorato (fortemente fessurato e/o carbonatato e/o aggredito da cloruri) mediante idroscarifica almeno a 800 bar, ottenendo alla fine un supporto macroscopicamente ruvido;
  - Pulizia delle barre d'armatura e protezione delle stesse mediante passivante cementizio tipo *MasterEmaco P 5000 AP*;
  - Integrazione dell'armatura mediante barre in acciaio B450C dove indicato;
  - Inghisaggio di ferri a L ove indicato in acciaio B450C;
  - Posa di rete in fibra di vetro con tecnica del fresco su fresco ove indicato;



- 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* o getto di calcestruzzo dove indicato.
- Pittura in superficie con vernice a base di metacrilati a solvente a creare una protezione filmogena del calcestruzzo tipo *BASF MasterProtect 314*.



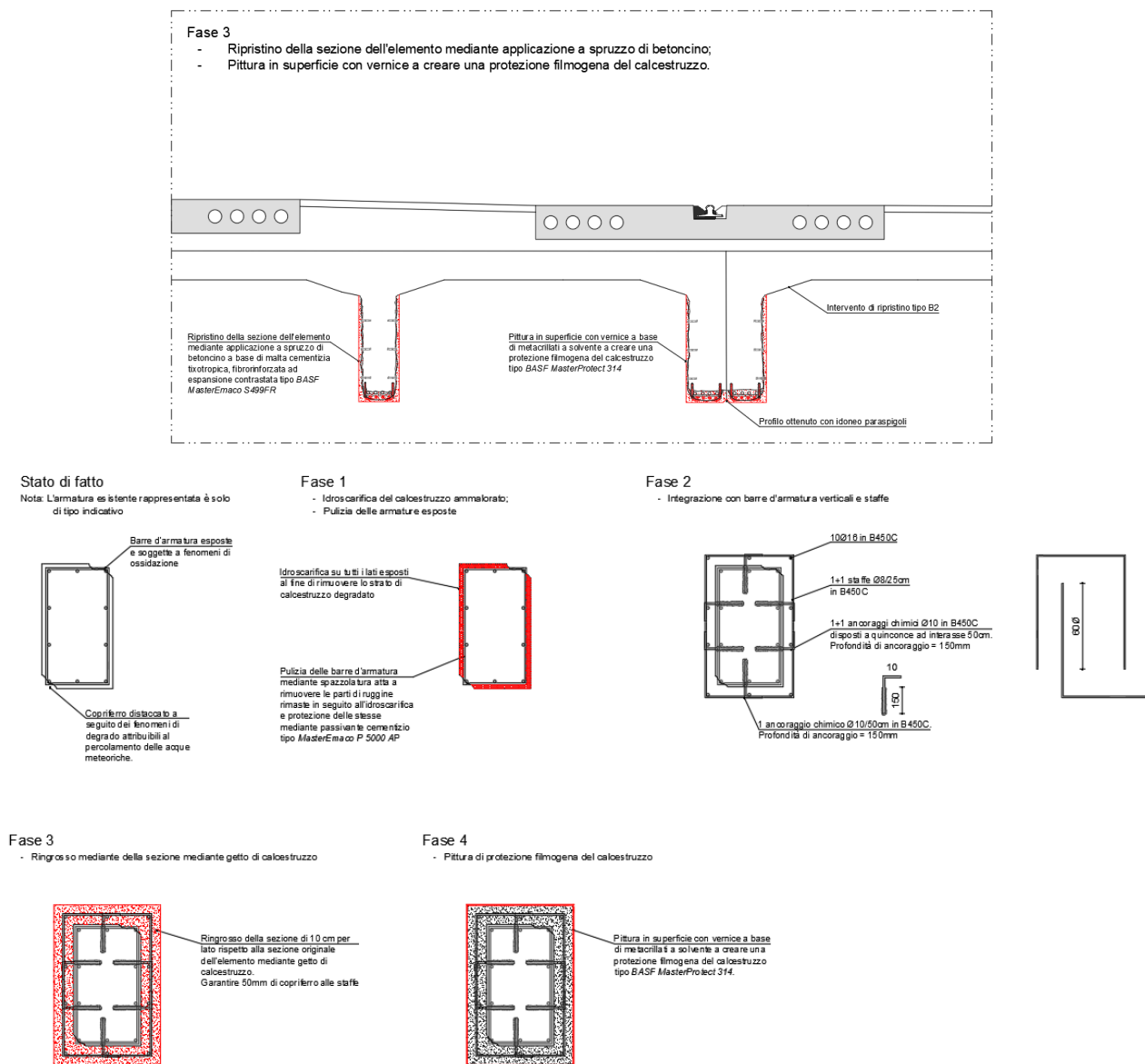


Figura 77

Intervento tipo B1 sui fusti delle pile dell'impalcato di via Avanzo allineamento 2

Si evidenzia che l'integrazione delle barre d'armatura all'intradosso delle travi dell'impalcato 6' ha lo scopo di ripristinare l'armatura attualmente presente in quanto considerata, a favore di sicurezza, pesantemente corrosa e danneggiata dagli urti subiti.

I ringrossi previsti per i pilastri dell'allineamento 2 sono volti al ripristino della sezione originale e all'aumento del copriferro delle barre esistenti al fine di garantire l'incremento di durabilità richiesto.

- Ripristino degli elementi in calcestruzzo armato (intervento tipo B2) per elementi in stato di degrado superficiale:
  - 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*.
- Pittura in superficie con vernice a base di metacrilati a solvente a creare una protezione filmogena del calcestruzzo tipo BASF *MasterProtect 314*.
- *Ripristino della passerella metallica del tratto 5 e degli impalcati est su via Avanzo (intervento tipo C2):*
  - 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 rimosso 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.
- *Installazione di profili in carpenteria metallica a protezione delle travi esistenti da eventuali urti da parte di veicoli di eccessiva altezza.*



## 5.5 Sovrappasso di via Eremitano 7

### 5.5.1 Descrizione

L'impalcato in oggetto, caratterizzato da un'unica campata consente lo scavalco di via Eremitano. Dal sopralluogo si può capire come la sede originariamente fosse più stretta e fu successivamente allargata nel corso degli anni. Si nota infatti nella parte centrale del sovrappasso una porzione "storica" e ai due lati allargamenti, da una parte realizzati con travi in acciaio (lato stazione) e dall'altra con travi in calcestruzzo. Nel lato della stazione, senso unico di ingresso al sottopasso, è stato installato un portale metallico con lo scopo di evitare urti di veicoli di eccessiva altezza con le travi in c.a..

La parte storica è costituita da 12 travi in c.a. poste ad interasse 1.60 m con luce netta di 8.00 m.



Figura 78 Vista sovrappasso di via Eremitano

Si riportano di seguito alcune immagini estratte dalla tavola 1.3 redatta nel 1990 dall'ing. Zuccolo nell'ambito delle indagini teorico sperimentali volte a valutare lo stato di conservazione dell'opera.

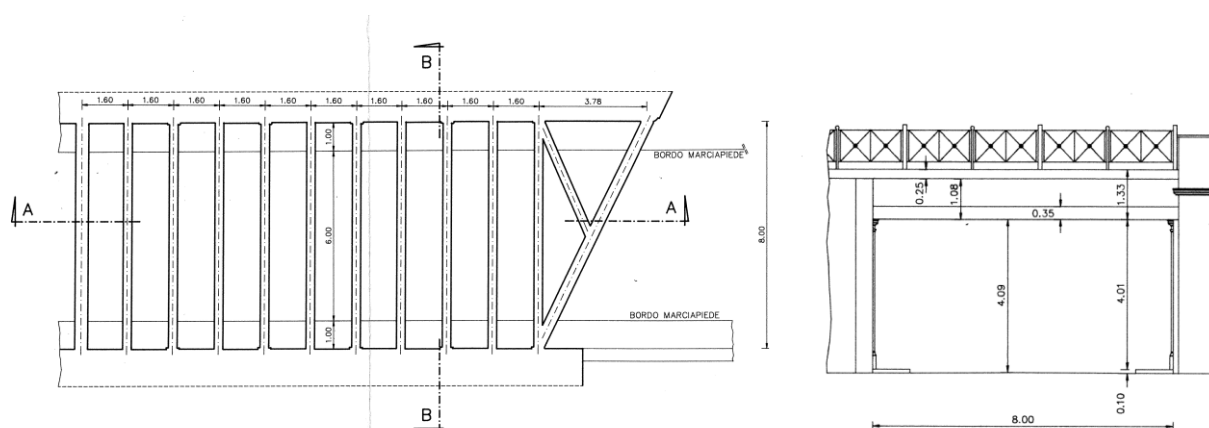


Figura 79 Pianta Strutturale e prospetto laterale

### 5.5.2 Documentazione fotografica dello stato di fatto

Di seguito alcune immagini che mostrano i più evidenti segni di degrado riscontrati.



*Figura 80*  
*Fenomeni di distacco del copriferro e corrosione delle armature*



*Figura 81*  
*Fenomeni di danneggiamento probabilmente connessi a urti di veicoli di eccessiva altezza*

### 5.5.3 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.

### 5.5.4 Interventi di previsti

Si prevede l'impermeabilizzazione dell'impalcato dall'estradosso attraverso il seguente intervento:

- Rifacimento dello strato di usura della pavimentazione stradale (intervento tipo A2):
  - Fresatura della pavimentazione stradale per uno spessore di 4 cm eseguita a mano e martello demolitore;
  - Pulizia della superficie esistente a seguito della fresatura;
  - Stesura di idonea mano d'attacco con bitume modificato;
  - Stesura del nuovo strato di usura tipo SMA (splittmastix asphalt) per uno spessore di 4 cm;
  - Sigillatura dei bordi con malta a base di resina poliuretanica tipo *BASF MasterFlow 220* e relativo primer;
  - Rifacimento della segnaletica stradale.

## 6 CONSIDERAZIONI SULLE ATTIVITÀ

Alcune degli interventi previsti, in particolare la sistemazione dell'impianto di smaltimento delle acque meteoriche e la verniciatura del parapetto sul lato est, ricadono in ambito ferroviario.

L'attività di progettazione è stata svolta in sintonia con RFI al fine di individuare le lavorazioni e le modalità di esecuzione idonee, nel rispetto degli impianti e della massicciata. Le lavorazioni in ambito ferroviario o che possono produrre effetti sull'ambito ferroviario verranno svolte in regime di interruzione del traffico ferroviario in orario notturno con personale di scorta RFI.

Nello specifico gli orari indicativi delle interruzioni ferroviarie concesse da RFI e gli orari effettivi di lavoro sono quelli riportati nella successiva tabella:

ORARI INDICATIVI DELLE INTERRUZIONI FERROVIARIE CONCESSE DA RFI E ORARI EFFETTIVI DI LAVORO		
BINARIO	INTERRUZIONE FERR.	ORARIO DI LAVORO
1 - 2	23:00 - 5:00	23:45 - 4:15
3 - 5	24:00 - 5:00	00:45 - 4:15
6	22:30 - 6:00	23:15 - 5:15
7 - 8 - 9 - 10	22:30 - 6:00	23:15 - 5:15
PIAZZALE	/	/

Per le lavorazioni, dopo un dialogo con gli uffici di RFI, si è valutato che il mezzo d'opera più idoneo allo svolgimento delle attività è una piattaforma semovente su carro pianale trainato da locomotore diesel. In alternativa è possibile utilizzare una motoscala ferroviaria dotata di una pedana mobile che può essere movimentata verticalmente e lateralmente (con uno sbraccio di circa 4m) permettendo agli operai di raggiungere le zone di intradosso degli impalcati. I mezzi previsti nel progetto sono dotati di una cesta di dimensioni ridotte che permette di raggiungere le posizioni più lontane. Inoltre il trasporto dell'attrezzatura di lavoro avviene mediante il carro ferroviario agganciato al locomotore o alla motoscala. Di seguito alcune immagini esemplificative dei mezzi ferroviari previsti a progetto.

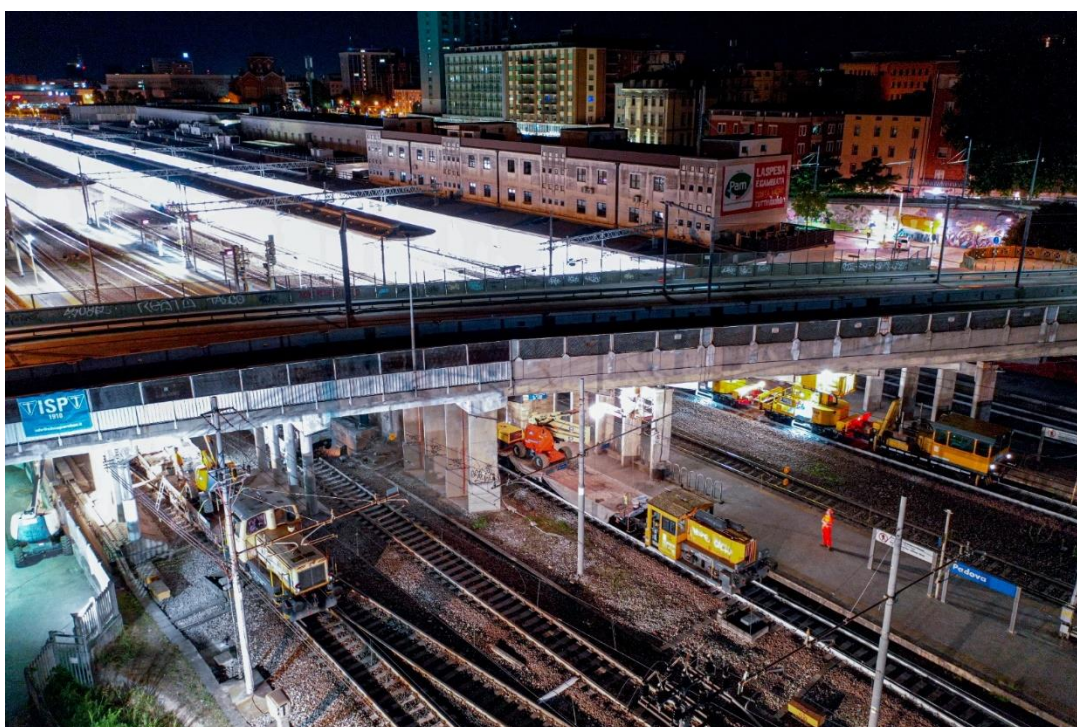


Figura 82  
Piattaforma semovente su carro pianale trainato da locomotore diesel





*Figura 83  
Scala motorizzata*

In alternativa possono essere impiegati mezzi d'opera bimodali come la cesta rappresentata di seguito.



*Figura 84  
Esempio di cesta elevatrice bimodale*

Tali mezzi potranno raggiungere l'area di cantiere tramite i binari a partire dall'ex deposito ferroviario RFI avente accesso da via Ruspoli.



*Figura 85*  
*Percorso dei mezzi d'opera*

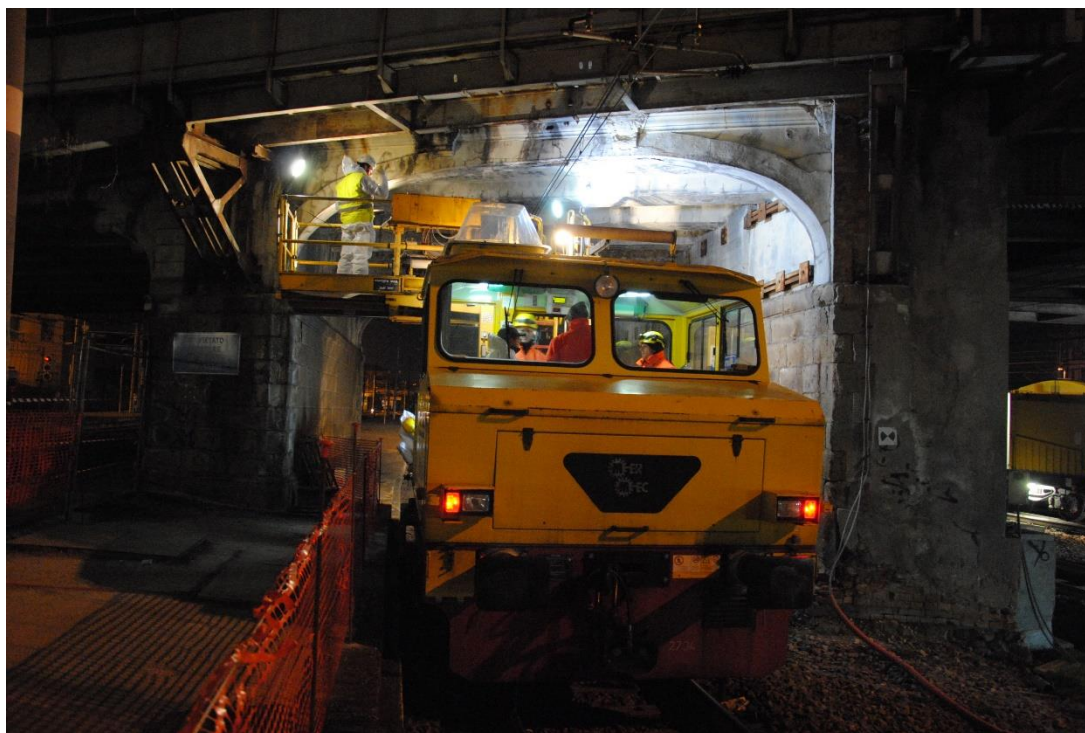
Si sottolinea comunque che le attività in ambito ferroviario andranno pianificate con adeguato anticipo attraverso la UT di Padova.

Si riportano di seguito alcune immagini delle lavorazioni di consolidamento strutturale svolte dall'impresa Silvio Pierobon s.r.l. in ambito ferroviario in orario notturno.

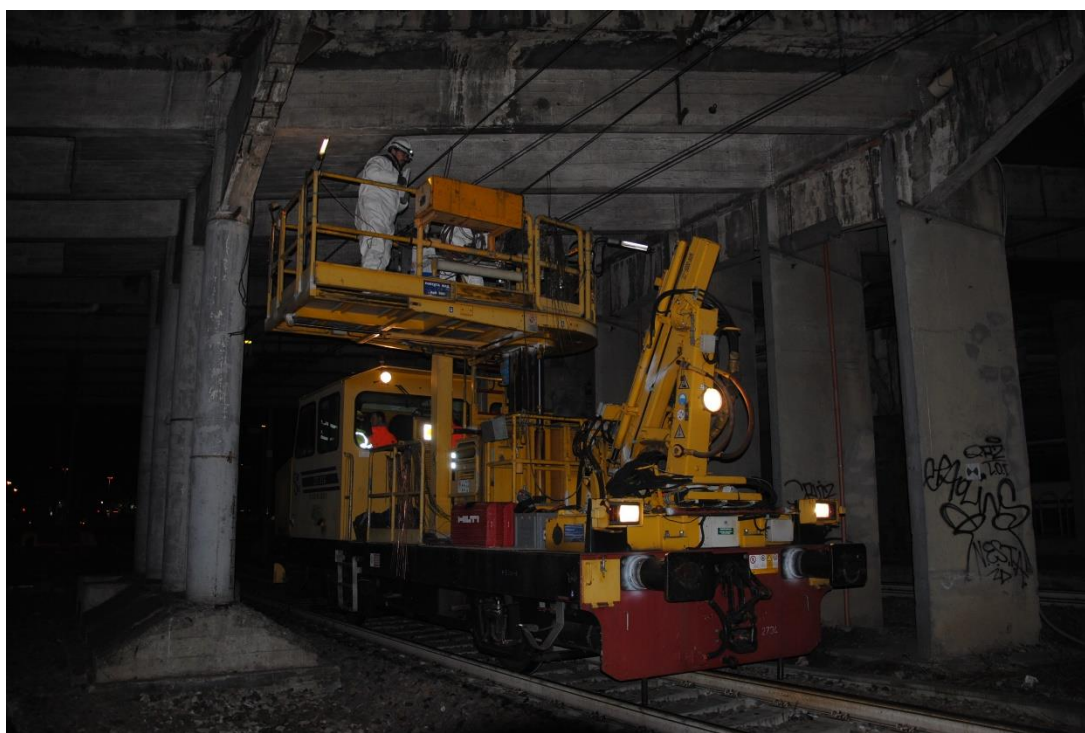


*Figura 86*  
*Lavorazioni su piattaforme semoventi su carri pianale trainati da locomotore diesel*





*Figura 87  
Lavorazioni su scale motorizzate viaggianti sui binari*



*Figura 88  
Lavorazioni su scale motorizzate viaggianti sui binari*



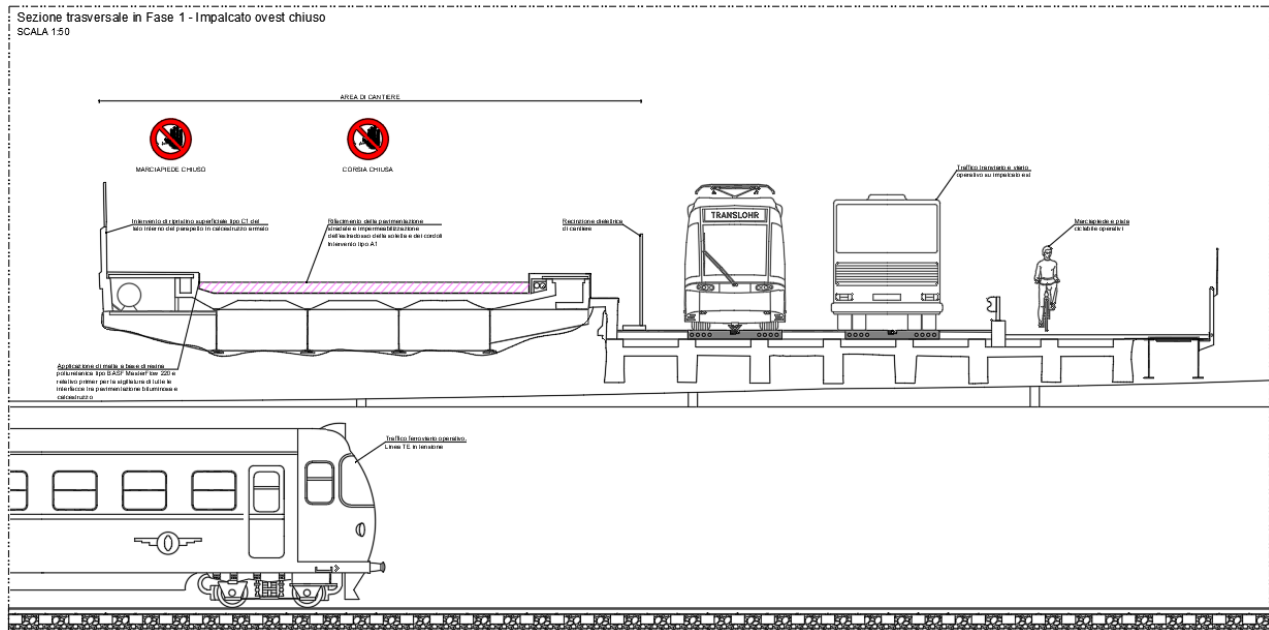
## 7 FASISTICA DELLE LAVORAZIONI

In questo capitolo vengono riportate alcuni estratti degli elaborati grafici in modo da descrivere brevemente la fasistica delle lavorazioni di progetto.

### 7.1 Lavorazioni all'estradosso degli impalcati

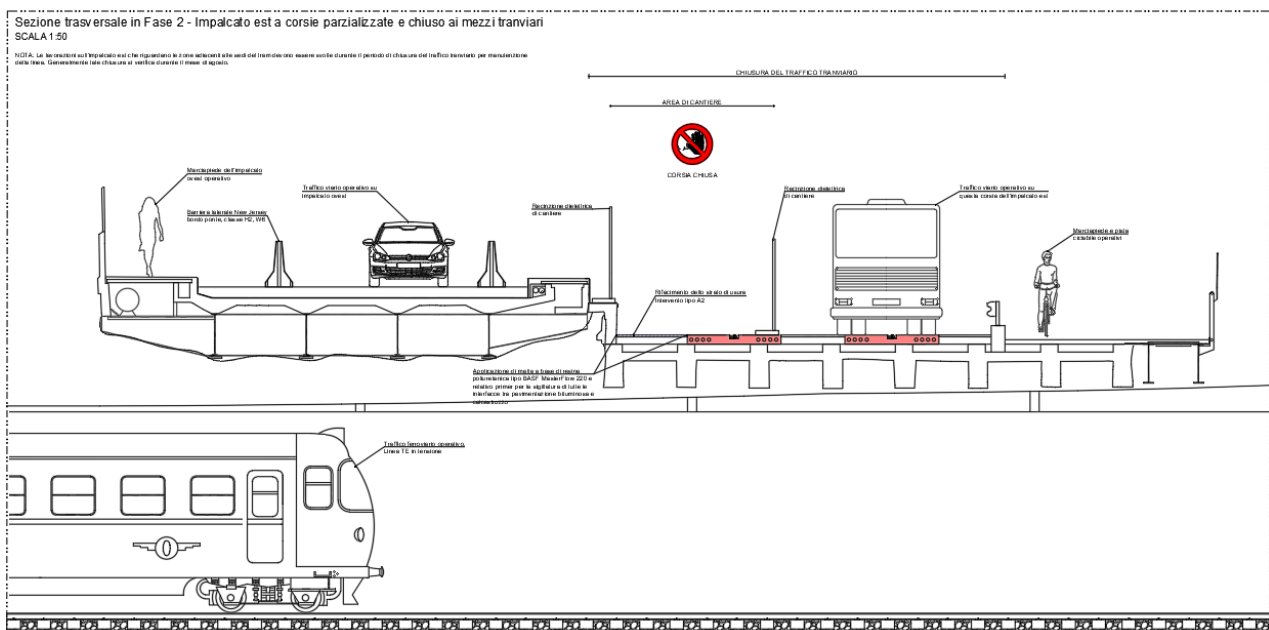
#### Fase 1

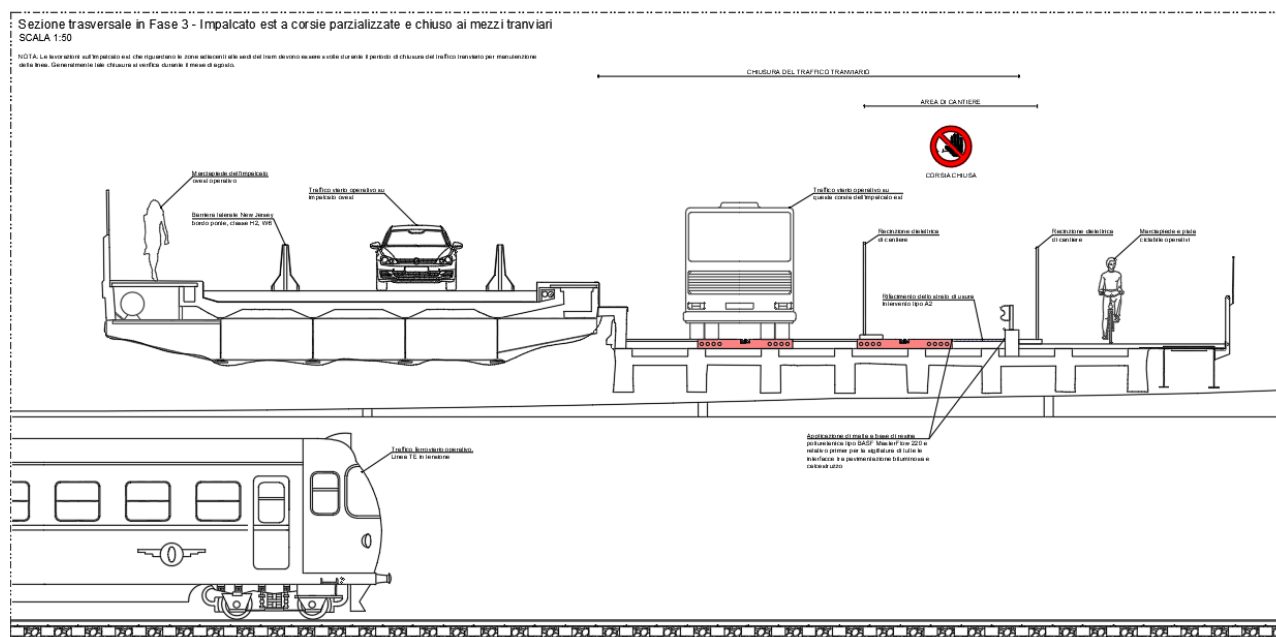
Per il rifacimento della pavimentazione stradale dell'impalcato ovest viene prevista la chiusura dell'intera carreggiata in modo da poter eseguire contemporaneamente anche il rifacimento della soletta di chiusura del varco e il ripristino del parapetto in calcestruzzo armato.



#### Fasi 2 - 3

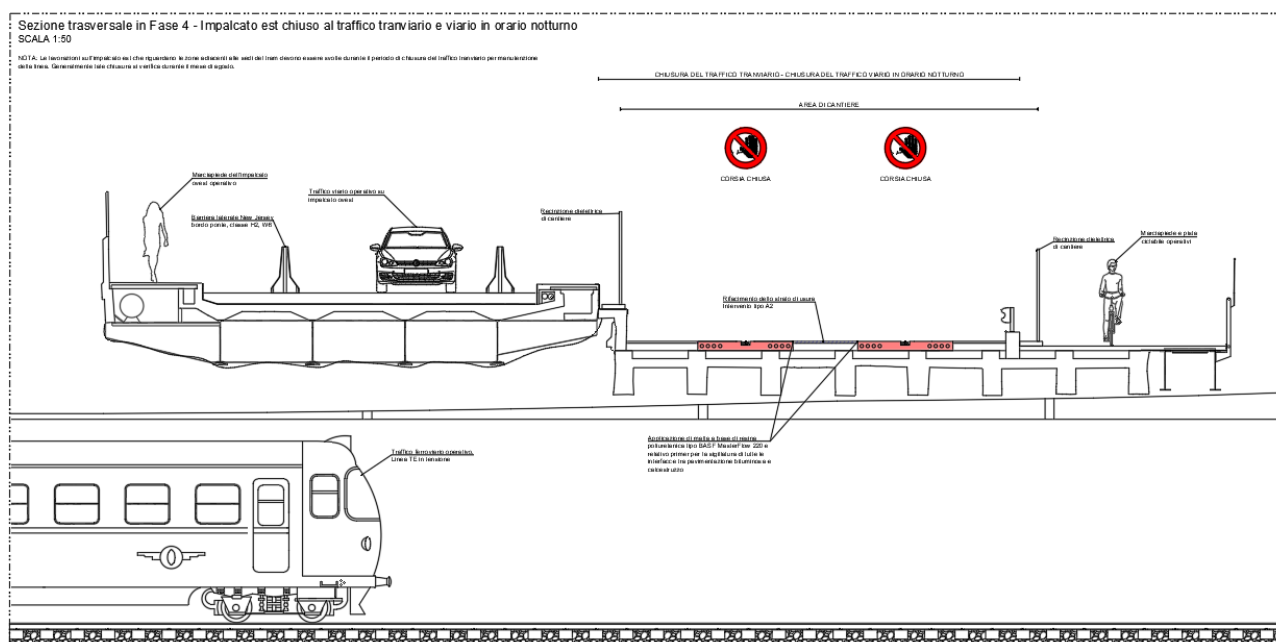
Le lavorazioni da eseguire sull'impalcato est verranno invece realizzate durante il periodo di chiusura della linea tranviaria previsto dal gestore Busitalia generalmente nel mese di agosto. Durante questo lasso temporale le corsie del traffico ordinario verranno parzializzate in modo da garantire in ogni fase di cantiere la presenza di una corsia aperta in direzione Arcella.





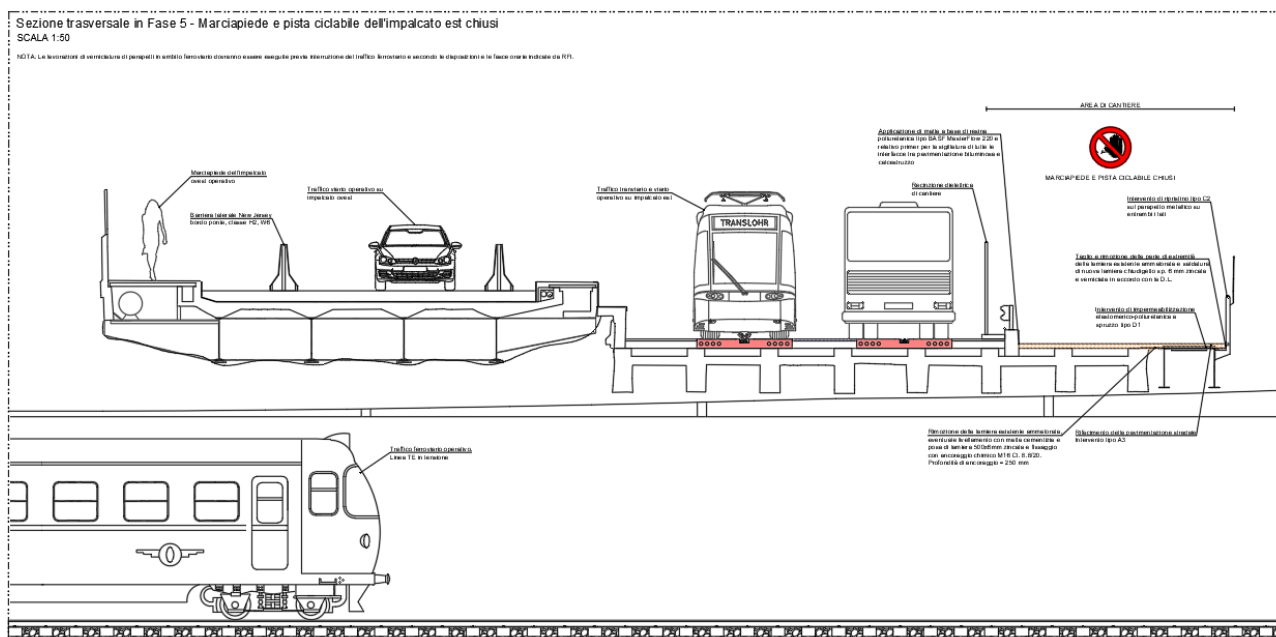
### Fase 4

A causa della limitata larghezza della carreggiata dell'impalcato est, la fase di rifacimento dello strato di usura della zona compresa tra le due piste del tram dovrà essere eseguita in orario notturno chiudendo l'accesso a tutti i veicoli. Anche questa fase verrà realizzata durante il periodo di chiusura della linea tranviaria.



### ***Fase 5***

La sostituzione delle parti ammalorate della passerella metallica, la sua impermeabilizzazione e verniciatura e il rifacimento della pavimentazione stradale potranno avvenire con la sola chiusura della zona adibita al transito di pedoni e velocipedi i quali dovranno utilizzare il marciapiede dell'impalcato ovest.

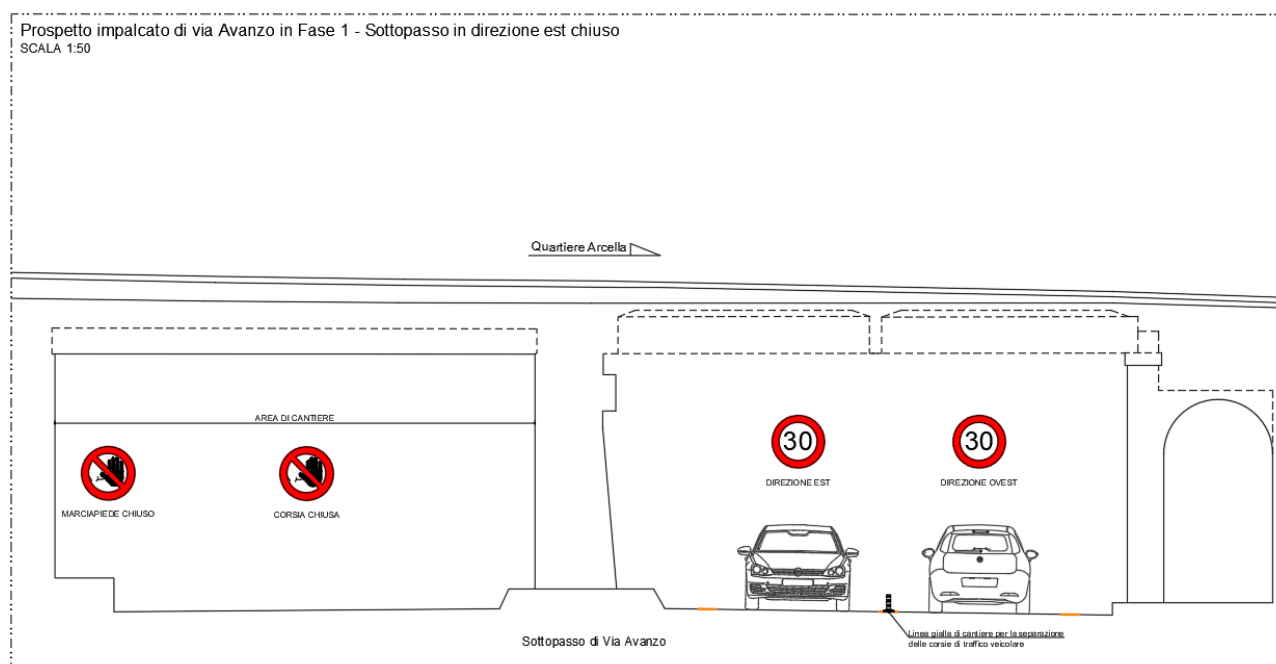


Si evidenzia che le lavorazioni di sostituzione delle lamiere ammalorate e la verniciatura di parapetti in ambito ferroviario dovranno essere eseguite previa interruzione del traffico ferroviario e secondo le disposizioni e gli orari indicati da RFI.

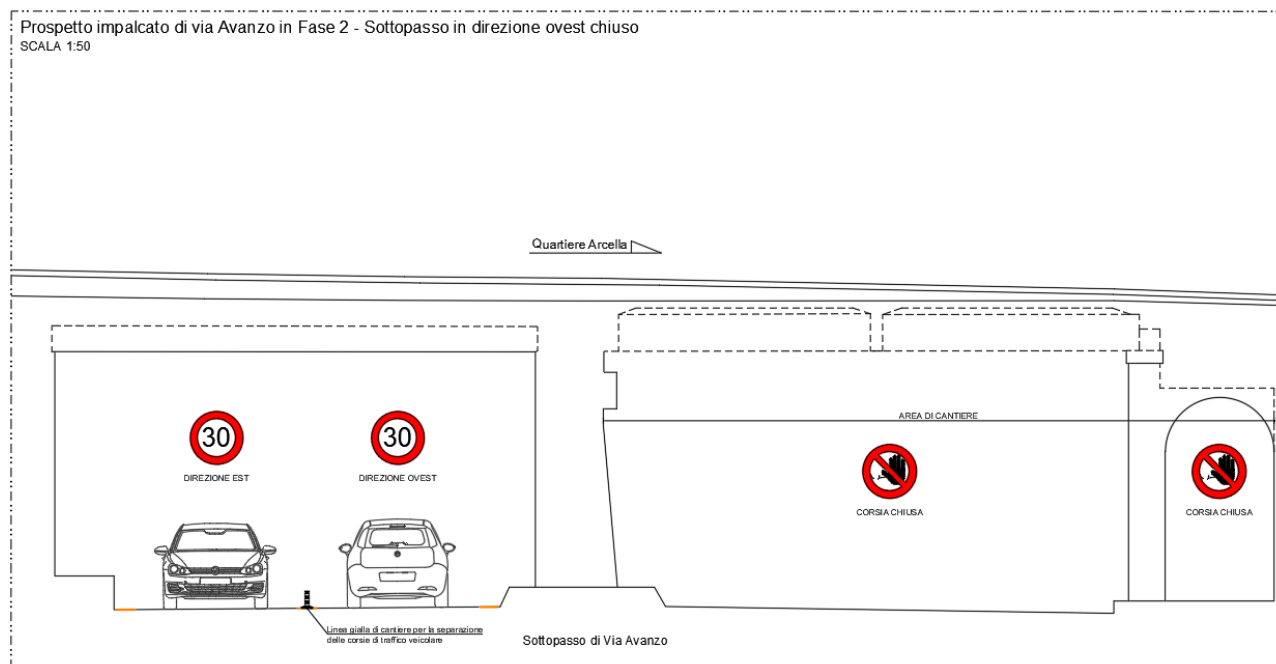
Tali prescrizioni valgono anche per le operazioni di sistemazione dell'impianto di smaltimento delle acque meteoriche che interessano l'ambito ferroviario.

## 7.2 Lavorazioni su via Avanzo

Le lavorazioni all'intradosso degli impalcati est 6 e 6' su via Avanzo verranno eseguite facendo transitare entrambe le corsie di traffico, una per senso di marcia, sulla carreggiata non interessata dall'area di cantiere. Tale fasistica è rappresentata nelle immagini successive.







Alternativamente è possibile prevedere l'installazione di un idoneo impianto semaforico e l'istituzione di un senso unico alternato.

## 8 CONCLUSIONI

Gli interventi descritti nella presente relazione si possono intendere a completamento del consolidamento strutturale eseguito sulle strutture all'intradosso del Cavalcavia Borgomagno da parte dell'impresa Silvio Pierobon s.r.l.. Attualmente infatti risultano ancora irrisolte le problematiche legate al percolamento delle acque meteoriche che potrebbero indurre la ricomparsa di fenomeni di degrado e pregiudicare la durabilità dell'opera.

Per tale motivo le lavorazioni previste sono volte all'impermeabilizzazione dell'impalcato e alla sistemazione dell'impianto di smaltimento delle acque meteoriche, nonché al ripristino delle rimanenti strutture all'intradosso che risultano ammalorate.

Come richiesto dal Comune di Padova, **la realizzazione dei lavori illustrati nella presente relazione consentirà di estendere la vita utile del manufatto per un periodo stimato di 10 anni.**

Montegrotto Terme, Novembre 2021

Ing. Massimiliano Lazzari