

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI PROGETTI PALERMO

SOGGETTO TECNICO:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI PALERMO  
S. O. INGEGNERIA DI PALERMO

PROGETTAZIONE:

SINTAGMA S.r.l. - ITALIANA SISTEMI S.r.l.

TIMBRO E FIRMA DEL PROGETTISTA



PROGETTO DEFINITIVO

**CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016**

**Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento  
per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo**

CORPO STRADALE  
STATO DI PROGETTO

Relazione tecnica sugli interventi di linea

SCALA -

Foglio - di -

PROGETTO/ANNO

SOTTOPR.

LIVELLO

NOME DOC.

PROGR.OP.

FASE FUNZ.

NUMERAZ.

3 0 4 8 1 7

S 0 1

P D

T G - -

0 5

0 0 0

E 0 0 0 2

Rev.	Descrizione	Progettista			RFI			
		Redatto	Verificato	Approvato	Verificato Team Ver.	Verificato C.P.	Approvato	Autorizzato
A	Emissione	OTT. 18	OTT. 18	OTT. 18				
		F. Novelli	Ing. Sellari	Ing. Granieri	D.T.	D.T.	Ing. Martinelli	Ing. Palazzo
B	Recep. Istruttoria	Luglio '19	Luglio '19	Luglio '19				
		F. Novelli	Ing. Sellari	Ing. Granieri	D.T.	D.T.	Ing. Martinelli	Ing. Palazzo

LINEA

--	--	--	--

SEDE TECN.

--	--	--	--	--	--

NOME DOC.

--	--	--	--

NUMERAZ.

--	--	--	--

Verificato e trasmesso	Data	Convalidato	Data	Archiviato	Data

 <b>RFI</b> <b>RETE FERROVIARIA ITALIANA</b> <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</b> Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG - -_05_000_E0002	<b>STATO DI PROGETTO</b> Relazione tecnica sugli interventi di linea

## Sommario

1	Premessa.....	3
2	Analisi dello stato di fatto .....	4
2.1	Sezione in rilevato .....	5
2.2	Sezione in trincea .....	8
2.3	Tratti a mezza costa.....	8
2.4	Imbocchi gallerie .....	8
2.5	Opere d'arte maggiori (viadotti e gallerie).....	9
2.6	Opere d'arte minori.....	10
3	Soluzioni di progetto .....	12
3.1	Sezioni in rilevato .....	12
3.2	Sezioni in trincea .....	16
3.3	Imbocchi gallerie .....	19
3.4	Opere d'arte .....	19
3.4.1	Viadotto al Km 87+168.....	23
3.4.2	Viadotto al Km 115+660.....	24

 <p><b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo</p>	<p><b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b></p> <p>Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo</p>
<p>304817_S01_PD_TG - -_05_000_E0002</p>	<p><b>STATO DI PROGETTO</b> Relazione tecnica sugli interventi di linea</p>

## 1 Premessa

Nell'ambito dell'Accordo Quadro N.341/2016, RFI - Direzione Territoriale Produzione Palermo ha affidato all'ATI costituita Sintagma-Italiana Sistemi, con Contratto Applicativo N. 9/2017, la "**Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo**".

La progettazione definitiva ha, come dato di base, il progetto preliminare redatto da RFI nel 2016. Scopo di quel progetto era il ripristino delle condizioni di circolabilità sulla tratta prevedendo il totale rifacimento della sede ferroviaria per circa 18 km sui totali 47 Km con inserimento di importati opere di sostegno finalizzate al contenimento delle opere nell'attuale proprietà ferroviaria. Rimanevano esclusi gli eventuali interventi di ristrutturazione, risanamento ed adeguamento delle opere d'arte maggiori, oltre che la progettazione dell'armamento, degli impianti e della sicurezza di linea.

In fase di definitivo, a questo progetto si sono poi aggiunte una serie di richieste maturate dalla Committenza durante la fase di studio che hanno, in qualche modo, modificato l'impostazione progettuale (richieste essenzialmente finalizzate ad una maggiore redditività dell'investimento ed efficientamento della linea, anche in vista di una prossima elettrificazione della stessa).

La modifica più saliente è stata indubbiamente la volontà da parte di RFI di adeguare la piattaforma ferroviaria al manuale di progettazione RFI lungo tutta la linea (ad esclusione delle tratte su opera d'arte esistente). La conseguenza è stata quella di prevedere interventi diffusi di risanamento e risagomatura di rilevati e trincee lungo tutti i 47 km di linea. L'intervento, rimanendo all'interno della previsione di spesa del progetto preliminare, è stato possibile grazie ad una maggiore consapevolezza delle motivazioni del degrado e, soprattutto, alla scelta di ridurre l'incidenza delle nuove opere di contenimento in c.a. previste nel preliminare, optando per l'acquisizione di nuove aree, ove necessario ed ove possibile nel rispetto delle preesistenze circostanti. Altro aspetto fondamentale è stato quello di prevedere il riutilizzo della maggior parte del materiale scavato come sottoprodotto, limitando quanto possibile gli apporti da cave di prestito ed il conferimento a discarica. La scelta finale è il frutto di una serie di valutazioni tecniche ed economiche discusse e concordate con la Committenza.

Rimane escluso dal progetto il tratto tra le pk 74+695 e 75+358 in quanto oggetto di altro intervento a cura della Committenza.

 <b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_05_000_E0002	<b>STATO DI PROGETTO</b> Relazione tecnica sugli interventi di linea

## 2 Analisi dello stato di fatto

Nell'ambito della progettazione preliminare per la riapertura della linea in oggetto erano stati rilevati e censiti i dissesti e le criticità presenti lungo la linea. L'attività era stata svolta dai tecnici della società di ingegneria ITS Srl, dal 23 al 26 novembre 2015, percorrendo a piedi l'intera linea, per un totale di circa 47 km, effettuando un report fotografico esteso e dettagliato dello stato della ferrovia, ed andando a delineare le eventuali problematiche presenti al contorno. In fase di redazione del progetto definitivo la scrivente ha eseguito una serie di nuovi sopralluoghi, soffermandosi sulle tratte maggiormente deteriorate e sulle opere d'arte, rilevando sostanzialmente le stesse criticità messe in evidenza nel preliminare. In generale lo stato di degrado, rispetto al 2015, ha subito un incremento non eccessivamente marcato, a conferma che l'attuale condizione di dissesto della linea non è da correlarsi a fenomeni estesi di franamento, scivolamenti o cedimenti ma, principalmente, alle **scadenti caratteristiche meccaniche dei terreni con cui sono stati realizzati in origine i rilevato e all'insufficiente sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.**

A seguito dell'indagine, ed allegati al presente progetto definitivo, sono state prodotte una relazione descrittiva dei dissesti e 24 tavole grafiche riepilogative. Questi documenti sono l'aggiornamento e l'approfondimento degli analoghi redatti in fase di progetto preliminare.

In sintesi, come dettagliatamente descritto nel seguito, i dissesti rilevati sono principalmente riconducibili ai seguenti fattori:

- Scarse caratteristiche meccaniche del materiale costituente i rilevati;
- Regimazione delle acque inesistente o, comunque, obsoleta su quasi tutta la tratta;
- Scarse caratteristiche meccaniche del terreno che tende ad invadere le trincee scavate con pendenza eccessiva.

**In questo capitolo si individuano le tipologie di dissesto più frequenti, che vengono messe in relazione con la tipologia di sezione rilevata** (rilevato, trincea, mezzacosta, galleria). Si fornirà inoltre una descrizione delle problematiche rilevate in corrispondenza delle opere d'arte.

Descrizione	Valore	Percentuale [%]
Lunghezza totale dei rilevati	14875 m	31.6%
Lunghezza totale delle trincee	11411 m	24.2%
Lunghezza totale in mezzacosta	6841 m	14.5%
Lunghezza totale a raso piano campagna	8355 m	17.7%
Lunghezza totale dei viadotti	1504 m	3.2%
Numero viadotti	14	-
Lunghezza totale gallerie	4101 m	8.7%
Numero gallerie	11	-

*Tabella riassuntiva della distribuzione delle sezioni ferroviarie*

 <b>RFI</b> <b>RETE FERROVIARIA ITALIANA</b> <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</b> Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG--_05_000_E0002	<b>STATO DI PROGETTO</b> Relazione tecnica sugli interventi di linea

In riferimento alle opere d'arte lungo linea si precisa da subito che le stesse presentano un buono stato conservativo non rilevando particolari problemi strutturali o di cedimenti ma, solamente, degradi localizzati. Il progetto prevede:

- la demolizione e ricostruzione dei tombini idraulici di luce inferiore a tre metri, allo scopo di evitare complessi interventi di prolungamento, per garantire continuità alla sezione tipo della sede ferroviaria rinnovata;
- interventi localizzati di ripristino dei degradi delle opere d'arte minori a singola campata con luce maggiore uguale o maggiore di tre metri;

**Per una descrizione più dettagliata dei dissesti rilevati e una più approfondita documentazione fotografica si rimanda alla specifica relazione ed alle planimetrie allegate:**

**304817\_S01\_PD\_TG--\_05\_000\_E0001 "Relazione descrittiva delle criticità lungo linea".**

## 2.1 Sezione in rilevato

La linea è prevalentemente costituita da tratti in rilevato, circa il 30% della lunghezza totale, che presentano un'altezza variabile da 1m fino a 9÷10m.

Le tratte in rilevato sono quelle che presentano maggiori ed evidenti stati di dissesto tali da portare alla sospensione dell'esercizio ferroviario. I principali dissesti osservati sono:

- il cedimento del piano del ferro
- la presenza di franamenti del materiale sulle scarpate laterali.

Questi problemi sono senz'altro dovuti alle caratteristiche geometriche originali della sezione del rilevato, alle scarse qualità del materiale costituente il rilevato stesso, oltre che ad un non adeguato sistema di smaltimento delle acque meteoriche.

### Cedimenti del piano del ferro

Sono presenti lungo la tratta svariati punti ove il rilevato presenta dei cedimenti subverticali, questi cedimenti sono spesso molto visibili, evidenziati da variazioni altimetriche repentine dei binari. Spesso si notano dei vuoti o svuotamenti del ballast al di sotto dei binari e delle traversine, dovuti sia a cedimenti verticali del rilevato stesso, sia al fatto di avere una ridotta larghezza utile della fondazione del ballast ferroviario, sia a scarpate laterali spesso molto pendenti, che non sono in grado di sostenere il piano ferroviario. Sono presenti spesso dei franamenti laterali, con riduzione ulteriore della larghezza utile del piano ferroviario e conseguente caduta del ballast dalla scarpata del rilevato. In passato si è più volte cercato di ovviare a questi cedimenti effettuando dei rinalzi di ballast sotto al binario, fatto evidenziato dalla presenza di pietrisco di natura differente da quello originario. Questi tentativi di rinalzo non sono risultati utili alla risoluzione dei dissesti. Questo tipo di cedimenti si rileva soprattutto su rilevati di altezza considerevole, ma in alcuni casi anche per altezze modeste rispetto al piano campagna.

Il fenomeno è dovuto inoltre allo sprofondamento del materiale litoide, che costituisce il ballast, nel terreno di matrice fine che costituisce il rilevato. Tale fenomeno si amplifica ulteriormente con la presenza d'acqua derivante dalle piogge, che si infila nel ballast e quindi nel rilevato.

### Franamento ed instabilità delle scarpate laterali

 <b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>
304817_S01_PD_TG - -_05_000_E0002	Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
<b>STATO DI PROGETTO</b> Relazione tecnica sugli interventi di linea	

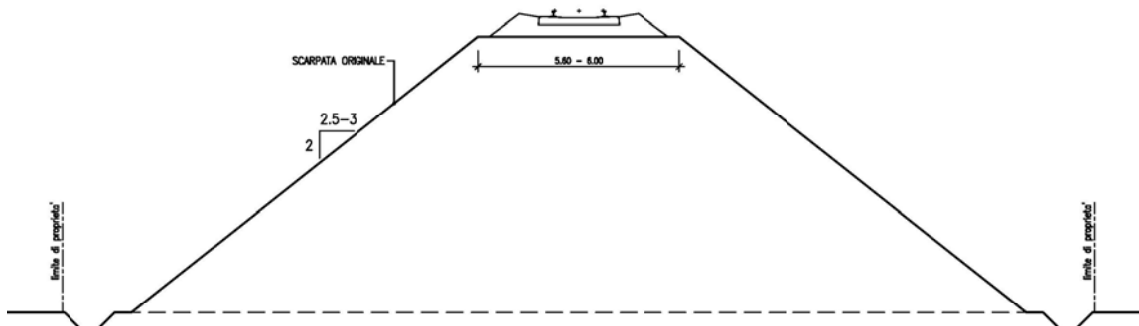
I rilevati, soprattutto quelli di altezza elevata, presentano generalmente scarpate laterali con pendenze molto elevate e senza banche intermedie, non adeguate a strutture di questo genere. La natura limosa argillosa del terreno che costituisce i rilevati, assieme alle scarpate di elevata pendenza, provocano fenomeni di instabilità generalizzata.

Si rilevano infatti numerosi franamenti del materiale superficiale, con dei fenomeni gravitativi assimilabili al creep. Questi fenomeni di creep superficiale sono evidenziati spesso dall'inclinazione rispetto alla verticale dei picchetti e dei pali posti a lato ferrovia. Si osservano inoltre numerosi casi di franamento più importante, in cui si nota una nicchia di distacco e una zona di accumulo del materiale alla base. Questi franamenti interessano tipicamente volumi dell'ordine dei 5-10 metri cubi.

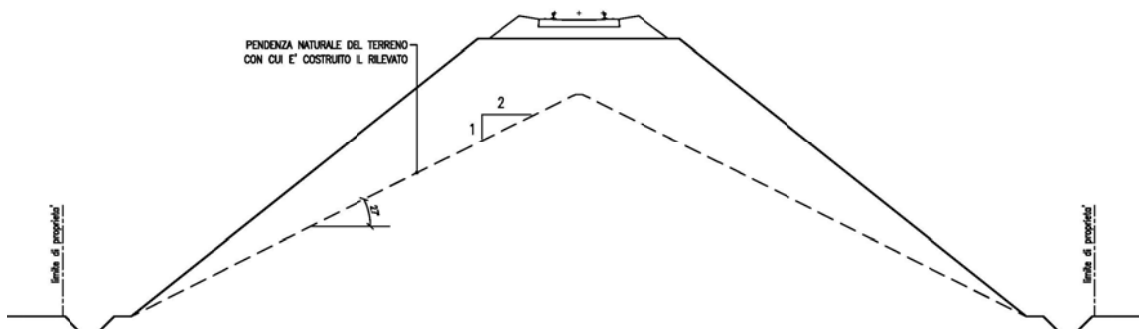
I rilievi geometrici, nonché le numerose indagini svolte sia in fase di progetto preliminare che definitivo a cura della Committenza, hanno permesso di ricostruire il fenomeno di degrado che hanno subito i rilevati nel tempo:

- i rilevati erano stati realizzati in origine con pendenze prossime ai 40 gradi e senza banche intermedie; la larghezza della piattaforma, come consuetudine del tempo, aveva una larghezza di circa 5,50 metri; la piattaforma ferroviaria non era, ovviamente, impermeabilizzata;
- i sondaggi eseguiti dal piano ferro in fase di progetto preliminare hanno evidenziato che i rilevati erano stati costruiti, in origine, con terreni provenienti da scavi limitrofi, quindi con materiali argillosi di scarse caratteristiche geomeccaniche;
- la diretta conseguenza di questi due fatti è stata che, nel tempo e sotto gli effetti degli agenti meteorici, i rilevati si sono andati ad adagiare su una pendenza prossima all'angolo di attrito proprio del terreno (circa 27 gradi) con importanti abbassamenti del piano ferro ed allargamenti del piede del rilevato;
- per contrastare questi due fenomeni il binario è stato più e più volte ricalzato con riporto di ballast (i sondaggi hanno evidenziato fino a 3 metri di spessori di ballast) e, in alcune tratte, con l'inserimento di gabbioni a più livelli al piede;
- il continuo e considerevole apporto di ballast ha provocato lo scivolamento dello stesso lungo le scarpate, con conseguente impoverimento della vegetazione amplificando gli effetti di dilavamento in caso di eventi meteorici;
- in fase di progetto definitivo RFI ha eseguito una serie di saggi con escavatore ai lati dei rilevati di maggiore altezza dai quali è emerso che fino alla profondità di 1.00 - 1.50 metri sono presenti materiali aridi da rilevato; questa stratificazione è legata ad una serie di interventi di riprofilatura dei rilevati eseguiti nel passato con l'intento di sanarli ed adeguare la larghezza della testa che, a causa dei fenomeni di degrado, non erano più sufficienti a contenere l'armamento;
- la sospensione dell'esercizio, con conseguente interruzione delle attività di manutenzione, ha amplificato nel tempo questi fenomeni con scivolamenti superficiali e svuotamenti sotto al binario.

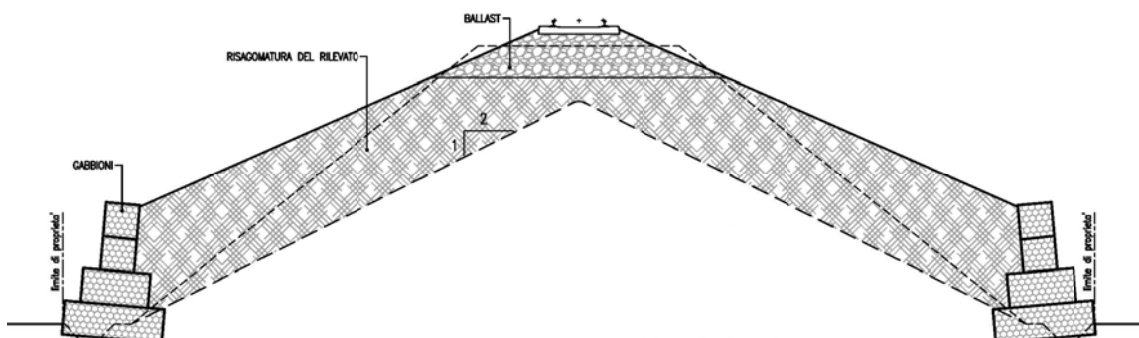
RICOSTRUZIONE DEL RILEVATO ORIGINALE



INDIVIDUAZIONE DELLA PARTE STABILE DEL RILEVATO ORIGINALE IN FUNZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI TERRENI



STATO ATTUALE



 <b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_05_000_E0002	<b>STATO DI PROGETTO</b> Relazione tecnica sugli interventi di linea

## 2.2 Sezione in trincea

La linea ferroviaria è costituita per circa il 24% da sezione in trincea, in questi tratti sono stati rilevati numerosi dissesti, causati principalmente da franamenti di materiale dalle scarpate laterali. Il dissesto più comune in questi tratti è dato dall'instabilità generale del materiale superficiale delle scarpate. Si riscontrano infatti numerosi episodi di colata e creep del materiale argilloso, che spesso arriva ad invadere la sede ferroviaria. Su questo materiale spesso riesce ad attecchire la vegetazione, la quale in certi casi nasconde e sommerge completamente il binario.

Da progetto originario, lungo la linea sono presenti numerosi muri di sostegno delle scarpate in trincea, realizzati in pietra o calcestruzzo, che risultano ormai quasi sempre inadeguati a contenere lo scivolamento del materiale proveniente dalle scarpate sommitali a pendenza troppo elevata per essere stabili, viste le caratteristiche dei terreni.

Tra i fenomeni rilevati di colata o creep del terreno superficiale, si richiama l'attenzione verso due fenomeni più significativi alla prog. km 92+850 circa ed alla prog. km 104+300, la quale ha prodotto notevole quantità di materiale con completa occupazione della sede ferroviaria, tali da renderne difficile anche il passaggio a piedi.

Un'ulteriore causa indiretta dei franamenti e dei dissesti delle scarpate nei tratti in trincea, è quasi sempre la presenza a ridosso delle scarpate di terreno agricolo coltivato. I terreni agricoli coltivati, soprattutto nel periodo corrispondente e successivo all'aratura, trattengono significativamente le precipitazioni imbibendo gli strati superficiali di terreno con conseguente rammollimento dei terreni, e quindi franamento. Tale fenomeno non è controllato, in quanto in sommità alle scarpate non sono presenti misure di delimitazione e separazione tali da mantenere le distanze di rispetto previste dalla regolamentazione RFI. I coltivi infatti giungono fino al ciglio della scarpata, compromettendo i fossi di guardia e intaccandone la stabilità.

## 2.3 Tratti a mezza costa

Nei tratti a mezza costa si rilevano i dissesti caratteristici per le scarpate dei rilevati e per le trincee. Anche in questo caso i dissesti sono causati principalmente dalle scarse caratteristiche geomeccaniche dei terreni e dall'assenza di un adeguato sistema di smaltimento delle acque meteoriche. Per la descrizione si rimanda ai paragrafi precedenti nei quali si descrivono i problemi riscontrati sui rilevati e nei tratti in trincea.

## 2.4 Imbocchi gallerie

All'interno del tratto oggetto di intervento insistono 11 gallerie, per una lunghezza totale di circa 4100 m (quasi il 9% dell'intera tratta), che presentano tutte la stessa tipologia di imbocchi: il rivestimento della galleria è costituito da muratura in mattoni pieni o in blocchi di pietra squadrata, il portale d'imbocco è anch'esso in muratura di pietra squadrata, da quest'ultimo partono generalmente dei muri d'ala e di sostegno in direzione longitudinale con lo scopo di sostenere il terreno del tratto in trincea immediatamente prima e dopo l'imbocco. Gli imbocchi presentano alcune criticità, che si riscontrano nella quasi totalità dei casi, in misura più o meno importante. Come più volte affermato, il terreno argilloso autoctono presenta delle caratteristiche meccaniche scadenti, ove le scarpate risultano troppo pendenti questo tende con il tempo a riportarsi nella condizione di equilibrio, ovvero tende a portarsi a pendenze molto più ridotte. Il materiale tende quindi a scivolare e a scavalcare i muri di sostegno, in molti casi si riscontra un movimento di aggiramento del terreno posto al di sopra del portale, il quale poi invade il piano



 <b>RFI</b> <b>RETE FERROVIARIA ITALIANA</b> <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</b> Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG - -_05_000_E0002	<b>STATO DI PROGETTO</b> Relazione tecnica sugli interventi di linea

ferroviario scavalcando i muri laterali di sostegno. Nel passato, in molti casi, si è cercato di arginare la problematica con delle gabbionate in sommità al portale d'imbocco e ai muri laterali.

Talvolta il materiale, seppur presentando degli evidenti movimenti, non ostacola il passaggio dei convogli ferroviari, ma potrebbe portare comunque a dissesti più gravi in futuro. In altri casi invece sono stati riscontrati dei fenomeni più significativi, nei quali la possibilità di esercizio è compromessa dall'invasione della sede ferroviaria da parte del materiale terrigeno.

Per alcuni muri di sostegno degli imbocchi sono stati rilevati alcuni stati fessurativi e deformativi, e situazioni dove i muri di sostegno originari sono stati ricostruiti in calcestruzzo armato, generalmente aumentando le dimensioni rispetto ai muri originali, presumibilmente per sostituire i precedenti inadatti.

Le strutture costituenti i portali non presentano generalmente problemi dal punto di vista strutturale, se non dei piccoli cedimenti dei cordoli di coronamento superiore.

## 2.5 Opere d'arte maggiori (viadotti e gallerie)

Lungo la tratta oggetto della relazione sono presenti numerose gallerie e viadotti; per le prime il progetto prevede, oltre al rinnovamento dell'armamento, l'adeguamento alle attuali STI; per i secondi in progetto sono previsti gli interventi minimi necessari alla riapertura dell'esercizio, rimandando ad altro progetto la verifica di vulnerabilità e gli eventuali interventi di adeguamento sismico.

### Gallerie

Lungo la linea sono presenti 11 gallerie, di cui tre di lunghezza inferiore a 100 metri e due di lunghezza superiore a 500 metri (galleria Canalotto L=692 metri e galleria Monte Barbaro L=1624 metri); tutte le gallerie sono a singolo binario con classica forma a ferro di cavallo e rivestimento in muratura di mattoni pieni o di pietra squadrata; raramente si individuano tratti di calotta in calcestruzzo. Si sono osservate diverse combinazioni tra muratura e calcestruzzo anche all'interno di una singola galleria. Lungo tutte le gallerie sono presenti, come consuetudine costruttiva del tempo, nicchie di ricovero a passo circa 30-35 metri. Dai profili storici risulta che solamente la galleria Canalotto è stata costruita con arco rovescio.

Le gallerie presentano internamente tutte delle buone condizioni, osservando comunque concrezioni calcaree, infiltrazioni d'acqua e leggero degrado della muratura che non compromettono comunque la funzionalità delle opere. Sono evidenti fenomeni di ristagno di acqua agli imbocchi, fenomeno sicuramente attribuibile alla perdita di funzionalità dell'originario sistema di smaltimento idraulico. In quasi tutte le gallerie è presente, a ridosso del piedritto lato nicchie e posato sopra al ballast, un elemento prefabbricato in cls (poco stabile) con funzione di camminamento. I maggiori degradi sono relativi agli imbocchi, già trattati in apposito paragrafo precedentemente.

### Viadotti

Durante il rilievo sono stati percorsi 14 viadotti dei quali 13 in muratura e 1 in calcestruzzo. I viadotti in muratura sono sostenuti da arcate di luce compresa generalmente tra 8 e 15 m, le arcate sono generalmente in calcestruzzo, le pile in pietra squadrata e le velette in mattoni pieni, si rileva comunque una situazione in cui gli archi sono in mattoni pieni.

Tutti viadotti in muratura presentano un buono stato di conservazione, non evidenziando importanti stati fessurativi o cedimenti, a livello di piattaforma ferroviaria non si riscontrano fenomeni di "spanciamento" delle velette, solo i parapetti risultano obsoleti e poco sicuri. I fori per il drenaggio delle acque presenti

 <b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_05_000_E0002	<b>STATO DI PROGETTO</b> Relazione tecnica sugli interventi di linea

all'imposta delle arcate risultano funzionanti, all'intradosso delle arcate non si rilevano tracce di importanti venute di acqua.

Generalmente le situazioni di degrado più evidenti si riscontrano a tergo delle spalle, non interessando comunque il corpo spalla di imposta della prima arcata ma solamente i muri d'ala, ove presenti. I fenomeni di degrado che riguardano i rilevati (ampiamente discussi) interessano chiaramente anche i rilevati a tergo delle spalle con scivolamento di terreni sopra ai muri d'ala o di fronte alle spalle.

Le pile generalmente non presentano criticità, solamente in un caso si rileva un'importante stato di erosione che ha scoperto la fondazione di una pila di un viadotto.

Nei pressi di Trapani, dove la ferrovia attraversa il canale di Xitta, è stato rilevato un viadotto in calcestruzzo armato, di 5 luci lunghe circa 15m, sostenuto da pile in calcestruzzo. Nel progetto originale è riportato un "viadotto obliquo a tre luci", sostituito dal nuovo viadotto in calcestruzzo presumibilmente in occasione di lavori di adeguamento e messa in sicurezza del canale stesso. L'opera in calcestruzzo presenta evidenti problemi di degrado, con ampie zone di espulsione del copriferro, in particolare sugli sbalzi laterali della soletta e sulle pile.

## 2.6 Opere d'arte minori

Lungo la linea sono presenti numerose opere d'arte cosiddette minori, che necessitano di manutenzione ordinaria e in alcuni casi presentano dissesti o degradi importanti.

Si tiene a precisare da subito che, al fine di dare maggiore continuità possibile alla piattaforma ferroviaria rinnovata, tutte le opere sottobinario di luce inferiore a 3 metri vengono demolite e sostituite da nuovi scatolari in c.a. Le opere idrauliche lungo linea, a seguito della scelta di rinnovare ed impermeabilizzare la piattaforma ferroviaria lungo tutta la tratta, vengono tutte rinnovate e, ove possibile, ripulite e risanate.

Le categorie di opere che si vanno di seguito brevemente a descrivere sono le seguenti:

- Tombini e ponticelli;
- Opere idrauliche di linea;
- Cavalcavia e sottopassi.

### Tombini e ponticelli

Gli attraversamenti rilevati presentano tre tipologie principali, secondo le definizioni RFI:

**Tombini ( $L < 1.5m$ ):** queste opere di attraversamento presentano una sezione variabile dai 50cm fino a 1.5 m circa, e presentano generalmente sezione ad arco in calcestruzzo oppure a trave appoggiata. Richiedono quasi tutti una manutenzione generale, che comprende la pulizia del materiale terrigeno e l'asportazione della vegetazione infestante, in pochi casi si sono riscontrati dei problemi strutturali dell'impalcato. I muri d'ala invece presentano spesso delle fessurazioni e deformazioni importanti. Un fenomeno ricorrente è quello dello scivolamento di materiale dal coronamento superiore del tombino, contribuendo all'ostruzione della sezione utile.

**Ponticelli ( $1.5 < L < 3.0m$ ):** queste opere di attraversamento presentano una sezione variabile dai 1.5m fino a 3 m circa, e presentano generalmente sezione ad arco in calcestruzzo, l'arco è spesso appoggiato a dei muri laterali in muratura di pietra. In molti casi questi tombini-ponticelli fungono anche da passaggio per i mezzi agricoli o per raggiungere alcune case isolate. Queste opere risultano generalmente pulite e non si rileva la presenza di vegetazione infestante, ed in pochi casi è presente del materiale sul fondo, che comunque non compromette mai la funzionalità dell'opera. Non si riscontrano problemi strutturali dell'impalcato, i muri

 <b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_05_000_E0002	<b>STATO DI PROGETTO</b> Relazione tecnica sugli interventi di linea

d'ala invece presentano spesso delle fessurazioni e deformazioni importanti. Un fenomeno ricorrente è quello dello scivolamento di materiale dal coronamento superiore del tombino, contribuendo all'ostruzione della sezione utile, in alcuni casi si è ovviato a questo problema posizionando dei gabbioni in sommità ai muri di coronamento.

**Ponti (L>3.0m):** queste opere di attraversamento presentano una sezione variabile superiore ai 3.0 m, e presentano generalmente sezione ad arco in calcestruzzo, l'arco è appoggiato a dei muri laterali in pietra o in calcestruzzo. Queste opere sono costruite generalmente nei rilevati di grandi dimensioni e permettono l'attraversamento del rilevato di acque derivanti dallo scolo di aree più vaste rispetto ai tombini piccoli e medi. Risultano generalmente pulite e non si rileva la presenza di vegetazione infestante, in pochi casi è presente del materiale sul fondo, che comunque non compromette mai la funzionalità dell'opera, si rilevato talvolta ristagni d'acqua nella sezione del ponte. Non si riscontrano problemi strutturali dell'impalcato, i muri d'ala invece presentano in alcuni casi delle fessurazioni, importanti sono in un caso. Un fenomeno ricorrente è quello dello scivolamento di materiale dal coronamento superiore del tombino, contribuendo all'ostruzione della sezione utile.

#### **Opere idrauliche di linea**

Uno dei maggiori problemi è dato dall'inefficiente sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche provenienti dal piano ferroviario e dalle aree limitrofe alla linea. Durante il rilievo si è riscontrata la presenza di canalette laterali su gran parte della linea, queste risultano però intasate e riempite di materiale terroso, sul quale ha spesso attecchito la vegetazione. Queste opere hanno quindi perso completamente la loro efficacia. Generalmente le canalette presentano sezione trapezia di circa 0.5 m<sup>2</sup> e sono costruite in pietra squadrata. In alcuni casi sono presenti delle canalette in calcestruzzo, di dimensioni maggiori rispetto alle precedenti.

#### **Cavalcavia e sottopassi**

Lungo la linea oggetto della relazione si sono riscontrati numerose intersezioni con strade di diversa importanza, dalla stradina ad uso agricolo alle strade statali. I cavalcavia presentano sempre una sezione ad arco in calcestruzzo che poggia su muri laterali in pietra. L'arco in c.a. presenta generalmente delle fessurazioni longitudinali in chiave e lateralmente, in un caso sono presenti dei vetrini per il monitoraggio dello stato fessurativo dell'opera. Si rilevano situazioni nelle quali anche i muri laterali del cavalcavia presentano evidenti fessure. In alcuni cavalcavia si rilevano delle nicchie nei muri laterali, delle quali non si conosce lo scopo o la causa.

I sottopassi presentano due tipi di sezione, una ad arco analoga a quella dei cavalcavia ed una con trave orizzontale appoggiata sui muri laterali. Nelle sezioni ad arco si riscontrano gli stessi problemi rilevati per i sottopassi, in quelle a trave orizzontale in calcestruzzo armato si riscontrano in alcuni casi degli importanti degradi del materiale, con assenza del copriferro e corrosione degli elementi in acciaio.

 <b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_05_000_E0002	<b>STATO DI PROGETTO</b> Relazione tecnica sugli interventi di linea

### 3 Soluzioni di progetto

La progettazione definitiva ha, come dato di base, il progetto preliminare redatto da RFI nel 2016. A questo progetto si sono poi aggiunte una serie di richieste maturate dalla Committenza durante la fase di studio che hanno, in qualche modo, modificato l'impostazione progettuale (richieste essenzialmente finalizzate ad una maggiore redditività dell'investimento ed efficientamento della linea, anche in vista di una prossima elettrificazione della stessa).

La modifica più saliente è stata indubbiamente la volontà da parte di RFI di adeguare la piattaforma ferroviaria al manuale di progettazione RFI ed.2016 lungo tutta la linea (ad esclusione delle tratte su opera d'arte esistente). La conseguenza è stata quella di prevedere interventi diffusi di risanamento e risagomatura di rilevati e trincee lungo tutti i 47 km di linea. L'intervento, rimanendo all'interno della previsione di spesa del progetto preliminare, è stato possibile grazie ad una maggiore consapevolezza delle motivazioni del degrado e, soprattutto, alla scelta di ridurre l'incidenza delle nuove opere di contenimento in c.a. previste nel preliminare, optando per l'acquisizione di nuove aree, ove necessario ed ove possibile nel rispetto delle preesistenze circostanti. Altro aspetto fondamentale è stato quello di prevedere il riutilizzo della maggior parte del materiale scavato come sottoprodotto, limitando quanto possibile gli apporti da cave di prestito ed il conferimento a discarica. La scelta finale è il frutto di una serie di valutazioni tecniche ed economiche discusse e concordate con la Committenza.

In estrema sintesi il progetto di risanamento della linea prevede:

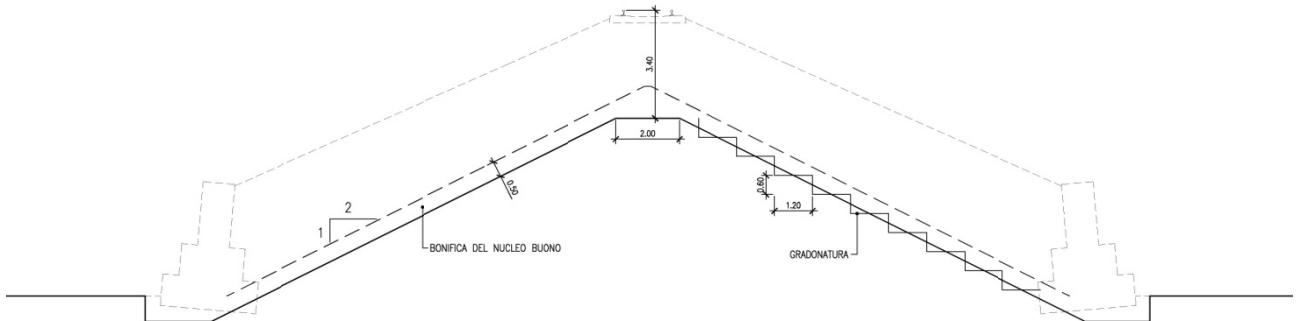
1. la rimozione di tutti i binari;
2. la rimozione del ballast che, non essendo di idonea categoria, non può essere riutilizzato come tale ma verrà trattato come sottoprodotto;
3. la rimozione dei rilevati ammalorati e dei gabbioni provvisori;
4. la demolizione e ricostruzione dei tombini con luce inferiore a tre metri;
5. la riprofilatura e messa in sicurezza delle trincee;
6. la ricostruzione dei rilevati;
7. la ricostruzione della piattaforma ferroviaria;
8. la realizzazione di tutte le opere di regimentazione idraulica;
9. la ricostruzione dell'armamento.

Nel seguito si illustrano le soluzioni adottate per il risanamento ed adeguamento della linea nelle diverse situazioni di degrado riscontrate.

#### 3.1 Sezioni in rilevato

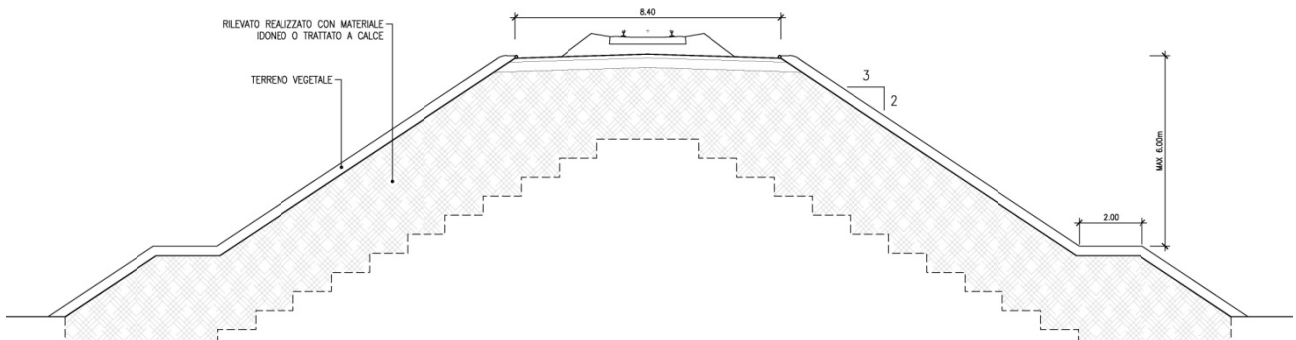
Con riferimento allo stato di degrado documentato si è innanzitutto valutata, mediante apposite simulazioni di calcolo, la capacità portante dei terreni di base dei rilevati, al fine di escludere tra le varie cause del degrado il cedimento del piano di posa. L'esclusione di questa evenienza, insieme alle indagini, rilievi e sopralluoghi, hanno portato alla ipotesi di salvaguardia del così detto "nucleo buono" dei rilevati, ovvero di quella parte più interna del rilevato che nel tempo non ha subito degni e che, quindi, si trova in idoneo stato di compattazione. Come rappresentato nello schema sottostante si prevede la rimozione di tutta la parte degradata del rilevato, per una profondità di almeno tre metri, e la gradonatura della parte rimanente, per un idoneo ammorsamento del nuovo rilevato, realizzato con materiali e procedure rispettose del manuale di progettazione.

INDIVIDUAZIONE DELLA PARTE DI RILEVATO DA PRESERVARE



La ricostruzione e riprofilatura dei rilevati viene realizzata utilizzando quanto possibile materiale proveniente dagli scavi.

SEZIONE DI PROGETTO



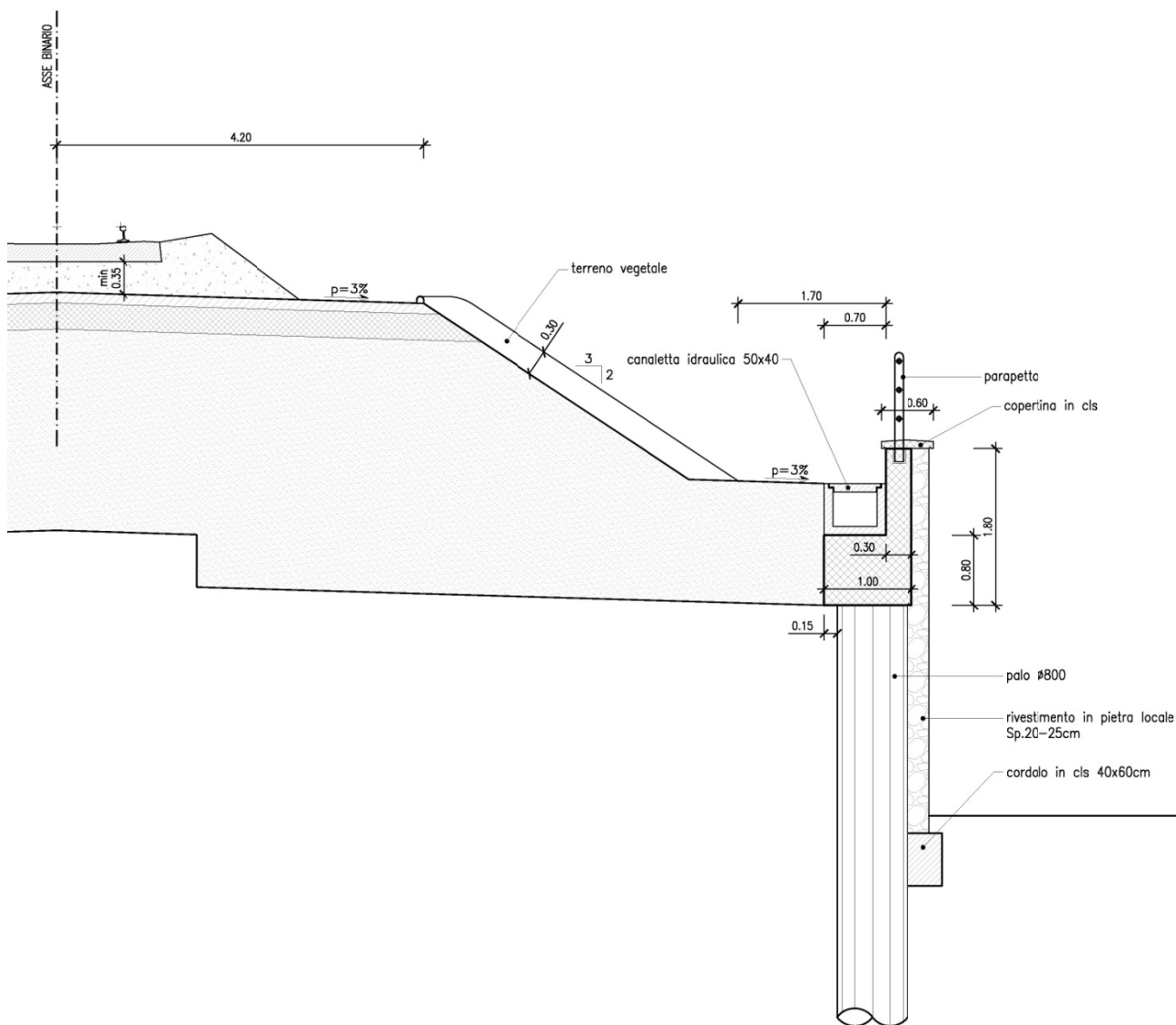
Si possono distinguere per cui due diverse situazioni:

- rilevati realizzati con materiale arido idoneo appartenente ai gruppi A1, A2 e A 3. Parte del materiale scavato è riutilizzabile tal quale, mentre parte dovrà essere sottoposto ad interventi di vagliatura, frantumazione (per il ballast ed il materiale lapideo dei gabbioni) e miscelazione.
- rilevati realizzati con material argilloso trattato a calce (lavorazione da eseguire in una precisa area individuata nel progetto della cantierizzazione e nel rispetto delle procedure di legge rientrando nel trattamento dei rifiuti).

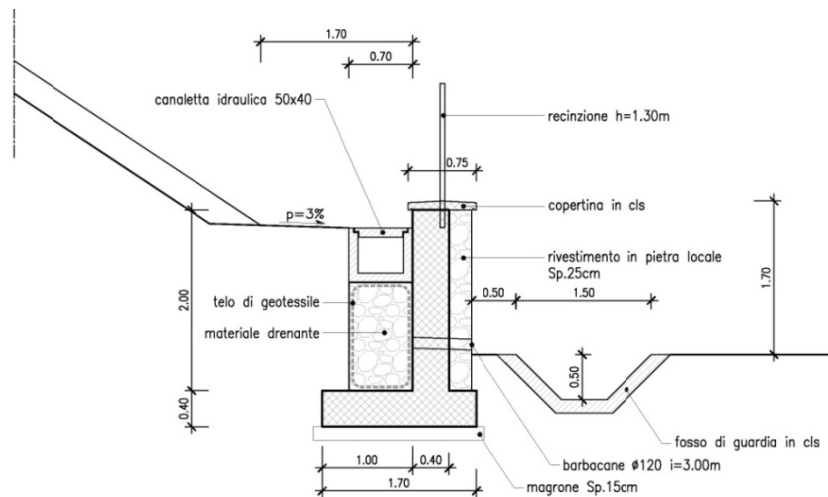


Nel rispetto del Manuale di progettazione, al piede dei rilevati, si realizzano i fossi di guardia e le strade di servizio. Qualora i maggiori spazi per l'inserimento della nuova sezione tipo non sono disponibili per preesistenze (zone edificate o viabilità), si opta per il contenimento del rilevato mediante opere d'arte che, tipicamente e per velocità di cantiere, sono costituite da paratie di pali di medio diametro. Al fine di limitare l'impatto delle opere se ne prevede il rivestimento con muratura di pietra locale.

La scelta di utilizzare paratie piuttosto che muri di sostegno a mensola è legata alla volontà di ridurre gli scavi, che avrebbero un impatto negativo sulle limitrofe viabilità e pertinenze private.



In corrispondenza dei ponti a fondo valle, al fine di proteggere il piede del nuovo rilevato da eventuali ondate di piena e ristagni di acqua, si realizzano dei muri di sottoscarpa di altezza massima due metri ed idonea lunghezza. Anche in questo caso il paramento viene rivestito con muratura di pietra locale.



### 3.2 Sezioni in trincea

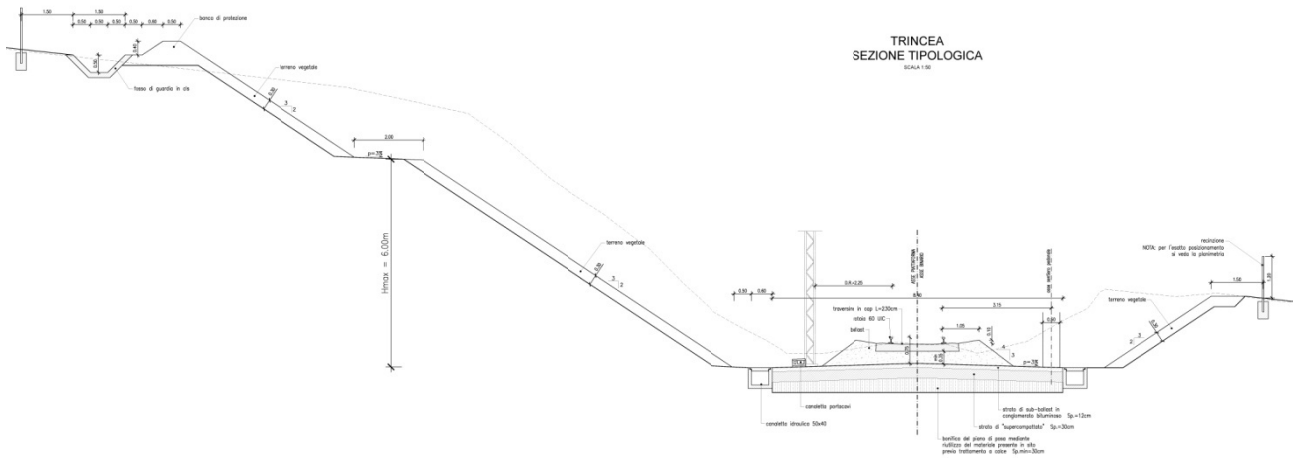
L'analisi dello stato di degrado ha evidenziato diffusi fenomeni di franamenti di materiale dalle scarpate laterali dati dall'instabilità generale del terreno, dalle elevate pendenze dello scavo in origine, nonché dalla ormai inesistente regimentazione delle acque a monte delle scarpate.

La presenza a ridosso delle scarpate di terreno agricolo coltivato contribuisce sensibilmente allo stato di degrado in quanto i coltivi, in assenza di idonee misure di delimitazione, giungono fino al ciglio della scarpata, intaccandone la stabilità.

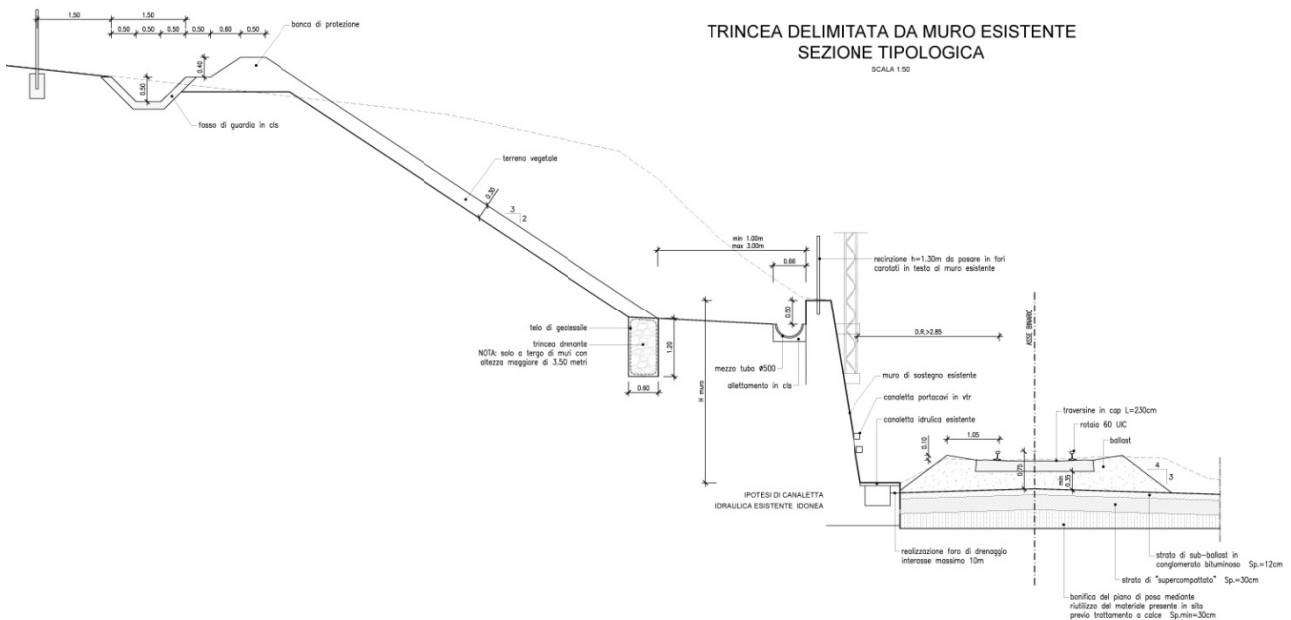
Questi presupposti hanno indirizzato la progettazione dell'adeguamento delle trincee al rispetto dei seguenti criteri di base:

- riprofilare le scarpate con minore pendenza, tale da risultare stabile per sua natura;
- proteggere le scarpate con idoneo strato vegetale adeguatamente inerbato e piantumato;
- ricostruire il sistema di regimentazione idraulica a monte delle trincee (fossi rivestiti);
- realizzate, tra fosso e ciglio scarpata, una banca di protezione in terra di altezza circa 40 centimetri in grado di sopperire momentaneamente ad eventuali intasamenti dei fossi;
- installare idonee misure di delimitazione della sede ferroviaria (recinzioni).



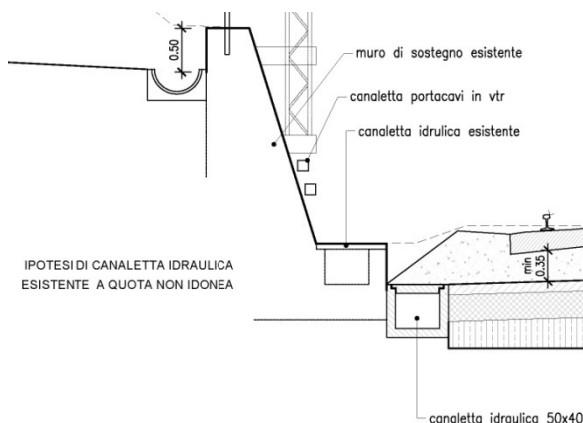


Lungo le trincee sono presenti numerose tratte delimitate da muri di sostegno, tipicamente di limitata altezza, in muratura di pietra squadrata che, nel complesso, presentano un buono stato di conservazione. Tutti i muri, in origine, erano caratterizzati da una canaletta idraulica in pietra a monte di cui nel tempo se ne è persa traccia in quanto quasi sempre sovrastata dai terreni che scivolano lungo le scarpate. Il progetto prevede la salvaguardia di quasi tutte le opere di sostegno; a monte verrà comunque riprofilata la scarpata "svuotando" il muro per almeno 50 cm e prevedendo una banca pianeggiante di larghezza almeno un metro. A ridosso della testa del muro si prevede inoltre la ricostruzione della canaletta idraulica.

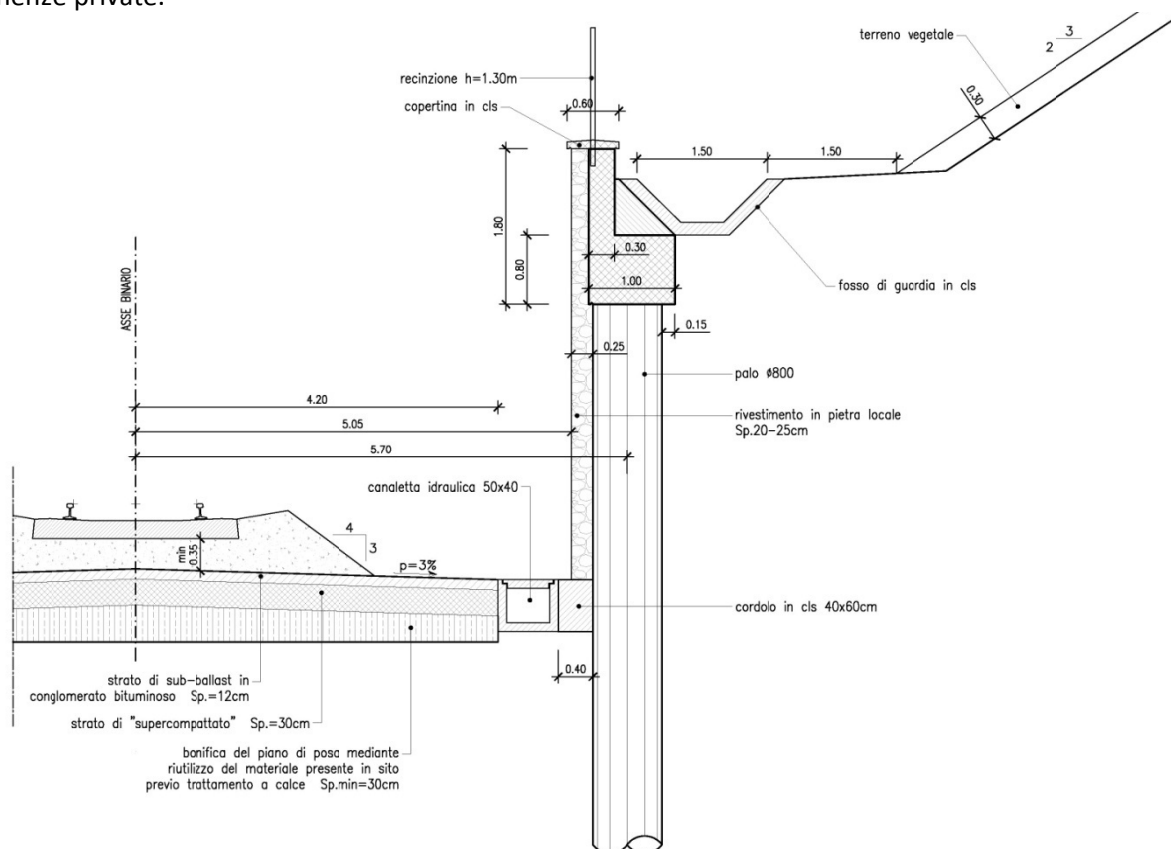


I muri esistenti sono inoltre caratterizzati dalla presenza, al piede, di una canaletta idraulica con pareti in muratura di pietra squadrata e dimensioni interne circa 40x50 cm. Nella quasi totalità dei casi indagati la canaletta si presenta in discrete condizioni di manutenzione, anche se spesso è invasa da terreno e vegetazione. Il progetto prevede, ove possibile, la pulizia ed il mantenimento della canaletta esistente; solo

qualora la quota di scorrimento risultasse troppo alta rispetto alla quota del nuovo sub-ballast si prevede l'inserimento di una nuova canaletta prefabbricata di fronte a quella esistente.

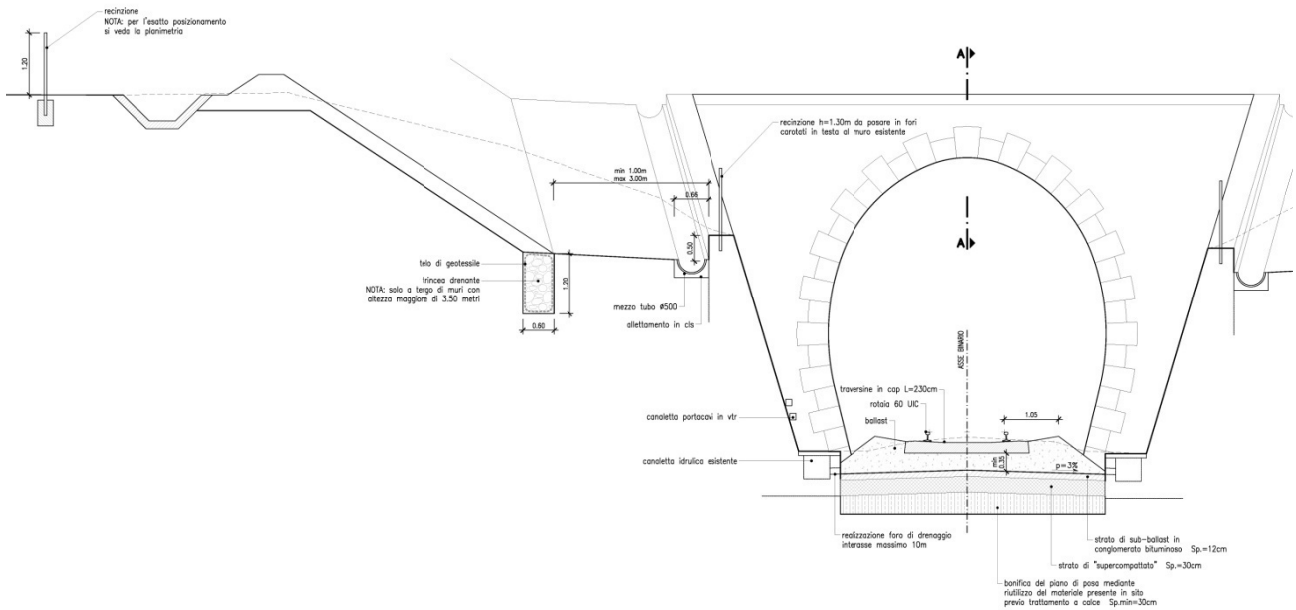


Così come per i rilevati, qualora i maggiori spazi per l'inserimento della nuova sezione tipo non sono disponibili per preesistenze (zone edificate o viabilità), si opta per il contenimento delle trincee mediante opere d'arte che, tipicamente e per velocità di cantiere, sono costituite da paratie di pali di medio diametro, allo scopo di ridurre gli eccessivi scavi che avrebbero un impatto negativo sulle limitrofe viabilità e pertinenze private.



### 3.3 Imbocchi gallerie

Le problematiche riscontrate agli imbocchi delle gallerie sono essenzialmente le stesse presenti in corrispondenza delle trincee. Conseguentemente anche la soluzione progettuale proposta è del tutto analoga a quella per la messa in sicurezza delle trincee esistenti tra muri. Si prevede per cui la riprofilatura del versante nell'intorno dell'imbocco con idonee pendenze, oltre che ad un abbassamento del terreno a tergo dei muri e la realizzazione di una banca. La testa della nuova scarpata sarà poi protetta da una banca e dal fosso di guardia rivestito.



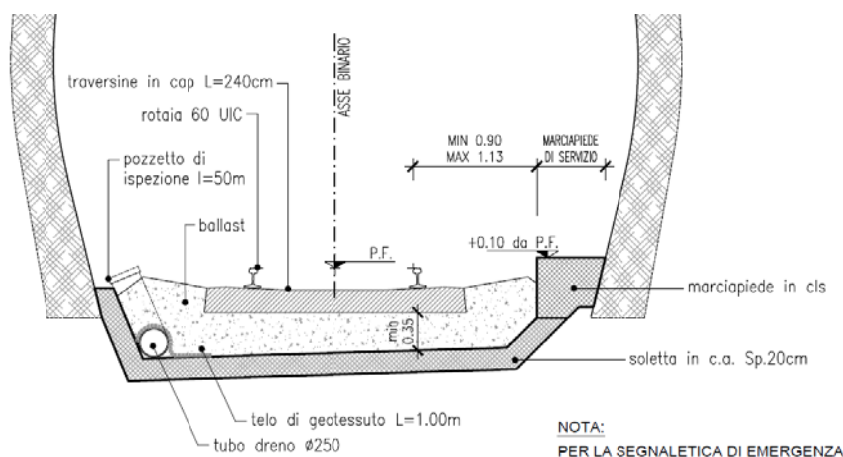
### 3.4 Opere d'arte

Lungo la linea sono presenti numerose opere d'arte:

- 11 gallerie
- 14 viadotti pluricampata
- 48 opere a singola campata con luce maggiore o uguale di 3 metri
- 70 tombini con luce minore di 3 metri

#### Gallerie

Le gallerie non presentano particolari condizioni di degrado. Il progetto prevede quindi solamente interventi a livello di armamento finalizzati al ripristino del sistema di smaltimento idraulico ed alla realizzazione di un idoneo camminamento laterale (correlato anche agli interventi per l'adeguamento alle STI). Al fine di evitare il degrado del piano di posa del binario e la nuova formazione di fangalore si prevede la realizzazione di una soletta di fondo in cls che, oltre a rappresentare il piano di scorrimento delle eventuali acque di infiltrazione, costituisce un contrasto tra i piedritti in assenza di arco rovescio. Il camminamento, costituito da un marciapiede in cls, viene realizzato lato nicchie mentre, sul lato opposto, viene posato un tubo drenante microfessurato con idonei pozzetti di ispezione e pulizia.

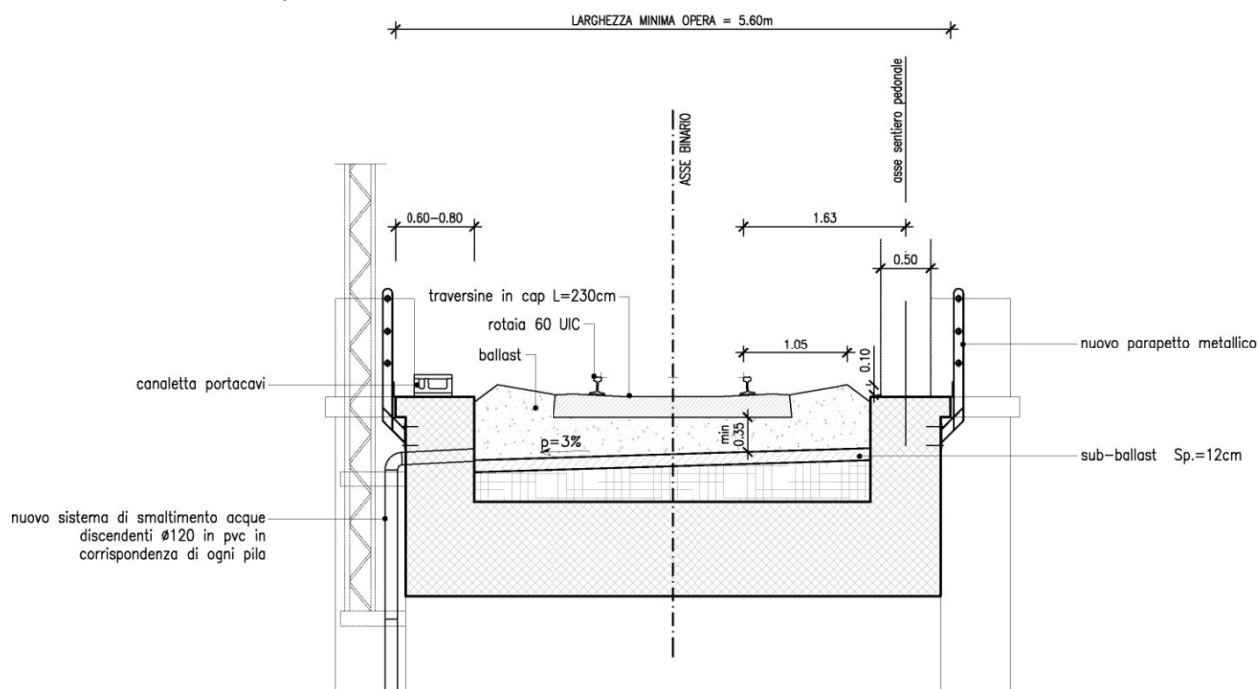


### Viadotti pluricampate

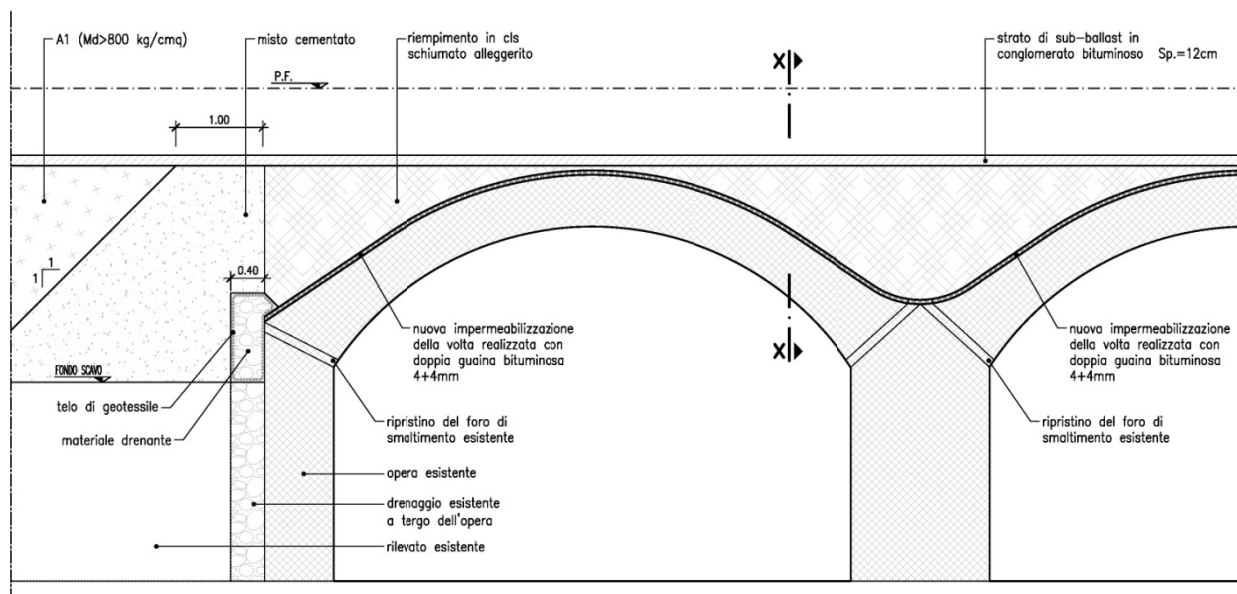
Come già detto i viadotti a più campate si presentano in buone condizioni manutentive. Il progetto di riapertura della linea prevede quindi, per queste opere, solamente interventi a livello di piattaforma ferroviaria rimandando ad altro appalto le eventuali verifiche di vulnerabilità sismica. In questa fase vengono forniti alla Committenza i rilievi geometrici delle opere ed un piano delle indagini.

I viadotti hanno una larghezza a quota piattaforma di circa 5.60 - 5.80 metri, ai due lati in sommità alle velette sono presenti delle lastre in pietra squadrata della larghezza di circa 60 - 70 cm. Gli attuali parapetti presentano invece evidenti problemi di sicurezza.

Il progetto prevede la sostituzione di tutti i parapetti con altrettanti nuovi installati ai lati delle velette, riuscendo così a recuperare dello spazio utile all'inserimento, da un lato del camminamento pedonale, dall'altro della canaletta portacavi.



Rimuovendo tutto l'armamento, si è ritenuto utile e conveniente ricostruire l'impermeabilizzazione dell'intera opera: si prevede per cui lo svuotamento di tutte le arcate, la pulizia della parte interna delle volte, la posa della nuova impermeabilizzazione ed il nuovo riempimento realizzato con calcestruzzo schiumato alleggerito (in questo modo, oltre a ridurre i pesi gravanti sulle arcate, si riducono anche le spinte sui timpani). Al di sopra si prevede infine la realizzazione di nuovo sub-ballast a cui verrà data unica pendenza.

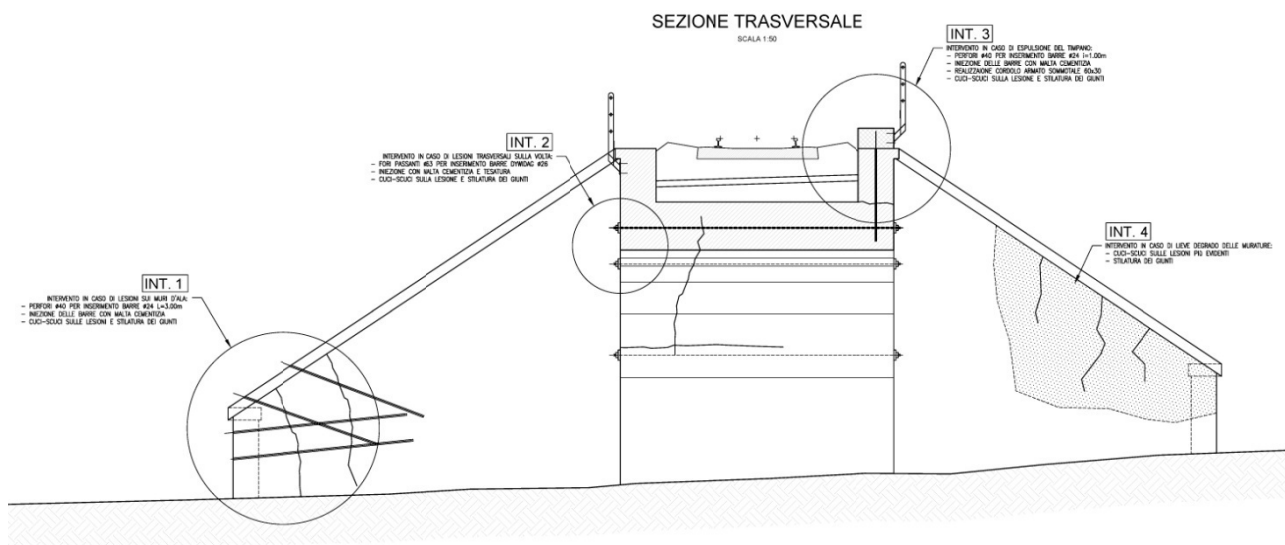


### Opere a singola campata

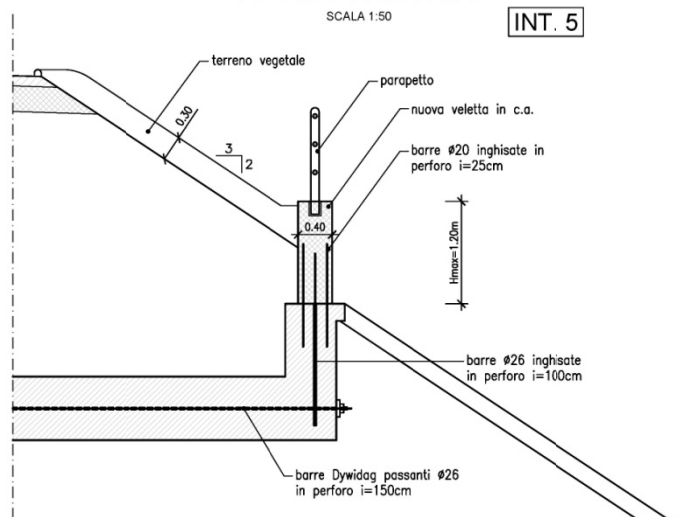
Anche per queste opere valgono le stesse considerazioni fatte per i viadotti a più campate. Gli interventi di rifacimento della piattaforma e di impermeabilizzazione sono del tutto analoghi a quelli già descritti in precedenza.

Alcune di queste opere presentano però situazioni puntuali di degrado in corrispondenza dei muri d'ala o dei timpani, oltre che ad alcune lesioni sulle murature. Sono state individuate una serie di tipologie di interventi, funzione della tipologia di degrado, da applicare a necessità:

- Int. 1 - lesioni sui muri d'ala: intervento di chiodatura mediante barre inserite in perfori iniettati con malta cementizia;
- Int. 2 - lesioni sulla volta: inserimento di barre dywidag passanti sul contorno delle arcate;
- Int. 3 - espulsione del timpano: chiodatura dello stesso alla volta sottostante mediante barre inserite in perfori iniettati con malta cementizia;
- Int. 4 - lievi situazioni di degrado delle murature: interventi di cuci-scuci e ristuccatura;
- Int. 5 - intervento di innalzamento della veletta con lo scopo di meglio contenere la nuova piattaforma ferroviaria.



**INTERVENTO DI INNALZAMENTO  
DELLA VELETTA**



**Tombini**

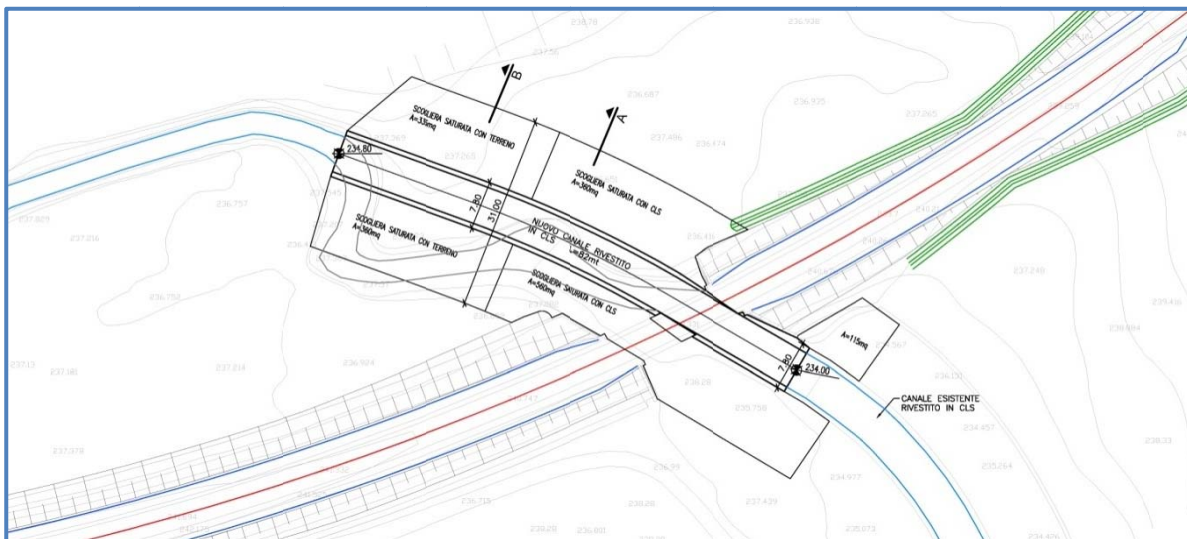
Lungo la tratta sono attualmente presenti circa 70 tombini, la maggior parte di luce un metro, i più grandi di luce 2,50 metri; tutti i tombini sono realizzati in muratura di pietra squadrata e copertura in calcestruzzo. Considerando che il progetto prevede l'adeguamento della piattaforma al manuale di progettazione e che, a seguito dell'intervento di ripristino dei rilevati, la maggior parte dei tombini vengono scoperti, si è optato per la demolizione e ricostruzione di tutti gli attraversamenti idraulici. Questo consente di evitare restringimenti della piattaforma in corrispondenza dei tombini (salvo prevedere complessi interventi di prolungamento degli esistenti), oltre che a migliorare la capacità di smaltimento idraulico, realizzando i nuovi tombini scatolari con dimensioni quanto maggiori possibili.

### 3.4.1 Viadotto al Km 87+168

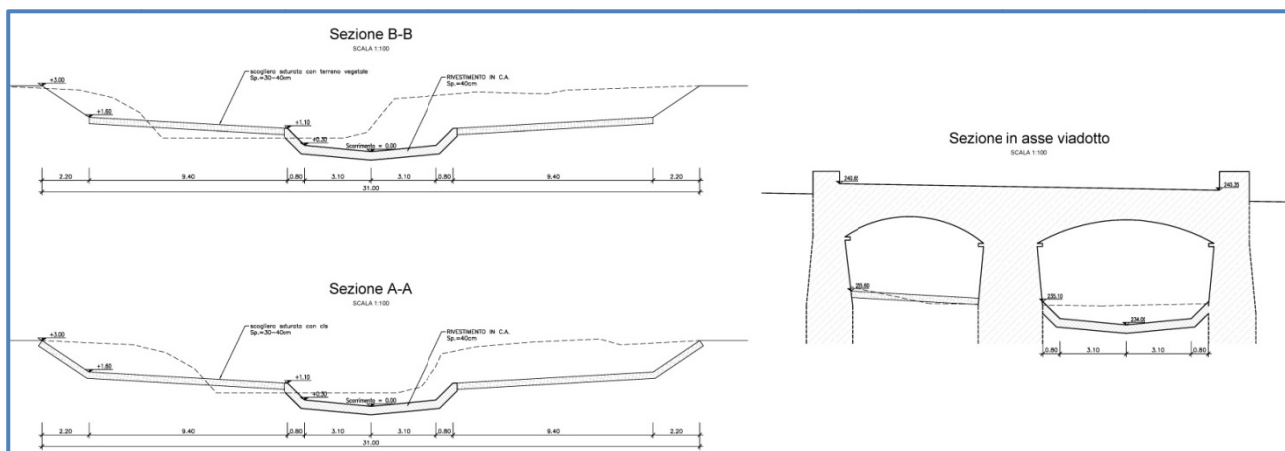
Al km 87+168 è presente un viadotto ad arco a due luci con spalle e pila centrale in muratura di blocchi di pietra squadrata ed arcate in c.a.

In occasione dei lavori di costruzione dell'autostrada A29 la parte di torrente a valle del viadotto è stato bonificato con realizzazione di un fondo alveo in calcestruzzo di larghezza 6,20 metri circa e due zone golenari laterali di larghezza 12 metri circa, questo intervento si interrompe a pochi metri dalla sede ferroviaria. Nel tempo in corrispondenza del fondo alveo rivestito, a seguito delle turbolenze di piena, si è creata una depressione che ha interessato anche le fondazioni del viadotto.

Il presente progetto, per risolvere la problematica ed evitarne il ripresentarsi nel tempo, prevede la prosecuzione dell'intervento realizzato a suo tempo per un tratto di circa 80 metri. Il fondo alveo di magra, per dare continuità a quello già realizzato, viene collocato sulla luce lato Alcamo.



Il fondo alveo è costituito da una soletta in cls di spessore almeno 40 cm armata con doppia rete elettrosaldata. Le aree golenari, che si attestano sul rilevato ferroviario, vengono invece rivestite con una scogliera saturata con cls proprio allo scopo di proteggere il rilevato ferroviario stesso.



 <p><b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo</p>	<p><b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b></p> <p>Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo</p>
<p>304817_S01_PD_TG - -_05_000_E0002</p>	<p><b>STATO DI PROGETTO</b> Relazione tecnica sugli interventi di linea</p>

### 3.4.2 Viadotto al Km 115+660

Nei pressi di Trapani, dove la ferrovia attraversa il canale di Xitta, è presente un viadotto in calcestruzzo armato, di 5 luci lunghe circa 15m, sostenuto da pile in calcestruzzo, in sostituzione dell'originale "viadotto obliquo a tre luci" presente sul profilo storico.

Le 4 pile non presentano alcun tipo di degrado mentre le travi e gli sbalzi sono caratterizzati da locali fenomeni di espulsione del copriferro, più diffusi sugli sbalzi.



Il presente progetto, al fine di salvaguardare la durabilità dell'opera, prevede ove necessario un intervento di ripristino del copriferro con le procedure di seguito descritte.

#### INTERVENTO DI RIPRISTINO

1. Asportazione del calcestruzzo incoerente mediante scalpellatura meccanica eseguita con demolitori leggeri.
2. Pulizia delle barre di armatura con energica spazzolatura o, se possibile, mediante sabbiatura.
3. Applicazione a pennello sulle barre di armatura di due mani di malta cementizia anticorrosiva bicomponente per la protezione dei ferri tipo MAPEFER o similare.
4. Pulizia e saturazione della superficie con acqua in pressione.
5. Ricostruzione del copriferro mediante malta a ritiro compensato fibrorinforzata tipo MAPEGROUT TISSOTROPICO o similare. Per ottenere 5 cm di copriferro prevedere l'applicazione in due mani di spessore massimo 30mm.
6. Rasatura finale con malta cementizia bicomponente ad alta resistenza tipo MAPEFINISH o similare.