

COMMITTENTE:



**PROVINCIA
DI BRESCIA**

PROVINCIA DI BRESCIA

AREA TECNICA E DELL'AMBIENTE
SETTORE DELLE STRADE E DEI TRASPORTI



**PROVINCIA
DI BRESCIA**

PROGETTO

S.P. 11 "ORZINUOVI - ACQUAFREDDA"

PROGETTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL CAVALCAFERROVIA AL KM 16+750 IN
COMUNE DI VEROLANUOVA.

CUP: H37H20002300002

FASE

DATA

PROGETTO ESECUTIVO

Gennaio 2023

PROGETTISTA ARCHITETTONICO E STRUTTURALE



GUERINI INGEGNERIA SRL

Ing. Guerini Alessandro

Via Italia, 76 C - 25069 Villa Carcina (Brescia)

Tel. 030.8368592-3 - Cell. 348.8867329

www.gueriniingegneria.it - tecnico@gueriniingegneria.it

C.F. e P.IVA 03711710982

Collaboratori:

Arch.I. Mandis Simona

Ing. Valentini Monica

OGGETTO

ELABORATO

Relazione tecnico illustrativa

PE-R01

SCALA

Indice

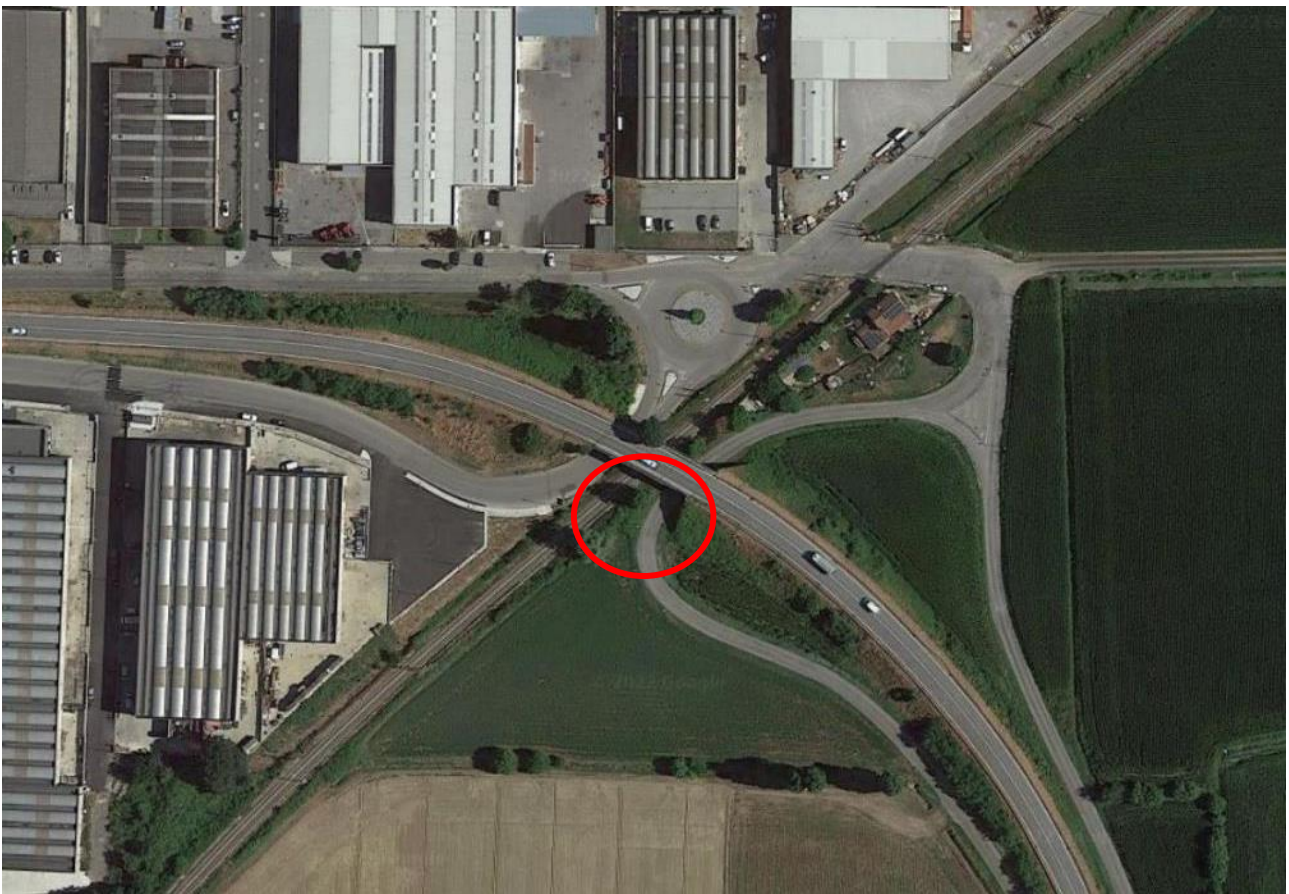
1.	Premessa.....	1
2.	Descrizione stato dei luoghi	2
2.1.	Relazione fotografica stato dei luoghi.....	3
3.	Descrizione puntuale del progetto.....	9
3.1.	INTERVENTO 1. Ripristino superficiale delle spalle.	9
3.2.	INTERVENTO 2. Ripristino delle strutture in c.a. ammalorate mediante passivazione dei ferri di armatura, rinforzo armatura, ricostruzione dei pilastri e del pulvino delle pile e realizzazione setto di continuità.....	10
3.3.	INTERVENTO 3. Sostituzione pavimentazione esistente.....	10
3.4.	INTERVENTO 4. Sostituzione barriere stradali e parapetti.	10
3.5.	INTERVENTO 5. Rifacimento dei giunti di piattaforma.	14
3.6.	INTERVENTO 6. Installazione di sistemi di allontanamento acque meteoriche di piattaforma.....	14
4.	Cantierizzazione e fasi esecutive	14
5.	Conclusioni	20



1. Premessa

La presente relazione tecnica illustra nel dettaglio gli interventi di straordinaria manutenzione del cavalcavia della SP11 (Orzinuovi-Acquafredda) al km. 16+750 nel comune di Verolanuova (BS), resi necessari visto l'elevato livello di degrado delle pile e dell'impalcato.

L'infrastruttura si trova in zona industriale, a nord est dall'abitato del Comune di Verolanuova e scavalca, con la campata centrale che sormonta la linea ferroviaria Brescia - Cremona.



2. Descrizione stato dei luoghi

Si tratta di un cavalcaferrovia con impalcato in calcestruzzo armato a travi prefabbricate e precomprese, a tre campate rispettivamente di luce 8,50 m, 11,00 m e ancora 8,40 m; la campata centrale scavalca la linea ferroviaria. Le pile intermedie sono a telaio in calcestruzzo armato; le spalle sono di tipo tradizionale.

L'impalcato è stato realizzato, indicativamente negli anni '70, mediante l'affiancamento di 9 travi sulle campate laterali e 13 su quella centrale. Si rileva la presenza di ripartitori intermedi.

I degradi principali rilevati sono i seguenti:

- Segni evidenti di infiltrazioni negli sbalzi dei pulvini, con armatura esposta e corrosa;
- Porzioni di calcestruzzo ammalorato con calcinacci instabili;
- Fessure orizzontali negli spigoli del pulvino in corrispondenza dell'appoggio delle travi;
- Assenza di adeguato copriferro con evidenti segni di corrosione delle barre di armatura e riduzione dell'area resistente nelle nervature, nei ripartitori e negli sbalzi della soletta;
- Distacco del copriferro a seguito dell'azione espansiva della ruggine con possibilità di interessamento della sede ferroviaria;
- Infiltrazioni lungo le spalle;
- Danneggiamento giunto strutturale;
- Parapetti e barriere laterali non a norma sull'impalcato e sul rilevato.



2.1. Relazione fotografica stato dei luoghi



GUERINI INGEGNERIA SRL
Ing. Guerini Alessandro

Via Italia, 76 C - 25069 Villa Carcina (Brescia)
Tel. 030.8368592 - Cell. 348.8867329
C.F. e P.IVA 03711710982







GUERINI INGEGNERIA SRL
Ing. Guerini Alessandro

Via Italia, 76 C - 25069 Villa Carcina (Brescia)
Tel. 030.8368592 - Cell. 348.8867329
C.F. e P.IVA 03711710982





GUERINI INGEGNERIA SRL
Ing. Guerini Alessandro

Via Italia, 76 C - 25069 Villa Carcina (Brescia)
Tel. 030.8368592 - Cell. 348.8867329
C.F. e P.IVA 03711710982

3. Descrizione puntuale del progetto

Gli interventi si distinguono in 3 macro categorie:

- a) gli interventi di ripristino strutturale e di miglioramento delle prestazioni, essenzialmente riguardo agli eventi eccezionali quali sisma e urto per deragliamento del treno
- b) gli interventi di pura manutenzione straordinaria, finalizzati comunque ad incrementare la vita utile dell'opera
- c) gli interventi di riqualificazione funzionale, riguardanti la messa in opera di giunti di dilatazione ed impermeabilità, e di nuovi guard rail.

L'obiettivo principale degli interventi qui descritti è la straordinaria manutenzione dell'opera per riportarla al livello di prestazioni previsto dal progetto originale; gli interventi sulle pile, tuttavia, comportano un netto miglioramento sismico dell'opera. Inoltre, si coglie l'occasione per alcuni interventi di "messa a norma" relativamente ad alcune prescrizioni tipiche dei cavalcavia ferroviari (previsione dell'urto sulle pile, realizzazione dei riscontri sismici, adeguamento delle barriere e dei parapetti).

La manutenzione inoltre ha lo scopo di eliminare i problemi di infiltrazione diffusi su tutta la struttura attraverso il rifacimento dei giunti e della raccolta acque in corrispondenza delle spalle e delle pile, dell'impermeabilizzazione dell'impalcato e la posa di un nuovo sistema di raccolta delle acque di piattaforma.

A seguire gli interventi di progetto.

3.1. INTERVENTO 1. Ripristino superficiale delle spalle.

Accurata ispezione visiva su tutte le superfici delle spalle.

In corrispondenza di tutte le situazioni di degrado (copriferri in distacco, ferri di armatura scoperti ed eventualmente a corrosione iniziata), provvedere una accurata rimozione delle parti in c.a. incoerenti mediante mezzi meccanici, fino a rinvenire il calcestruzzo sano.

Ravvivatura e irruvidimento del calcestruzzo sano nelle zone di intervento.

Accurata pulizia con spazzole metalliche dei ferri in vista, e successiva passivazione mediante prodotti adatti alla inibizione della corrosione (malte cementizie monocomponenti modificate con polimeri, conformi ai requisiti prestazionali della norma EN 1504-7), tipo MasterEmaco P 5000 AP(BASF).

Applicazione dove necessario di betoncini tixotropici a ritiro compensato, eventualmente fibrorinforzati, con resistenza alla compressione a 28gg 40MPa (malte di ripristino per riprofilature, conformi ai requisiti prestazionali della norma EN 1504-3), tipo MasterEmaco S 498 FR (BASF).



Applicazione di rivestimento impermeabilizzante che protegge il calcestruzzo dalla carbonatazione e dall'assorbimento di acqua meteorica garantendo la traspirazione continuativa del supporto (trattamenti protettivi filmogeni, conformi ai requisiti prestazionali della norma EN 1504-1e2), tipo MasterProtect 320 (BASF).

3.2. INTERVENTO 2. Ripristino delle strutture in c.a. ammalorate mediante passivazione dei ferri di armatura, rinforzo armatura, ricostruzione dei pilastri e del pulvino delle pile e realizzazione setto di continuità.

Accurata ispezione visiva su tutte le superfici delle pile e dei pulvini.

In corrispondenza di tutte le situazioni di degrado (copriferri in distacco, ferri di armatura scoperti ed eventualmente a corrosione iniziata), provvedere una accurata rimozione delle parti in c.a. incoerenti mediante mezzi meccanici, fino a rinvenire il calcestruzzo sano.

Ravvivatura e irruvidimento del calcestruzzo sano nelle zone di intervento.

Accurata pulizia con spazzole metalliche dei ferri in vista, e successiva passivazione mediante prodotti adatti alla inibizione della corrosione in corrispondenza dei pulvini (malte cementizie monocomponenti modificate con polimeri, conformi ai requisiti prestazionali della norma EN 1504-7), tipo MasterEmaco P 5000 AP(BASF).

Ricostruzione dello strato esterno delle pile, del pulvino e realizzazione di un setto di continuità tra i pilastri delle pile mediante calcestruzzo con resistenza alla compressione a 28gg pari a 40MPa.

Applicazione di rivestimento impermeabilizzante che protegge il calcestruzzo dalla carbonatazione e dall'assorbimento di acqua meteorica garantendo la traspirazione continuativa del supporto (trattamenti protettivi filmogeni, conformi ai requisiti prestazionali della norma EN 1504-1e2), tipo MasterProtect 320 (BASF).

3.3. INTERVENTO 3. Sostituzione pavimentazione esistente.

Rimozione pavimentazione esistente.

Realizzazione nuovo pacchetto pavimentazione costituito da impermeabilizzazione, strato di binder sp=19cm e strato di usura sp=4cm.

3.4. INTERVENTO 4. Sostituzione barriere stradali e parapetti.

Rimozione dei parapetti e della barriera esistenti sull'impalcato e della barriera stradale per una lunghezza di 27,17 m per lato sulle rampe di raccordo.

Installazione di nuove barriere stradali guard-rail classe H4 bordo ponte per tutta la lunghezza dell'impalcato e classe H3 bordo laterale nel rilevato di accesso al ponte per una lunghezza pari a 27,17 m.

La scelta dei dispositivi di sicurezza è stata condotta tenendo conto della loro destinazione ed ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada nonché di quelle del traffico cui la stessa sarà interessata, salvo per le barriere di cui al punto c),



per le quali dovranno sempre essere usate protezioni delle classi H2, H3, H4 e, comunque, in conformità della vigente normativa sulla progettazione, costruzione e collaudo dei ponti stradali.

Ai fini della individuazione della classe di contenimento (H) delle barriere longitudinali si considera la Tabella A del D.M. 21/06/2004 n.2367 tramite cui, in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destinazione della barriera, è possibile determinare le classi minime delle barriere longitudinali.

Tabella A – Barriere longitudinali

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte ⁽¹⁾
Autostrade (A) e strade extraurbane principali(B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 ⁽²⁾	H2-H3 ⁽²⁾	H3-H4 ⁽²⁾
Strade extraurbane	I	H1	N2	H2
secondarie(C) e Strade urbane di scorrimento (D)	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali(F).	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale

(2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

Nella tabella successiva si riporta la classe di barriera prescritta.

Tipologia di strada	Destinazione	Classe
Strada extraurbana principale	Bordo laterale	H3
Strada extraurbana principale	Bordo ponte	H4

Nel caso di ponti o ponticelli aventi lunghezze inferiori all'estensione minima del dispositivo, ossia nel caso in cui non sia possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella testata in fase di omologazione, sarà possibile installare una estensione di dispositivo inferiore a quella effettivamente testata, provvedendo però a raggiungere la estensione minima attraverso un dispositivo diverso (per esempio testato con pali infissi nel terreno), ma di minima classe di contenimento (o classe ridotta -H3- nel caso di affiancamento a barriere di bordo ponte di classe H4) garantendo inoltre la continuità strutturale. L'estensione minima che il tratto di dispositivo "misto" dovrà raggiungere sarà costituita dalla maggiore delle lunghezze prescritte nelle certificazioni CE (omologazioni) dei due tipi di dispositivo da impiegare.



Nel caso di dispositivo "misto", l'estensione delle barriere di sicurezza dovrà essere valutata in fase di esecuzione in funzione delle barriere di sicurezza messe in opera con una lunghezza minima complessiva costituita dalla maggiore delle lunghezze prescritte nelle certificazioni CE (omologazioni) dei due tipi di dispositivo impiegati.

Per la progettazione delle barriere metalliche è stato utilizzato il sistema MARCEGAGLIA Buildtech e più nello specifico:

- Barriera metallica con nastro a 3 onde denominata H3 BORDO LATERALE - BARRIERA 3 ONDE SINGOLA SU RILEVATO W5

Rapporti di prova Crash test reports, Testberichte, Comptes rendus d'essais, Relaciones de pruebas											
Test n.	Facility	Test	Type	Barrier length m	Mass kg	Speed km/h	ASI max 1.4	THIV max 33 km/h	D m	Vi m	W m
PROVA 992	Aisico	TB61	Laterale 20°	85,5	16.000	80	-	-	1,2	1,7	1,6=W5
PROVA 975	Aisico	TB11	Laterale 20°	85,5	900	100	1,00=A	22	0,4	-	0,6=W1

- Barriera metallica con nastro a 3 onde denominata H4 BORDO PONTE - BARRIERA 3 ONDE PER MANUFATTO W4

Rapporti di prova Crash test reports, Testberichte, Comptes rendus d'essais, Relaciones de pruebas											
Test n.	Facility	Test	Type	Barrier length m	Mass kg	Speed km/h	ASI max 1.4	THIV max 33 km/h	D m	Vi m	W m
PROVA 878	Aisico	TB81	Laterale 20°	86,5	38.000	65	-	-	1	2,2	1,3=W4
PROVA 877	Aisico	TB11	Laterale 20°	86,5	900	100	1,1=B	27	0,4	-	0,6=W1

La maggiore delle lunghezze prescritte nelle omologazioni dei due tipi di dispositivo da impiegare è quindi pari a 86,5 m che verrà così sviluppata:

Tipologia	Destinazione	Ubicazione	Sviluppo
Barriera metallica	Bordo laterale	Tratto stradale precedente e successivo al ponte	27.17 m
Barriera metallica	Bordo ponte	Tratto stradale in corrispondenza del ponte	32.16 m
Barriera metallica	Bordo laterale	Tratto stradale precedente e successivo al ponte	27.17 m

Nella *TAV.05_Stato di progetto-Planimetria-Dettagli* è stata quindi modificata la lunghezza dell'intervento di sostituzione della barriera metallica bordo laterale, di conseguenza è stato aggiornato anche il computo metrico estimativo.

N.B. IN CASO DI DIFFERENTE BARRIERA METALLICA SELEZIONATA IN FASE ESECUTIVA SARA' DA RIVERIFICARE LO SVILUPPO MINIMO DELLA BARRIERA STESSA AI FINI DI GARANTIRE LE PRESTAZIONI INDICATE DAL PRODUTTORE IN FASE DI OMODOGAZIONE.



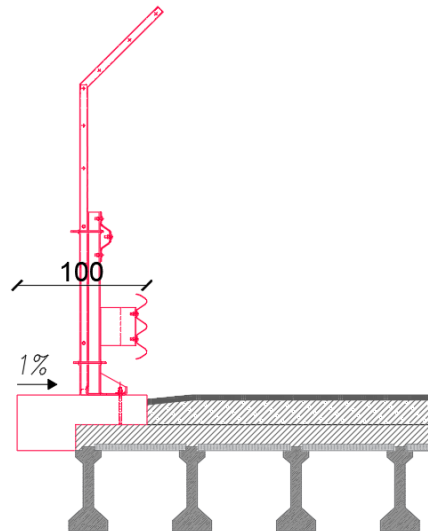
Altro criterio di scelta della tipologia di barriera da installare è costituito dalla deformazione della barriera in caso di urto. Anche questo livello di prestazione è definito dalle prove effettuate in fase di omologazione della barriera.

I parametri caratterizzanti il comportamento deformativo della barriera sono larghezza operativa (W), deflessione dinamica (D) intrusione del veicolo (Vi). La larghezza operativa è la distanza tra il lato rivolto verso il traffico prima dell'urto e la massima posizione laterale dinamica della barriera stessa.

La deflessione dinamica è lo spostamento laterale massimo del lato della barriera rivolto verso il traffico.

Inoltre il parametro definito come intrusione del veicolo è utilizzato per misurare la massima posizione laterale dinamica del veicolo.

Nel caso in oggetto, in corrispondenza dell'attraversamento della sede ferroviaria, è richiesta dal gestore della stessa che il coefficiente D, deflessione dinamica, non superi la misura corrispondente alla distanza tra bordo interno della barriera prima dell'urto ed il bordo dell'attraversamento.



Dettaglio nuova barriera

Considerando la configurazione geometrica dell'intervento, riportata nell'immagine precedente, si prescrive l'utilizzo di una barriera bordo ponte H4-W4 con $D < 1m$.

Si precisa inoltre che in prossimità dello scavalco la rete di protezione dovrà essere estesa 2,00m dalla sommità del guard-rail e si dovrà prevedere la posa di cartelli monitori per il rischio di folgorazione.

3.5. INTERVENTO 5. Rifacimento dei giunti di piattaforma.

Accurata asportazione con mezzi meccanici dei giunti esistenti, senza danneggiare la soletta in calcestruzzo.

Pulizia di tutte le superfici coinvolte e primerizzazione e consolidamento con formulato acrilico in emulsione acquosa di polimeri adesivi con concentrazione di sostanza attiva $> 8\% < 12\%$ in peso, ottenuta mediante idonea diluizione e dispersione in acqua di polimeri acrilici concentrati.

Installazione di nuovi giunti di dilatazione sulle pile e sulle spalle di adeguata escursione in funzione della luce dell'impalcato.

3.6. INTERVENTO 6. Installazione di sistemi di allontanamento acque meteoriche di piattaforma.

Installazione su spalle e pile di caditoie acque meteoriche e pluviali per scarico.

Si rimanda alle tavole grafiche TAV 05, TAV 06 e TAV 07.

4. Cantierizzazione e fasi esecutive

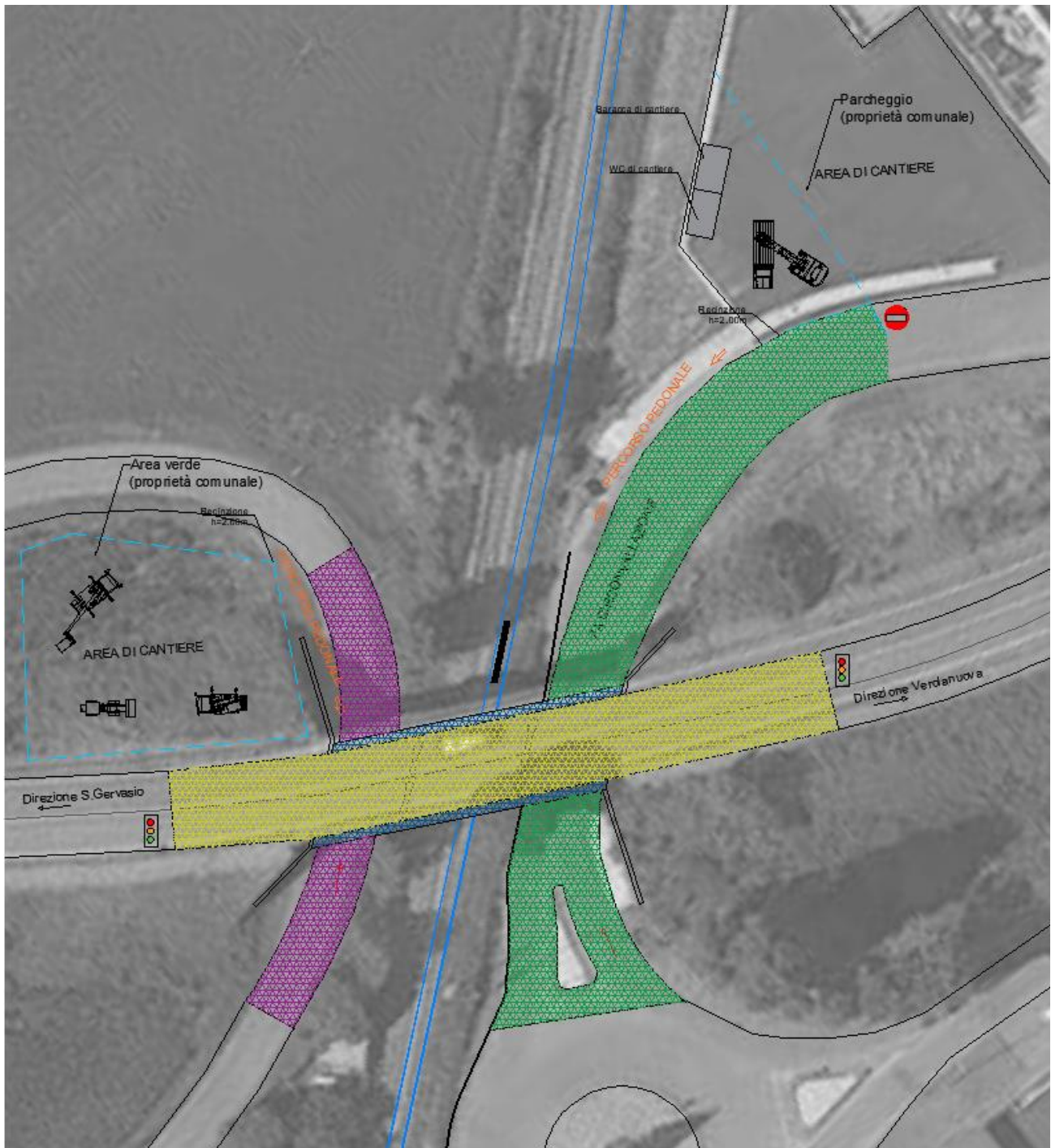
La cantierizzazione e le fasi esecutive devono tener conto delle seguenti interferenze:

- a) l'esercizio della corsia di immissione alla SPII: esso viene condizionato dai lavori di rinforzo della pila B, successivamente, dai lavori di sistemazione superficiale del calcestruzzo della spalla relativa e dai lavori di rifacimento cordolo in c.a.. Con leggeri spostamenti laterali della carreggiata e una modesta riduzione della stessa, è possibile mantenere la viabilità attiva in tutte le fasi lavorative;
- b) l'esercizio di via Circonvallazione: esso viene condizionato dai lavori di rinforzo della pila C, successivamente, dai lavori di sistemazione superficiale del calcestruzzo della spalla relativa e dai lavori di rifacimento del cordolo in c.a.. Con spostamento della carreggiata e una modesta riduzione della stessa, è possibile mantenere la viabilità, riducendola ad un unico senso, attiva in tutte le fasi lavorative;
- c) l'esercizio ferroviario della linea Brescia-Cremona: le lavorazioni interferenti sono relativi alla manutenzione straordinaria delle superfici in c.a. all'intradosso e sui lati della campata di scavalco. Tutte queste lavorazioni potranno essere realizzate durante le chiusure notturne alla circolazione e l'interruzione dell'alimentazione elettrica, da concordare e pianificare con i gestori della linea ferroviaria. I lavori di rinforzo delle pile non interferiscono, potendosi realizzare una recinzione del relativo cantiere a distanza superiore a 1,80m dal binario più vicino;
- d) l'esercizio sulla SPII : le interferenze riguardano l'esecuzione dei lavori di impermeabilizzazione stradale e rifacimento strati sovrastanti. I lavori dovranno essere eseguiti in due fasi, lasciando sempre una carreggiata disponibile in senso unico alternato, senza provvedere così alla chiusura totale della careggiata.

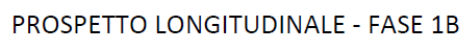


Per quanto riguarda le occupazioni di cantiere, sono disponibili alcune aree di proprietà comunale, sia a destra che a sinistra della ferrovia, con facile accesso alle zone oggetto di intervento (si veda tavola S101).

Nessun esproprio è previsto per la cantierizzazione e per l'esecuzione delle opere.

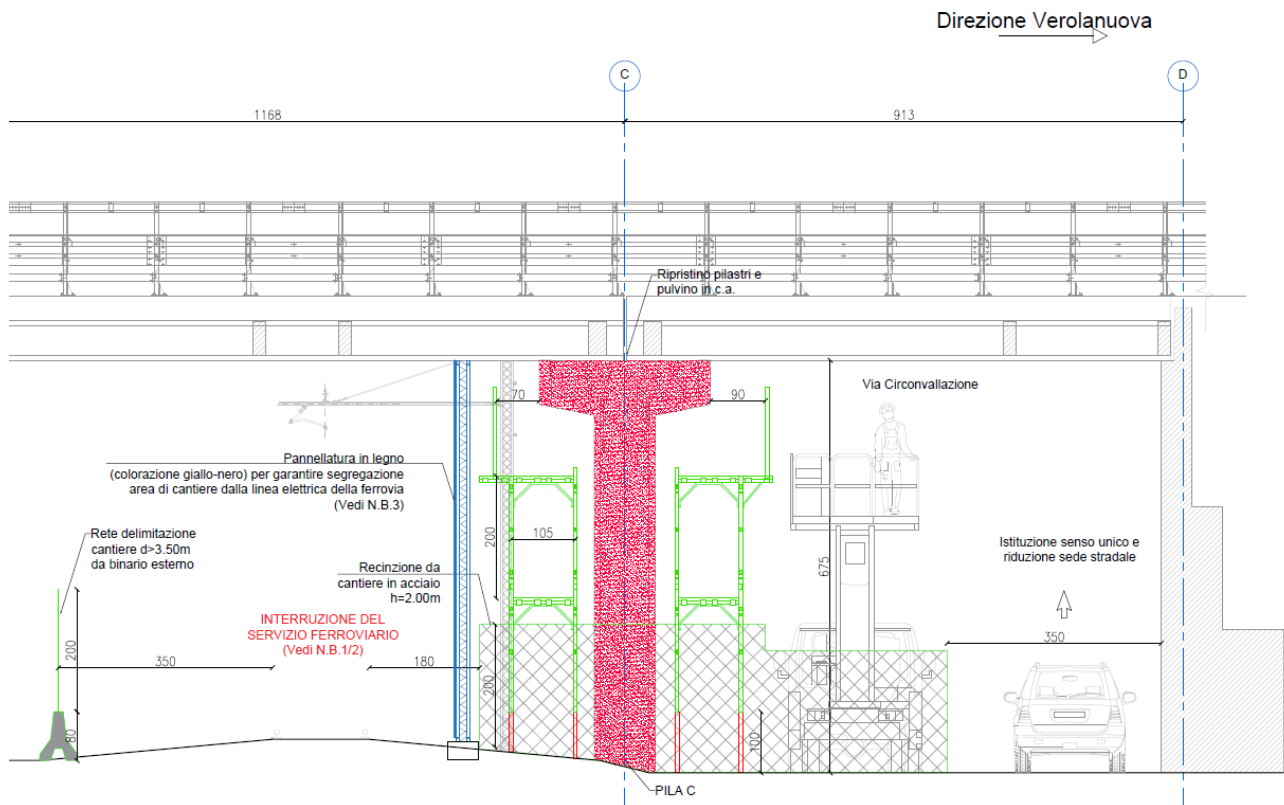


Direzione S.Gervasio

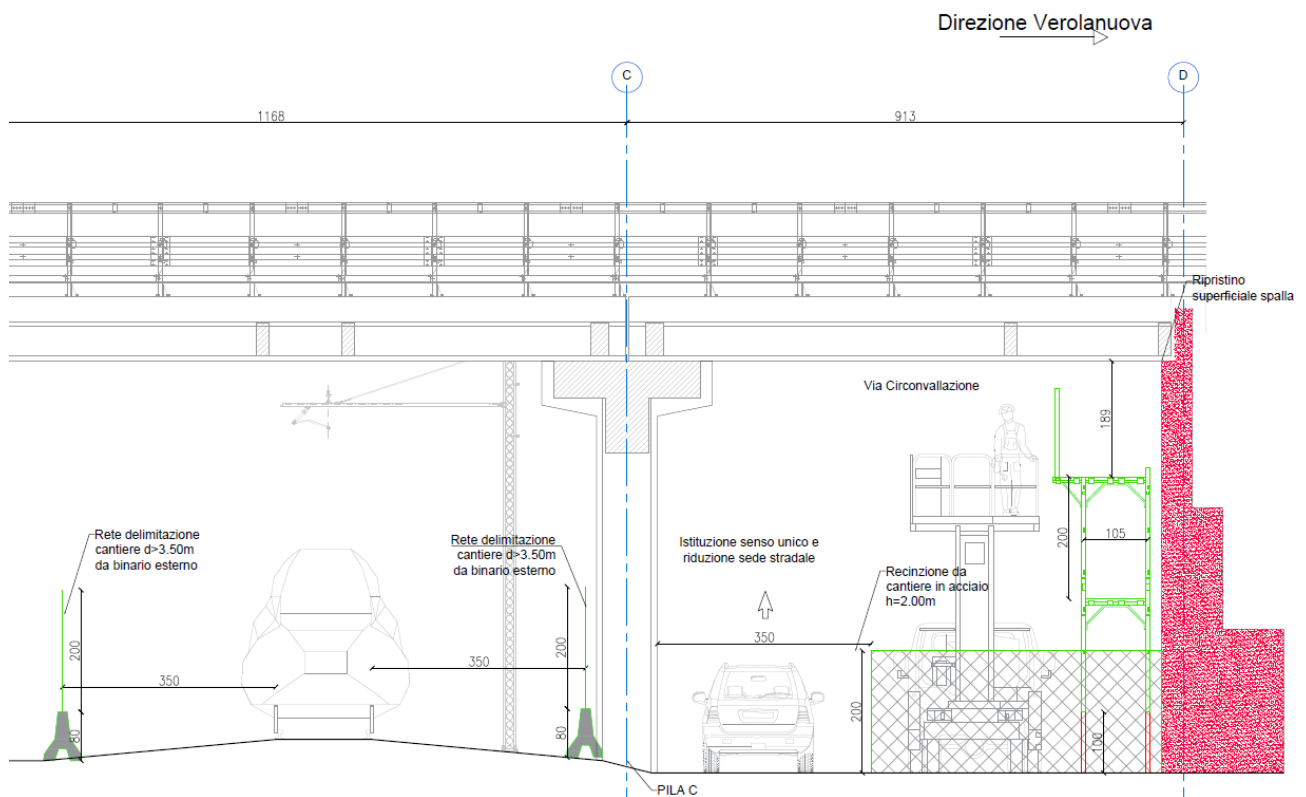


Technical drawing of a railway bridge section showing the layout of a maintenance area. The drawing includes a cross-section of the bridge with a central pier (PILA B) and two side piers (A and B). A maintenance area is defined by a green fence (Recinzione da cantiere in acciaio h=2.00m) and a red safety barrier (Ripristino superficiale spalla). A worker is shown on a platform within the maintenance area. Dimensions include 927m and 1168m for the bridge spans, 105m for the platform width, 200m for the fence height, 350m for the fence length, 655m for the distance from the pier to the fence, 100m for the pier width, 350m for the distance from the pier to the track, and 200m for the track width. A north arrow is also present.

PROSPETTO LONGITUDINALE - FASE 2A

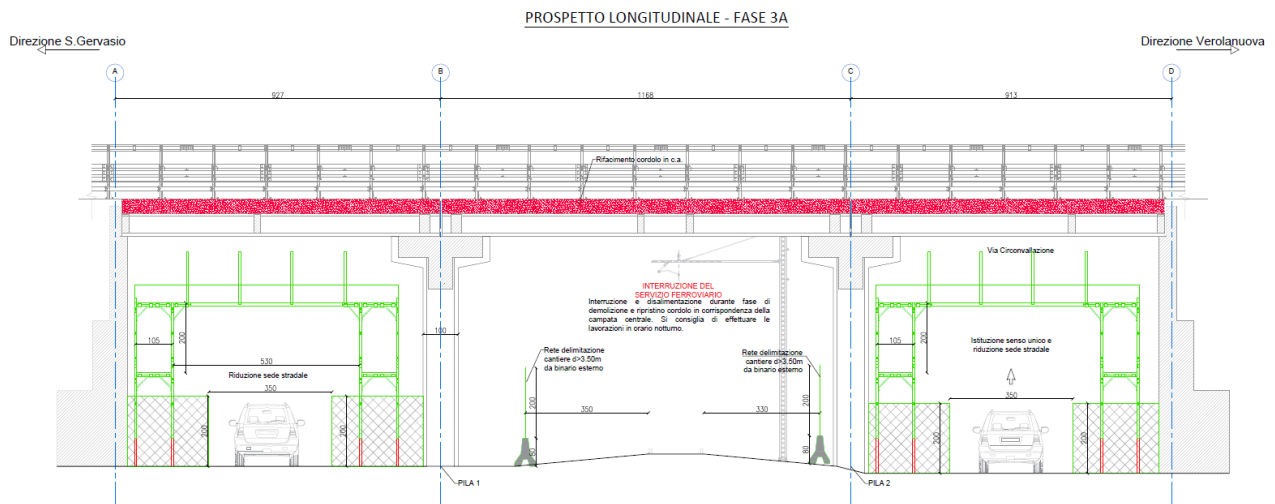


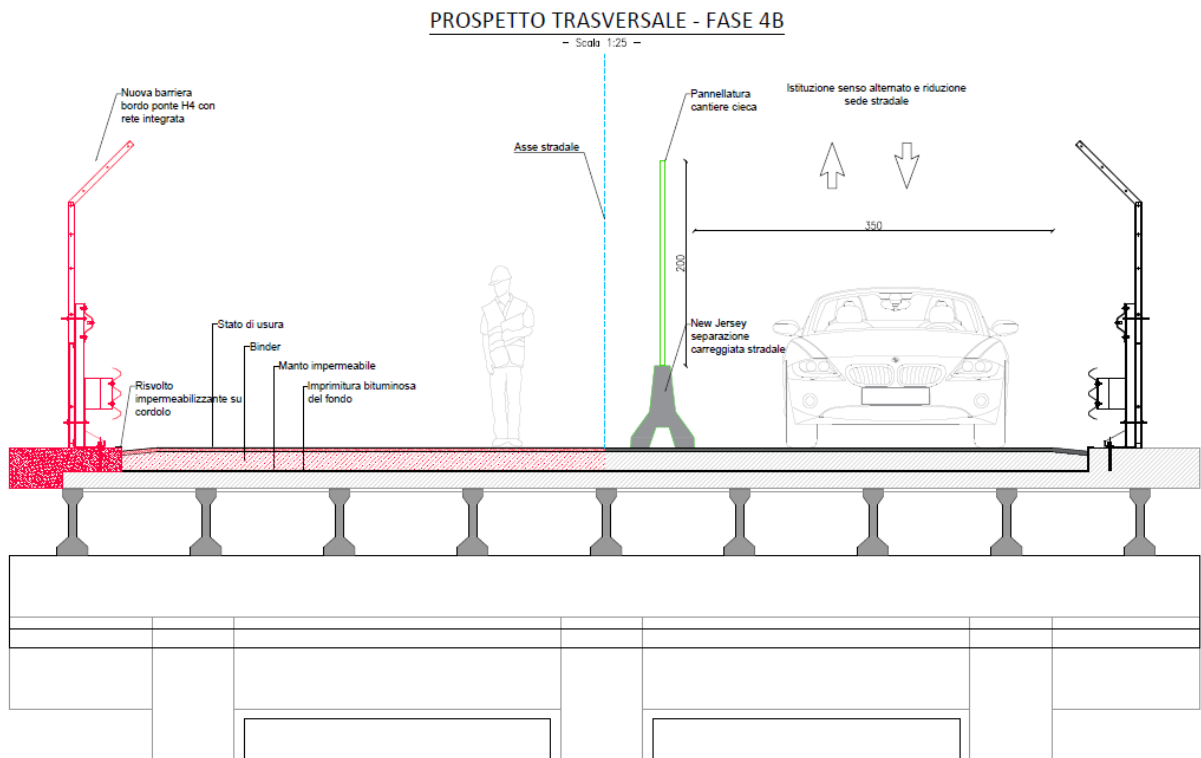
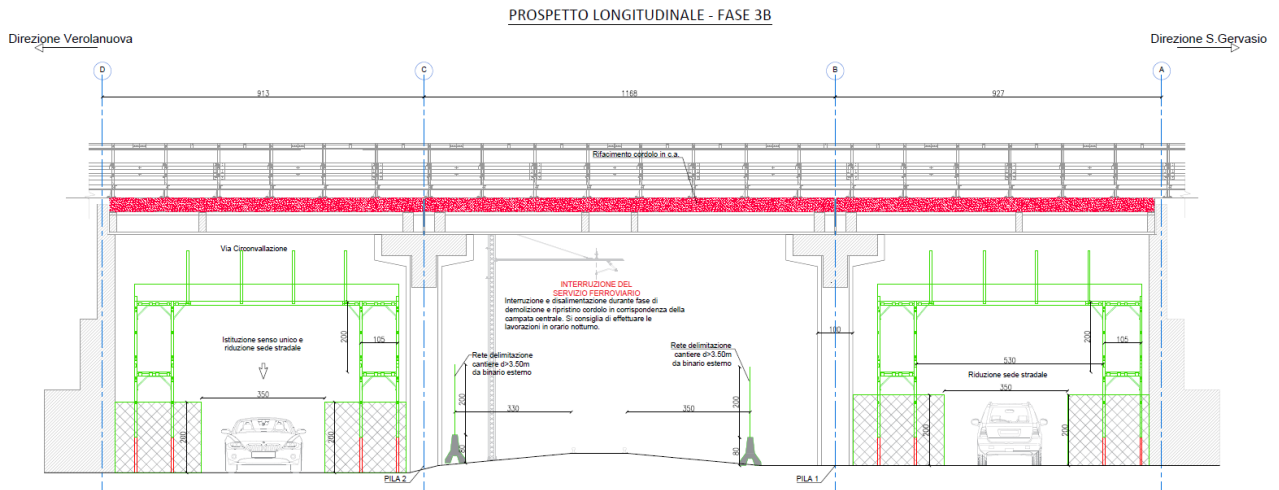
PROSPETTO LONGITUDINALE - FASE 2B



GUERINI INGEGNERIA SRL
Ing. Guerini Alessandro

Via Italia, 76 C - 25069 Villa Carcina (Brescia)
Tel. 030.8368592 - Cell. 348.8867329
C.F. e P.IVA 03711710982





5. Conclusioni

Gli interventi di straordinaria manutenzione previsti e descritti nelle pagine precedenti consentono di raggiungere i seguenti obiettivi:

a) arrestare il degrado dei materiali in corso mediante una serie di interventi, comprendenti la rimozione delle zone ammalorate, la protezione delle armature e dei calcestruzzi con appositi prodotti, la ricostruzione dei copriferri.

Tale obiettivo riguarda essenzialmente l'impalcato e le spalle, in quanto le pile sono oggetto di un intervento ben più radicale;

b) il rinforzo delle pile, che sono attualmente l'elemento di maggiore criticità. Si coglie l'occasione dell'intervento di rinforzo (che sarebbe comunque piuttosto pesante, dovendo prevedere l'integrazione dell'armatura esistente corrosa e la cerchiatura per il ripristino delle staffe) per abbandonare l'attuale schema a telaio trasversale, assolutamente inadatto a sopportare eventuali forze dovute all'urto di un treno in deragliamento, per passare ad uno schema "a setto trasversale", nettamente più rigido e resistente alle forze trasversali; l'intervento, unito alla predisposizione di un ritegno sismico (fine corsa) in sommità conferisce alla pila anche una adeguata resistenza alle forze sismiche (la pila risulta "adeguata" sismicamente in accordo con le NTC 2018).

c) il miglioramento funzionale con una serie di interventi che, pur non avendo funzioni strutturali, condizionano la durabilità dell'opera in quanto dal loro corretto funzionamento dipende la riduzione dell'aggressione alle strutture. In particolare, tali interventi riguardano: l'installazione di nuovi giunti di dilatazione e impermeabilità in corrispondenza delle interruzioni strutturali della soletta; il ripristino della funzionalità del sistema di raccolta delle acque meteoriche mediante caditoie e un sistema di pluviali che allontanano le acque dalle strutture; l'installazione di nuove barriere guard-rail H4 bordo ponte sui nuovi cordoli e l'installazione di una rete anti-lancio di altezza non inferiore a 2,00 m.

