

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



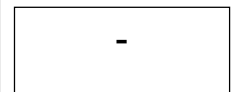
CUP: J71H92000020011

Project Engineer Infrastrutture Nord-Ovest

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA
QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA**

Relazione Generale



COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I Q 0 1 0 1 R 0 5 R G M D 0 0 0 0 0 0 1 D

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autore
A	Emissione Esecutiva	M. Berlingieri	15-09-2021	M. Berlingieri	15-09-2021	M. Berlingieri	15-09-2021	ITA-FERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Divisione Tecnica S.O. Progettazione Integrata e Project Engineering Dott. Ing. Francesco Sestini Ordine degli Ingegneri Nov. di Roma n. 237/72 Sez. A
B	Emissione per SIA	M. Berlingieri	15-10-2021	M. Berlingieri	15-10-2021	M. Berlingieri	15-10-2021	
C	Emissione per recepire CSLPP e richieste RFI	L. Martinelli	20/12/2023	L. Martinelli	20/12/2023	L. Martinelli	20/12/2023	
D	Emissione recepimento osservazioni DP	L. Martinelli	12/04/2024	L. Martinelli	12/04/2024	L. Martinelli	12/04/2024	

INDICE

INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO.....	4
INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE.....	6
ALTERNATIVE PROGETTUALI.....	6
DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE.....	11
ARCHEOLOGIA.....	11
GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA.....	13
GEOTECNICA.....	18
IDROLOGIA E IDRAULICA.....	20
DESCRIZIONE DELLO STATO ESISTENTE E DELLO STATO INERZIALE DI PROGETTO.....	41
DESCRIZIONE DEL TRACCIATO DI PROGETTO E MATERIALE DI ARMAMENTO.....	43
MODELLO DI ESERCIZIO.....	46
MACROFASI REALIZZATIVE.....	48
STUDIO ACUSTICO.....	52
SEZIONI TIPO FERROVIARIA.....	57
FERMATA DI PONTECURONE.....	58
FABBRICATI TECNOLOGICI.....	64
OPERE PRINCIPALI – SOTTOVIA E SOTTOPASSI.....	70
OPERE PRINCIPALI – CAVALCAFERROVIA.....	75
OPERE PRINCIPALI – VIADOTTI.....	78
OPERE PRINCIPALI – GALLERIE.....	98
VIABILITA' INTERFERITE EXTRALINEA.....	99
OPERE MINORI.....	108
DEMOLIZIONI.....	112
IMPIANTI DI SEGNALAMENTO.....	113

IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA	115
IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONI.....	118
IMPIANTI LUCE E FORZA MOTRICE	118
IMPIANTI MECCANICI.....	120
PROGETTO DELLA CANTIERIZZAZIONE.....	121
GESTIONE TERRE.....	124
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE.....	127
OPERE A VERDE	128
PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	129
ESPROPRI	130
TEMPI DI REALIZZAZIONE	131
VALORE OPERE	132
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	132

INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

Il quadruplicamento della tratta Tortona-Voghera si inserisce nel quadro complessivo degli interventi previsti nello scenario di potenziamento dell'offerta ferroviaria delle direttrici Milano-Genova e Torino-Alessandria-Piacenza.

Nell'ambito dei Progetti per il Piano Lombardia ed al fine di dare continuità all'attivazione del Terzo Valico dei Giovi, RFI ha valutato l'opportunità di effettuare un potenziamento infrastrutturale del corridoio Milano – Genova, includendo negli interventi da realizzare anche il quadruplicamento della tratta Tortona-Voghera e ha chiesto ad ITF di sviluppare il progetto del quadruplicamento con nota RFI-DIN-DINE.MIA0011P20210000031 del 18-02-21.

Il quadruplicamento tra Tortona e Voghera permetterà di disporre della capacità necessaria per soddisfare gli incrementi di traffico sulle due direttrici. Il layout infrastrutturale di progetto consentirà una separazione dei flussi di traffico tra i collegamenti Torino/Alessandria - Piacenza e le relazioni Milano – Genova garantendo una riduzione delle interferenze negli impianti, a beneficio di un incremento complessivo della regolarità di circolazione.

In particolare, è prevista in progetto un'opera di scavalco che consentirà di instradare i treni provenienti da Genova (via TVG)/Alessandria e diretti verso Piacenza sulla "linea Piacenza" senza interferire con i treni provenienti da Milano e diretti verso Genova (via TVG)/Alessandria, che costituiscono il flusso principale secondo il nuovo modello di esercizio. Con quest'opera, da un lato si eliminano le interferenze sulla "linea Milano" in stazione di Tortona, dall'altro si consente una più equa ripartizione dei flussi sui quattro binari.

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova coppia di binari tra la Stazione di Tortona e di Voghera, in affiancamento a quella esistente, per un'estesa di circa 16 km.

Le caratteristiche di progetto della linea sono le seguenti:

- modulo linea 750 m
- peso assiale D4
- Codifica per Trasporto Combinato P/C 80
- velocità di progetto 200 km/h in rango C, salvo riduzioni puntuali
- tipologia di traffico: misto (passeggeri e merci)
- profilo minimo degli ostacoli: PMO 5

È previsto un sistema di distanziamento a 5' tra due treni a seguito. La gestione ed il comando della circolazione dell'insieme della linea quadruplicata, avverrà dal Posto Centrale di Milano Greco Pirelli.

Il regime di circolazione previsto è ERTMS L2 sovrapposto al segnalamento laterale.

Il perimetro dell'intervento riguarda la tratta Tortona (esclusa) – Voghera (esclusa). Gli interventi previsti negli impianti di Tortona e Voghera sono minimali e atti ad accogliere i nuovi binari di quadruplicamento.

È previsto l'adeguamento della fermata di Pontecurone per l'inserimento dei due nuovi binari e di conseguenza saranno adeguati a STI i marciapiedi a servizio viaggiatori (altezza pari a H=55 cm e lunghezza utile di 250 m). Inoltre, il sottopasso dovrà essere opportunamente adeguato per garantire la piena accessibilità anche alle PRM. Le periferiche laP installate nella fermata dovranno essere adeguate per caratteristiche e quantitativi allo standard RFI.

Il Piano di Committenza del progetto prevede un unico appalto multidisciplinare e trattative private singole per le riconfigurazioni tecnologiche degli apparati esistenti.

La presente revisione del progetto si rende necessaria per recepire le osservazioni espresse dal CSLP con nota del 6.10.2022 e per recepire alcune richieste della committenza (osservazioni emerse dal Dibattito Pubblico e osservazioni espresse da Direzione Commerciale RFI).

Tali modifiche si sostanziano principalmente a titolo non esaustivo in:

- Modifica interventi IS nelle stazioni di Tortona e Voghera
- Modifica interventi armamento nella stazione di Tortona ed in corrispondenza dello scavalco fra linea Genova-Milano e linea Alessandria-Piacenza;
- Modifiche alle viabilità previste in progetto (la viabilità maggiormente variata è la SP93 nel comune di Ponte Curone, WBS IV02)

INQUADRAMENTO TERRITORIALE



La nuova linea ferroviaria si sviluppa in affiancamento alla linea esistente Milano Genova e si colloca nel settore centro-occidentale della Pianura Padana, non lontano dalle prime propaggini collinari dell'Appennino, tra la parte sud-occidentale della Lombardia e quella sud-orientale del Piemonte. Il tracciato ferroviario in progetto si sviluppa dalla stazione ferroviaria di Tortona (AL) e si atterra nella stazione di Voghera (PV) per una lunghezza totale di circa 16 km, in un contesto morfologico pianeggiante, a cavallo dei confini regionali che separano il Piemonte e la Lombardia, ricadendo, in Provincia di Alessandria (Piemonte), nei territori comunali di Tortona e Pontecurone e, in provincia di Pavia

(Lombardia), nel Comune di Voghera. Noninteressati direttamente dagli interventi ma immediatamente limitrofi ad essi sono, invece, i territori dei comuni di Viguzzolo (AL) e Castelnuovo Scivria (AL). Il corridoio coinvolto interessa le aree residenziali e produttive poste in corrispondenza dei capoluoghi dei tre comuni attraversati e le zone a vocazione agricola che vi si frappongono.

OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE

Il quadruplicamento della tratta Tortona – Voghera si inserisce nel quadro complessivo degli interventi di potenziamento dell'offerta ferroviaria delle direttrici Milano – Genova e Torino – Alessandria – Piacenza. Esso ha l'obiettivo di garantire la capacità necessaria per soddisfare gli incrementi di traffico sulle due direttrici, consentendo una separazione dei flussi e assicurando una riduzione delle interferenze negli impianti, a beneficio di un incremento complessivo della regolarità della circolazione. Le analisi funzionali e di esercizio eseguite hanno evidenziato come l'intervento comporti miglioramenti, rispetto allo scenario attuale, in termini di riduzione dei tempi di percorrenza e di incremento della capacità.

Le simulazioni effettuate per i diversi servizi nello scenario di progetto restituiscono un risparmio nel tempo di percorrenza dei treni di tipo IC e LP. Ai fini del calcolo della capacità nello scenario di progetto, assimilando i quattro binari del quadruplicamento a due linee a doppio binario "indipendenti", la capacità nella configurazione di progetto può essere considerata pari al doppio di quella attuale, la capacità attuale della linea è di circa 250 treni/g e, quindi, di circa 500 treni/g nella configurazione di quadruplicamento. Dal punto di vista dell'esercizio, la capacità futura della linea non solo è adeguata rispetto ai volumi di traffico attesi, ma consente di garantire:

- maggiore regolarità dell'esercizio ferroviario;
- migliore gestione di eventuali situazioni di degrado;
- possibilità di gestire eventuali incrementi di traffico futuri sulla tratta.

ALTERNATIVE PROGETTUALI

La configurazione progettuale del PFTE è il risultato di un progressivo affinamento progettuale che ha visto considerare diverse soluzioni progettuali, sia di carattere tecnologico, sia di tracciato. Per quanto riguarda in particolare queste ultime, le scelte operate, rispetto alle diverse alternative individuate, sono state supportate da una analisi multicriteria condotta utilizzando il metodo PROMETHEE (Brans e Vincke, 1985); metodo, questo, complesso ma efficace e, soprattutto, riconosciuto dalla comunità scientifica internazionale.

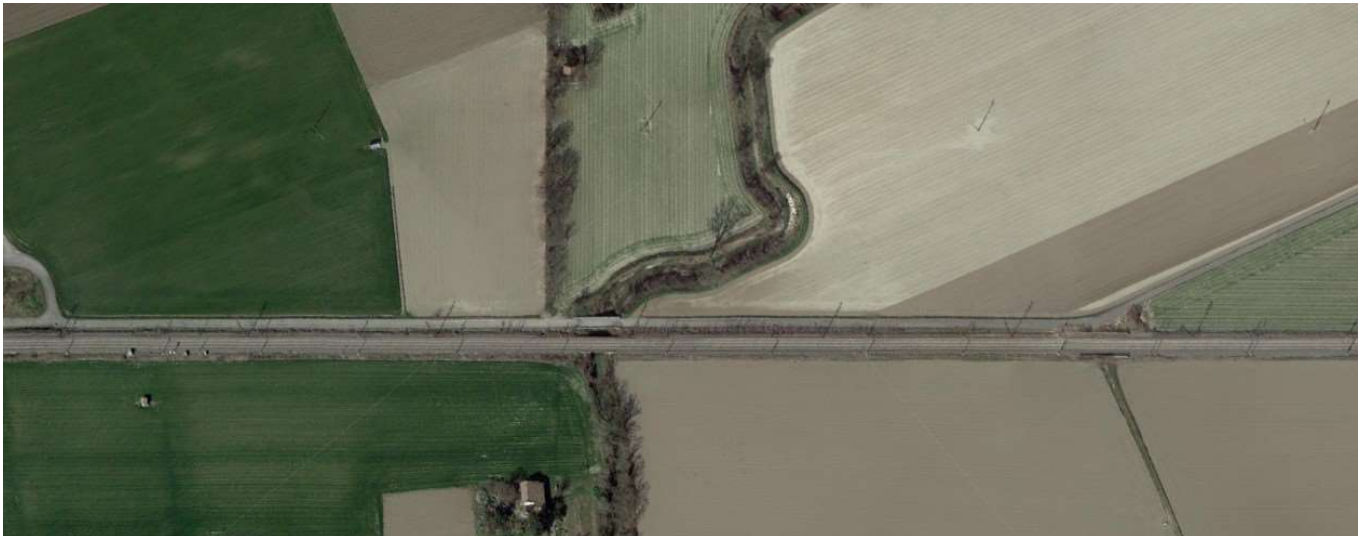
Nello specifico, con tale analisi sono state valutate e confrontate alternative progettuali riferite a tre diverse tratte del tracciato in progetto:

- Tratta Grue.
- Tratta Curone Fermata.
- Tratta Baxilio.

Si rimanda l'illustrazione della metodologia di analisi adottata nonché delle considerazioni effettuate per l'assegnazione dei pesi e dei giudizi, a quanto dettagliatamente riportato nel documento "Analisi multicriteria" (IQ0101R16RGEF0005001A) a corredo del progetto. Di seguito, invece, si riportano in sintesi la descrizione delle alternative considerate e i risultati dell'applicazione.

TRATTA GRUE

Il Torrente Grue, in corrispondenza della pk 59+150.00, intercetta il tracciato ferroviario, ponendosi, per un breve tratto, quasi parallelo adesso, prima di attraversarlo con una brusca curva.



In ragione di tale conformazione del torrente sono state analizzate due possibili alternative di tracciato per la risoluzione dell'interferenza determinata dall'introduzione dei due nuovi binari di scavalco.

1. **Alternativa affiancamento:** il tracciato di progetto si posiziona, in corrispondenza dell'attraversamento del Grue ad una distanza dalla linea storica di 32 m. Tale distanza planimetrica è funzionale all'introduzione della nuova opera, che si attesta al di sopra del tratto del Grue che corre quasi parallelo alla Linea Storica. Per adottare tale posizione planimetrica del tracciato (binari di quadruplicamento e binari di scavalco) si rende necessaria una riprofilatura planimetrica del torrente rendendolo nella zona di intersezione più ortogonale possibile alle linee ferroviarie.



2. **Alternativa spanciamento:** il tracciato di progetto, al fine di intercettare ortogonalmente il corso del torrente

Grue (e rendere, così, l'attraversamento più semplice, in termini di costi, di costruzione e tempi realizzativi) a partire dalla km 58+200 si allontana dalla linea storica in direzione nord-ovest posizionandosi, in corrispondenza del suddetto torrente ad una distanza di circa 100 m dalla storica.



Dai risultati dell'applicazione dell'analisi multicriteria condotta, si rileva che l'alternativa affiancamento è la migliore per la quasi totalità degli indicatori presi a riferimento, risultando, nel confronto, la soluzione vincente e, pertanto, quella adottata nel PFTE

TRATTA CURONE FERMATA

Alla km 62+000.00 circa, il tracciato di quadruplicamento ferroviario interessa un ambito densamente abitato (Pontecurone). Nel tratto si attestano, infatti, sul lato Nord-est dell'infrastruttura edifici a destinazione residenziale e sul lato Nord/Ovest il complesso industriale della Stamplast.



Al fine di ridurre al minimo l'impatto sull'ambiente urbano del quadruplicamento (sia riguardo alla dimensione fisica delle nuove opere, sia in relazione al disturbo connesso all'esercizio), rispettando i vincoli idraulici che caratterizzano la zona, si è proceduto ad analizzare due possibili alternative:

1. **Curone fermata monte idraulico:** il quadruplicamento è effettuato sulla sede storica, con conseguente

traslazione della stessa, poco prima della fermata di Pontecurone, ottenendo i seguenti benefici:

- salvaguardia della cascina posizionata alla pk 62+400.00, circa adibita in parte ad uso civile abitazione, in parte a centro di allevamento e addestramento per alcune tipologie di razze canine.
- Ridotta interferenza con il sistema viabilità interno al perimetro dell'azienda industriale Stampplast.

Tale soluzione, che posiziona il nuovo solido ferroviario sul Lato Nord/est (monte idraulico) per uno sviluppo di

1.400 m, risulta inconciliabile con le problematiche di natura idraulica e geotecnica.



2. **Curone fermata valle idraulico:** il quadruplicamento è effettuato a nord-ovest della storica, tenendo conto dei vincoli di natura idraulica e geotecnica e gli studi effettuati per minimizzare il rischio idraulico. La soluzione - che implica la necessità di prevedere una nuova viabilità in risoluzione dell'interferenza con l'esistente strada di arroccamento che corre attualmente tra l'area industriale e la Linea storica – ha come conseguenze:

- L'interferenza planimetrica con la cascina posizionata alla pk 62+400.00.
- L'interferenza con il sistema viabilità interno al perimetro dell'azienda industriale Stampplast. Tale interferenza ne determina una ri-geometrizzazione del perimetro interno, senza tuttavia interferire con le operazioni di carico e scarico oggi attive.



Dai risultati dell'analisi multicriteria condotta si rileva che l'alternativa **Curone fermata valle idraulico** è la migliore per la quasi totalità degli indicatori presi a riferimento, risultando, nel confronto, la soluzione vincente e, pertanto, quella adottata nel PFTE.

TRATTA VIA BAXILIO

Al fine di ridurre al minimo l'impatto del solido ferroviario con l'ambiente urbano e ipotizzando il mantenimento dell'opera esistente su Via Baxilio compatibile ad ospitare i sei binari (due binari linea esistente, due binari progetto quadruplicamento edue binari sviluppo futuro), si è proceduto ad analizzare due possibili alternative.

1. **Alternativa "A" Nuovo Ponte su via Baxilio:** Il progetto prevede il mantenimento dell'asta lato Sud/Est ad oggi dismessa. Tale mantenimento determina una ri-geometrizzazione su assetto planimetrico con $V_t = 100 \text{ km/h}$ dei quattro binari di progetto (linea storica e quadruplicamento) andando ad inserire una nuova coppia di binari id

sviluppo futuro; il tutto in coerenza con i dati di input ricevuti dalla committenza. Il nuovo assetto planimetrico determina la demolizione dell'opera esistente, predisponendo una nuova opera conforme al nuovo assetto planimetrico.

2. **Alternativa "B" Ponte su Via Baxilio esistente:** Il progetto prevede la demolizione dell'asta lato Sud/Est ad oggi dismessa. Tale dismissione utile allo studio planimetrico ne ottimizza il suo assetto rendendo l'opera esistente compatibile ad ospitare i sei binari come da schematico. Per rendere compatibile l'opera esistente in termini di strutturali, si rende necessaria un'attività di manutenzione straordinaria così come descritto sull'elaborato di riferimento.



Dai risultati dell'analisi multicriteria condotta si rileva che l'alternativa **Alternativa "B" Ponte su Via Baxilio esistente** è la migliore per la quasi totalità degli indicatori presi a riferimento, risultando, nel confronto, la soluzione vincente e, pertanto, quella adottata nel PFTE.

Di seguito si riportano le considerazioni e valutazioni in merito alla cosiddetta "Opzione zero", ovvero allo scenario che vedeva la non realizzazione del quadruplicamento oggetto di progettazione.

Dato il livello di saturazione del 98% esistente sull'attuale linea ferroviaria, con incrocio degli itinerari Milano-Genova ed Alessandria-Piacenza, stante l'attuale infrastruttura, si evidenzia l'assoluta impossibilità di incrementare il traffico sulla linea; Peraltro il livello di impegno della linea è tale che ogni evento accidentale (ritardo di un convoglio) determina conseguenze negative sia sul traffico regionale che su quello a lunga percorrenza.

L'alternativa 0 risulta quindi non coerente con gli indirizzi programmatici di potenziamento dell'itinerario Milano-Genova a fini sia del trasporto delle merci provenienti dal porto di Genova sia di collegamento con i valichi alpini, oltre che con gli indirizzi programmatici di valorizzazione del trasporto ferroviario regionale.

Nel confronto con l'alternativa 0 va anche evidenziato che il quadruplicamento della tratta determinerebbe degli effetti benefici anche su scala più vasta di quella che coinvolge l'opera analizzata nel presente studio:

- la sottrazione di trasporto su strada, e di conseguenza la riduzione delle emissioni di inquinamento atmosferico legate a tale modalità di trasporto, sia per quanto riguarda le merci che per quanto riguarda i passeggeri;

- l'incremento della capacità e dell'efficienza del sistema di trasporto ferroviario nell'area, garantendo margini di capacità per soddisfare gli incrementi di domanda attesi;
- il miglioramento delle condizioni di comfort dei passeggeri sia a livello locale, sia a livello di direttrice.

Si ritiene, alla luce di tali considerazioni, che la realizzazione del quadruplicamento risulti sostanzialmente indispensabile e che l'opzione zero, che lascerebbe invariata l'attuale situazione, sia impercorribile.

DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE

La soluzione progettuale è ampiamente dettagliata negli elaborati di progetto e l'intervento di quadruplicamento si affianca sostanzialmente al corridoio ferroviario esistente a meno di tratti puntuali di allargamento per garantire l'inserimento nel contesto territoriale e il rispetto dei vincoli infrastrutturali presenti.

Il progetto, nel suo complesso, prevede gli interventi di opere civili e armamento per la realizzazione del Quadruplicamento tra la stazione di Tortona (km 54+863 Quadruplicamento di progetto Milano - Genova) e la stazione di Voghera (km 71+113) e la conseguente realizzazione di tutti i sistemi tecnologici necessari per la gestione della suddetta tratta.

Di seguito, in sintesi, sono elencati i principali interventi infrastrutturali previsti:

- l'adeguamento PRG della stazione di Tortona per inserimento dei nuovi binari;
- il quadruplicamento in affiancamento ai binari della linea Tortona – Voghera ad interasse di 8.60 m, e mantenimento dell'interasse esistente sulla linea storica a meno di qualche piccola variazione locale, per una estensione di circa 16 km;
- lo scavalco della linea Genova-Milano sulla linea Alessandria-Piacenza al Km 58+200;
- la sistemazione della fermata di Pontecurone;
- la realizzazione di 4 fabbricati tecnologici per l'inserimento e la gestione degli enti di stazione e di linea.

Sono inoltre previsti, come opere principali, l'adeguamento e realizzazione di un certo numero di opere d'arte interferenti (sottopassi, cavalcaferrovia) e di linea (Ponti e Viadotti) nonché la realizzazione di un'opera in galleria artificiale, funzionale allo scavalco della linea Genova-Milano sulla linea Alessandria-Piacenza. Da segnalare, infine, tra gli interventi di rilievo, la deviazione del Torrente Grue.

ARCHEOLOGIA

Secondo quanto disposto in materia di archeologia preventiva, è stato redatto lo Studio Archeologico, contenente gli esiti dell'analisi dei dati bibliografici e della lettura della cartografia storica, della toponomastica, della aerofoto-interpretazione, della lettura della geomorfologia del territorio, nonché l'esito delle ricognizioni volte all'osservazione diretta dei terreni (attività di survey). La valutazione del rischio archeologico potenziale delle opere civili in progettazione ha tenuto conto delle presenze archeologiche comprese in una fascia a cavallo delle aree interessate dalle opere in progetto e della loro potenzialità di rischio, in base alla fonte di informazione pertinente al record archeologico. Inoltre,

nell'ambito della suddetta valutazione sono state considerate la tipologia delle opere in progetto, con particolare attenzione anche all'entità delle testimonianze antiche, alla loro distanza dalle opere civili, nonché al grado di attendibilità connesso alla ubicazione stessa delle testimonianze archeologiche.

Lo studio archeologico, unitamente agli elaborati caratterizzanti il progetto, è stato trasmesso con nota prot. AGCN.MI.0107699.21.U del 14/10/2021 alla Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di Alessandria, Asti e Cuneo e con nota AGCN.MI.0107723.21.U del 14/10/2021 alla Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di Como, Lecco, Monza Brianza, Pavia, Sondrio, Varese.

Sulla base di tale studio, la Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di Alessandria, Asti e Cuneo con nota prot. MIC|MIC_SABAP-AL|16/12/2022|0019047-P del 16/12/2022 ha espresso il parere di competenza ravvisando la necessità di attivare la procedura di verifica preventiva dell'interesse archeologico prevista dal comma 8 dell'art. 25 del D.Lgs. 50/2016; la Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di Como, Lecco, Monza Brianza, Pavia, Sondrio, Varese ha espresso il parere di competenza con nota prot. MIC|MIC_SABAP-CO-LC|12/12/2022|0031152-P del 12/12/2022, approvato il progetto con la prescrizione di effettuare sondaggi esplorativi preliminarmente all'esecuzione dei lavori.

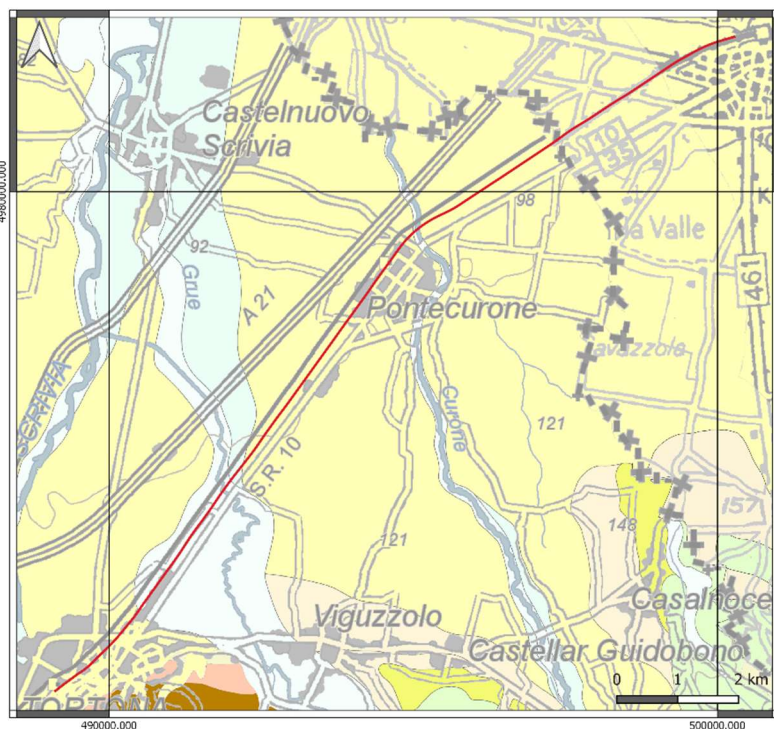
In occasione di incontri tecnici congiunti con i funzionari territorialmente competenti delle due Soprintendenze sono stati definiti le linee generali del piano delle indagini, nonché il numero, caratteristiche e l'ubicazione di massima dei saggi archeologici e delle aree di prospezioni geofisiche da effettuare. Sulla base di tali indicazioni sarà redatto il piano delle indagini preventive da eseguirsi entro l'avvio dei lavori, come previsto dalla normativa vigente.

A seguito degli aggiornamenti progettuali scaturiti dalle richieste degli enti territoriali coinvolti, in particolare in relazione alla viabilità SP93 di accesso al piazzale nord, verrà rimodulata la valutazione del potenziale rischio archeologico in relazione alle parti d'opera modificate e trasmessa la nuova documentazione tecnico-progettuale per l'espressione del parere aggiornato da parte della Soprintendenza territorialmente competente.

GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA

L'area di studio si estende nel tratto Lombardo-Piemontese del Bacino Padano, a ridosso del settore nord-occidentale dell'Appennino. Il territorio tra Tortona e Voghera si colloca, dal punto di vista geologico, all'interno di un ampio ripiano alluvionale che costituisce parte della Pianura Padana a sud del Fiume Po, nelle immediate vicinanze del margine collinare appenninico. L'area interessata dall'opera si estende su depositi alluvionali per lo più sabbiosi e ghiaiosi, attribuibili in parte a depositi fluviali e in parte a depositi di megafan.

La carta geologica riportata di seguito sintetizza l'assetto geologico dell'area. In rosso è riportato il tracciato ferroviario.



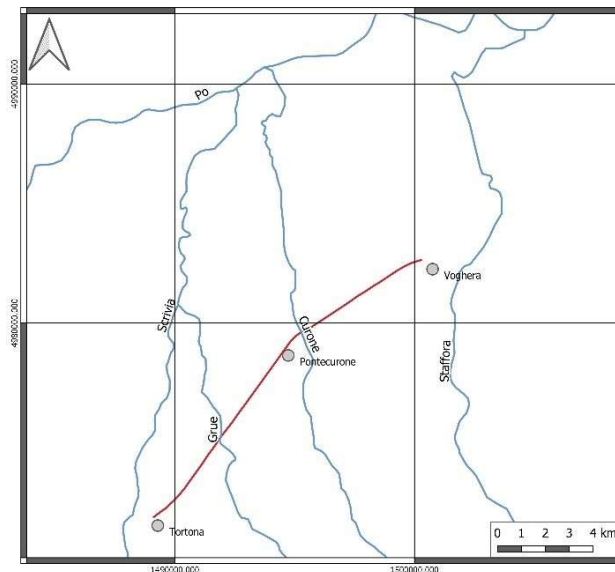
LEGENDA:

- Depositi fluviali e di debris flow (Olocene - Attuale)
- Depositi fluviali (Pleistocene Sup. - Olocene)
- Depositi fluviali e di megafan (Pleistocene Sup.)
- Depositi fluviali (Pleistocene Medio - Sup.)
- Depositi fluviali (Pleistocene Medio)
- Arenarie di Monte Vallassa (Serravalliano - Tortoniano)
- Formazione di Ranzano (Eocene Sup. - Oligocene Sup.)

La Pianura Padana, che si estende a nord della fascia pedemontana appenninica, è un ampio bacino sedimentario colmato da ingenti spessori di sedimenti sciolti di età quaternaria ed origine prevalentemente alluvionale. L'approfondimento del bacino è avvenuto in epoca pre-quaternaria, già dal Miocene medio, ed il sollevamento della catena appenninica ha portato alla formazione di un vasto golfo marino che ha iniziato a colmarsi di sedimenti.

L'area di indagine ricade in un territorio pressoché pianeggiante, con una blanda inclinazione verso nord, dovuta al progressivo avvicinamento alla zona di scorrimento del Fiume Po. L'evoluzione morfogenetica della zona risulta legata all'azione del reticolo idrografico del T. Scrivia, del T. Curone e del T. Staffora, oltre che, in misura minore del T. Grue; la dinamica di questi corsi d'acqua risulta determinante per la caratterizzazione geologico-geomorfologica e per l'assetto idrogeologico generale del territorio, a causa dell'influenza significativa delle riserve idriche contenute nei depositi alluvionali.

Dal punto di vista idrografico le aree di studio intersecano o vengono lambite dai corsi d'acqua dei torrenti Scrivia, Grue, Curone e Staffora, affluenti del fiume Po come rappresentato nella figura seguente, in rosso è rappresentato il tracciato ferroviario.



Il T. Scrivia scorre da sud verso nord, passando per la zona ovest del comune di Tortona, oltre il tracciato ferroviario in progetto; a nord di quest'ultimo il T. Grue, che scorre in direzione SSE-NNW, confluisce nel T. Scrivia stesso. Il T. Curone si sviluppa in direzione SE-NW e interseca il tracciato ferroviario in corrispondenza dell'abitato di Pontecurone. Al di là del confine, nell'area pavese, il T. Staffora scorre da sud verso nord, attraversando Voghera oltre il termine del tracciato ferroviario.

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico appare costituito da più falde idriche sovrapposte, per maggiori approfondimenti si rimanda alla relazione geologica.

Nell'area di studio la successione alluvionale risulta caratterizzata dalla presenza di una coltre superficiale di materiali argilloso-limosi che riveste notevole importanza ai fini idrogeologici. Questi depositi, a permeabilità scarsa o nulla, costituiscono un elemento di protezione dall'inquinamento per l'acquifero sottostante. La loro presenza riduce le possibilità di ricarica diretta della falda per gli apporti derivanti dall'infiltrazione efficace. Le condizioni idrodinamiche della falda risentono della situazione piezometrica e della potenza della coltre superficiale argillosa-limoso: nelle zone in cui questa è ridotta o assente, la falda è di tipo libero; nei comparti in cui la coltre presenta spessori rilevanti, la falda assume un carattere confinato se limitata a tetto da depositi impermeabili, o semiconfinato in presenza di depositi di copertura semipermeabili. In queste aree, la falda, limitata sia inferiormente che superiormente da livelli impermeabili o semipermeabili, risulta debolmente in pressione e può ricevere alimentazione solo lateralmente.

I depositi alluvionali del ripiano principale della porzione di pianura in cui si colloca l'area in esame risultano essere

rappresentati da alternanze di sabbie e/o ghiaie e argille o limi argillosi a geometria lenticolare e modesto grado di alterazione; la permeabilità superficiale primaria è generalmente medio-bassa. Nella parte superficiale della successione è presente una copertura argilloso-limosa più o meno continua e potente che riduce la permeabilità superficiale.

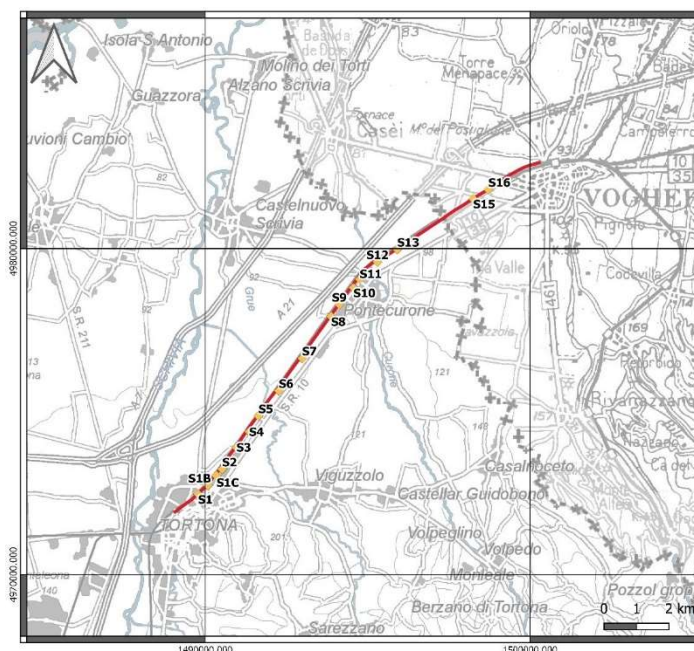
Il flusso dell'acqua sotterranea è genericamente diretto da sud verso nord, con una lieve componente ovest-est nel tratto dipianura limitrofo alla fascia appenninica.

Nell'ambito delle campagne di indagine che hanno interessato l'area, in particolare delle campagne geognostiche Italferr sono state effettuate prove di permeabilità in foro tipo Lefranc per la definizione della permeabilità delle unità geologiche. Inoltre, allo scopo di indagare l'effettiva presenza di falde idriche sotterranee ed il relativo andamento della superficie piezometrica, è stata effettuata, ed è a tutt'oggi in essere, una campagna di monitoraggio nei tubi piezometrici installati nei fori di sondaggio di nuova realizzazione ed in alcuni di quelli esistenti.

Nella tabella seguente si riporta una sintesi dei valori di permeabilità media, massima e minima ricavati dalle prove.

	<i>K media (m/s)</i>	<i>K massima (m/s)</i>	<i>K minima (m/s)</i>
<i>Ghiaia</i>	1.24E-04	8.21E-04	1.10E-06
<i>Sabbia</i>	3.28E-06	8.53E-05	8.00E-08
<i>Limo</i>	2.87E-07	1.10E-05	3.30E-08
<i>Argilla</i>	2.76E-07	2.90E-04	1.98E-09

Nella figura seguente si riporta l'ubicazione dei punti di misura utilizzati nel corso della campagna di monitoraggio piezometrico. La linea rossa rappresenta il tracciato ferroviario oggetto di studio.



Infine nella Tabella seguente il livello massimo della falda rilevato durante la campagna di monitoraggio, per ogni piezometro; il livello è indicato sia come quota sul livello del mare sia come soggiacenza.

ID	Data	Quota falda (m s.l.m.)	Quota p.c. (m s.l.m.)	Soggiacenza (m da p.c.)
S1B	10/12/2020	97.70	112.00	14.30
S1 C1	10/12/2020	103.92	112.00	8.08
S1 C2	05/02/2021	103.87	112.00	8.13
S2	13/01/2021	96.45	110.00	13.55
S3 C1	13/01/2021	95.08	110.00	14.92
S3 C2	13/01/2021	95.97	110.00	14.03
S4	07/04/2021	94.27	110.00	15.73
S5	05/03/2021	91.76	106.00	14.24
S7	07/04/2021	90.70	103.00	12.30
S8 C1	05/05/2021	90.09	102.00	11.92
S8 C2	05/05/2021	90.08	102.00	11.92
S9	05/05/2021	89.07	102.00	12.93
S10 C1	05/05/2021	86.43	100.00	13.58
S10 C2	05/05/2021	86.44	100.00	13.56
S11 C1	05/05/2021	85.88	99.00	13.12
S11 C2	05/05/2021	85.72	99.00	13.28
S12	05/05/2021	86.80	99.00	12.20
S13	05/05/2021	80.18	94.00	13.82
S15 C1	07/04/2021	77.72	92.00	14.28
S15 C2	07/04/2021	77.82	92.00	14.18
S16	07/04/2021	78.32	91.00	12.68

Considerando il dataset si può affermare che la falda acquifera in linea di massima risente di un incremento di livello nella stagione invernale; questa tendenza tende a smorzarsi a inizio primavera, quando le misure risultano diventare mediamentecostanti nel tempo.

I corsi d'acqua presenti nell'area di studio fanno parte del bacino del Po. Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Bacino del fiume Po disciplina l'estensione della delimitazione e della normazione delle fasce relative ai corsi d'acqua appartenenti al bacino del Po. Inoltre, il PAI definisce le classi di rischio riguardanti fenomeni di esondazione, processi di trasporto in massa lungo la rete idrografica e deposito sulle conoidi, fenomeni franosi e valanghe. Le aree comunali sono così classificate per fasce di rischio (moderato – R1, medio – R2, elevato – R3, molto elevato – R4).

Il comune di Tortona e quello di Castelnuovo Scrivia ricadono in fascia di rischio 3, con componenti di rischio associate a fenomeni di esondazione e, limitatamente all'area di Tortona, di frana. Il PRG di Pontecurone delimita delle zone di

“dissestolegato alla dinamica fluviale e torrentizia” lungo il tratto del torrente Curone che rientra all’interno dei limiti amministrativi del comune. Si tratta di aree classificate a dissesto idraulico areale a pericolosità elevata (“EbA”) e molto elevata (“EeA”).

Anche il Rio Calvenza, affluente del torrente Scrivia, è segnalato come elemento a dissesto idraulico a pericolosità elevata.

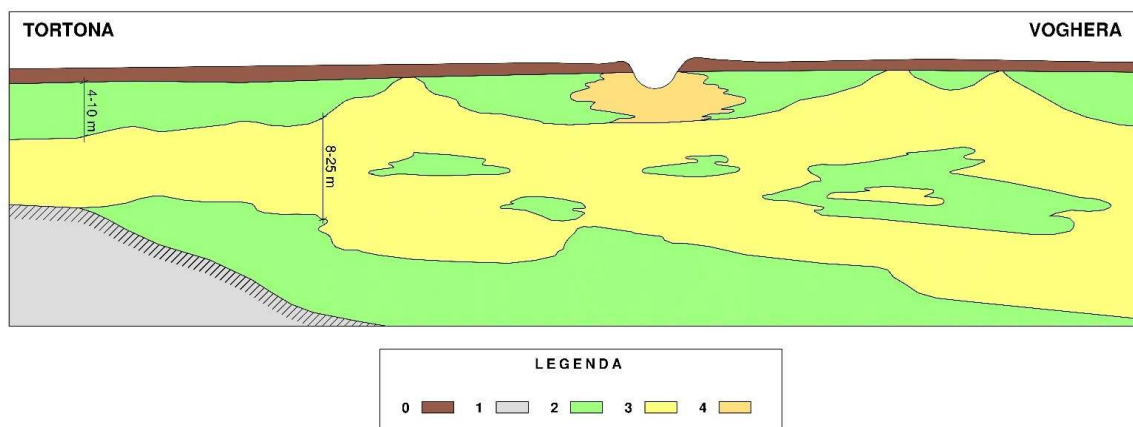
Per quanto riguarda il grado di protezione della falda in funzione della sua soggiacenza, l’andamento delle curve piezometriche indica che la superficie piezometrica si colloca a profondità assai variabili (da meno di 1 m a oltre 30 m), mostrando situazioni differenziate. Nell’area di Tortona il livello medio di falda è compreso tra circa 5 e 10 m dal piano campagna, in quello di Voghera tra circa 5 e 20 m.

Per descrivere il modello geologico di riferimento, l’intera lunghezza della tratta esaminata è stata suddivisa in una serie di porzioni, sulla base della ricostruzione geologica ottenuta dal profilo.

In superficie i terreni su cui si sviluppa la tratta sono sempre di tipo alluvionale, con origine fluviale o fluvio-glaciale.

A livello generale lungo la tratta al di sotto di uno strato di riporto (0 in Figura seguente), di spessore variabile da 3 a 1.5 m si trovano terreni di tipo argilloso limoso per uno spessore variabile generalmente da 4 a 10 m (2). Generalmente in corrispondenza dei corsi d’acqua principali che attraversano il tracciato si individuano depositi grossolani in prossimità della superficie (4) che testimoniano il percorso del paleoalveo. Al di sotto dei terreni limoso argillosi si ritrova uno spessore variabile generalmente da 8 a 25 m di terreni ghiaiosi (3), con intercalate lenti limoso argillose (2). Talvolta lo spessore di sedimenti limoso argillosi sovrastante si riduce fino ad annullarsi, così da porre le ghiaie in diretto contatto con il terreno di riporto.

Al di sotto delle ghiaie, fino alla base ricostruita della sezione, compaiono nuovamente terreni limoso argillosi (2). In prossimità di Tortona la sezione intercetta il substrato (1), che si immerge rapidamente spostandosi da sud verso nord per andare a scomparire al di sotto dell’intervallo ricostruito nella sezione.



Schema generale dell’assetto geologico lungo il tracciato. 0: riporto; 1: substrato; 2: terreni limoso argillosi; 3: terreni ghiaiosi; 4: paleoalveo

Per la determinazione della categoria di sottosuolo sono stati utilizzati i dati derivanti dalle indagini geofisiche eseguite in foro (prove Down Hole) durante le campagne di indagini condotte lungo la linea.

GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica dei terreni e la successiva definizione del Modello Geotecnico di sottosuolo sono state ottenute sulla base dei risultati delle indagini geognostiche e geofisiche disponibili, di seguito elencate:

- 1) campagna di indagini Italferr 2009, finalizzata ad una prima progettazione definitiva del quadruplicamento Tortona-Voghera;
- 2) campagna di indagini Italferr 2019, redatta nell'ambito dell'Accordo Quadro generale "per la verifica di idoneità all'innalzamento della velocità fino a 180 km/h in rango C sulle opere d'arte della linea Milano-Genova nella tratta Pavia-Tortona";
- 3) campagna di indagini Italferr 2020, finalizzata alla progettazione definitiva del quadruplicamento Tortona-Voghera.

Nel complesso le campagne geognostiche contano circa una settantina di sondaggi spinti fino a 60 metri di profondità dal piano campagna, con prelievo di circa 550 campioni, tra rimaneggiati ed indisturbati, ed esecuzione di prove in foro (tra le quali prove penetrometriche, geofisiche tipo DH e MASW, prove di permeabilità tipo Lefranc) ed installazione di piezometri per il monitoraggio della falda. Sulla base dell'analisi dei dati provenienti dalle campagne geognostiche citate, è stato possibile arrivare alla caratterizzazione geotecnica dei materiali riassunta nella tabella seguente:

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	19 di 132

Unità	Profondità	γ	ϕ'_k	c'_k	c_{uk}	K	Eed	Cc	Cs	Modulo elastico dinamico E_0	Modulo di Young operativo 1 $E_{op.1} = E_0 / 10$	Modulo di Young operativo 2 $E_{op.2} = E_0 / 5$
	[m da p.c.]	[kN/m ³]	[°]	[kPa]	[kPa]	[m/s]	[kPa]	[-]	[-]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
R	0-5	20.0	23-24	10-20	50-90	-	-	-	-	75-680	7.5-68	15-136
G(S,L)	0-15	19.5	41-43	0.0	-	5×10^{-5}	-	-	-	790-1150	79-115	158-230
	>15		38-40	0.0	-					$5 \times Z$	$5.4 \times Z$	$11 \times Z$
L(A,S)	0-15	19.5	26-27	10-15	60-110	1.5×10^{-6}	6700-10500	0.2-0.3	0.04-0.07	265-395	26-39	53-79
	>15		26-27	12-21	90-145					$28 \times Z$	$2.8 \times Z$	$5.6 \times Z$
Mar	>10	20.0	26-30	30-50	150-210	10^{-8}	-	-	-	1400-1600	140-160	280-320

Dove:

- Terreno di riporto – Unità R: si tratta dello spessore di terreno vegetale e materiale di riporto, rinvenuto a profondità variabile sino ad una profondità massima di 5 m da p.c., costituito prevalentemente da limo argilloso, sabbioso-ghiaioso con resti vegetali e inclusi clasti e presenza di frammenti centimetrici di laterizio;
- Ghiaie - Unità G(L,S): si tratta principalmente di Ghiaia limosa, sabbiosa debolmente argillosa di colore da marroncino a grigiastro, con intercalazioni a maggiore percentuale sabbiosa e/o limosa. Da mediamente addensata ad addensata;
- Limi - Unità L(A,S): il materiale è costituito mediamente da limo argilloso, sabbioso di colore marroncino, con occasionali clasti subcentimetrici con livelli di sabbie limose e sporadiche ghiaie sabbiose; i campioni di materiale a granulometria più grossolana sono stati rinvenuti entro i primi 25 m di profondità da p.c.;
- Substrato - Unità Mar: si tratta mediamente di limo con argilla debolmente sabbioso, a luoghi passante ad argilla marnosa, marna argillosa, a siltite argillosa-marnosa o argillite siltosa. Struttura parzialmente scagliosa, materiale estremamente consistente. Questa unità è stata rinvenuta nei sondaggi eseguiti nella porzione meridionale del tracciato, ovvero quelli prossimi all'abitato di Tortona, a profondità superiori a circa 12-15 m dal piano campagna.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica generale.

Ai fini del calcolo delle azioni sismiche, in base all'assetto stratigrafico, topografico e ai risultati delle prove sismiche, il suoloviene classificato in alcuni tratti in categoria B e in altri in categoria C. In merito a quanto prescritto dalle NTC 2018

al paragrafo 7.11.3.4.2, non è possibile escludere il fenomeno della liquefazione, per cui è stato necessario condurre le opportune verifiche; esse sono risultate sempre soddisfatte.

La profondità della falda oscilla tra circa 8 e circa 16 m da piano campagna.

IDROLOGIA E IDRAULICA

Inquadramento idrologico-idraulico dell'area di intervento

La linea ferroviaria oggetto dell'intervento di quadruplicamento attraversa i corsi d'acqua maggiori denominati Torrente Grue (alla progr. 59+110 circa), Torrente Calvenza (alla progr. 60+430 circa), Torrente Curone (alla progr. 64+380 circa) e Torrente Limbione (alla progr. 65+525 circa), per lo scavalco dei quali si prevede la realizzazione dei viadotti VI06, VI07, VI09, VI10, rispettivamente. Inoltre, la linea ferroviaria attraversa anche una serie di rivi minori e scoli in corrispondenza dei quali si prevede la realizzazione di manufatti minori/tombini idraulici.

Il quadro conoscitivo di riferimento per la caratterizzazione idrologica e idraulica dell'area di intervento e la definizione delle relative aree di pericolosità è attualmente riportata nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, introdotto dalla Direttiva europea 2007/60/CE (recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010 per ognidistretto idrografico).

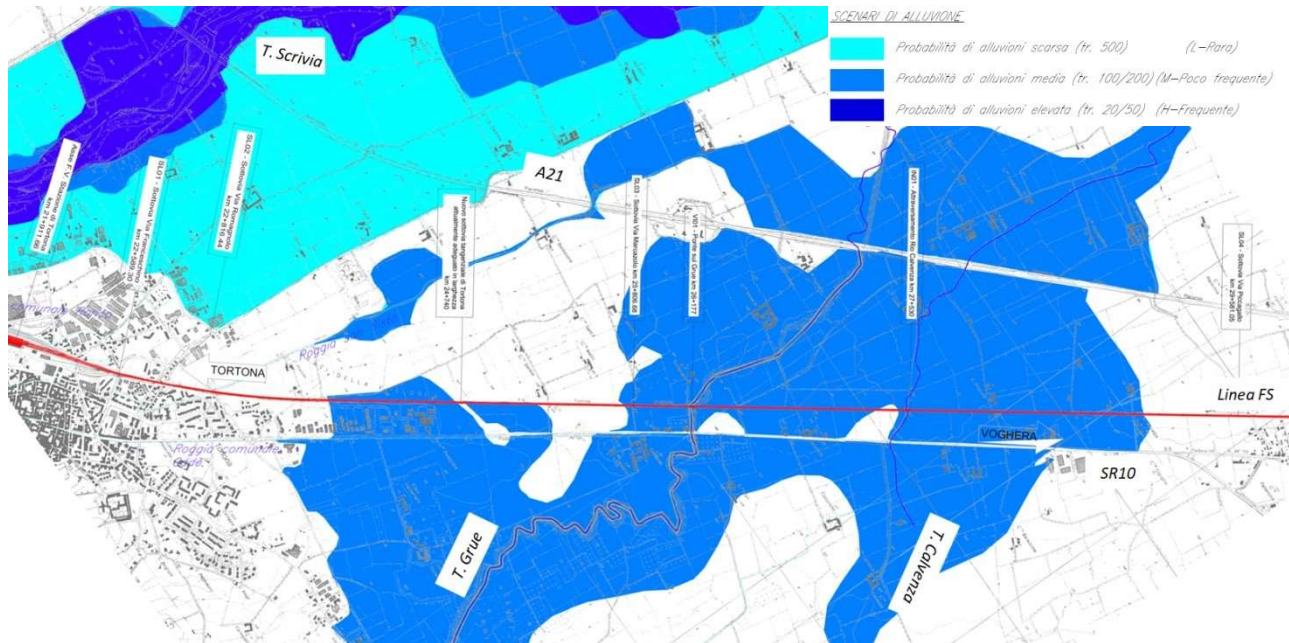
Per quanto riguarda l'area di intervento, il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) è stato adottato dall'autorità di Bacino del Po nella seduta di Comitato Istituzionale del 17 dicembre 2015, con deliberazione n.4/2015, ed è stato approvato nella seduta di Comitato Istituzionale del 3 marzo 2016, con deliberazione n.2/2016. Gli elaborati relativi alla Regione Piemonte, a cui si è fatto riferimento nel presente studio, sono stati recentemente aggiornati (2019), a seguito degli eventi alluvionali verificatisi nel 2014 e nel 2019.

Nello specifico, nell'ambito della pianificazione di bacino vigente sono individuate 3 classi di pericolosità idraulica (P3 - elevata, P2 - media, P1 - scarsa). Di seguito, una tabella riepilogativa delle classi di pericolosità idraulica adottate.

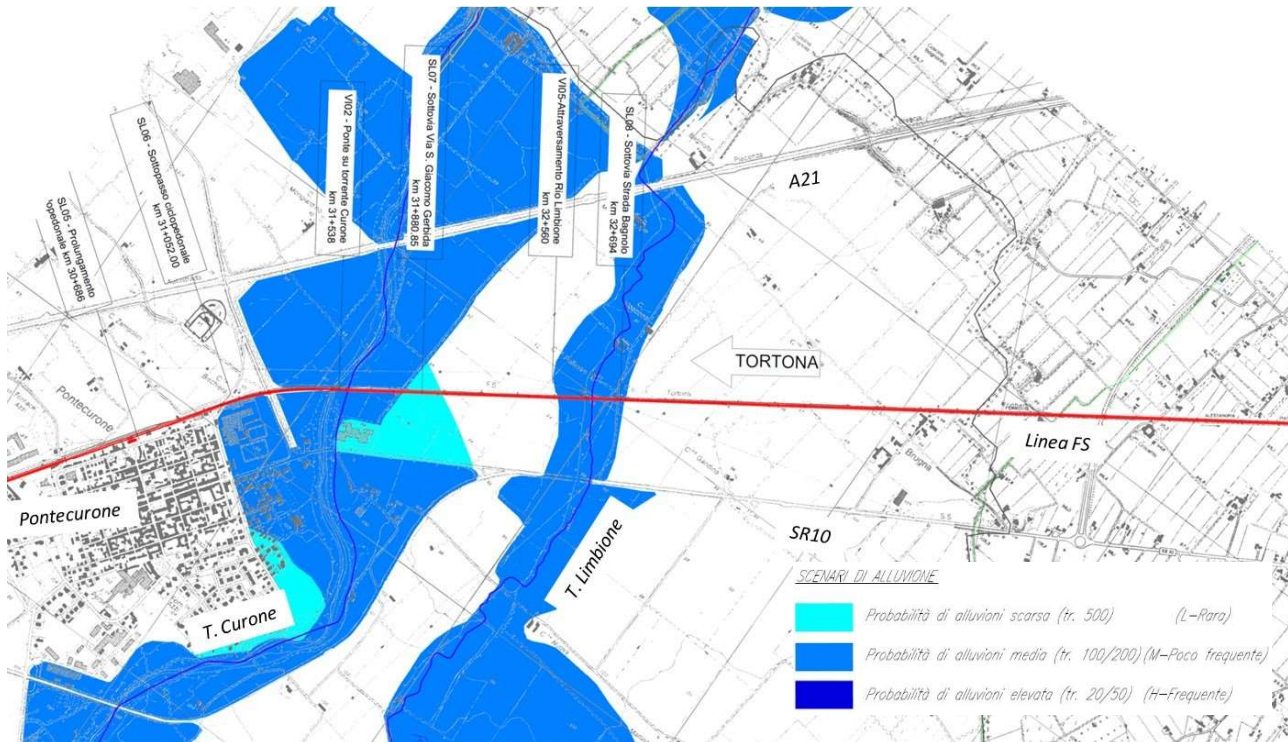
<i>T_r (anni)</i>	<i>Pericolosità idraulica</i>
20-50	P3
100-200	P2
≥ 500	P1

Come mostrato nella figura seguente, relativamente agli attraversamenti dei corsi d'acqua Torrente Grue e Torrente Calvenza, la linea FS esistente e l'intervento di quadruplicamento in progetto sono interessati da aree a pericolosità idraulica P2 (media probabilità di alluvioni), non soltanto limitatamente agli attraversamenti dei corsi d'acqua stessi, ma per un tratto di circa 5 km (dalla zona industriale di Tortona fino a poco prima dell'abitato di Pontecurone), così come

indicato nelle mappe del P.G.R.A. della Regione Piemonte.



Con riferimento agli attraversamenti dei corsi d'acqua Torrente Curone e Torrente Limbione, la linea FS esistente e l'intervento di quadruplicamento in progetto sono interessati invece da aree a pericolosità idraulica P3 (elevata probabilità di alluvioni), P2 (media probabilità di alluvioni) e P1 (scarsa probabilità di alluvioni), non soltanto limitatamente agli attraversamenti dei corsi d'acqua stessi, ma per un tratto di circa 2 km (dall'abitato di Pontecurone fino a poco prima dell'abitato di Brugna), così come indicato nelle mappe del P.G.R.A. della Regione Piemonte, riportate nella figura sottostante.



Stante la condizione di pericolosità idraulica esistente sul territorio, ben nota a seguito anche degli eventi alluvionali verificatisi nel 2014 e nel 2019, si è proceduto allo sviluppo di uno studio idrologico-idraulico di dettaglio finalizzato alla valutazione della compatibilità idraulica delle opere in progetto ai sensi del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni vigente, ed in particolare quegli "interventi previsti rispettino il vincolo di non aumentare il livello di pericolosità e di rischio esistente e di non precludere la possibilità di eliminare o ridurre le condizioni di pericolosità e rischio mediante azioni future", nonché delle NTC2018 (Capitolo 5) e della relativa circolare esplicativa n.7/2019 e del Manuale di Progettazione Ferroviaria RFI.

Analisi idrologiche

L'analisi idrologica finalizzata alla determinazione delle portate al colmo dei corsi d'acqua attraversati è stata condotta con riferimento alle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (LSPP) disponibili per il territorio oggetto di studio, i cui parametri sono riportati:

- nell'Allegato 3 "Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni" della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" (n.2/1999) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (rif. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico – P.A.I.);
- nell'Atlante delle piogge intense di Arpa Piemonte, secondo due funzioni di distribuzione di probabilità (Gumbel, a due parametri; GEV, a tre parametri).

L'esame dei dati disponibili ha evidenziato che le LSPP fornite da Arpa Piemonte (secondo le distribuzioni sia Gumbel che GEV) restituiscono valori di altezza di pioggia più elevati rispetto a quelli derivanti dalle LSPP del P.A.I.. Tale differenza (anche a parità di distribuzione di probabilità, ossia Gumbel, a due parametri) è dovuta presumibilmente alle serie storiche considerate nelle relative elaborazioni statistiche. Nello specifico, il database di riferimento delle LSPP del P.A.I. comprende le registrazioni pluviometriche effettuate fino al 1986; mentre, per le LSPP fornite da Arpa Piemonte la base dati disponibile è comprensiva sia delle stazioni storiche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale funzionanti dal 1913 al 2002 sia delle stazioni della rete regionale realizzata a partire dal 1987 ad oggi.

Pertanto, la definizione dei valori delle portate al colmo, e dei corrispondenti idrogrammi di piena di riferimento (valutati applicando il metodo SCS), per i torrenti Grue, Calvenza, Curone e Limbione è stata condotta adottando le LSPP fornite da Arpa Piemonte, essendo più aggiornate e cautelative, e considerando inoltre tutte e due le distribuzioni di probabilità (Gumbel e GEV), ritenute valide entrambe dalla stessa Arpa Piemonte.

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori di portata al colmo, per i quattro corsi d'acqua oggetto di studio, così ottenuti.

Tuttavia, pur non suggerendo quale distribuzione di probabilità considerare (GEV o Gumbel) Arpa Piemonte precisa che l'utilizzo dell'una piuttosto che dell'altra è strettamente legato agli obiettivi dello studio e deve essere motivato alla scala locale dove il progettista si trova ad operare.

Bacino	GEV					
	Tr 50 anni		Tr 200 anni		Tr 500 anni	
	Q [m ³ /s]	Durata	Q [m ³ /s]	Durata	Q [m ³ /s]	Durata
		evento – ora picco		evento – ora picco		evento – ora picco
Torrente Grue	203.6	8 ore - 10:08	351.2	6 ore - 08:25	435.1	6 ore - 08:24
Rio Calvenza	30.1	6 ore - 07:30	52.2	6 ore - 07:28	63.7	6 ore - 07:27
Torrente Curone	384.8	12 ore - 14:16	579.9	12 ore - 14:13	677.1	8 ore - 10:30
Rio Limbione	82.1	8 ore - 10:40	146.4	8 ore - 10:35	180.1	8 ore - 10:34

Bacino	GUMBEL					
	Tr 50 anni		Tr 200 anni		Tr 500 anni	
	Q [m ³ /s]	Durata evento – ora picco	Q [m ³ /s]	Durata evento – ora picco	Q [m ³ /s]	Durata evento – ora picco

Torrente Grue	166.1	8 ore - 10:09	242.4	8 ore - 10:07	288.9	8 ore - 10:05
Rio Calvenza	23.1	6 ore - 7:31	33.7	6 ore - 7:30	40.1	6 ore - 7:29
Torrente Curone	337.3	12 ore - 14:17	433.0	12 ore - 14:15	520.8	12 ore - 14:14
Rio Limbione	68.7	12 ore – 14:22	92.4	8 ore - 10:39	110.9	8 ore - 10:37

Si è proceduto quindi ad una analisi, alla scala locale, dei dati di pioggia disponibili presso le stazioni pluviometriche di interesse, finalizzata alla valutazione del grado di adattamento delle due distribuzioni considerate (Gumbel, GEV). L'analisi ha evidenziato che la distribuzione di probabilità che meglio si adatta alla rappresentazione delle registrazioni pluviometriche considerate è la GEV, soprattutto per le durate di 6 e 12 ore, valutate come "critiche" per i sottobacini del T. Grue, T. Calvenza, T. Curone e T. Limbione oggetto di studio.

Va precisato che gli studi disponibili sul territorio, pregressi o in corso di sviluppo, sono basati sull'adozione di dati di pioggia elaborati statisticamente secondo la distribuzione di Gumbel.

In accordo anche alle indicazioni di Regione Piemonte, alla quale sono state sottoposte preliminarmente le valutazioni idrologiche e idrauliche sviluppate nell'ambito del presente progetto si è deciso di adottare la seguente procedura, sulla base anche dei risultati del confronto con gli studi attualmente disponibili sul territorio (che fanno riferimento ad analisi idrologiche secondo la distribuzione di Gumbel):

- adozione delle portate al colmo e dei rispettivi idrogrammi di piena di riferimento derivanti dall'applicazione di LSPP elaborate secondo la distribuzione di probabilità di Gumbel per la calibrazione (scabrezza) dei modelli numerici bidimensionali (in regime di moto vario) sviluppati, sulla base degli studi idraulici (e dei relativi risultati in termini di aree di esondazione) disponibili sul territorio
- adozione delle portate al colmo e dei rispettivi idrogrammi di piena di riferimento derivanti dall'applicazione di LSPP elaborate secondo la distribuzione di probabilità GEV per la determinazione, mediante modello numerico bidimensionale (2D, in regime di moto vario), delle aree potenzialmente inondabili di "progetto"
- adozione delle portate al colmo di riferimento derivanti dall'applicazione di LSPP elaborate secondo la distribuzione di probabilità di Gumbel (in analogia agli studi sviluppati sul territorio) per la determinazione dei livelli idrici di progetto in corrispondenza degli attraversamenti principali, mediante modelli numerici monodimensionali (1D), in regime di moto permanente, nell'ipotesi di transito della cosiddetta "portata idrologica" (i.e. non "laminata" per effetto delle esondazioni a monte della sezione di attraversamento di interesse) a seguito di eventuali futuri interventi di sistemazione/protezione idraulica

Analisi idrauliche

Le analisi idrauliche sviluppate hanno lo scopo di definire le aree potenzialmente inondabili associate alle esondazioni delle piene di riferimento (con tempo di ritorno di 50, 200 e 500 anni) dei corsi d'acqua attraversati, nonché i rispettivi tiranti idrici le velocità della corrente in corrispondenza delle sezioni di attraversamento, nonché lungo tutta la tratta ferroviaria oggetto di intervento. A tal scopo, si è proceduto all'implementazione di modelli numerici idraulici secondo approcci bidimensionali e monodimensionali, in regime di moto vario e permanente.

Sulla base dei risultati delle simulazioni numeriche sviluppate, è stata valutata la compatibilità idraulica delle opere in progetto, ai sensi delle normative vigenti (NTC2018, Manuale di progettazione ferroviaria, RFI), secondo i criteri definiti nel paragrafo precedente, nello specifico il franco idraulico minimo di 1,5 m in corrispondenza delle opere di attraversamento dovrà essere garantito con riferimento ai livelli idrici associati alla piena con tempo di ritorno di 200 anni (stimata sulla base delle LSPP elaborate mediante Gumbel), derivanti dalle simulazioni numeriche secondo modello monodimensionale (1D), in regime di moto permanente. Inoltre, la sicurezza idraulica della linea ferroviaria nel suo complesso dovrà essere valutata con riferimento alle aree potenzialmente inondabili associate all'esondazione della piena con tempo di ritorno di 200 anni (stimata sulla base delle LSPP elaborate mediante GEV), nonché dei corrispondenti livelli idrici, derivanti dalle simulazioni numeriche secondo modello bidimensionale (2D), in regime di moto vario.

Di seguito, si riporta una breve descrizione dei principali aspetti relativi alle verifiche idrauliche condotte per ognuno dei corsid'acqua maggiori oggetto di studio.

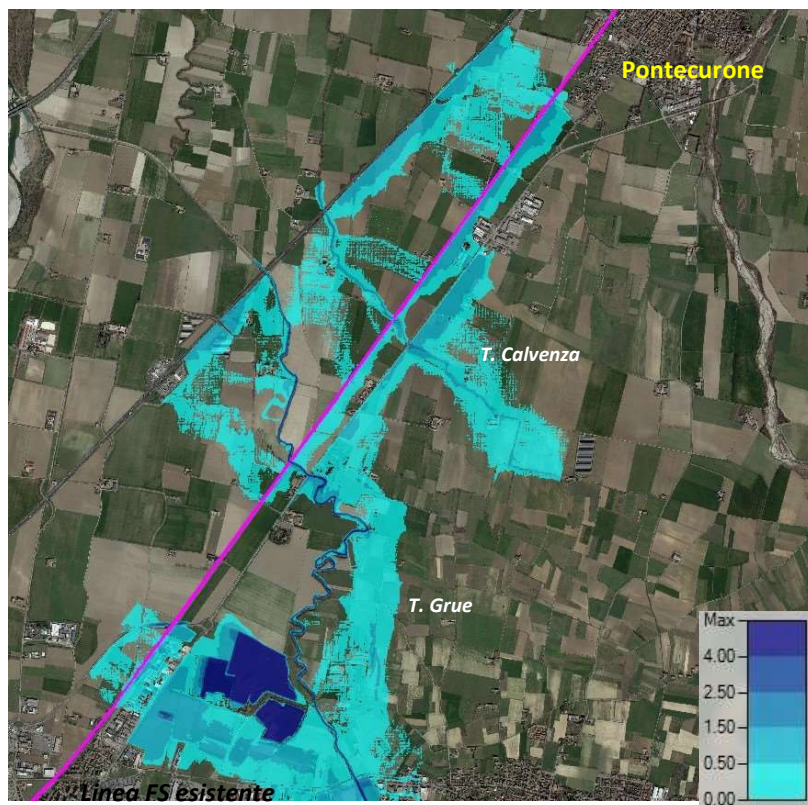
Torrente Grue e Torrente Calvenza

Poiché appartenenti allo stesso bacino (del Torrente Scrivia), ovvero l'uno confluisce nell'altro (a valle dell'attraversamento ferroviario), ed essendo interagenti in termini di aree inondate (ovvero le acque esondate dall'uno defluiscono nell'altro, a monte della SR10, come evidenziato negli studi disponibili sul territorio), è stato implementato un unico modello numericobidimensionale (2D) che considera e simula la propagazione contemporanea delle piene di riferimento del T. Grue e del T. Calvenza.

Per la calibrazione del modello numerico 2D "T.Grue + T.Calvenza" si è fatto riferimento all'analisi condotta dalla Regione Piemonte del 2016, redatta dallo Studio Anselmo Associati, che, a partire dalle piogge registrate per l'evento del 9-13 ottobre 2014, ha cercato di riprodurre l'evento stesso basandosi sulla ricostruzione delle aree effettivamente allagate. Tale analisi ha consentito di definire i valori dei coefficienti di scabrezza da adottare per l'alveo dei due torrenti e per le aree esterne potenzialmente inondabili.

Dopo la procedura di calibrazione, il modello numerico 2D, così impostato, è stato utilizzato per condurre tre simulazioni per lo scenario ante operam e altrettante per quello post operam, rispettivamente per i tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni, utilizzando gli idrogrammi definiti nell'ambito dello studio idrologico, secondo la distribuzione statistica GEV (risultata più cautelativa dalle analisi idrologiche condotte), in accordo ai criteri di verifica sopra definiti.

Di seguito, si riportano dapprima i risultati, in termini di aree potenzialmente inondabili per il tempo di ritorno di progetto di 200 anni, per lo scenario ante operam. Tali risultanze evidenziano come parte dei volumi esondati in destra idraulica dal Torrente Grue vengano incanalati lungo il rilevato della SR10 e raggiungano poi il Torrente Calvenza e impattino, di conseguenza, anche i livelli che si instaurano in corrispondenza delle opere di attraversamento stradale e ferroviaria. Si rimanda agli elaborati specifici per la restituzione grafica dettagliata dei risultati.



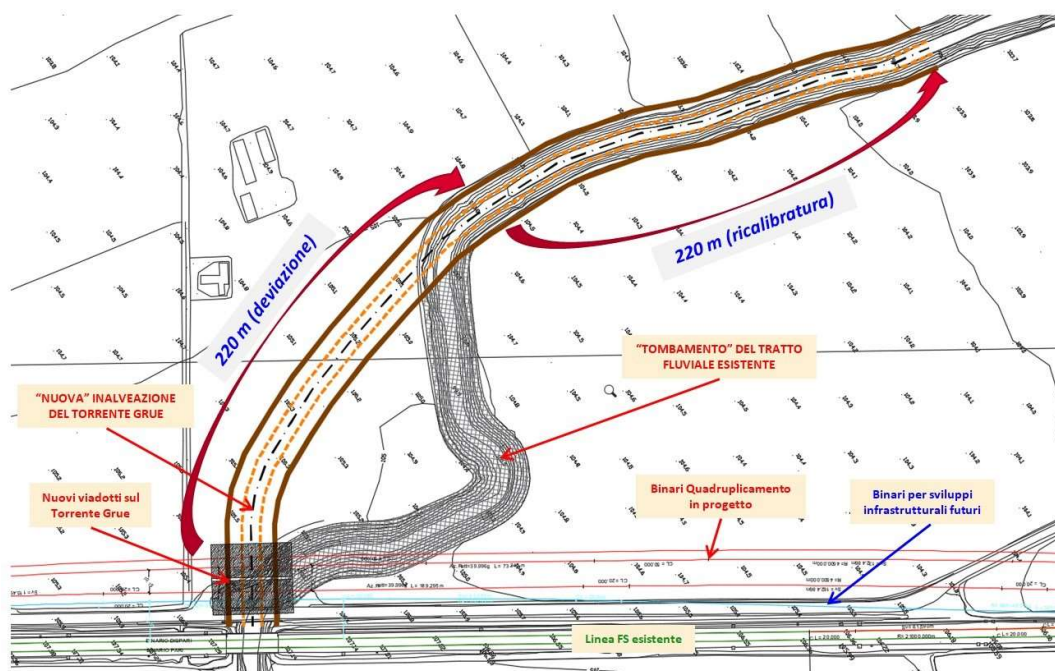
In generale, la linea ferroviaria esistente non risulta mai sormontata (i livelli idrici si attestano sempre al di sotto del piano di regolamento); le aree potenzialmente inondabili che si riscontrano localmente in alcuni tratti a valle della linea esistente sono dovute alla presenza di manufatti di trasparenza idraulica lungo il rilevato ferroviario, nonché di sottovia (soggetti ad allagamento), che consentono il deflusso delle acque esondate a monte della linea FS verso le aree di valle.

Più nel dettaglio, la zona industriale di Tortona risulta soggetta ad allagamenti (a seguito di eventi di piena con tempo di ritorno duecentennale); tale evidenza è confermata anche dalla documentazione fotografica relativa alle alluvioni del 2014 ed el 2019 nonché dallo studio sviluppato da Anselmo Associati (2016).

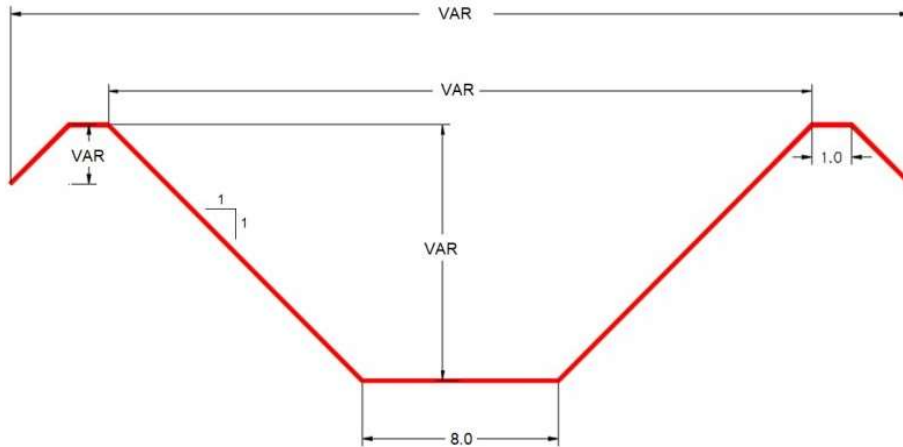
E' soggetto ad allagamento anche il sottovia della Tangenziale in uscita da Tortona (già geometricamente compatibile con l'ampliamento dei due binari di futuro quadruplicamento).

I ponti ferroviari esistenti sul T. Grue e sul T. Calvenza risultano idraulicamente insufficienti e quindi le acque esondate si

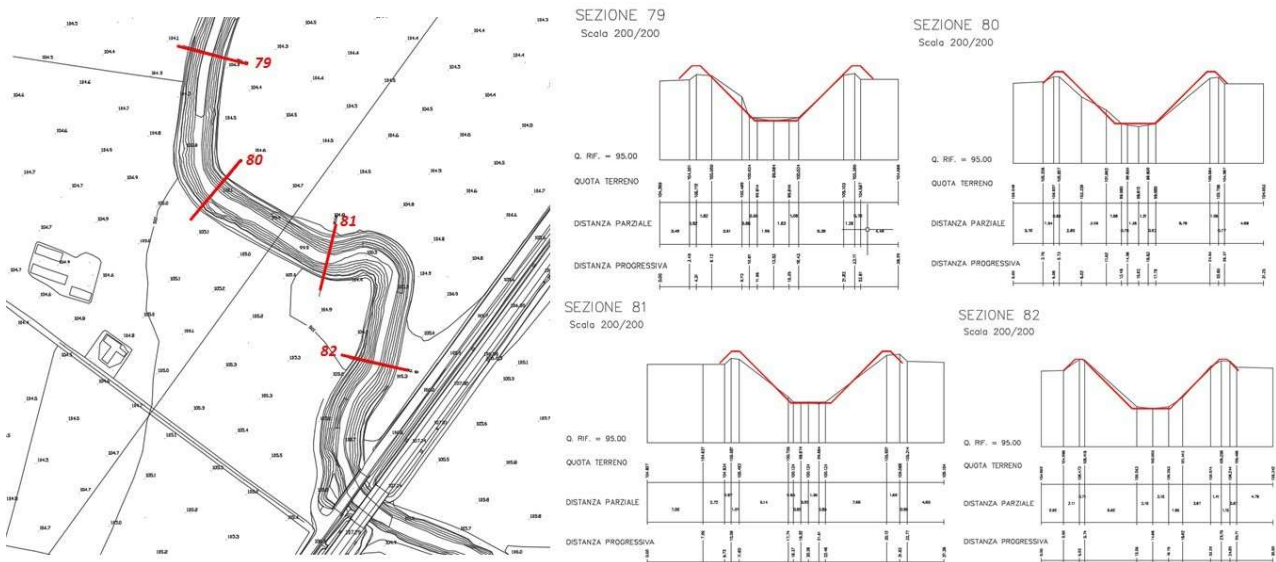
propagano nell'area interclusa tra la strada SR10 e la ferrovia. Le aree allagate a valle della linea FS sono conseguenza della presenza sia dei sottovia viari esistenti soggetti ad allagamento di via Marcanzolo e di via Piccagallo, sia di tombini/manufatti di trasparenza presenti al di sotto del rilevato ferroviario. Sulla base dei risultati ottenuti per la configurazione "ante operam", si è proceduto all'implementazione della configurazione "post operam", modificando localmente la geometria del sistema, in modo da riprodurre i rilevati, le opere di attraversamento e le sistemazioni idrauliche previste. A tal proposito, in ragione della conformazione del T. Grue a valle della linea FS esistente, che presenta una brusca curva verso destra proseguendo poi sub-parallelo alla linea FS stessa, si è reso necessario un intervento di deviazione del corso d'acqua, per un tratto di circa 440 metri (220 m circa di deviazione e 220 m circa di riprofilatura/ricalibratura dell'alveo esistente), ai fini della realizzazione della "nuova" infrastruttura.



La sezione tipo adottata per la nuova inalveazione del T. Grue è riportata nella figura seguente. Sono ripristinate le attuali arginature presenti lungo il corso d'acqua, tra l'altro classificate come opere idrauliche di difesa ai sensi del R.D. n. 523/1904 e riportate nel corrispondente catasto della Regione Piemonte (rif. database BDTRE regionale).

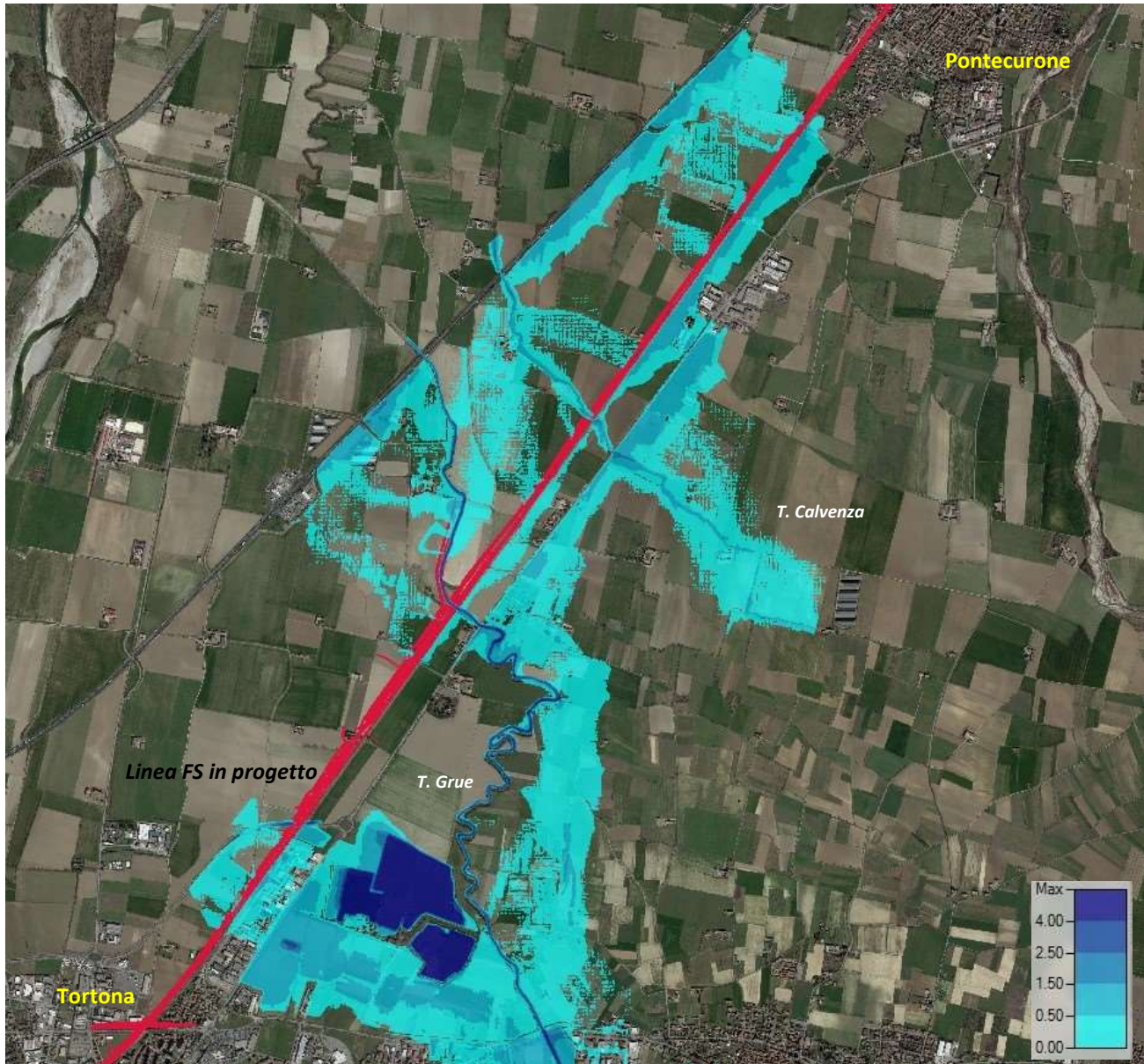


Tale sezione è stata definita in relazione alle attuali dimensioni del T. Grue nel tratto oggetto di deviazione, dedotte dai rilievi eseguiti in alveo, nonché ai risultati delle simulazioni numeriche condotte secondo modello monodimensionale (1D) in regime di moto permanente, descritte in seguito.

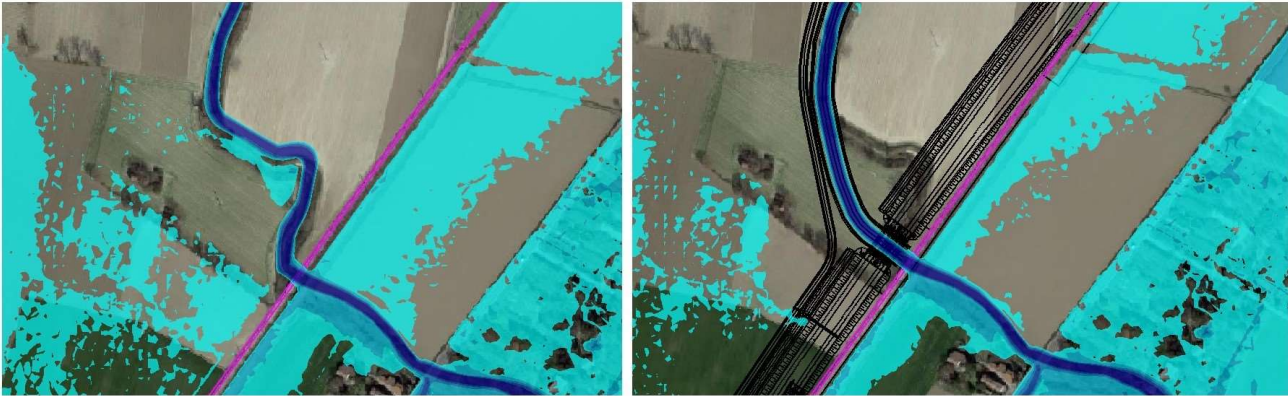


Inoltre, su indicazione di Regione Piemonte (in ottemperanza delle direttive emesse dall'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po), l'altezza delle arginature (su piano campagna) è stata definita in modo tale da rispettare 1 metro di franco idraulico minimo tra livello idrico Tr200 (da modello 1D) e sommità arginale, e (in corrispondenza delle opere di attraversamento) tra sommità arginale e quota minima di intradosso.

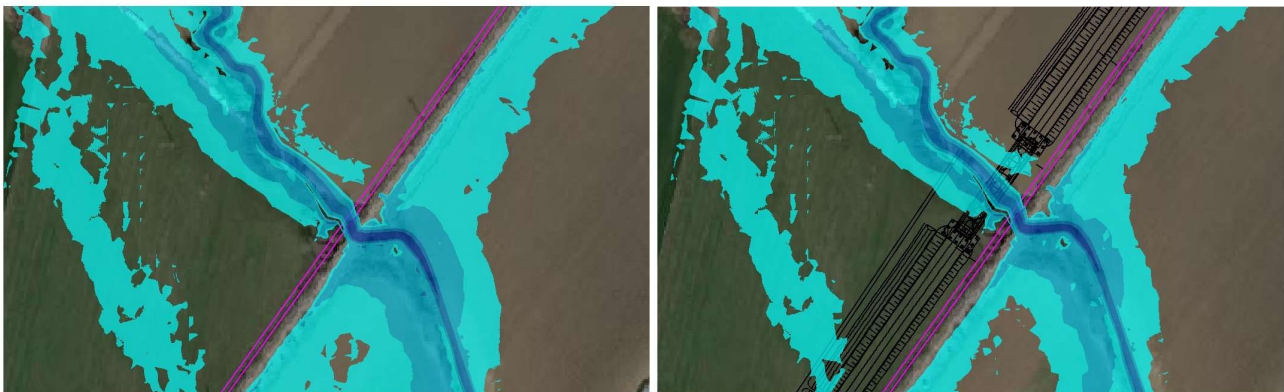
Le figure seguenti mostrano le aree potenzialmente inondabili, classificate in termini di tiranti idrici sul piano campagna, associate all'esonazione della piena con tempo di ritorno pari a 200 anni, nello scenario "di progetto".



Si riporta anche il particolare delle aree potenzialmente inondabili (Tr200) in corrispondenza dei nuovi attraversamenti sul T. Grue e sul T. Calvenza. Si rimanda comunque agli elaborati grafici specialistici per la restituzione grafica dettagliata dei risultati.



Modello 2D “T. Grue-T. Calvenza”: aree potenzialmente inondabili, Tr = 200 anni, in corrispondenza dell’attraversamento del Torrente Grue, nelle situazioni ante operam (a sinistra) e post operam (a destra)



Modello 2D “T. Grue-T. Calvenza”: aree potenzialmente inondabili, Tr = 200 anni, in corrispondenza dell’attraversamento del Torrente Calvenza, nelle situazioni ante operam (a sinistra) e post operam (a destra).

Le opere di attraversamento in progetto sul T. Grue (VI06) e T. Calvenza (VI07) non interferiscono con i deflussi e non alterano le condizioni di pericolosità idraulica già esistenti.

In accordo ai criteri di verifica della compatibilità idraulica delle opere di attraversamento in progetto precedentemente stabiliti, si è proceduto all’implementazione di modellazioni numeriche monodimensionali (1D) in regime di moto permanente per la cosiddetta “portata idrologica”, i.e. ad esondazioni impedito, situazione manifestabile a seguito di possibili interventi di difesa arginale (in particolare, a monte dei tratti di intervento), già in parte in corso di realizzazione sull’asta fluviale del T. Grue. E’ tuttavia un’ipotesi molto cautelativa in quanto si dovrebbero modificare/adequare tutte le opere di attraversamento esistenti lungo il tratto fluviale di interesse o si potrebbero invece adottare soluzioni di mitigazione del rischio differenti che prevedono la laminazione del colmo di piena (e anche su questa tipologia di opere si stanno ultimamente indirizzando alcuni finanziamenti).

In tale scenario ipotetico, si è fatto riferimento direttamente alla configurazione “post operam”, eccetto per il T. Grue interessato dall’intervento di deviazione, per il quale è stata analizzata anche la configurazione “ante operam” necessaria (sulla base del confronto tra livelli idrici e profili di rigurgito) alla definizione dell’estensione dell’intervento di deviazione sistemazione.

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	31 di 132

Nello specifico, il tratto di “ricalibratura/riprofilatura” (220 m circa) successivo al tratto di deviazione (220 m circa) si è reso necessario al fine di limitare/evitare l’aumento dei livelli idrici, connesso alla rettilineizzazione dell’alveo, a valle dell’intervento stesso.

Determinati i livelli idrici di riferimento (per la portata idrologica con tempo di ritorno di 200 anni, da modello 1D), si è proceduto alla verifica del franco idraulico di progetto per le opere di attraversamento VI06 (sul T. Grue) e VI07 (sul T. Calvenza), così come riportata nelle tabelle seguenti.

Per completezza, oltre alla verifica rispetto al livello idrico associato alla portata idrologica Tr200 derivante da modellazioni 1D, si riporta anche quella rispetto al livello idrico Tr200 derivante da modellazioni 2D, influenzato quindi dagli effetti di laminazione delle esondazioni che si verificano nei tratti fluviali a monte, rappresentante le condizioni di deflusso esistenti che caratterizzano la configurazione attuale del territorio.

Tipologia di modellazione numerica	Quota minima impalcato [m slm]	Livello di piena Tr200 [m slm]	Carico totale Tr200 [m slm]	Franco sul livello Idrico Tr200 [m]	Franco sul carico totale Tr200 [m]	Verifica
1D	+108.40	+106.30	+106.90	+2.10 (> 1.50 m)	+1.50 (> 0.50 m)	OK
2D		+105.40	+106.00	+3.00 (> 1.50 m)	+2.40 (> 0.50 m)	OK

Viadotto VI06 (Torrente Grue): verifica del franco idraulico di progetto.

Tipologia di modellazione numerica	Quota minima impalcato [m slm]	Livello di piena Tr200 [m slm]	Carico totale Tr200 [m slm]	Franco sul livello Idrico Tr200 [m]	Franco sul carico totale Tr200 [m]	Verifica
1D	+103.40	101.00	101.10	+2.40 (> 1.50 m)	+2.30 (> 0.50 m)	OK
2D		100.30	100.40	+3.10 (> 1.50 m)	+3.00 (> 0.50 m)	OK

Viadotto VI07 (Torrente Calvenza): verifica del franco idraulico di progetto.

Inoltre, è rispettata la prescrizione di distanza minima di 6-7 m tra quota di intradosso e fondo alveo così come indicato nella circolare n.7/2019 delle NTC2018, da garantire nel caso "si possa verificare nella sezione oggetto dell’attraversamento il transito di tronchi di rilevanti dimensioni". Nello specifico, per il VI06 sul T. Grue, fondo alveo: +100.98 m slm, quota intradosso: +108.40 m slm, da cui una distanza “fondo alveo – sottotrave” di +7.42 m.

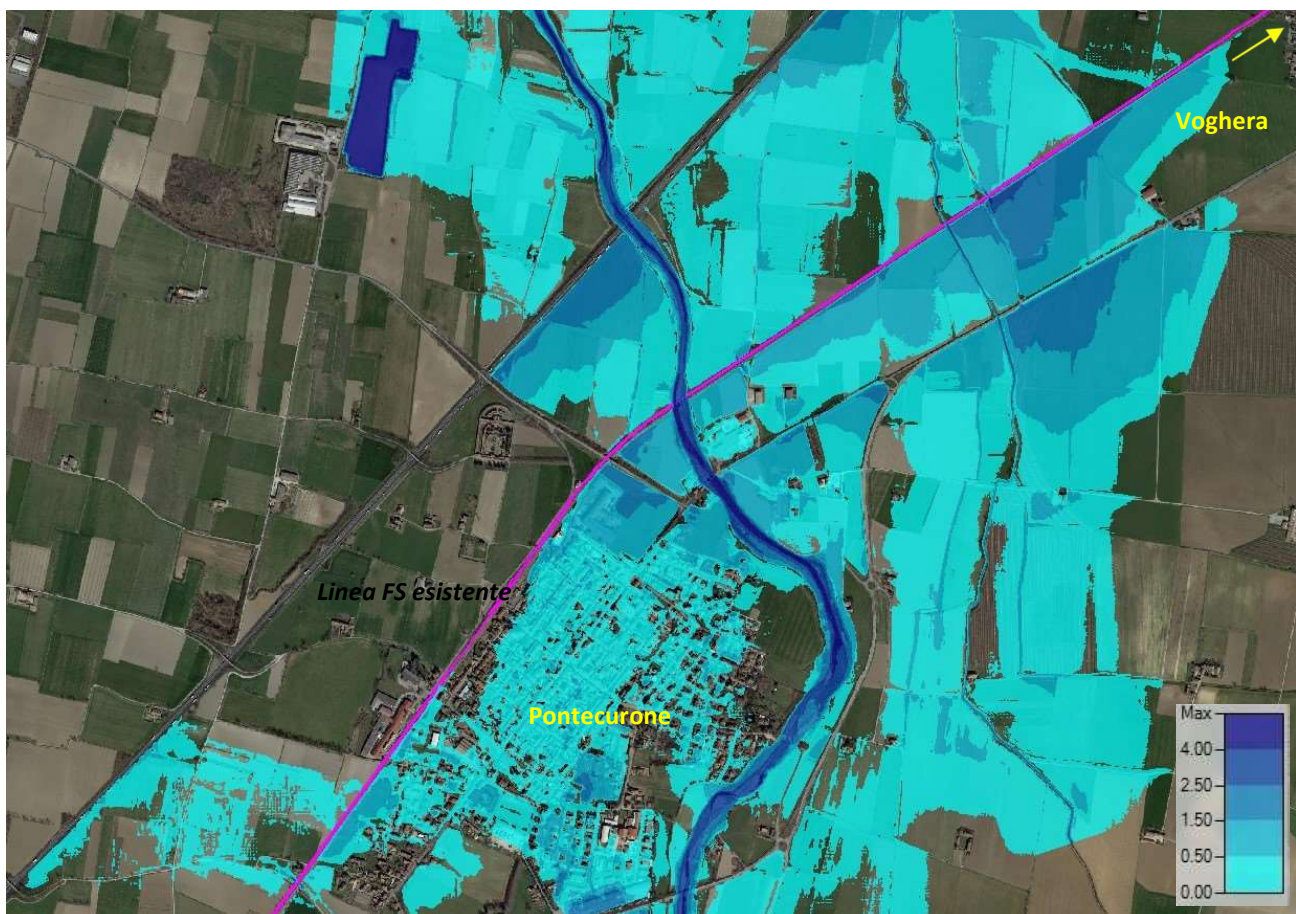
Torrente Curone e Torrente Limbione

Poiché appartenenti allo stesso bacino (del Torrente Curone), ovvero l'uno confluisce nell'altro (il T. Limbione è un tributario in destra idraulica del T. Curone), ed essendo interagenti in termini di aree inondate, è stato implementato un unico modello numerico bidimensionale che considera e simula la propagazione contemporanea delle piene del T. Curone e del T. Limbione.

Per la calibrazione del modello numerico 2D "T. Curone + T.Limbione" si è potuto fare riferimento unicamente alle analisi idrauliche condotte nell'ambito del P.G.R.A. (Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po). È opportuno evidenziare tuttavia che le aree allagabili definite dal PGRA, per come sono state determinate e per il loro livello di dettaglio, forniscono una rappresentazione di massima delle aree di esondazione, e non possono rappresentare un riferimento in senso assoluto per la calibrazione del modello.

Dopo la procedura di calibrazione (i.e. definizione dei coefficienti di scabrezza per l'alveo dei due torrenti e per le aree esterne potenzialmente inondabili), il modello numerico 2D, così impostato, è stato utilizzato per condurre tre simulazioni per lo scenario ante operam e altrettante per quello post operam, rispettivamente per i tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni, utilizzando gli idrogrammi definiti nell'ambito dello studio idrologico, secondo la distribuzione statistica GEV (risultati più cautelativi dalle analisi idrologiche condotte), in accordo ai criteri di verifica sopra definiti.

Di seguito, si riportano dapprima i risultati, in termini di aree potenzialmente inondabili per il tempo di ritorno di progetto di 200 anni, per lo scenario ante operam.

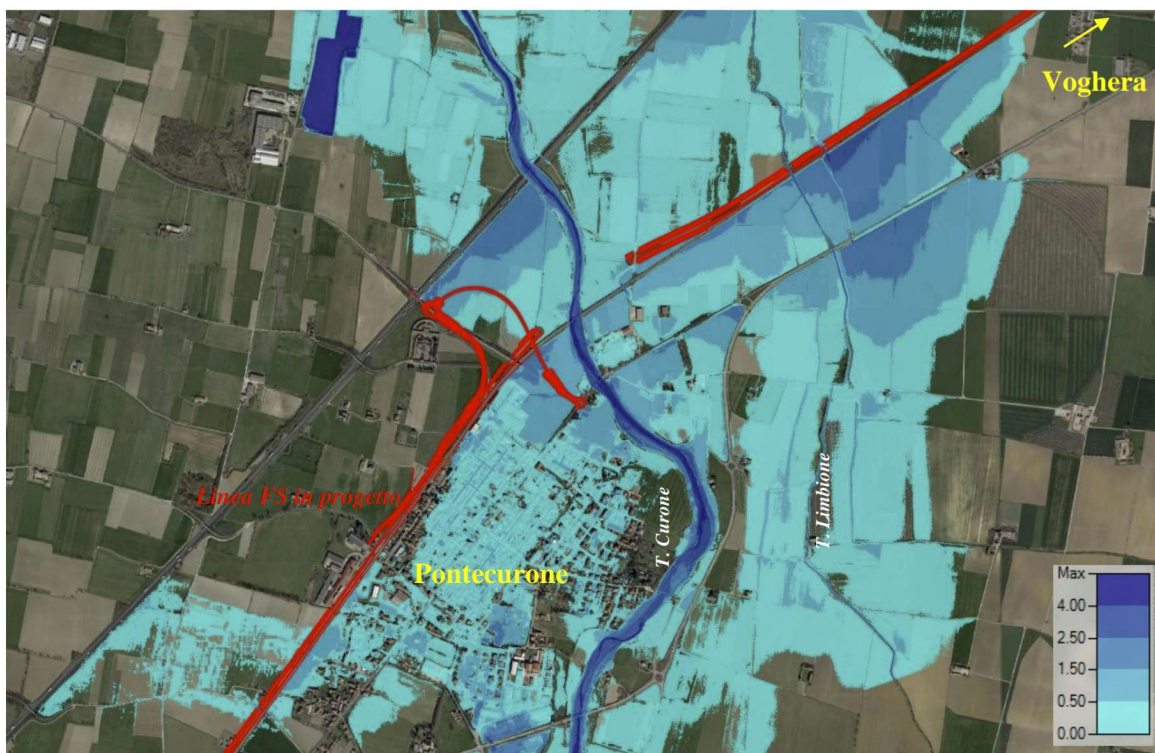


In generale, la linea ferroviaria esistente non risulta mai sormontata (i livelli idrici si attestano sempre al di sotto del piano di regolamento); le aree potenzialmente inondabili che si riscontrano localmente in alcuni tratti a valle della linea esistente sono dovute alla presenza di manufatti di trasparenza idraulica lungo il rilevato ferroviario, nonché di sottovia (soggetti ad allagamento), che consentono il deflusso delle acque esondate a monte della linea FS verso le aree di valle.

Più nel dettaglio, in corrispondenza degli attraversamenti del torrente Curone e del torrente Limbione si evidenziano allagamenti diffusi in occasione di eventi alluvionali estremi. Entrambi i ponti ferroviari esistenti sul T. Curone e sul T. Limbione sono idraulicamente insufficienti.

Inoltre, si evidenzia l'allagamento sia del sottovia esistente di via San Giacomo Gerbida vicino all'attraversamento del T. Curone (in destra idraulica) sia del sottovia di strada Bagnolo in prossimità dell'attraversamento del T. Limbione (in destra idraulica).

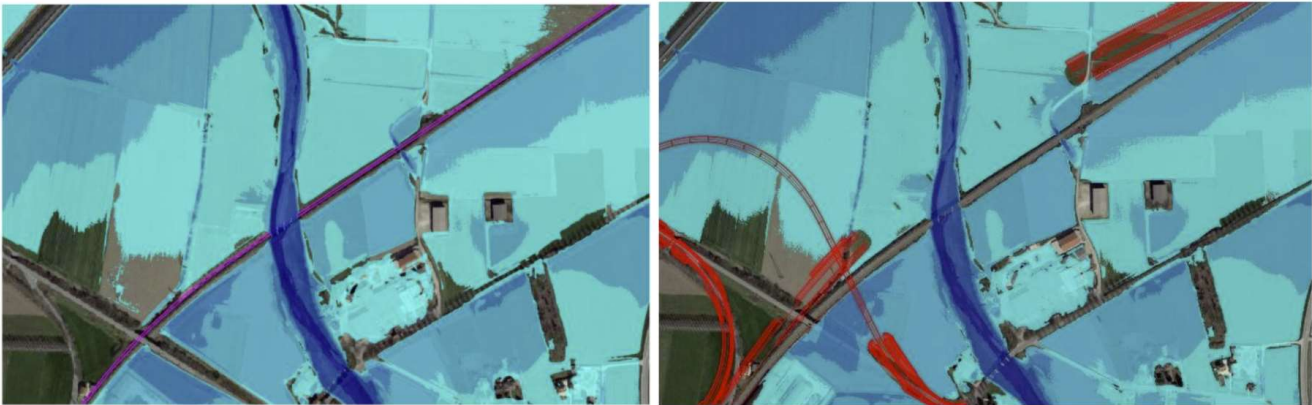
Sulla base dei risultati ottenuti per la configurazione "ante operam", si è proceduto all'implementazione della configurazione "post operam", modificando localmente la geometria del sistema, in modo da riprodurre i rilevati, le opere di attraversamento e le sistemazioni idrauliche previste (nonché il nuovo cavalcaferrovia di Pontecurone). Le figure seguenti mostrano le aree potenzialmente inondabili, classificate in termini di tiranti idrici sul piano campagna, associate all'esondazione della piena con tempo di ritorno pari a 200 anni, nello scenario "di progetto".



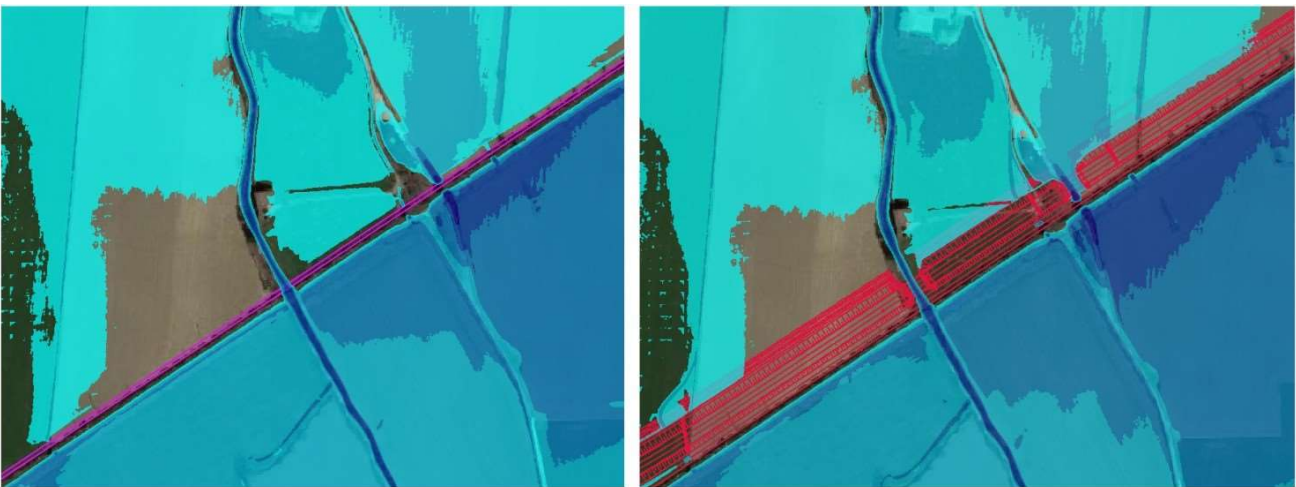
Si riporta anche il particolare delle aree potenzialmente inondabili (Tr200) in corrispondenza dei nuovi attraversamenti sul T. Curone e sul T. Limbione.

Le opere di attraversamento in progetto sul T. Curone e T. Limbione non alterano le condizioni di pericolosità idraulica già esistenti o che caratterizzano lo stato ante operam (il VI10 sul T. Limbione non interferisce con i deflussi; mentre il VI09 interferisce con i deflussi con pile e, necessariamente, con spalle e rilevati di approccio ai fini del ricongiungimento dei binari di quadruplicamento con la linea ferroviaria storica). Sono stati inseriti anche alcuni tombini/fornici di trasparenza idraulica nel rilevato di approccio (lato Voghera) del VI09, al fine di ridurre l'incremento dei livelli idrici

nell'area interclusa ("ferrovia esistente – nuova linea FS").



"T. Curone-T. Limbione": aree potenzialmente inondabili, Tr = 200 anni, in corrispondenza dell'attraversamento del TorrenteCurone, nelle situazioni ante operam (a sinistra) e post operam (a destra).



"T. Curone-T. Limbione": aree potenzialmente inondabili, Tr = 200 anni, in corrispondenza dell'attraversamento del TorrenteLimbione, nelle situazioni ante operam (a sinistra) e post operam (a destra).

L'estensione delle aree di esondazione rimane pressoché inalterata; si osserva soltanto un modesto incremento dei livelli idrici (dell'ordine di 10 cm) in destra all'attraversamento del T. Limbione, a monte della linea ferroviaria esistente, a causa della modifica delle condizioni di deflusso all'interno del sottovia (già allagato nell'ante operam) di strada Bagnolo per via della sottrazione di volume operata dal nuovo rilevato di quadruplicamento a valle del sottovia stesso.

Si rimanda comunque agli elaborati specifici per la restituzione grafica dettagliata dei risultati.

In accordo ai criteri di verifica della compatibilità idraulica delle opere di attraversamento in progetto precedentemente stabiliti, si è proceduto all'implementazione di modellazioni numeriche monodimensionali (1D) in regime di moto permanente per la cosiddetta "portata idrologica", i.e. ad esondazioni impedito, situazione manifestabile a seguito di possibili interventi di difesa arginale (in particolare, a monte dei tratti di intervento), già in parte in corso di realizzazione su alcuneaste fluviali presenti nell'area di intervento.

In tale scenario ipotetico, si è fatto riferimento direttamente alla configurazione “post operam”. Determinati i livelli idrici di riferimento (per la portata idrologica con tempo di ritorno di 200 anni, da modello 1D), si è proceduto alla verifica del franco idraulico di progetto per le opere di attraversamento VI09 (sul T. Curone) e VI10 (sul T. Limbione), così come riportata nelle tabelle seguenti.

Per completezza, oltre alla verifica rispetto al livello idrico associato alla portata idrologica Tr200 derivante da modellazioni 1D, si riporta anche quella rispetto al livello idrico Tr200 derivante da modellazioni 2D, influenzato quindi dagli effetti di laminazione delle esondazioni che si verificano nei tratti fluviali a monte, rappresentante le condizioni di deflusso esistenti che caratterizzano la configurazione attuale del territorio.

Tipologia di modellazione numerica	Quota minima impalcato [m slm]	Livello di piena Tr200 [m slm]	Carico totale Tr200 [m slm]	Franco sul livello Idrico Tr200 [m]	Franco sul carico totale Tr200 [m]	Verifica
1D	+101.3	+98.30	+99.10	+3.00 (> 1.50 m)	+2.20 (> 0.50 m)	OK
2D		+97.28	+98.10	+4.02 (> 1.50 m)	+3.20 (> 0.50 m)	OK

Viadotto VI09 (Torrente Curone): verifica del franco idraulico di progetto.

Tipologia di modellazione numerica	Quota minima impalcato [m slm]	Livello di piena Tr200 [m slm]	Carico totale Tr200 [m slm]	Franco sul livello Idrico Tr200 [m]	Franco sul carico totale Tr200 [m]	Verifica
1D	+98.80	+96.90	+97.20	+1.90 (> 1.50 m)	+1.60 (> 0.50 m)	OK
2D		+94.99	+95.30	+3.81 (> 1.50 m)	+3.50 (> 0.50 m)	OK

Viadotto VI10 (Torrente Limbione): verifica del franco idraulico di progetto.

Inoltre, è rispettata la prescrizione di distanza minima di 6-7 m tra quota di intradosso e fondo alveo così come indicato nella circolare n.7/2019 delle NTC2018, da garantire nel caso "si possa verificare nella sezione oggetto dell'attraversamento il transito di tronchi di rilevanti dimensioni". Nello specifico, per il VI09 sul T. Curone, fondo alveo: +93.80 m slm, quota

intradosso: +101.30 m slm, da cui una distanza “fondo alveo – sottotrave” di +7.50 m; per il VI10 sul T. Limbione, fondo alveo:

+92.00 m slm, quota intradosso: +98.80 m slm, da cui una distanza “fondo alveo – sottotrave” di +6.80 m.

Il viadotto VI09 è costituito di 6 campate da 70 metri. Tale scansione consente di avere campate con luce netta in

direzione ortogonale alla corrente di 40.5 m, in accordo al minimo previsto (40 m) dalle NTC 2018.

Opere di sistemazione e protezione idraulica

Si è proceduto al dimensionamento delle opere di sistemazione/protezione idraulica atte a mantenere o ripristinare la sezione d'alveo in una configurazione (attuale o di progetto) inalterata e quindi proteggerla da possibili fenomeni di erosione, dopo i rimaneggiamenti dovuti alle fasi di realizzazione dei nuovi viadotti VI06, VI07 e VI09, per contribuire alla stabilità dell'alveo inciso in corrispondenza delle opere di attraversamento in progetto.

In dipendenza della conformazione dell'alveo inciso, nonché dei parametri idraulici di riferimento (tirante e velocità, corrispondenti alla piena di progetto Tr200) per il relativo dimensionamento, si prevedono le seguenti tipologie di opere disistimazione:

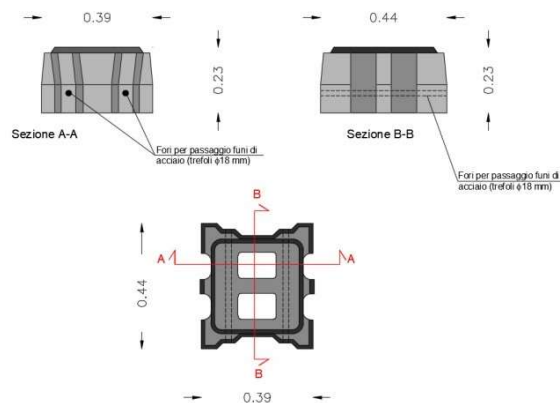
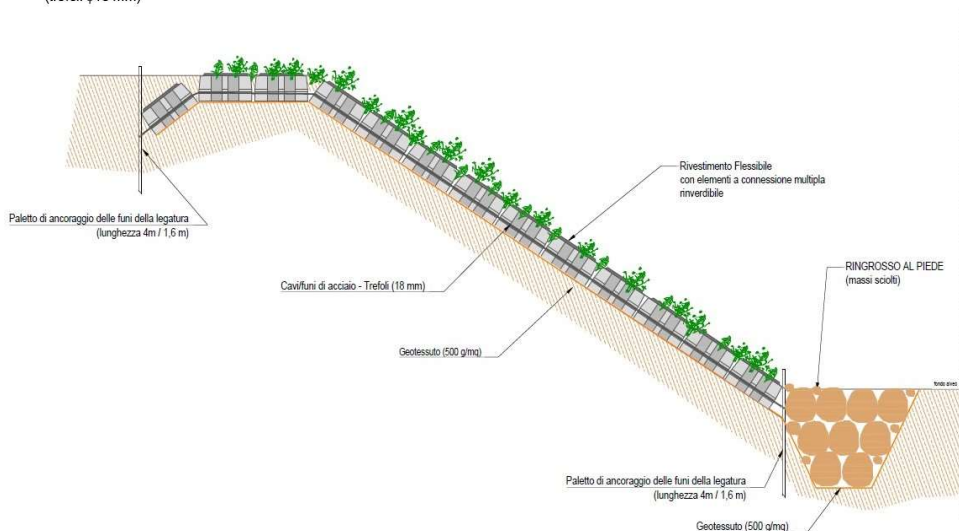
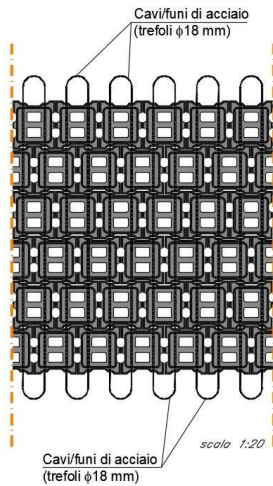
- Torrente Grue (viadotto VI06) – rivestimento flessibile con elementi in conglomerato cementizio a connessione multipla delle sponde e con massi sciolti del fondo alveo nel tratto oggetto di deviazione e ricalibratura
- Torrente Calvenza (viadotto VI07) – massi sciolti e/o intasati con malta
- Torrente Curone (viadotto VI09) – massi legati per le pile di scavalco in corrispondenza delle sponde e sciolti per lerimamenti pile e per le spalle

Nello specifico, come precedentemente descritto, in ragione della conformazione del T. Grue a valle della linea FS esistente, che presenta una brusca curva verso destra proseguendo poi sub-parallelo alla linea FS stessa, si rende necessario un intervento di deviazione del corso d'acqua, per un tratto di circa 440 metri (220 m circa di deviazione e 220 m circa di riprofilatura/ricalibratura dell'alveo esistente), ai fini della realizzazione della "nuova" infrastruttura. Lungo tutto il tratto fluviale oggetto di intervento si prevede, a seguito della deviazione e della ricalibratura dell'alveo, la posa in operadi un rivestimento flessibile, con elementi in conglomerato cementizio a connessione multipla delle sponde e di un rivestimento in massi sciolti del fondo alveo.

La scelta per le sponde di utilizzare un rivestimento flessibile, con elementi in conglomerato cementizio a connessione multipla discende dai vantaggi offerti da tale tipologia di rivestimento quali porosità, flessibilità, possibilità di crescita dellavegetazione bassa, facilità di installazione, inerodibilità, peso uniforme ed elevato, alta resistenza meccanica, che ne consentono l'utilizzo/impiego anche in presenza di elevati valori di pendenza e velocità della corrente.

Relazione generale

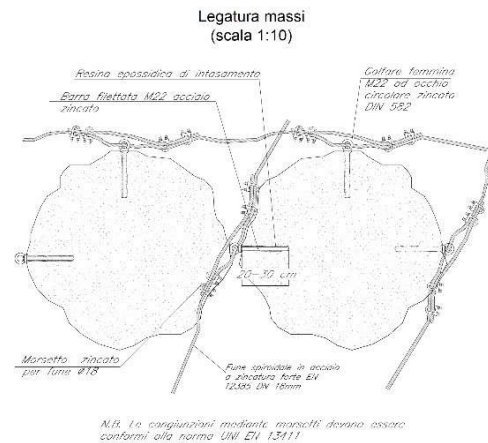
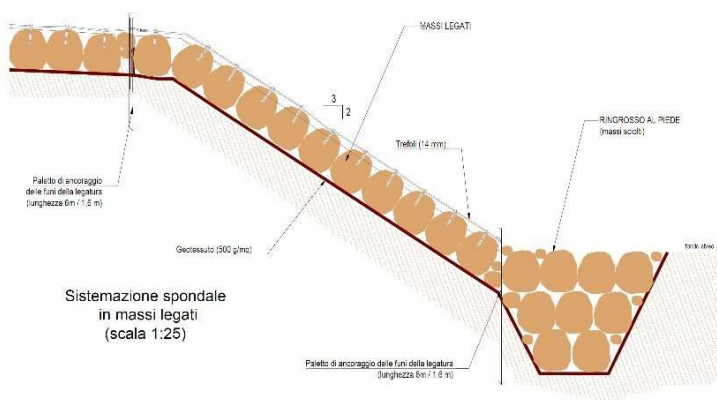
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	37 di 132



Sul Torrente Calvenza, in corrispondenza della nuova opera di attraversamento (VI07), si prevede la posa in opera di massi scolti di protezione delle sponde e del fondo alveo del canale principale. Si prevede inoltre la sistemazione dei fossi laterali acui afferiscono i manufatti minori adiacenti a quello principale, mediante riprofilatura e rivestimento dei canali in pietrame/massi intasati con malta, ai fini di un deflusso controllato delle acque al di sotto del nuovo viadotto.

Sul Torrente Curone si prevede la realizzazione di opportune opere di protezione in massi sciolti/legati attorno a pile e spalle, interessate dalla piena di progetto con $T_r = 200$ anni.

Particolari sistemazione/protezione spondale in massi legati



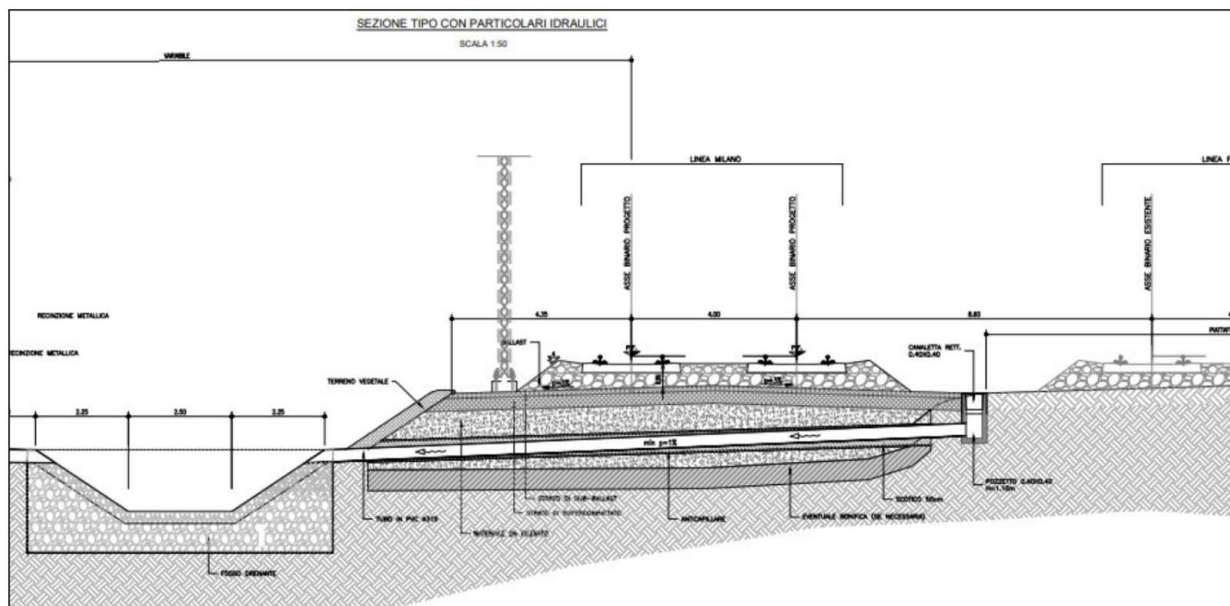
Sul T. Limbione non sono previste opere di sistemazione in quanto il VI10 scavalca completamente l'alveo inciso e le arginature, queste ultime non interessate comunque dalle lavorazioni necessarie per la realizzazione delle spalle del nuovoviadotto, opportunamente presidiate da opere provvisorie (e.g. palancole).

Opere di drenaggio idraulico

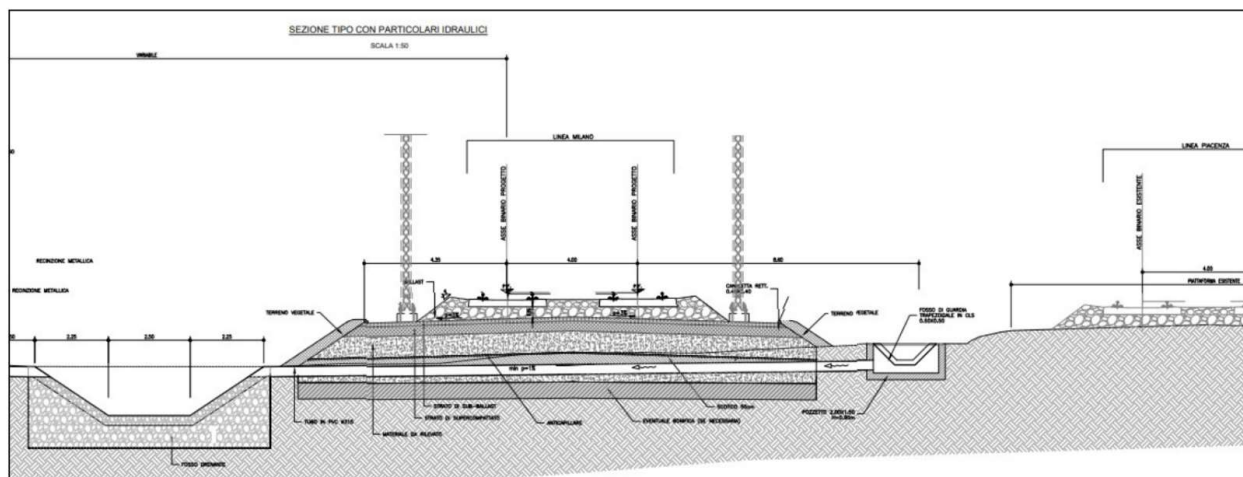
Il sistema di drenaggio previsto è costituito da un sistema di intercettazione, collettamento e smaltimento delle acque meteoriche afferenti la piattaforma che hanno recapito fossi a dispersione sul terreno preinfiltrazione. Tutto l'intervento si sviluppa in rilevato per alcuni tratti in viadotto.

L'intercettazione delle acque avviene tramite embrici che recapitano le acque direttamente nei fossi a dispersione posti generalmente sul lato sinistro o in fossi di guardia o canalette rettangolari che fanno capo a pozzetti in cls prefabbricati rispettivamente con dimensioni 2.00x1.50m e 0.40x0.40 dai quali si sviluppano dei collettori in PVC Ø315 che sottopassano la linea ferroviaria fino a raggiungere i fossi a dispersione precedentemente citati.

Si riporta di seguito due sezioni trasversali nelle quali si evidenziano i sistemi di drenaggio descritti.



Recapito a fosso a dispersione da canaletta 0.40x0.40 tramite $\varnothing 315$

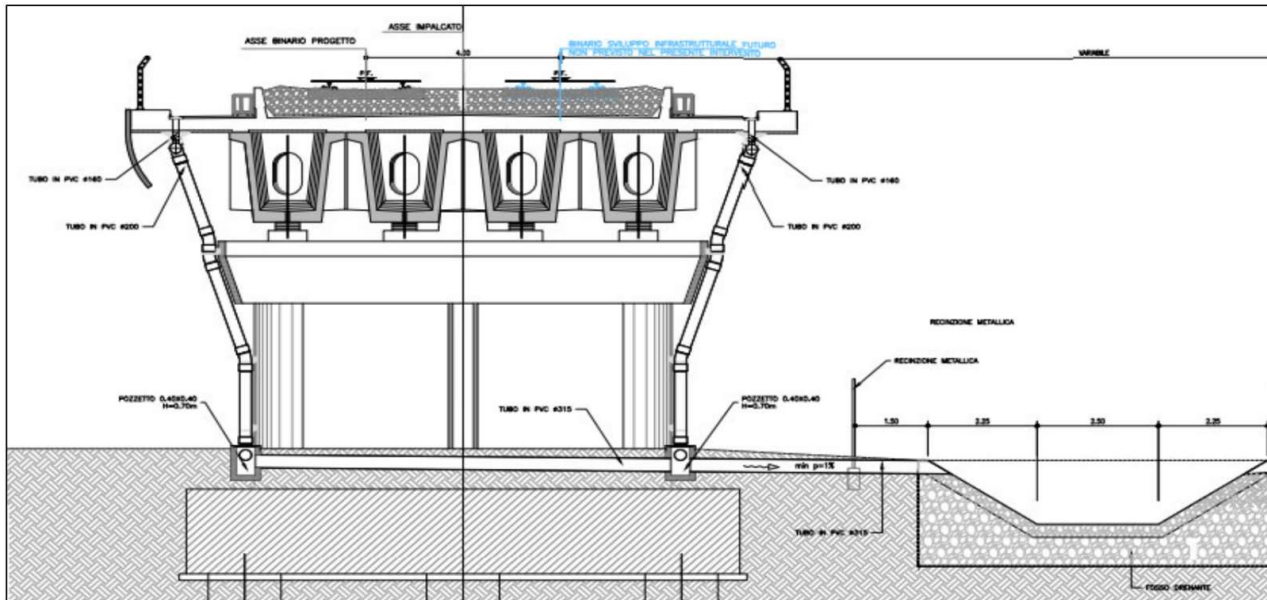


Recapito a fosso a dispersione da fosso trapezoidale 0.50x0.50 tramite $\varnothing 315$

In maniera analoga le acque afferenti gli impalcati de ivadotti sono intercettati tramite bocchettoni con pluviali in PVC circolari $\varnothing 160$ che periodicamente in corrispondenza delle pile e /o spalle trasportano le acque a terra in pozzetti in cls prefabbricati 0.40x0.40 dai quali si sviluppano dei collettori in PVC $\varnothing 315$ fino a raggiungere i fossi a dispersione.

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	40 di 132



Recapito a fosso a dispersione da pluviali discendenti da impalcato tramite Ø315

A seguito di quanto sopra esposto la rete di drenaggio a servizio della piattaforma ferroviaria (collettori e fossi di guardia) con recapito nei fossi di accumulo piogge e successiva infiltrazione è stata dimensionata secondo quanto riportato e indicato dalla normativa regionale in materia di invarianza idraulica e idrologica.

Il progetto del quadruplicamento ferroviario della tratta Tortona-Voghera, per quanto riguarda il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma è idrologicamente e idraulicamente compatibile con il territorio in cui si inserisce rispettando il principio dell'invarianza idraulica e idrologica.

DESCRIZIONE DELLO STATO ESISTENTE E DELLO STATO INERZIALE DI PROGETTO

La tratta oggetto di intervento appartiene alla linea Milano Rogoredo – Arquata.

Il portale PIR (Prospetto Informativo di Rete) ne definisce le caratteristiche riportate nella tabella che segue:

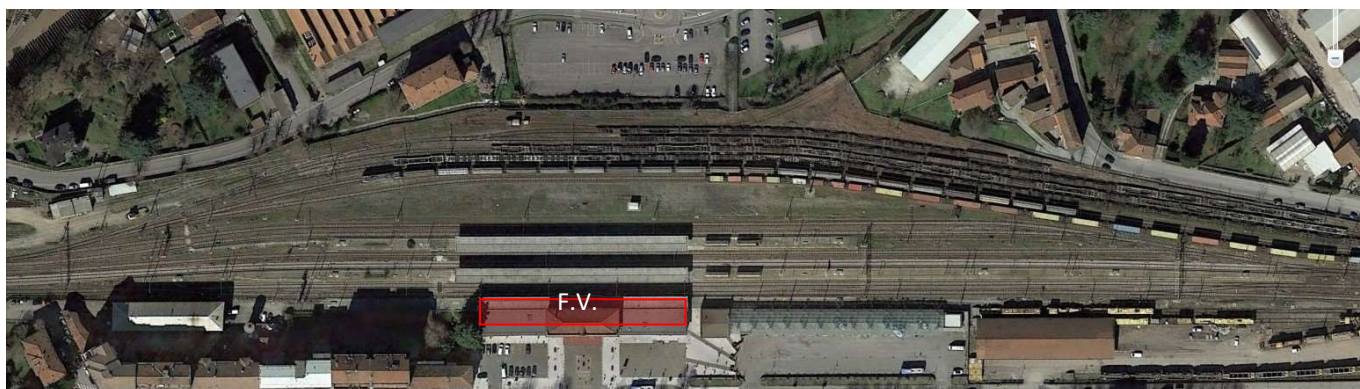
Linea commerciale:	Milano Rogoredo – Arquata (compresa via Novi Ligure e via Bressana B. – Arena Po)
Tratta:	Tortona – Voghera
Numero binari:	Doppio
Sistema di trazione:	Linea elettrificata a 3 kV (c.c.)
Regime di circolazione (sistema di distanziamento treni):	Blocco Elettrico Automatico Banalizzato
Correnti del blocco automatico:	Correnti codificate
Sistema di esercizio (sistema di gestione della circolazione):	Dirigenza locale
Ascesa senso pari [%]:	6
Ascesa senso dispari [%]:	6
Masse assiali massime ammesse:	D4L (massa per asse 22,5 t, massa per metro corrente 8,0 t/m con limitazioni)
Codifica per traffico combinato delle	P/C45
CASSE MOBILI e dei SEMIRIMORCHI con codifica a due cifre:	
Modulo:	575
Annotazione modulo:	Limitazione per treni O/T ad Arena Po 535 m, con possibilità di elevare il valore a 550 m previa verifica di fattibilità da parte di RFI
RANGO A (MIN – MAX):	
	90-140
RANGO B (MIN – MAX):	
	160-160
RANGO C (MIN – MAX):	
	100-160

La stazione di Tortona è di diramazione tra le linee Alessandria – Piacenza e Milano Rogoredo – Arquata, e costituisce stazione di testa per la linea Tortona – Novi Ligure.

La stazione, oltre al fabbricato viaggiatori, si compone di un'ampia area merci, di molteplici edifici di servizio e di tre marciapiedi per il servizio viaggiatori dotati di pensilina.

Il piano del ferro è composto da 34 binari, di cui 6 passeggeri e 28 di scalo; i primi cinque sono provvisti di banchina, mentre il sesto è utilizzato per le precedenze.

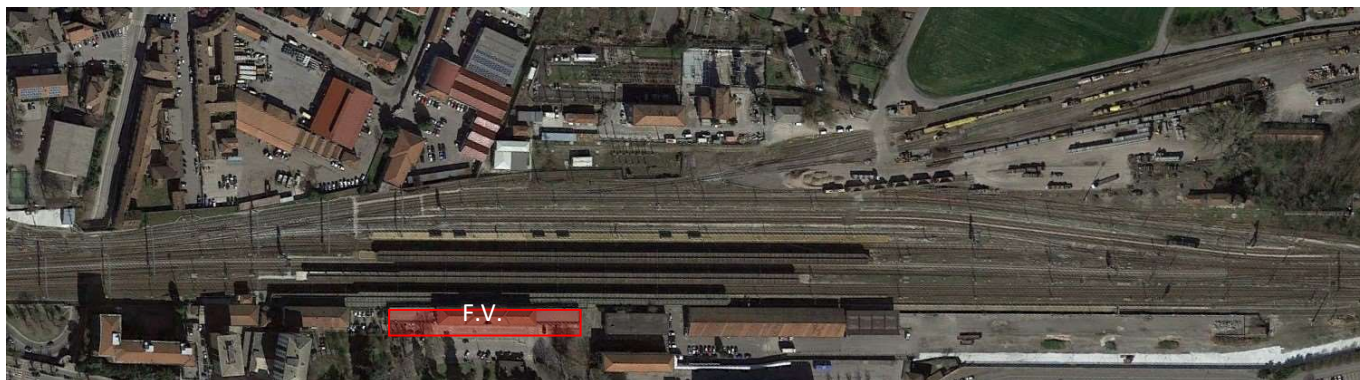
Lato Piacenza e lato Alessandria sono presenti due raccordi per alcune aree industriali poste nelle vicinanze della stazione. La circolazione è attualmente gestita da un impianto ACEI non telecomandabile, che integra anche la diramazione Alessandria/Novi Ligure dell'ex Bivio Tortona. Tuttavia, ai fini della progettazione in oggetto si assume che nella



configurazione di partenza sia già attivato il nuovo ACC così come il nuovo bivio da/per il TVG.

La stazione di Voghera, di diramazione tra le linee Alessandria – Piacenza e Milano – Genova, per la sua posizione strategica è un importante nodo di scambio ferroviario dell'Italia nord – occidentale.

I primi cinque binari sono adibiti al servizio viaggiatori e sono dotati di marciapiede e pensilina; i restanti sono utilizzati per il traffico merci. È, inoltre, presente un binario tronco in direzione est da cui partono saltuariamente i treni regionali per Piacenza.



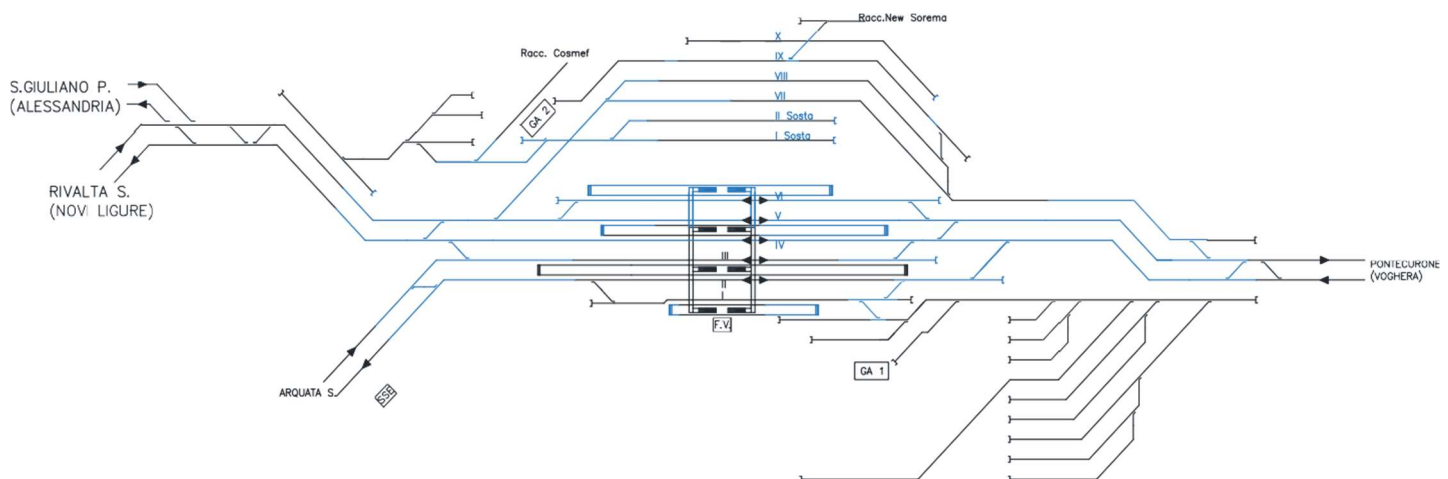
Gli interventi previsti dal progetto si inseriscono in un più ampio quadro di interventi, una parte dei quali si considera già realizzata nel periodo appena precedente l'inizio dei lavori.

Nello specifico, bisognerà considerare la stazione di Tortona in una configurazione di riferimento, diversa da quella attuale e definita inerziale, in seguito alle modifiche al PRG previste nell'ambito del progetto di "Messa a PRG della Stazione di Tortona e conseguente intervento di adeguamento Trazione Elettrica. RED e ACC da conseguirsi per fasi realizzative, nonché interventi marciapiedi e sottopassi esistenti", propedeutico al presente progetto che garantirà la separazione totale dei flussi.

Attualmente, infatti, i treni provenienti dalle linee Alessandria – Piacenza, Novi Ligure – Tortona e Alessandria – Arquata Scrivia convergono sui binari II e III mediante un bivio a raso, per poi immettersi sulla linea a doppio binario in direzione

Voghera/Milano. Gli interventi di messa a PRG, che in questo caso si considerano già realizzati, consentono di riorganizzare e razionalizzare il piano del ferro, creando un ingresso indipendente fra i diversi itinerari. La configurazione di riferimento, infatti, prevede il collegamento in corretto tracciato della linea Terzo Valico dei Giovi, e in deviate per la linea Alessandria, sugli attuali binari IV e V di stazione, e il collegamento in corretto tracciato dei binari della linea Alessandria – Arquata S. sui binari II e III. I binari di corsa provenienti da Arquata si ricollegano alla linea Tortona – Voghera/Milano attraverso un itinerario in deviate sulla radice lato Voghera.

Lo schematico funzionale riportato di seguito illustra la configurazione di riferimento per l'impianto di Tortona, in cui i trattisegnati in celeste individuano gli interventi che si considerano realizzati nella configurazione di riferimento.



Lo sviluppo complessivo della linea esistente è di circa 13.5 km, tra le due stazioni di Tortona e Voghera è presente la fermata di Pontecurone (Km 30+687 da Alessandria, Km 63+624 da Genova).

DESCRIZIONE DEL TRACCIATO DI PROGETTO E MATERIALE DI ARMAMENTO

Gli interventi previsti in progetto riguardano il quadruplicamento dei binari compresi tra le stazioni di Tortona e di Voghera, l'adeguamento della fermata in località Pontecurone e la modifica delle radici delle due stazioni estreme.

L'intervento ha origine nei pressi del Fabbricato Viaggiatori della stazione di Tortona (Km 54+863) e termina in corrispondenza della radice ovest della stazione di Voghera (Km 70+661).

Il progetto prevede:

- l'adeguamento PRG della stazione di Tortona per inserimento dei nuovi binari;
- il quadruplicamento in affiancamento ai binari della linea Tortona – Voghera ad interasse di 8.60 m, e mantenimento dell'interasse esistente sulla linea storica a meno di qualche piccola variazione locale;
- lo scavalco della linea Genova-Milano sulla linea Alessandria-Piacenza al Km 58+200;
- la sistemazione della fermata di Pontecurone;

- la realizzazione di 4 fabbricati tecnologici per l'inserimento e la gestione degli enti di stazione e di linea.

Stazione di Tortona

L'intervento di PRG ha origine lato Ovest al Km 21+911 circa della linea per Alessandria e prevede allacci alle curve esistenti.

Il progetto di adeguamento del PRG di Tortona prevede il mantenimento dell'attuale velocità di tracciato pari a 100 Km/h per i 4 binari di corsa. La sistemazione a PRG consiste principalmente nell'inserimento del quadruplicamento della linea lato Voghera per la completa separazione dei flussi tra le due direttrici fondamentali. Tutte le precedenza e le comunicazioni tra i binari di corsa sono progettate per la velocità di 60 Km/h.

In uscita dalla stazione di Tortona, lato Voghera, i binari 5° e 6° proseguono su nuovo sedime a Nord della linea esistente, mentre i binari 2° e 3° si allacciano alla linea esistente.

Interventi di Quadruplicamento

In uscita dalla stazione di Tortona, la linea AL – PC prosegue sulla linea esistente, mentre i due nuovi binari di quadruplicamento saranno dedicati alla linea GE-MI e ubicati a Nord ad interasse variabile fino a 8.60 m. I nuovi binari di quadruplicamento, in corrispondenza del sottovia esistente di via Da Baxilio al km 55+540 (VI01), saranno collocati sulla sede del ponte esistente, mentre su via Romagnolo al km 55+774 sarà previsto un nuovo sottopasso (SL01).

Il cavalcaferrovia della ex S.S.10 – posto al km 56+149 – per esigenze legate al quadruplicamento è previsto in demolizione con ricostruzione di una nuova opera (IV01) in sede, per consentire l'ampliamento necessario ad ospitare quattro binari in luogo degli attuali. In questo primo tratto, la linea è interessata da alcune interferenze idrauliche risolte attraverso la realizzazione di prolungamenti di tombini esistenti e si prevede il ripristino della viabilità di Via Cuniolo in affiancamento all'alinea ferroviaria.

Si prosegue quindi con una sezione a 4 binari con interesse a 8.60m fino al km 57+100, dove attraverso una serie di comunicazioni si genera il binario di Scavalco che, al km 58+200 consentirà di instradare i treni provenienti da Genova (via TVG)/Alessandria e diretti verso Piacenza sulla "linea Piacenza" senza interferire con i treni provenienti da Milano e direttverso Genova (via TVG)/Alessandria, che costituiscono il flusso principale secondo il nuovo modello di esercizio. L'opera discavalco è preceduta e succeduta da viadotti di approccio. Al km 59+800 termina il progetto del binario di scavalco e si prosegue con la sezione tipo a 4 binari con interesse a 8.60m.

Al km 63+625 è previsto l'adeguamento della Fermata di Pontecurone per inserimento dei nuovi binari del quadruplicamento: si prevede la realizzazione di 3 marciapiedi (due esterni e uno centrale) di lunghezza pari a 250 m ed altezza 55 cm sul p.f..

Oltre la fermata di Pontecurone, per esigenze di velocità e per esigenze altimetriche legate alle valutazioni idrauliche dell'attraversamento del Torrente Curone i binari del quadruplicamento si allontanano verso nord su sede separata rispetto all'alinea esistente.

A partire dalla progressiva km 68+300 circa, la linea Alessandria-Piacenza abbandona il tracciato dei binari della linea storica per proseguire - fino a fine intervento - in affiancamento a sud di essa. La linea Genova-Milano, al contrario, superato il cavalcavia della tangenziale di Voghera, si riporta, intorno alla progr. km 68+800, sul tracciato dei binari esistenti fino a fine intervento.

Infine, nella stazione di Voghera, si prevede l'inserimento dei nuovi binari di quadruplicamento.

Da un punto di vista altimetrico, in uscita dalla stazione di Tortona il binario di quadruplicamento si posiziona complanare all'attuale linea esistente fino alla pk 56+600.00, poi per la presenza di opere minori posizionate lungo l'itinerario e per gli attraversamenti principali dei T. Grue, T. Calvenza, T. Curnone e del T. Limbione si determinano incrementi di quota altimetrica per esigenze di natura idraulica.

Anche lo studio dell'inserimento del binario di scavalco che si materializza alla pk 57+098.371 determina una variazione altimetrica del tracciato, e tramite una livelletta del 1.20% il singolo binario scavalca la nuova coppia dei binari di progetto

raggiungendo quota di 119.70 m.s.l.m, prosegue con una livelletta in discesa del 1.20% e transita sul torrente Grue ad una quota prossima a quella della coppia di progetto, per poi "chiudersi" sul binario dispari della linea Piacenza alla pk 26+954.850 in deviazione con l'ausilio di un S60/UNI/1200/0.040dx.

La nuova linea in direzione Voghera si posiziona complanare alla linea esistente alla pk 68+650.000 circa e prosegue complanare fino alla pk 70+661.755.

Per la costruzione a nuovo del binario la configurazione tipologica adottata nel progetto prevede l'utilizzo di armamento di tipo tradizionale su ballast a scartamento nominale pari a 1435mm, di corrente impiego in FS. Le rotaie impiegate sono di tipo 60E1.

Al fine di garantire continuità con la situazione esistente, lungo i binari è previsto l'impiego di traverse in cemento armato precompresso monoblocco RFI 240 di lunghezza 2,40 m in uso presso FS, da posare a modulo 60 cm. Gli attacchi saranno di tipo elastico omologati da RFI.

Gli scambi posati in opera saranno del tipo 60 UNI, con cuore monoblocco d'acciaio fuso al Mn, con attacchi indiretti, estremità saldabili, cuscinetti elastici e controrotaie UIC 33. Gli scambi saranno posti in opera su traversoni in c.a.p.

Lungo i binari lo spessore minimo di pietrisco sotto il piano di appoggio delle traverse in corrispondenza della rotaia più bassa è pari a 0,35m.

Il pietrisco fornito è di 1ª categoria come previsto dalla specifica tecnica RFI DTC SI GE SP IFS 002 D - Opere Civili Parte II - Sezione 17 - Pietrisco per massicciata ferroviaria" di dic. 2020.

In corrispondenza delle testate dei binari tronchi adibiti alla circolazione dei treni passeggeri, nel rispetto della specifica tecnica DI TCAR SF AR 01 001 A "Paraurti ad azione frenante", vengono installati paraurti di tipo 1.

MODELLO DI ESERCIZIO

Il *modello di esercizio attuale* è stato ricavato mediante estrazioni da PIC (Piattaforma Integrata della Circolazione) in un giorno feriale medio del mese di dicembre 2023.

Si riporta di seguito un prospetto con l'indicazione dei volumi di traffico in transito nella tratta compresa tra le stazioni di Tortona e Voghera, suddivisi per servizio (Merci, Lunga Percorrenza e Regionali), itinerario e per fascia oraria diurna e notturna.

Tabella 2 – Modello di esercizio attuale nella tratta Tortona - Voghera

CATEGORIA	ITINERARIO	FASCIA DIURNA (06:00 – 22:00)	FASCIA NOTTURNA (22:00 – 06:00)	TOTALE
EN	La Spezia C. – Tarvisio B.	2	-	2
ES*	Roma Termini – Milano C.le	2	-	2
	Genova Brignole – Venezia S.L.	2	-	2
	Napoli C.le – Genova Brignole	1	1	2
IC	Ventimiglia – Milano C.le	12	-	12
	Milano C.le – Livorno C.le	10	-	10
	La Spezia C. – Milano C.le	4	-	4
	Grosseto – Milano C.le	2	-	2
Totale L.P.		35	1	36
REG	Ravenna – Genova Brignole	1	-	1
	Genova Brignole – Piacenza	2	-	2
	Genova Brignole – Rimini	1	-	1
	Tortona – Milano C.le	16	-	16
	Tortona – Milano Certosa	1	-	1
	Milano C.le – Genova Brignole	6	-	6
	Milano C.le – Sestri Levante	2	-	2
	Savona – Milano C.le	2	-	2
	Ventimiglia – Milano C.le	1	-	1
	Albenga – Milano C.le	1	1	2
	Milano C.le – Alassio	1	-	1
	Genova P.P. – Milano C.le	2	-	2
	Milano C.le – Arquata S.	2	-	2
	Asti – Milano P. Garibaldi	2	-	2
	Asti – Milano C.le	2	-	2
Totale REG		42	1	43
MRI	Villa Opicina – Cassano Spinola	1	-	1
	Ventimiglia – Quattro Ville Z.I.	1	1	2
	Ventimiglia – Cittadella	2	-	2

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	47 di 132

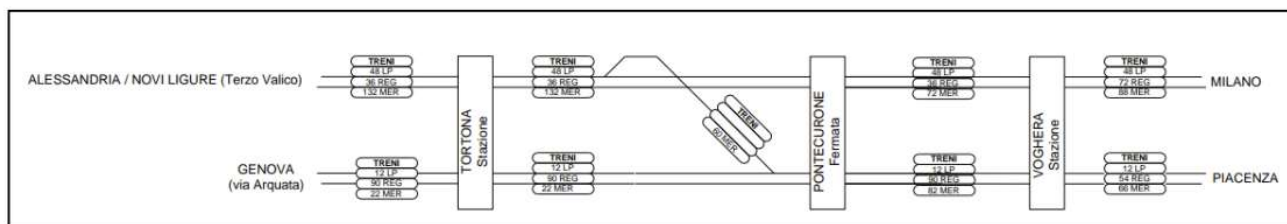
	Roma Sm. – Chiasso Sm.	2	-	2
	Sannazzaro – Chiasso Sm.	2	-	2
	Alessandria Sm. – Chignolo Po	1	-	1
MRS	Scarlino – Rho	-	1	1
	Marcianise – Brennero	1	-	1
	Lecco Maggianico – Marcianise	1	-	1
	S. Giuseppe di C. – Brescia	1	-	1
	Ventimiglia – S. Zeno Folzano	1	-	1
MRV	Marcianise – Lecco Maggianico	-	1	1
	Cava Tigozzi – Livorno Cal.	1	-	1
	Rho – Scarlino	1	-	1
	Chignolo Po – Alessandria Sm.	1	-	1
MT	Villanova – Bologna S. Donato	1	-	1
TC	PD Interporto – Savona P.D.	1	1	2
	Nola Interporto – Milano Sm.	1	-	1
	Milano Sm. – Spezia Marittima	2	-	2
	Milano Sm. – Savona P.D.	1	-	1
	PD Interporto – Genova Voltri FM	2	1	3
	Verona P.N. Scalo – Savona P.D.	1	-	1
	PD Interporto – Genova Marittima	2	-	2
	Rubiera – Genova Voltri FM	3	-	3
	Genova Voltri FM – Marzaglia	1	-	1
	Alessandria Sm. – Rubiera	1	-	1
	Rubiera – Savona P.D.	1	-	1
	Vicenza – Genova Marittima	1	-	1
	Savona P.D. – Piacenza	1	-	1
	TCS	Pied.-VSL-Aquino – Fiorenzuola	-	1
Villa S. G. Bolano – Milano Sm.		-	1	1
V. Arluno – Genova Marittima		1	-	1
Melzo Scalo – Genova Voltri FM		1	1	2
Genova Marittima – Reggio Emilia		1	-	1
La Spezia Migl. – Melzo Scalo		-	1	1
Melzo Scalo – SP Marittima		1	-	1
TEC	Ventimiglia – Castelguelfo	4	-	4
TME	Livorno Cal. – Tarvisio B.	1	-	1
Totale MERCI		44	9	53
TOTALE		121	11	132

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	48 di 132

Modello di esercizio di progetto

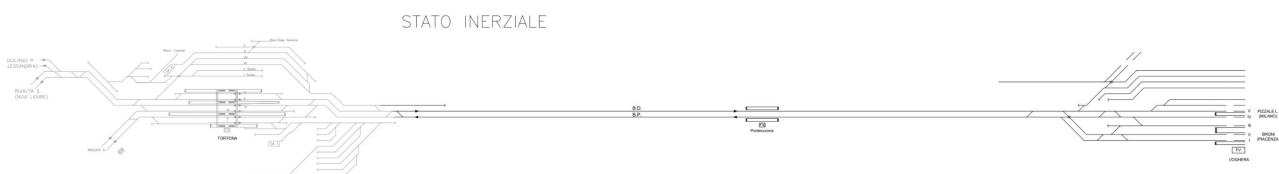
Il modello di offerta nello scenario di progetto è stato condiviso da RFI con nota RFI-DIN-DINE.MIA0011P2020000094_3. Questo è rappresentato nello schematico che segue.



Le analisi funzionali e di esercizio eseguite hanno evidenziato come l'intervento comporta miglioramenti, rispetto allo scenario attuale, in termini di riduzione dei tempi di percorrenza e di incremento della capacità.

MACROFASI REALIZZATIVE

Per minimizzare le soggezioni all'esercizio ferroviario, la realizzazione degli interventi in oggetto è stata articolata in quattro macrofasi realizzative. Le macrofasi sono impostate in modo da consentire la continuità dell'esercizio durante i lavori, oppure prevedendo che alcune attività siano eseguite sfruttando una o più interruzioni, nel caso in cui siano completamente interferenti con l'esercizio.

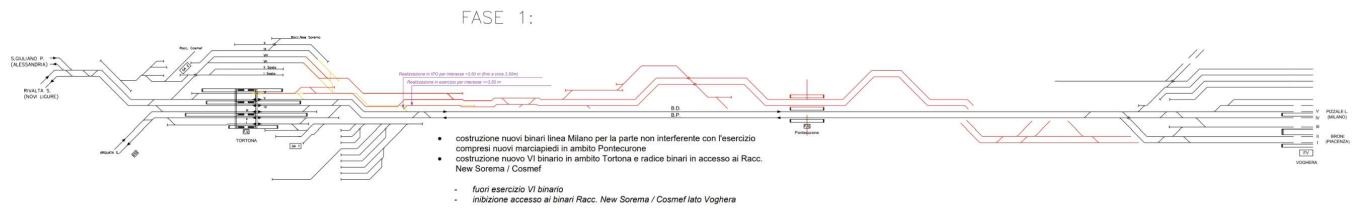


Macrofase 1

Durante la macrofase 1 si prevede la realizzazione dei nuovi binari della linea Milano per la parte non interferente con l'esercizio ferroviario, prevedendo anche la costruzione dei nuovi marciapiedi in ambito fermata Pontecurone.

In ambito stazione di Tortona si realizza il nuovo binario VI, mediante lo spostamento del paraurti esistente e il collegamento al binario pari della nuova linea attraverso una nuova comunicazione. Viene, inoltre, modificata la radice di accesso ai raccordi New Sorema e Cosmef, collegandoli direttamente al binario pari della nuova linea Milano.

La macrofase 1 prevede, pertanto, in ambito stazione di Tortona, l'indisponibilità lato Voghera del binario VI e dei binari di accesso ai raccordi industriali.



Macrofase 2

La macrofase 2 è suddivisa in 3 sottofasi, delle quali le prime due (fase 2.1 e 2.2) riguardano l'ambito stazione di Voghera, mentre la terza sottofase (2.3) coinvolge principalmente gli allacci e l'adeguamento dei binari in ambito stazione di Tortona.

Sottofase 2.1

Durante la sottofase 2.1 si effettua la modifica dell'attuale radice del binario IV in ambito stazione di Voghera: questa avviene mediante la demolizione di parte del binario IV e dei tratti iniziali dei binari I e II che, pertanto, sono fuori esercizio. Il nuovo tracciato del IV binario viene allacciato alla linea esistente tramite un tratto con un flesso provvisorio.

Durante questa prima sottofase sarà inibito l'accesso ai binari I e II in ambito stazione di Voghera.

Sottofase 2.2

La sottofase 2.2 prevede, in ambito Voghera, il rifacimento di parte della radice lato Tortona del binario V e del fascio di binari ed esso collegati. Il nuovo tratto di binario realizzato sarà, anch'esso, collegato all'attuale binario V mediante una porzione in provvisorio.

Durante la sottofase 2.2 sarà inibito l'accesso ai binari I e II lato Tortona.

Sottofase 2.3

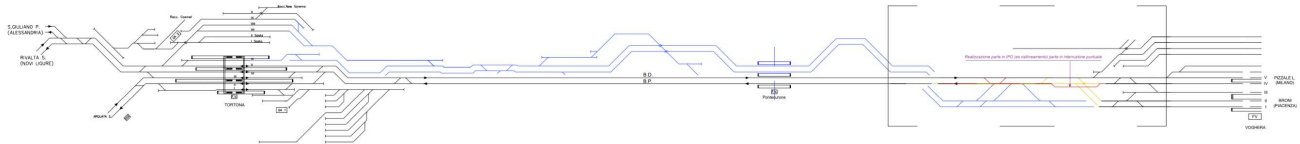
La sottofase 2.3 prevede l'allaccio dei binari IV e V precedentemente predisposti ai nuovi binari della linea Milano con attivazione e spostamento della circolazione a doppio binario sugli stessi.

Viene, quindi, realizzata la nuova linea per Piacenza mediante il rifacimento di parti di binari dell'attuale tratta di linea compresa tra Tortona e Voghera, insieme al completamento dei nuovi marciapiedi in ambito fermata di Pontecurone.

In ambito Tortona, viene realizzato il II binario e parte del marciapiede ad esso afferente, insieme a parte del marciapiede relativo ai binari IV e V, lato Voghera. Viene, inoltre, realizzata l'asta posizionata a sud del binario I lato Voghera, con inserimento del deviatore di collegamento con i binari in ambito GA1.

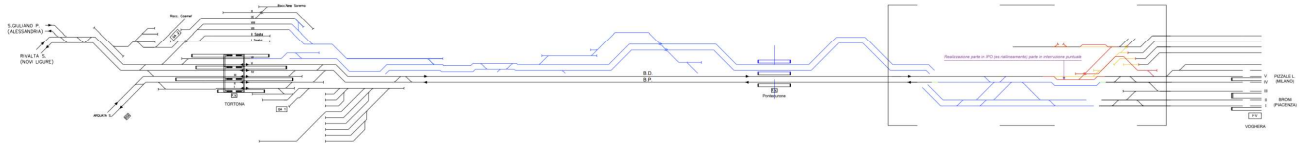
Durante questa sottofase sarà inibito l'accesso ai binari I e II lato Tortona in ambito Voghera, e lato Voghera in ambito stazione di Tortona; gli itinerari da e per Arquata in ambito Tortona, inoltre, potranno svolgersi solo sul binario III.

FASE 2 – Sottofase 2.1



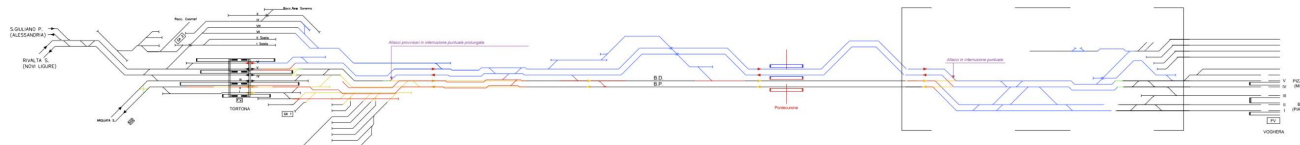
- realizzazione binario IV in ambito Voghera
- inibizione accesso binari I, II lato Tortona in ambito Voghera

FASE 2 – Sottofase 2.2



- realizzazione binari V e fascio in ambito Voghera
- inibizione accesso binari I, II lato Tortona in ambito Voghera

FASE 2 – Sottofase 2.3



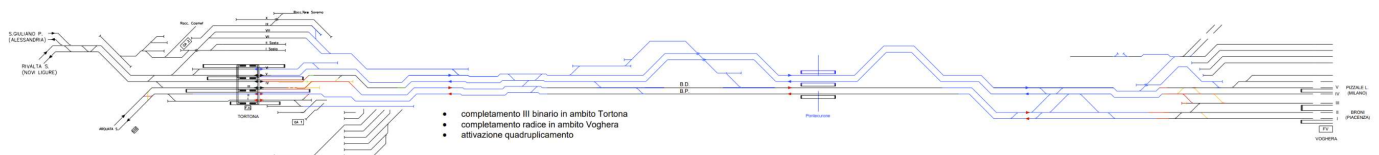
- allaccio e attivazione circolazione nuovi binari linea Milano
- realizzazione nuova linea Piacenza compreso il completamento dei marciapiedi in ambito Pontefurcone
- realizzazione nuovo il binario in ambito Tortona
- fuori esercizio I e II binario in ambito Tortona
- binari da/per Arquata solo sul III binario in ambito Tortona
- inibizione accesso binari I, II lato Tortona in ambito Voghera

Macrofase 3

Durante la macrofase 3 viene completato il binario III in ambito Tortona, insieme al rifacimento di parte del marciapiede ad esso afferente; viene inoltre, completato il collegamento della linea Milano al binario IV.

In ambito Voghera, si completa la radice dei binari da I a V, col conseguente allaccio alla nuova linea.

FASE 3



- completamento III binario in ambito Tortona
- completamento radice in ambito Voghera
- attivazione quadruplicamento

Macrofase 4

La macrofase 4 prevede il completamento del binario IV in ambito Tortona, col successivo allaccio e attivazione della linea Milano.

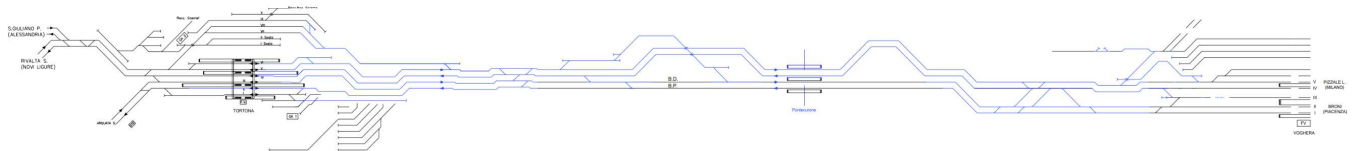
Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	51 di 132

FASE 4



CONFIGURAZIONE DI PROGETTO



STUDIO ACUSTICO

L'iter metodologico seguito per il "Quadruplicamento" della Tortona Voghera può essere schematizzato secondo le fasi di lavoro di seguito riportate:

- Individuazione dei valori limite di immissione secondo il DPR 459/98 (decreto sul rumore ferroviario), il DMA 29/11/2000 (piani di contenimento e di risanamento acustico) e DPR142/04 (decreto sul rumore stradale), per tener conto dell'eventuale concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali presenti all'interno dell'ambito di studio.
- Caratterizzazione ante operam. In questa fase dello studio è stato analizzato il territorio allo stato attuale (situazione ante operam) identificando gli ingombri e le volumetrie di tutti i fabbricati presenti nella fascia di pertinenza acustica ferroviaria (300 m per lato).
- Livelli acustici post operam. Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici con la realizzazione del progetto in esame. Gli algoritmi di calcolo scelti per valutare la propagazione dell'onda sonora emessa dall'infrastruttura ferroviaria fanno riferimento al metodo Schall 03, DIN 18005. I risultati del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea e con quelli eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture concorrenti così come previsto da recenti provvedimenti normativi, costituiti in particolare dal D.M. 29 novembre 2000 che prevede la valutazione degli effetti di concorsualità in applicazione del DPR 30 marzo 2004, n° 142, che definisce i limiti e l'ampiezza delle fasce stradali, interagendo dunque con l'ambito ferroviario.
- Metodi per il contenimento dell'inquinamento acustico. In questa parte dello studio sono state descritte le tipologie di intervento da adottare indicandone i requisiti acustici minimi.
- Individuazione degli interventi di mitigazione.

L'obiettivo è stato quello di abbattere l'impatto acustico mediante l'inserimento di barriere antirumore. Sono state a tale scopo previste barriere di altezza compresa tra 2,00m (tipo H0) e 7,50m (H10) sul piano del ferro.

Per quanto concerne la disciplina del rumore ferroviario, il D.P.C.M del 14/11/97, coerentemente con quanto previsto dalla Legge Quadro 447/95, rimanda pertanto al D.P.R. n. 459 del 18/11/98.

Di seguito, si sintetizzano i contenuti salienti del regolamento.

Per le infrastrutture ferroviarie esistenti, per le loro varianti e per le nuove realizzazioni con velocità di progetto inferiore a 200 km/h in affiancamento a linee esistenti, a partire dalla mezzera dei binari esterni e per ciascun lato, deve essere considerata una fascia di pertinenza dell'infrastruttura di 250 m. Tale fascia deve a sua volta essere suddivisa in due parti:

- FASCIA «A» pari a 100 m la più vicina alla sede ferroviaria
- FASCIA «B» pari ad ulteriori 150 m più lontana da essa.

All'interno delle fasce suddette i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura ferroviaria sono i seguenti:

- Per scuole, ospedali, case di cura, e case di riposo il limite è di 50 dB(A) nel periodo diurno e di 40 dB(A) nel periodonotturno. Per le scuole vale solo il limite diurno;
- Per gli altri ricettori posti all'interno della fascia «A» il limite è di 70 dB(A) nel periodo diurno e di 60 dB(A) nel periodo notturno;
- Per gli altri ricettori posti all'interno della fascia «B» il limite è di 65 dB(A) nel periodo diurno e di 55 dB(A) nel periodo notturno;

Oltre la fascia di rispetto «B» valgono i limiti previsti dai piani di zonizzazione acustica comunali.

Il rispetto dei limiti massimi di immissione, entro o al di fuori della fascia di pertinenza, devono essere verificati con misure sugli interi periodi di riferimento diurno (6-22) e notturno (22-6), in facciata degli edifici ed ad 1 m dalla stessa, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione. Inoltre qualora, in base a considerazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, il raggiungimento dei predetti limiti non sia conseguibile con interventi sull'infrastruttura, si deve procedere con interventi diretti sui ricettori.

In questo caso, all'interno dei fabbricati, dovranno essere ottenuti i seguenti livelli sonori interni:

- 35 dB(A) di Leq nel periodo notturno per ospedali, case di cura, e case di riposo;
- 40 dB(A) di Leq nel periodo notturno per tutti gli altri ricettori;
- 45 dB(A) di Leq nel periodo diurno per le scuole.

I valori sopra indicati dovranno essere misurati al centro della stanza a finestre chiuse a 1,5 m di altezza sul pavimento.

Le valutazioni progettuali evidenziano l'impatto da rumore di origine ferroviaria con superamenti dei limiti acustici principalmente nel periodo notturno, nell'area è pertanto necessario prevedere idonei interventi di mitigazione che dovranno essere dimensionati in relazione al periodo più critico e cioè rispetto al periodo notturno.

La soluzione adottata per le barriere antirumore deriva dai tipologici standard HS che RFI ha appositamente sviluppato ed in considerazione dei ridotti spazi a disposizione è stato infatti necessario optare per una soluzione verticale che comunque richiamasse come variante il tipologico standard. Le barriere previste sono costituite da pannelli fonoassorbenti in acciaio inox e/o pannelli trasparenti in vetro.

In presenza di muri, la barriera è collocata in posizione verticale sulla sommità dell'opera, per ovvi motivi logistici, consentendo altresì di poter ottenere il massimo rendimento acustico anche dello stesso muro.

Nei casi in cui non siano presenti muri, la pannellatura metallica fonoassorbente è posizionata (in posizione verticale)

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	54 di 132

sullo specifico basamento in cls.

Il dimensionamento degli interventi di mitigazione acustica è stato finalizzato all'abbattimento dai livelli acustici prodotti dall'infrastruttura ferroviaria. La scelta progettuale è stata quella di privilegiare l'intervento sull'infrastruttura stessa. Nei casi di superamenti sono stati previsti interventi diretti sui quei ricettori che, nonostante la mitigazione con BA sull'infrastruttura, continuano ad avere un impatto residuo in facciata.

BARRIERE ANTIRUMORE SU LINEA ALESSANDRIA - PIACENZA

Codice Barriera	Lato	Linea	Modalità realizzazione	Altezza da p.f.	Km inizio	Km fine	Lunghezza m
BA_E_01a	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 22+088	Km 22+181	93
BA_E_01b	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 22+161	Km 22+253	92
BA_E_01c	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 22+233	Km 22+584	356
BA_E_02	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 22+597	Km 22+815	218
BA_E_03	Pari	Alessandria - Piacenza	H4	4,5	Km 22+815	Km 22+825	10
BA_E_04	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 22+825	Km 23+201	376
BA_E_05	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 23+214	Km 23+433	219
BA_E_06	Pari	Alessandria - Piacenza	H8	6,5	Km 23+433	Km 23+504	71
BA_E_07	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 23+504	Km 23+560	56
BA_E_08	Pari	Alessandria - Piacenza	H9	7,0	Km 23+560	Km 23+668	108
BA_E_09	Pari	Alessandria - Piacenza	H2	3,0	Km 23+668	Km 23+732	64
BA_E_10	Pari	Alessandria - Piacenza	H0	2,0	Km 23+732	Km 24+303	571
BA_E_11	Pari	Alessandria - Piacenza	H2	3,0	Km 24+303	Km 24+345	42
BA_E_12	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 24+345	Km 24+653	308
BA_E_13	Pari	Alessandria - Piacenza	H3	4,0	Km 25+452	Km 25+806	354
BA_E_14	Pari	Alessandria - Piacenza	H3	4,0	Km 25+815	Km 26+166	351
BA_E_15	Pari	Alessandria - Piacenza	H3	4,0	Km 26+187	Km 26+369	182
BA_E_16	Pari	Alessandria - Piacenza	H7	6,0	Km 26+462	Km 27+178	716
BA_E_17	Pari	Alessandria - Piacenza	H6	5,5	Km 27+809	Km 28+455	646
BA_E_18	Pari	Alessandria - Piacenza	H7	6,0	Km 28+862	Km 29+057	195
BA_E_19	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 29+511	Km 29+577	68
BA_E_20	Pari	Alessandria - Piacenza	H8	6,5	Km 29+587	Km 30+003	416
BA_E_21	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 30+003	Km 30+626	623
BA_E_22	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 30+717	Km 31+052	341
BA_E_23	Pari	Alessandria - Piacenza	H3	4,0	Km 31+052	Km 31+075	23
BA_E_24	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 33+584	Km 33+761	177
BA_E_25	Pari	Alessandria - Piacenza	H7	6,0	Km 33+761	Km 34+126	365
BA_E_26	Pari	Alessandria - Piacenza	H3	4,0	Km 34+126	Km 34+371	245
BA_E_27	Pari	Alessandria - Piacenza	H9	7,0	Km 34+371	Km 34+521	150
BA_E_28	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 34+521	Km 34+677	157

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	55 di 132

BA_E_29	Pari	Alessandria - Piacenza	H7	6,0	Km 34+691	Km 34+797	106
BA_E_30	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 34+797	Km 34+972	175
BA_E_31	Pari	Alessandria - Piacenza	H8	6,5	Km 35+348	Km 35+894	546
BA_E_32	Pari	Alessandria - Piacenza	H8	6,5	Km 35+913	Km 36+096	183
BA_E_33	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 36+096	Km 36+824	728

BARRIERE ANTIRUMORE SU LINEA ALESSANDRIA - PIACENZA

Codice Barriera	Lato	Linea	Modalità realizzazione	Altezza da p.f.	Km inizio	Km fine	Lunghezza m
BA_E_34	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 36+845	Km 36+976	131
BA_E_35	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 36+976	Km 37+041	65
BA_E_36	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 37+041	Km 37+141	100
BA_E_37	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 37+141	Km 37+336	195
BA_E_38	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 37+336	Km 37+401	65
BA_E_39	Pari	Alessandria - Piacenza	H6	5,5	Km 37+401	Km 37+514	113
BA_E_40	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 37+514	Km 37+862	348
BA_E_41	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 37+877	Km 37+941	64
BA_E_42	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 38+041	Km 38+070	29

BARRIERE ANTIRUMORE SU LINEA MILANO - GENOVA

Codice Barriera	Lato	Linea	Modalità realizzazione	Altezza da p.f.	Km inizio	km fine	Lunghezza
BA_O_01	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 54+981	Km 55+433	465
BA_O_02	Dispari	Milano-Genova	H8	6,5	Km 55+433	Km 55+456	23
BA_O_03	Dispari	Milano-Genova	H7	6,0	Km 55+456	Km 55+484	28
BA_O_04	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 55+484	Km 55+520	36
BA_O_05	Dispari	Milano-Genova	H2	3,0	Km 55+520	Km 55+534	14
BA_O_06	Dispari	Milano-Genova	H2	3,0	Km 55+548	Km 55+600	52
BA_O_07	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 55+600	Km 55+646	46
BA_O_08	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 55+646	Km 55+776	130
BA_O_09	Dispari	Milano-Genova	H4	4,5	Km 55+776	Km 55+784	8
BA_O_10	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 55+784	Km 56+024	240
BA_O_11	Dispari	Milano-Genova	H3	4,0	Km 56+583	Km 56+787	204
BA_O_12	Dispari	Milano-Genova	H2	3,0	Km 58+150	Km 58+308	158
BA_O_13	Pari	Milano-Genova	H3	4,0	Km 58+480	Km 59+316	836
BA_O_14	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 60+873	Km 61+127	254
BA_O_15	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 61+378	Km 61+603	225
BA_O_16	Dispari	Milano-Genova	H7	6,0	Km 61+673	Km 61+808	135
BA_O_17	Dispari	Milano-Genova	H2	3,0	Km 61+808	Km 62+004	196

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	56 di 132

BA_O_18	Dispari	Milano-Genova	H2	3,0	Km 62+527	Km 62+537	10
BA_O_19	Dispari	Milano-Genova	H9	7,0	Km 62+537	Km 62+641	104

BARRIERE ANTIRUMORE SU LINEA MILANO - GENOVA

Codice Barriera	Lato	Linea	Modalità realizzazione	Altezza da p.f.	Km inizio	km fine	Lunghezza
BA_O_20	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 63+211	Km 63+404	193
BA_O_21	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 63+404	Km 64+008	604
BA_O_22	Dispari	Milano-Genova	H2	3,0	Km 65+549	Km 65+839	290
BA_O_23	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 67+180	Km 67+576	396
BA_O_24	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 67+669	Km 68+163	494
BA_O_25	Dispari	Milano-Genova	H6	5,5	Km 68+163	Km 68+358	195
BA_O_26	Dispari	Milano-Genova	H4	4,5	Km 68+358	Km 68+653	295
BA_O_27	Dispari	Milano-Genova	H9	7,0	Km 68+653	Km 68+855	202
BA_O_28	Dispari	Milano-Genova	H2	3,0	Km 68+868	Km 69+108	240
BA_O_29	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 69+402	Km 69+525	123
BA_O_30	Dispari	Milano-Genova	H6	5,5	Km 69+525	Km 69+668	143
BA_O_31	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 69+668	Km 69+771	103
BA_O_32	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 69+789	Km 69+857	68
BA_O_33	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 69+857	Km 69+935	78
BA_O_34	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 70+224	Km 70+790	593
BA_O_35	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 70+882	Km 71+033	161

Gli estremi della schermatura acustica indicati nella tabella potranno subire minime modifiche in fase di progettazione e realizzazione in funzione delle reali condizioni al contorno, ma comunque di entità tale da non modificare l'efficacia mitigativa complessiva.

A fronte del dimensionamento proposto degli interventi di mitigazione acustica lungo linea è possibile abbattere considerevolmente i livelli sonori di esercizio prodotti dall'infrastruttura di progetto in esame in corrispondenza dei ricettori protetti da barriera antirumore. Tuttavia, persistono alcuni esuberi rispetto ai limiti di zona, che verranno mitigati mediante interventi diretti sui ricettori.

In alcuni casi ed in particolare su alcune opere d'arte esistenti, per motivi tecnici, non è stato possibile mantenere la continuità delle barriere antirumore.

Le barriere antirumore dimensionate lungo la linea non risultano sufficienti a mitigare completamente gli esuberi sui ricettori interferiti; di conseguenza, saranno dimensionati gli interventi diretti, che riguardano 155 ricettori.

Nelle successive fasi progettuali sarà possibile eseguire ulteriori approfondimenti dello studio acustico che permetteranno verificare ed aggiornare il dimensionamento delle opere di mitigazione lungo linea, ed eventualmente

confermare e/o individuare nuove necessità di ulteriori azioni presso i ricettori non completamente mitigati (p.es. interventi diretti). Per questi ultimi, potrà essere opportunamente verificato -successivamente alla completa messa in opera delle barriere di mitigazione acustica lungo linea- il rispetto dei limiti, tramite opportune campagne di monitoraggio.

Nello studio vibrazionale l'analisi dei livelli vibrometrici dalla sorgente ai ricettori prossimi alla linea ferroviaria è stata effettuata distinguendo le tipologie di convogli effettivamente transitanti sulla ferrovia, le condizioni geologiche che costituiscono il terreno tra ferrovia e ricettori e la tipologia di ricettore in termini di struttura e numero di piani.

Lo studio prevede:

- Introduzione e definizione delle grandezze di riferimento e convenzioni adottate nella stesura del progetto.
- Elenco e descrizione della normativa di riferimento adottata per lo studio.
- Valutazione dello stato di fatto della componente attraverso misure sperimentali condotte in due sezioni lungo il tracciato, impiegate anche per la taratura delle leggi di propagazione delle vibrazioni nel terreno, oltre che per la caratterizzazione del comportamento strutturale dei ricettori.
- Identificazione dei parametri geotecnici di interesse del tracciato, sulla base delle indagini condotte in sito per il progetto dell'opera.
- Presentazione degli spettri di sorgente delle vibrazioni dovute al transito dei treni, ottenuti da misurazioni sperimentali eseguite su una linea di riferimento e sulla linea attualmente in esercizio.
- Valutazione della propagazione delle vibrazioni nel terreno dalla sorgente al piede dei ricettori. Le modalità di attenuazione dei segnali vibratorii nel terreno sono state definite impiegando adeguati modelli di attenuazione calibrati su misure sperimentali.
- Modalità di presa in conto dell'effetto delle strutture degli edifici sul livello di vibrazione stimato.
- Valutazione del livello di vibrazione ai ricettori in fase di esercizio dove viene introdotta ed illustrata la metodologia complessiva per determinare la risposta vibrazionale al piede dei ricettori, nonché i risultati delle analisi previsionali, identificando i necessari interventi di mitigazione delle vibrazioni.

I risultati dello studio consentono di escludere condizioni di potenziale criticità.

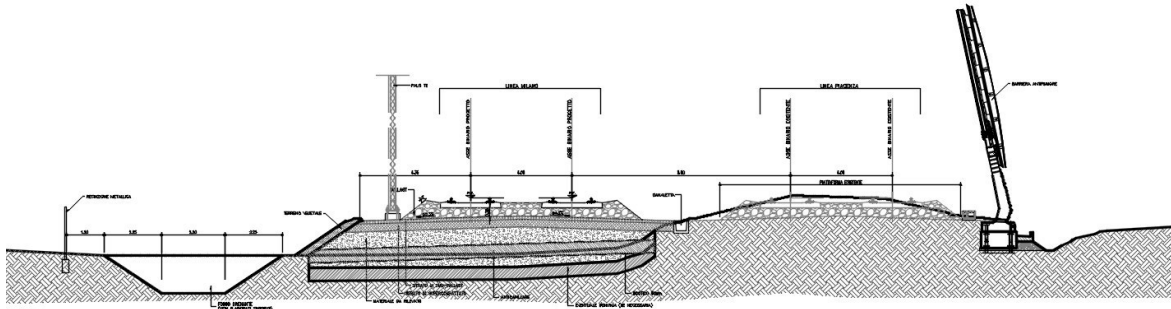
SEZIONI TIPO FERROVIARIA

La sede ferroviaria del quadruplicamento si sviluppa in allargamento rispetto a quella esistente. L'allargamento, lungo lo sviluppo del progetto, assume interassi pari a 4.00m (in uscita da Tortona), 8.60m (interasse standard del presente quadruplicamento), 7.60m (in entrata a Voghera). Ci sono anche situazioni in cui il quadruplicamento, per esigenze di tracciato, è su sede propria.

Lo smaltimento delle acque meteoriche raccolte dalla nuova sede ferroviaria e dalla semipiattaforma esistente avverrà, per questo motivo, solo nell'area posta a nord.

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	58 di 132



Sezione tipo in rilevato

L'analisi sulla mitigazione del rumore generato dal transito dei convogli ferroviari impone l'inserimento di barriere antirumore, spesso su ambedue i lati dell'intervento per gran parte del suo sviluppo. Tali barriere sono della tipologia comunemente usata da RFI negli interventi di mitigazione ed hanno un basamento in c.a. ed una parte superiore costituita da montanti in acciaio e pannelli fonoassorbenti.

FERMATA DI PONTECURONE

La fermata di Pontecurone è ubicata al km 63+618.90 della linea Milano – Genova (km 30+666.86 della linea esistente), a nord ovest della città di Pontecurone, in provincia di Alessandria, equidistante dalle città di Tortona e di Voghera. La piazza di accesso alla fermata presenta un disegno definito che assume forma semicircolare sul lato opposto di Via Torino, in asse a questo sistema troviamo una fontana e un monumento ai caduti.

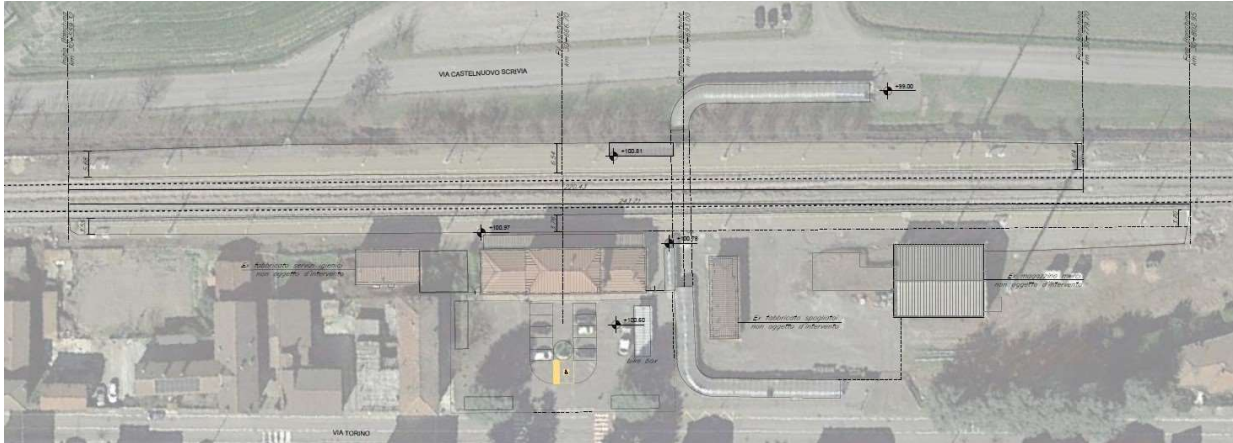


L'impianto di stazione si compone oggi di un marciapiede lato fabbricato viaggiatori e un ulteriore marciapiede laterale con accesso dal sottopasso. Il sottopasso, ad uso promiscuo ciclopedonale e ferroviario, garantisce inoltre la permeabilità

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	59 di 132

tra il tessuto urbano a sud est della fermata e il tessuto più rarefatto a nord ovest della stessa.



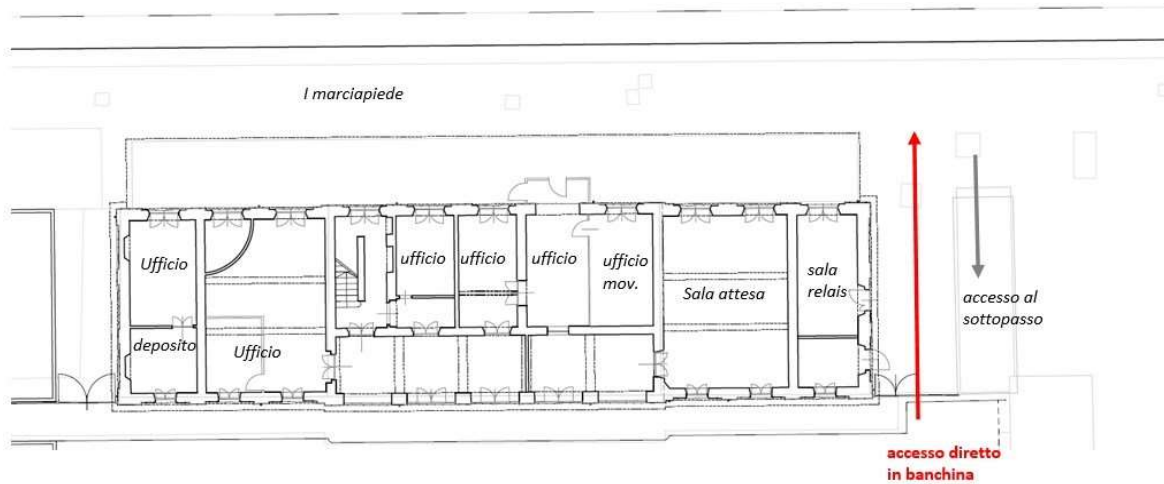
Planimetria generale - ante operam

Il fabbricato viaggiatori, realizzato nel 1858 sulla linea ferroviaria Alessandria (Novi Ligure) – Voghera – Stradella inaugurata nel 1857 dallo stesso Vittorio Emanuele II, risulta sottoposto a “Tutela individua” ai sensi dell’art.24 della L.R. 56/1977.

L’edificio dall’architettura storicista si compone di tre diversi volumi dalle forme lineari con copertura a falde: un corpo centrale emergente su due livelli e due volumi simmetrici posti ai lati. La facciata presenta una serie di elementi ad arco delineati da modanature bianche, nella porzione centrale dell’edificio il sistema ad archi ospita ampie vetrate lato piazzale.



All’interno del fabbricato viaggiatori numerosi locali inizialmente adibiti ad uso ufficio o come locali tecnici risultano oggi dismessi. Lateralmente all’edificio troviamo un ingresso diretto in stazione e l’accesso al sottopasso protetto da un sistema dicopertura del tipo a cupola con rivestimento in plexiglass.



Planimetria piano terra fabbricato viaggiatori – ante operam



Ingresso laterale e accesso al sottopasso

Sul primo marciapiede emerge una pensilina metallica verde con rivestimento in lamiera.



Sul secondo marciapiede l'accesso al sottopasso è coperto da una pensilina in calcestruzzo armato dalle forme essenziali.



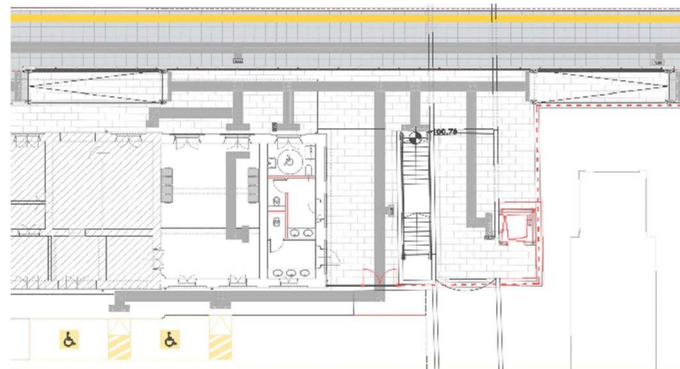
Il quadruplicamento della linea comporta l'allargamento del secondo marciapiede che assume ora configurazione ad isola, l'inserimento di un terzo marciapiede e il prolungamento del sottopasso esistente per garantire l'accesso alle nuove banchine e l'attraversamento ciclopedonale della ferrovia. Nell'ambito del progetto di adeguamento dell'impianto di stazione alle vigenti normative ferroviarie e di fruibilità da parte degli utenti con disabilità si prevede l'innalzamento h55 dal piano ferro e l'allungamento delle due banchine esistenti a 250m in direzione Tortona, l'adeguamento del sottopasso con inserimento di una scala e un ascensore per marciapiede e la manutenzione straordinaria della porzione di edificio che saranno oggetto di adeguamento a STI PRM. Per entrambi i marciapiedi è previsto il rifacimento delle rampe di fine banchina con lunghezza paria 10m e pendenza del 5,5%.

L'innalzamento h55 non coinvolge lo spazio antistante il fabbricato viaggiatori e le porzioni pavimentate ai suoi lati così

da preservare le facciate del fabbricato e non impattare sulle aperture esistenti. Il collegamento a quota banchina avviene mediante rampe con pendenza 6% e lunghezza 8m per agevolare la fruizione da parte di tutte le tipologie di utenti, il salto di quota è protetto da un parapetto.

All'interno del fabbricato viaggiatori verranno effettuati interventi puntuali di manutenzione straordinaria per la riqualificazione della sala di attesa e dei locali ad essa adiacenti in cui verranno inseriti i nuovi servizi igienici.

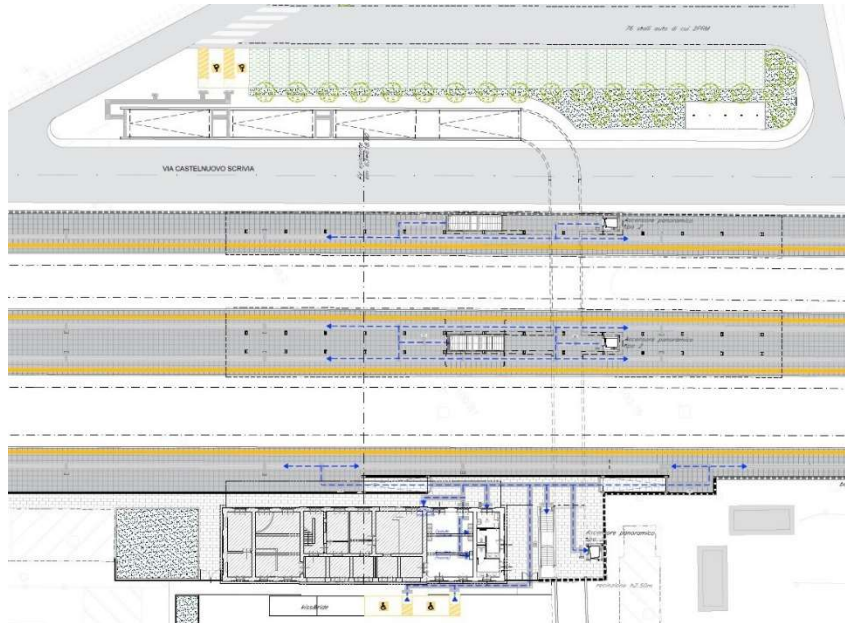
I servizi igienici sono costituiti da tre distinti locali, un bagno PRM dotato di nursery e accessibile ad ambo i sessi (4.2.1.6. Regolamento UE n.1300/2014 della Commissione del 18 novembre 2014) e due bagni distinti per sesso, ognuno con un proprio accesso. La disposizione tiene conto delle aperture esistenti del fabbricato viaggiatori e non comporta modifiche delle facciate.



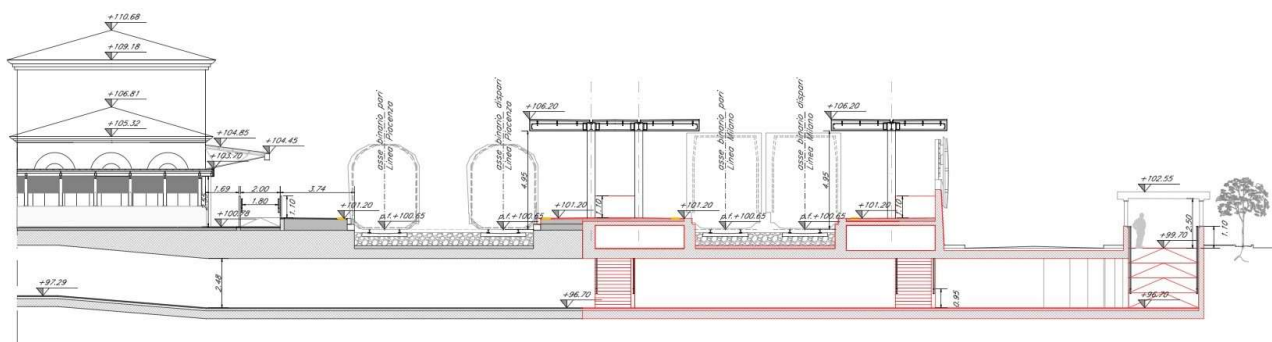
Fabbricato viaggiatori, sala d'attesa e servizi igienici

Sul marciapiede lato fabbricato viaggiatori si prevedono interventi di manutenzione straordinaria sulla pensilina esistente al fine di recuperare la struttura metallica oggi in stato di degrado ed esaltare questo elemento dalla colorazione verde rame. Sul secondo marciapiede è prevista la demolizione della scala e della pensilina esistenti per dare spazio all'inserimento della nuova pensilina ferroviaria lunga 70m e costituita da un telaio con doppio pilastro a copertura del sistema scale e ascensore. Analogamente, il terzo marciapiede ospita una pensilina ferroviaria con lunghezza pari a 70m ma con un unico sostegno centrale.

Il sottopasso è interessato dalla demolizione del tratto finale di collegamento con il parcheggio di Via Castelnuovo Scrivia, sull'altro lato opposto della ferrovia rispetto al fabbricato, e dalla rimozione della copertura esistente. Nuove opere in c.a. sono previste per realizzare il prolungamento del sottopasso e le addizioni laterali al fine di inserire i nuovi collegamenti verticali. Per mantenere inalterate le strutture del sottopasso e migliorare l'estetica del sistema di copertura, si realizzerà una copertura leggera in acciaio con diversa forma ma peso pari a quella attuale in sostituzione del sistema esistente del tipo a cupola.



Marciapiedi di stazione, inserimento ascensori, prolungamento sottopasso e nuove pensiline



Sezione Post Operam

Le banchine saranno rivestite con pavimentazione in gres porcellanato con caratteristiche conformi alle vigenti normative di sicurezza, i percorsi tattili in cemento dovranno garantire un adeguato contrasto cromatico e di luminanza fra il percorso e l'intorno chiaramente percepibili dagli ipovedenti.

La fascia gialla avrà larghezza 40cm per tutta l'estensione della banchina (accosto laterale) e con larghezza 60cm nelle porzioni terminali (accosto frontale). Un percorso privo di ostacoli consentirà agli utenti con disabilità visive di raggiungere l'impianto di stazione in modo agevole ai sensi delle STI PRM.

Nelle aree esterne si prevedono interventi di riqualificazione della piazza antistante il fabbricato viaggiatori, per valorizzare l'accesso principale alla fermata, e del parcheggio di Via Castelnuovo Scrivia a seguito dell'inserimento della nuova viabilità affiancamento alla ferrovia.

La piazza di accesso alla fermata rispecchia il disegno originale con un sistema di aiuole con alberi ad alto fusto e il monumento al centro. L'intervento propone di esaltare le qualità architettoniche della piazza attraverso l'inserimento di una nuova pavimentazione in pietra in sostituzione dell'asfalto, di ottimizzarne la funzionalità e migliorare l'accessibilità

alla fermata tramite la riorganizzazione degli stalli auto in modo da posizionare gli stalli PRM e Kiss&Ride nelle immediate vicinanze del fabbricato viaggiatori. Si propone inoltre la collocazione di un nuovo sistema di stalli bici in sostituzione del bikebox esistente e l'inserimento di sedute.

Il nuovo parcheggio di Via Castelnuovo Scrvia sarà dotato di circa 75 stalli auto di cui 2 stalli PRM collocati nelle vicinanze del sottopasso, un sistema di aiuole verdi con alberature per garantire l'ombreggiamento e un camminamento per attraversare in sicurezza l'area di sosta e raggiungere il sottopasso per l'accesso alla fermata. Nelle vicinanze del sottopasso verrà inoltre inserito un bike box.



Riorganizzazione parcheggio Via Castelnuova Scrvia

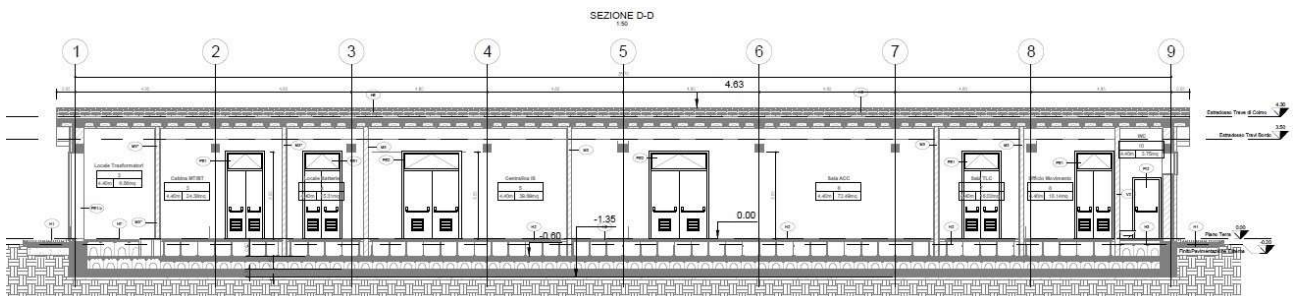
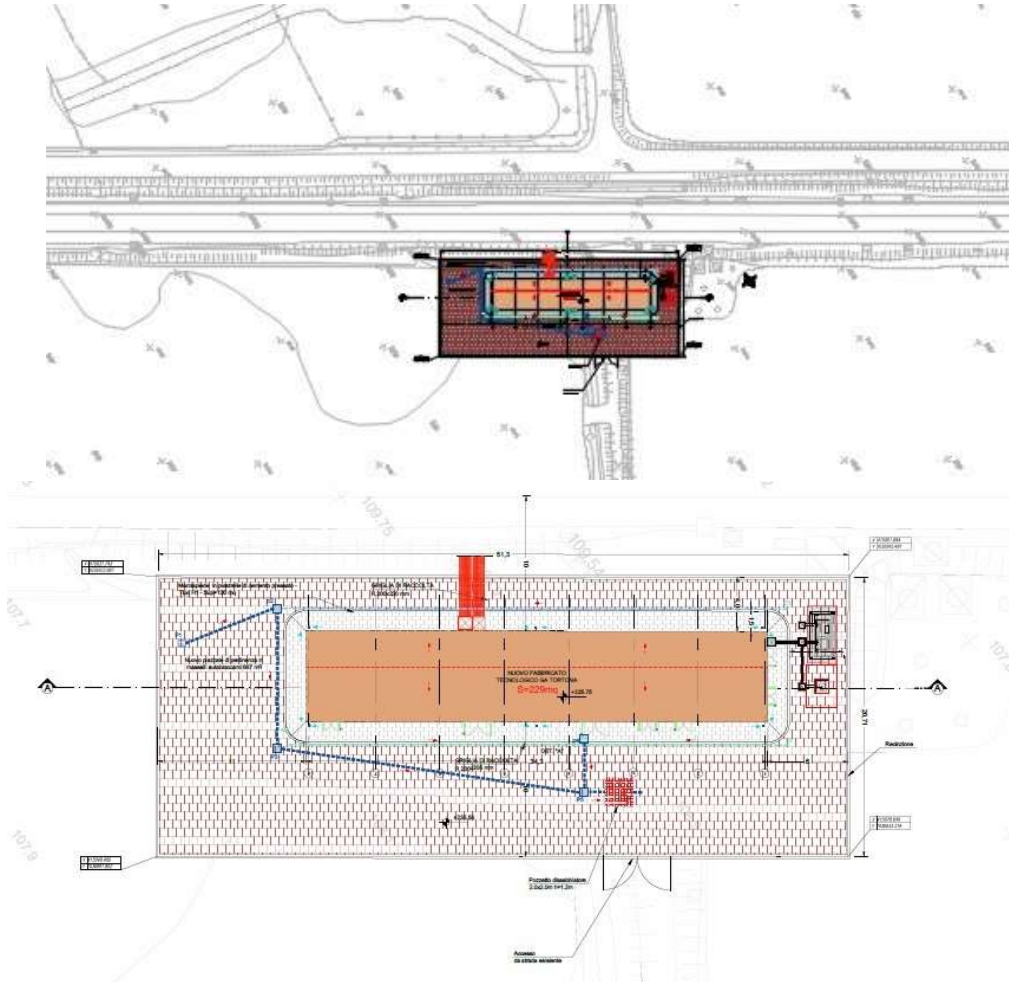
FABBRICATI TECNOLOGICI

FA01 FABBRICATO TECNOLOGICO GA TORTONA AL KM 23+291

Il fabbricato è costituito da un piano fuori terra, l'edificio ha dimensione rettangolare in pianta di circa 37.70m x 6.7m. La copertura è del tipo a falde con un'altezza estradosso travi bordo da terra di 3.50m e estradosso trave di colmo da terra di 4.30m. Gli elementi strutturali verticali sono costituiti da 18 pilastri di dimensioni 30cm x 40cm. Le travi hanno dimensioni 30cm x 40cm in entrambe le direzioni.

Il solaio di copertura è realizzato con lastre parzialmente prefabbricate di tipo predalles, con blocchi di alleggerimento in polistirolo e getto di completamento realizzato in opera, per uno spessore totale di 20cm.

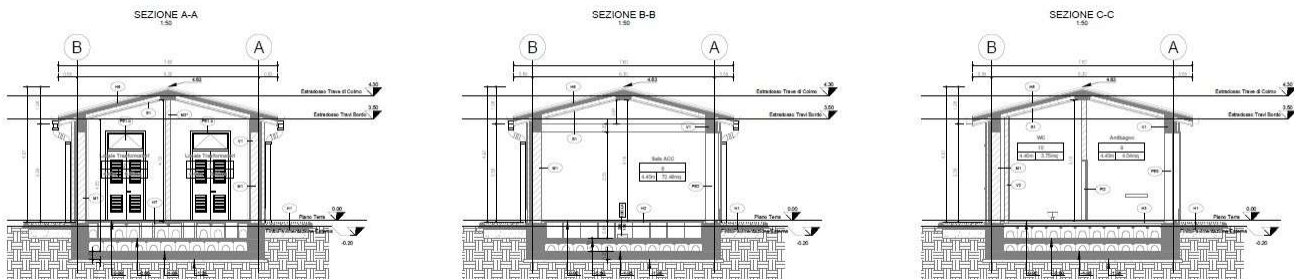
Il solaio al piano terra è costituito da un vespaio areato del tipo igloo. La fondazione è realizzata con travi rovesce.



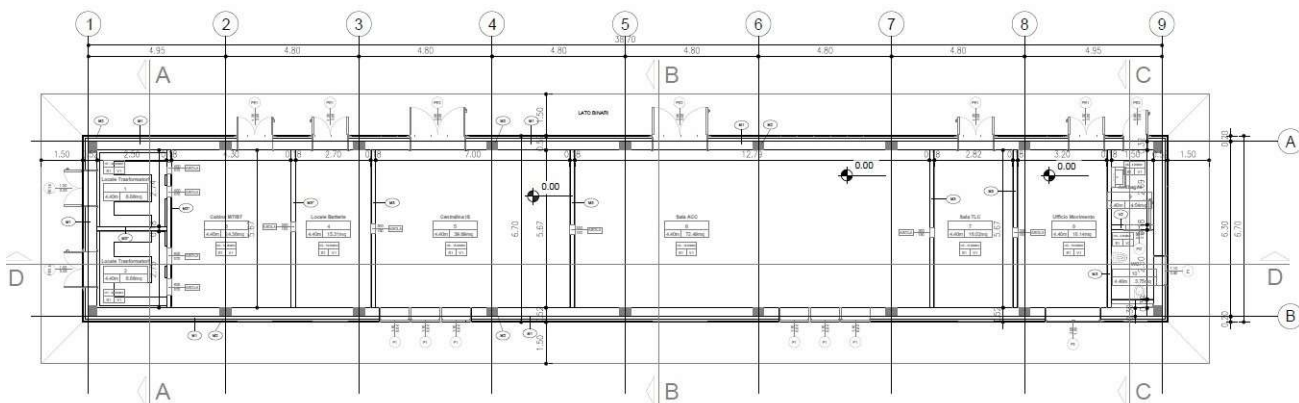
Sezione trasversale

Relazione generale

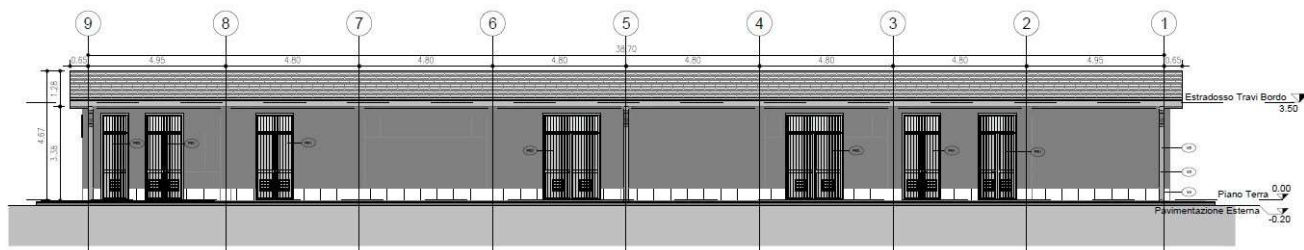
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	66 di 132



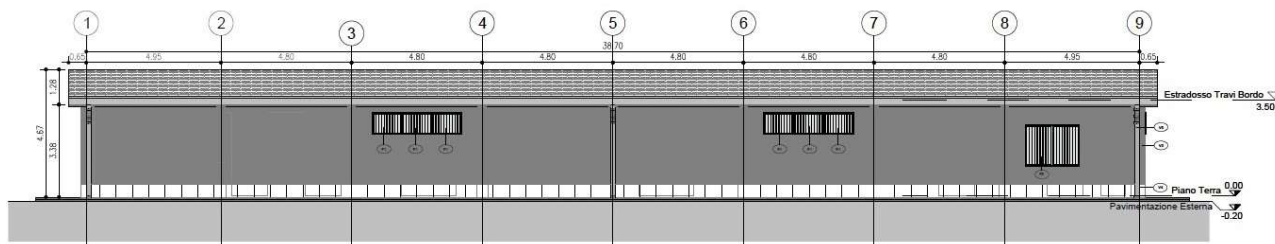
Sezioni



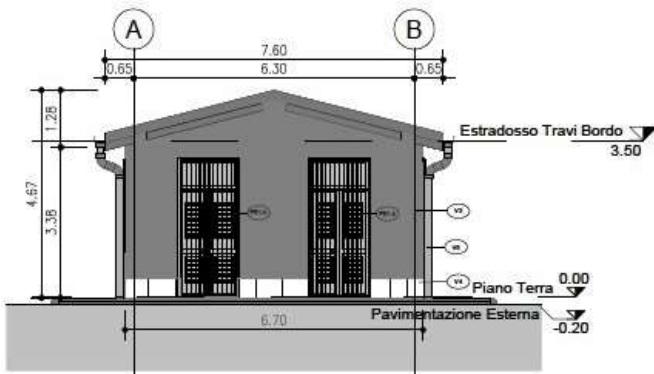
Pianta



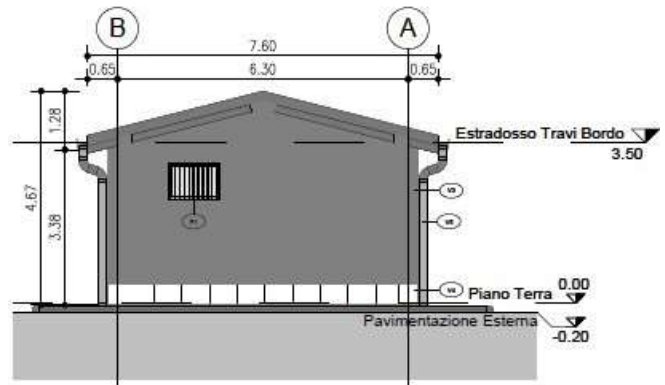
Prospetto frontale (lato binari)



Prospetto posteriore



Prospetto laterale sinistro

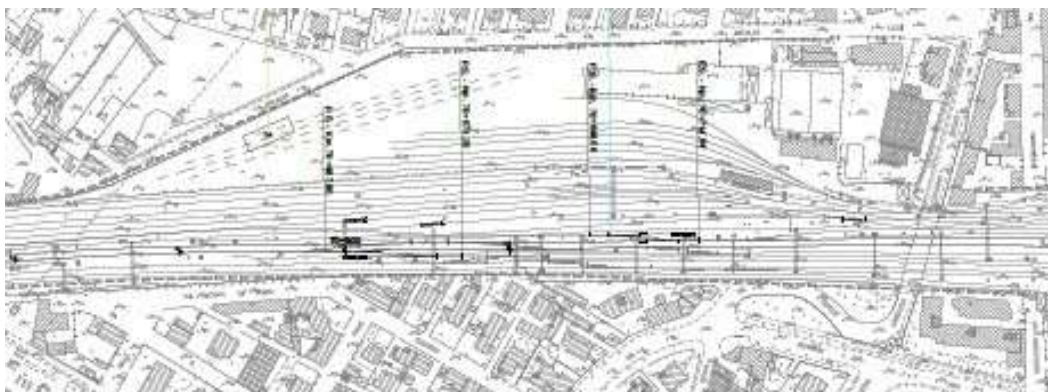


Prospetto laterale destro

FA04 FABBRICATO TECNOLOGICO GA VOGHERA AL KM 70+455

Il fabbricato è costituito da un piano fuori terra, l'edificio ha dimensione rettangolare in pianta di circa 37.70m x 6.7m. La copertura è del tipo a falde con un'altezza estradosso travi bordo da terra di 3.50m e estradosso trave di colmo da terra di 4.30m. Gli elementi strutturali verticali sono costituiti da 18 pilastri di dimensioni 30cm x 40cm. Le travi hanno dimensioni 30cm x 40cm in entrambe le direzioni.

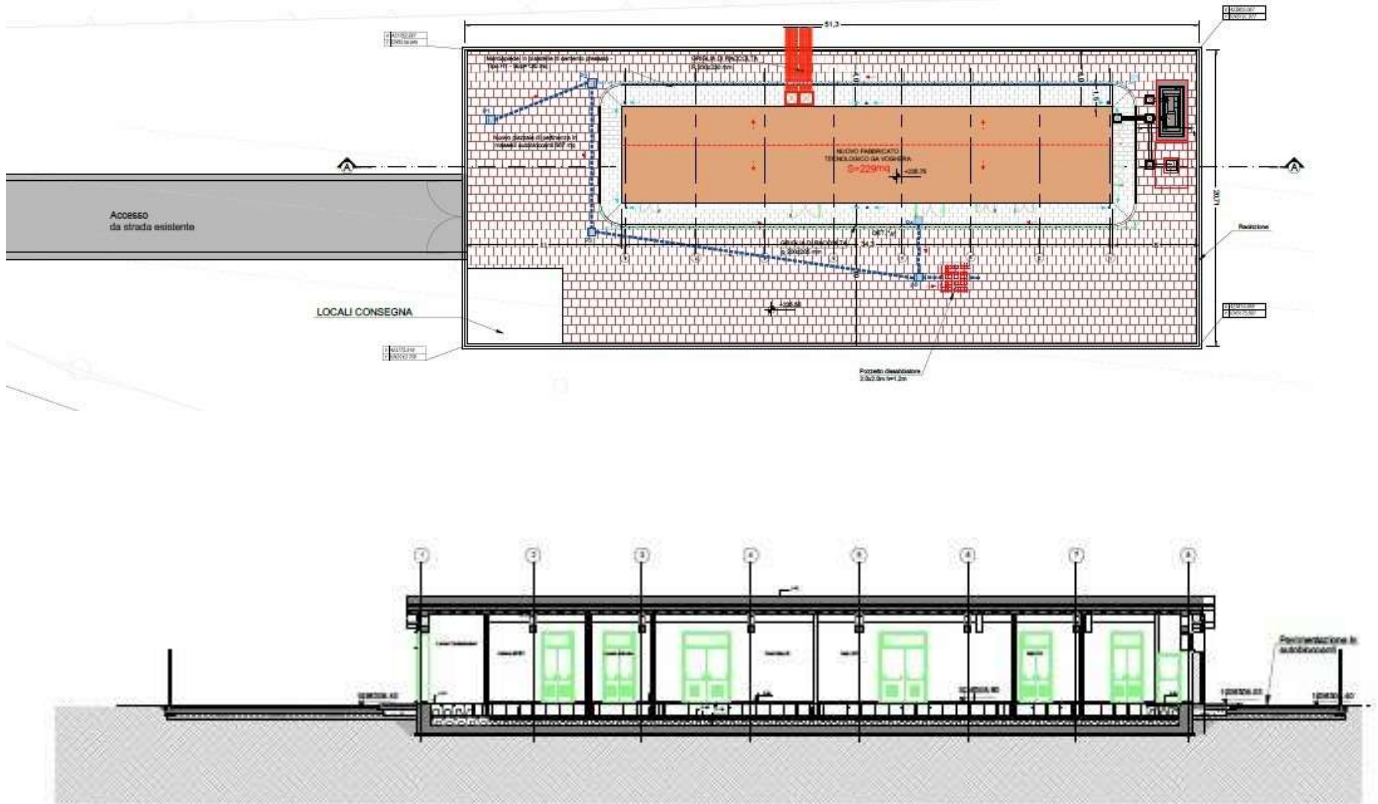
Il solaio di copertura è realizzato con lastre parzialmente prefabbricate di tipo predalles, con blocchi di alleggerimento in polistirolo e getto di completamento realizzato in opera, per uno spessore totale di 20cm. Il solaio al piano terra è costituito da un vespaio areato del tipo igloo. La fondazione è realizzata con travi rovesce.



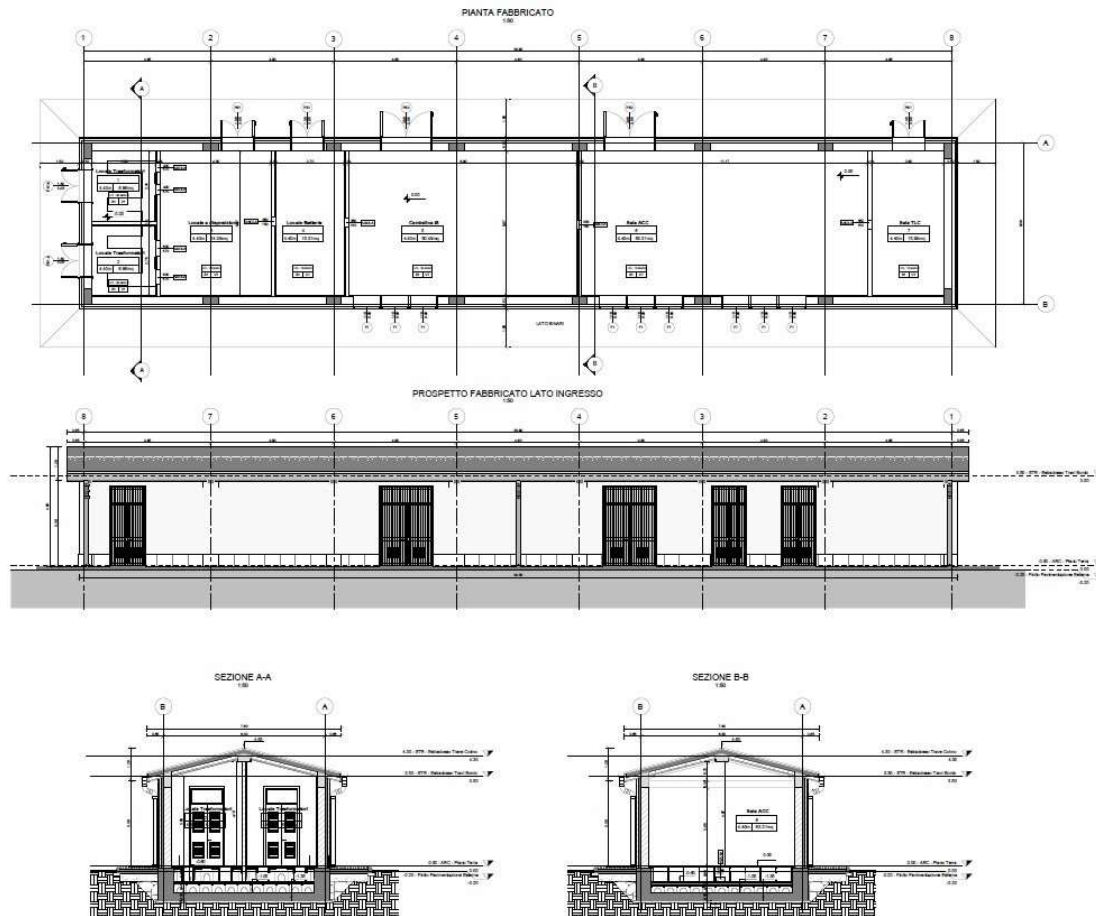
Planimetria fabbricato tecnologico GA Voghera

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	68 di 132



Sezione fabbricato tecnologico GA Voghera



Pianta, prospetto e sezioni fabbricato tecnologico GA Voghera

OPERE PRINCIPALI – SOTTOVIA E SOTTOPASSI

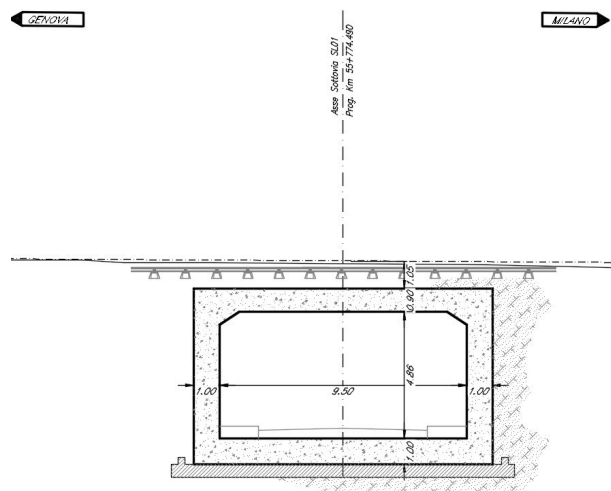
SL01 RIFACIMENTO SOTTOVIA CARLO ROMAGNOLO AL KM 55+774.49

L'opera si colloca alla progressiva pk 55+774.49. Si tratta di uno scatolare in c.a. che va a sostituire l'esistente struttura ad arco in muratura. Non è stato previsto il semplice prolungamento del sottopasso esistente, perché la luce netta interna dello stesso è notevolmente inferiore alle prescrizioni minime di normativa.

Le dimensioni nette interne del nuovo sottovia sono 9.5x4.86 m, con pareti di spessore 100 cm, soletta superiore di spessore 90cm con rastremazioni a coda di rondine e solettone di fondo di 100cm. Lo scatolare, lungo 32.40 m circa, sottopassa i sei binari della ferrovia in progetto in sede all'attuale tracciato di via Carlo Romagnolo. Il franco verticale minimo che si ottiene con la nuova opera è pari a 4.46m.

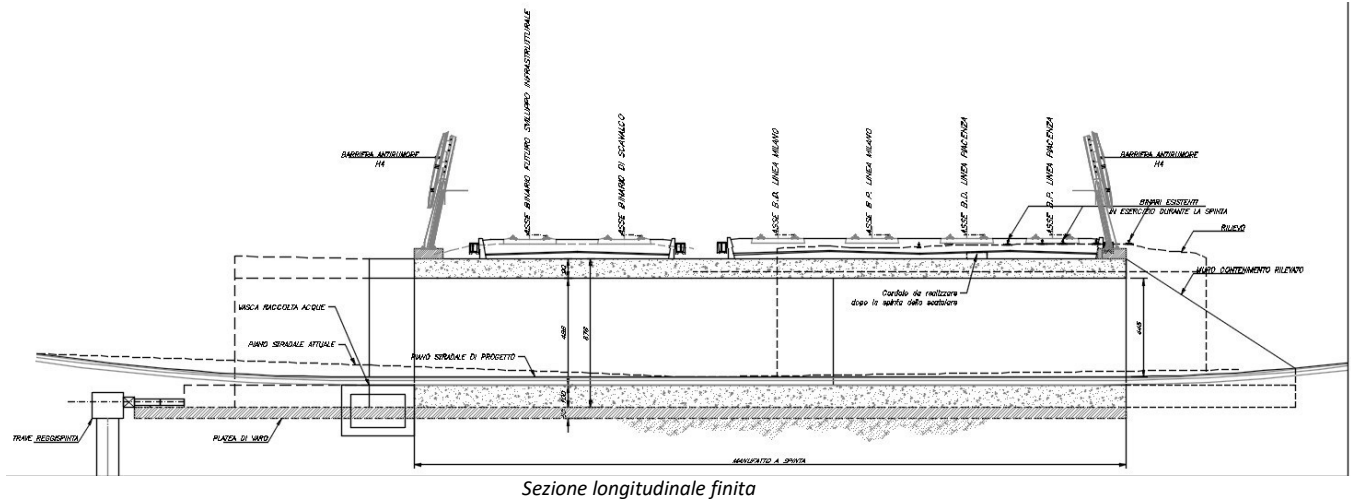
Al fine di garantire la continuità dell'esercizio ferroviario sulla linea storica, si prevede di realizzare un ponte provvisorio (GUI.DO) che sostiene i binari esistenti durante le fasi di demolizione dell'attuale sottovia e di realizzazione del nuovo manufatto. A tal fine è necessario realizzare delle berlinesi tirantate di micropali $\phi 300$ che sostengono il terreno durante le fasi costruttive. Lo scatolare, realizzato parzialmente fuori opera (nello specifico si getteranno prima della spinta il solettone inferiore e l'elevazione della parte strettamente necessaria al sottopassaggio dei binari esistenti) verrà spinto a vuoto e poi completato.

Lato Nord viene alla fine realizzata una vasca di raccolta acque di dimensioni nette interne 9.5x2.5x1.5m. Il nuovo sottovia presenta una obliquità di circa 21° rispetto alla linea ferroviaria.



Sezione trasversale del sottovia

Il binario ha un andamento planimetrico completamente in rettilifilo.



SLO2 PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO FERMATA DI PONTECURONE AL KM 63+644.40

L'opera si colloca alla progressiva pk 63+644.40. Attualmente la fermata di Pontecurone possiede una sola banchina di attesa dei treni, servita da un sottopasso ciclopedonale, che presenta in ingresso ed in uscita anche delle rampe che consentono ai ciclisti di immettersi sulla viabilità esistente.

Il quadruplicamento della linea ferroviaria previsto sulla tratta Tortona – Voghera, comporterà la realizzazione di un'altra banchina che si svilupperà parallelamente a quella attuale, occupando l'area sulla quale attualmente insiste la rampa dell'apista ciclabile di collegamento con la viabilità a nord (Strada Castelnuovo Scrivia).

Si prevede in progetto il prolungamento dell'attuale sottopasso con uno scatolare in c.a. e la demolizione e successiva ricostruzione della rampa della pista ciclabile, che andrà ad immettersi sul ciglio opposto della Strada Castelnuovo Scrivia.

Le dimensioni nette interne del nuovo sottopasso ricalcheranno ovviamente quelle del sottopasso esistente e sono pari a 3.54x2.63. Le pareti presentano uno spessore di 50cm.

Le opere di presidio previste sono costituite da una paratia di pali posta parallelamente al B.D. della linea Piacenza: tali opere permettono di sostenere il fronte di scavo in corrispondenza del sottopasso esistente.

Fra le opere in progetto vi sono anche scale e i corpi ascensore che consentiranno l'accesso alle banchine da parte delle persone a mobilità ridotta. La lunghezza complessiva del manufatto scatolare è di circa 33.00 m, mentre il muro ad U dell'annua rampa ha uno sviluppo di circa 50.00 m. Il nuovo sottovia risulta perpendicolare alla linea ferroviaria.

Relazione generale

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

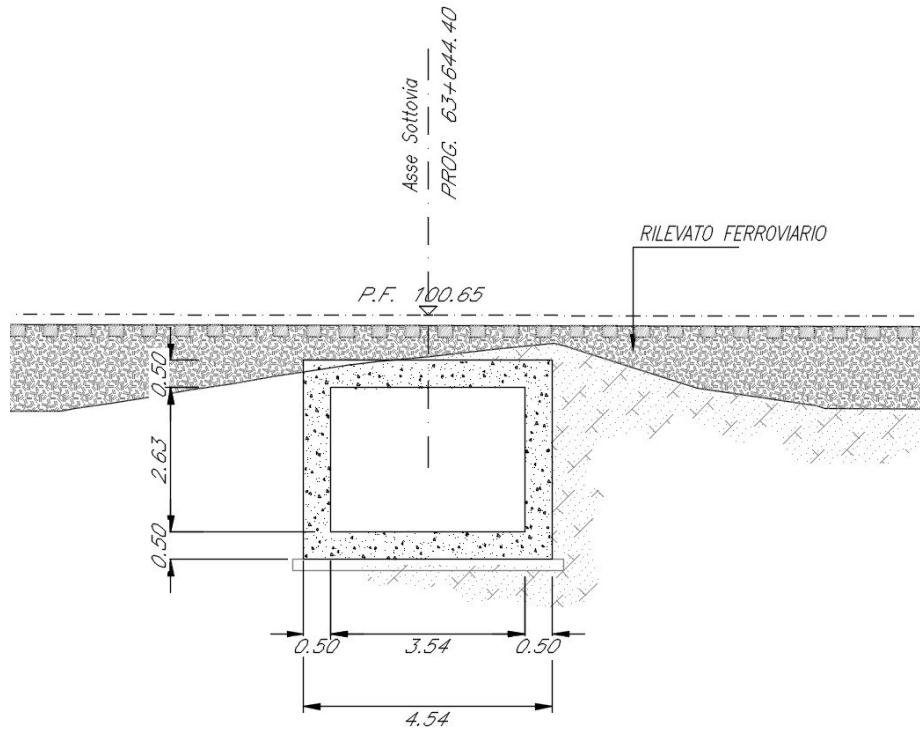
01 R 26

RH

NV0000 001

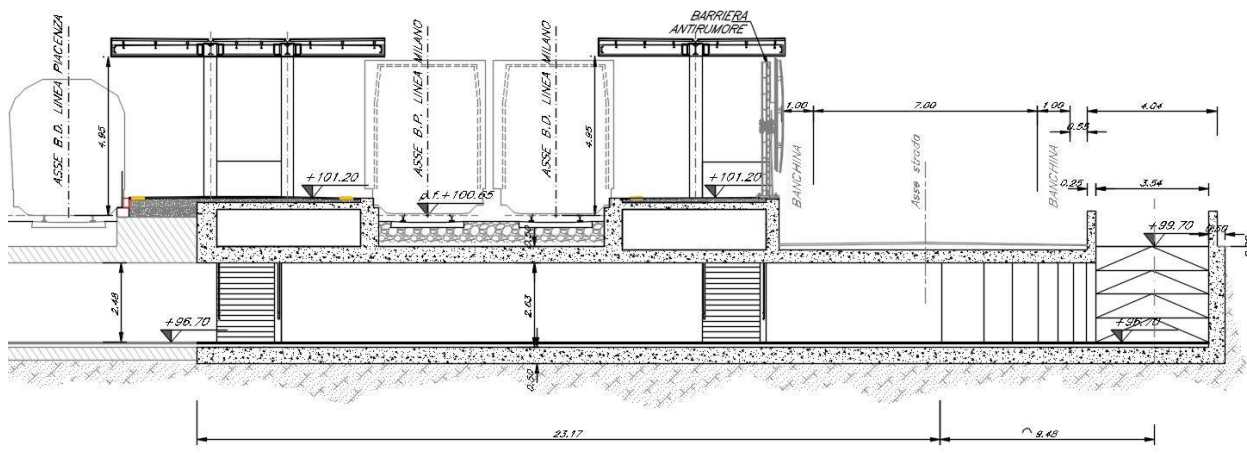
D

72 di 132



Sezione trasversale del sottovia

Il binario ha un andamento planimetrico completamente in rettilo.



Stralcio sezione longitudinale finita

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IQ01	01 R 26	RH	NV0000 001	D	73 di 132

SLO3 NUOVO SOTTOPASSO CICLOPEDONALE VIA TORINO AL KM 64+004.46

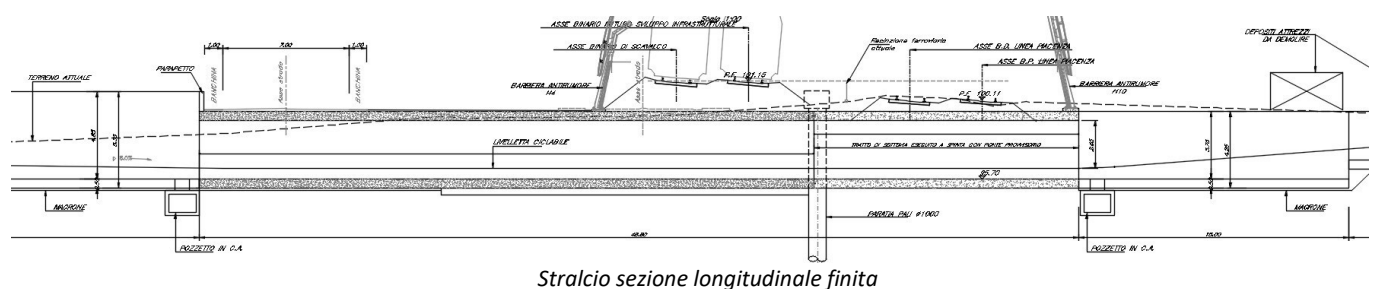
L'opera si colloca alla progressiva pk 64+004.46. Si tratta di un sottopasso ciclopedonale di nuova realizzazione, costituito da uno scatolare in c.a. di dimensioni nette interne 4.2x3.25 m e pareti di spessore 50 cm, che sottopassa i quattro binari della ferrovia in progetto e, lato nord, una viabilità esistente per la quale è prevista una deviazione in progetto.

Il collegamento con le viabilità a nord (Strada Castelnuovo Scrivia) e a sud dell'area ferroviaria avviene tramite rampe realizzate con muri ad U in c.a.. Internamente il percorso pedonale è separato da quello ciclabile tramite cordolo e parapetto.

La necessità di mantenere in esercizio i binari della linea storica ha comportato la scelta di realizzare parte dello scatolare con la tecnica dello spingitubo, utilizzando ponti provvisori tipo ESSEN gemellato. A tale scopo è necessario realizzare una trave reggi-spinta fondata su micropali posti a cavalletto, da demolire a spinta ultimata, per permettere il completamento dello scatolare. Le opere di presidio previste sono integrate inoltre con una paratia di pali poste parallelamente al B.D. della linea Piacenza: tali opere permettono di sostenere il fronte di imbocco del tratto di sottopasso a spinta. Il tratto a spinta ha uno sviluppo longitudinale pari a 14.70m mentre in tratto con getto in opera ha uno sviluppo pari a 34.10m

Il nuovo sottovia risulta perpendicolare alla linea ferroviaria.

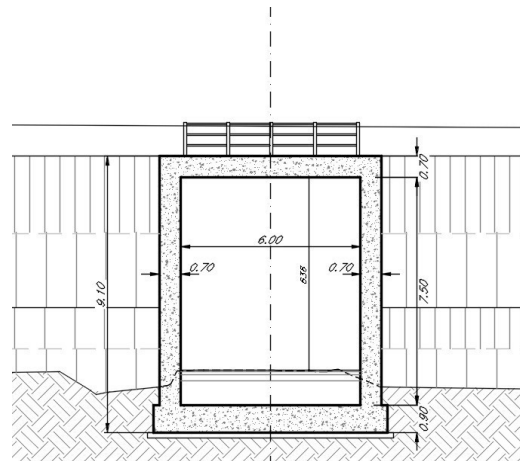
Il binario ha un andamento planimetrico completamente in rettilineo.



SLO4 NUOVO SOTTOVIA STRADA VICINALE SAN GIACOMO - VIGNA GERBIDA AL KM 64+836.52

L'opera si colloca alla progressiva pk 64+836.52 e sostiene i nuovi binari pari e dispari della linea Milano. L'opera sviluppa, longitudinalmente, circa 16.40m. Il sottopasso da realizzare, a servizio della strada vicinale di Vigna Gerbida, ed in stretta vicinanza della spalla B del Viadotto sul torrente Curone (VI09), verrà costruito in sede all'attuale viabilità. Per tale ragione occorre prevedere, durante le fasi di realizzazione, una deviazione dell'attuale viabilità per permetterne la continuità di esercizio.

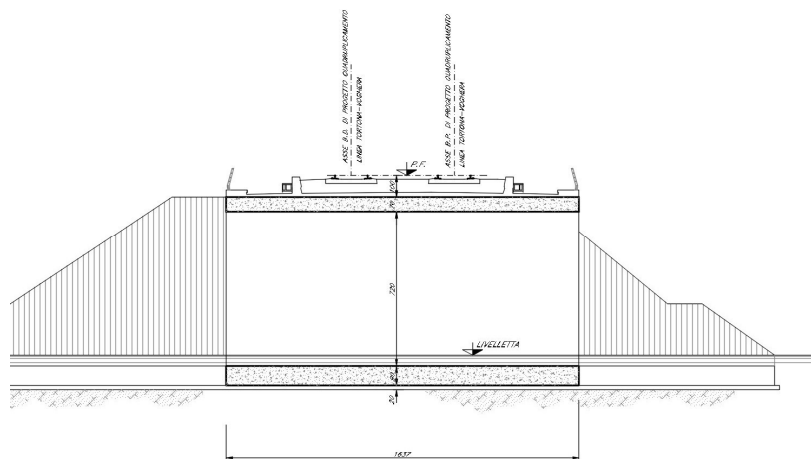
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0000 001	REV. D




Sezione trasversale del sottovia

Il manufatto in progetto è costituito da uno scatolare in c.a. di dimensioni nette interne 6.0x7.5m con pareti di spessore 70cm, soletta superiore sempre di spessore 70cm, solettone di fondo di 100cm e pareti di spessore 90 cm. I muri d'ala sono previsti con un allargamento planimetrico tale da garantire una buona visibilità agli imbocchi del sottovia .

Il nuovo sottovia presenta una obliquità di circa 33° rispetto alla linea ferroviaria. Il binario ha un andamento planimetrico su curva di raggio R=1700m. Longitudinalmente il piano ferro risulta leggermente in pendenza con salita verso Voghera.



Stralcio sezione longitudinale finita

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0000 001	REV. D

OPERE PRINCIPALI – CAVALCAFERROVIA

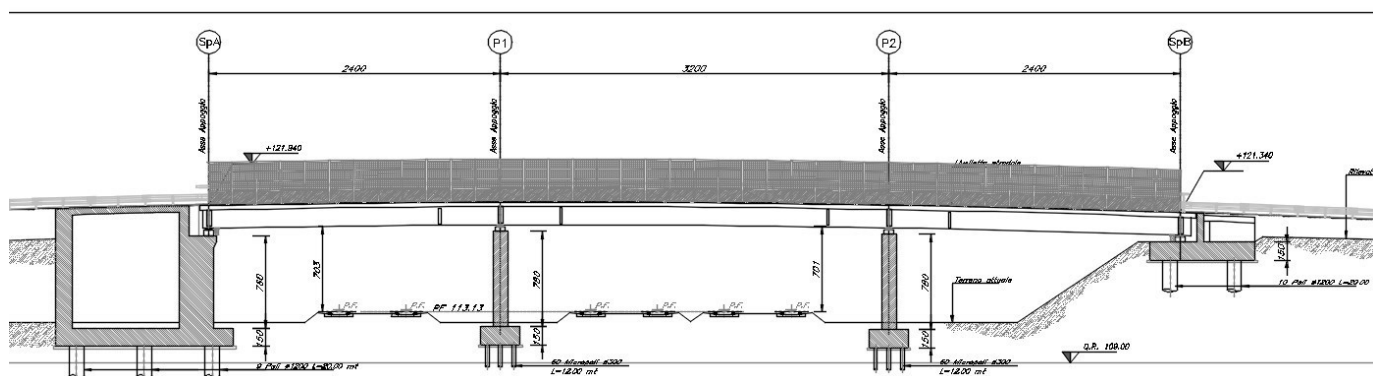
IV01 NUOVO CAVALCAFERROVIA S.R. 10 AL KM 56+149.47

L'attuale cavalcaferrovia della S.R.10 sulla linea storica Milano-Genova a Tortona sarà sostituito da un impalcato misto inacciaio-calcestruzzo, sovrappassante i binari esistenti in nuova sede, i nuovi binari della MI e i binari di futuro sviluppo infrastrutturale.

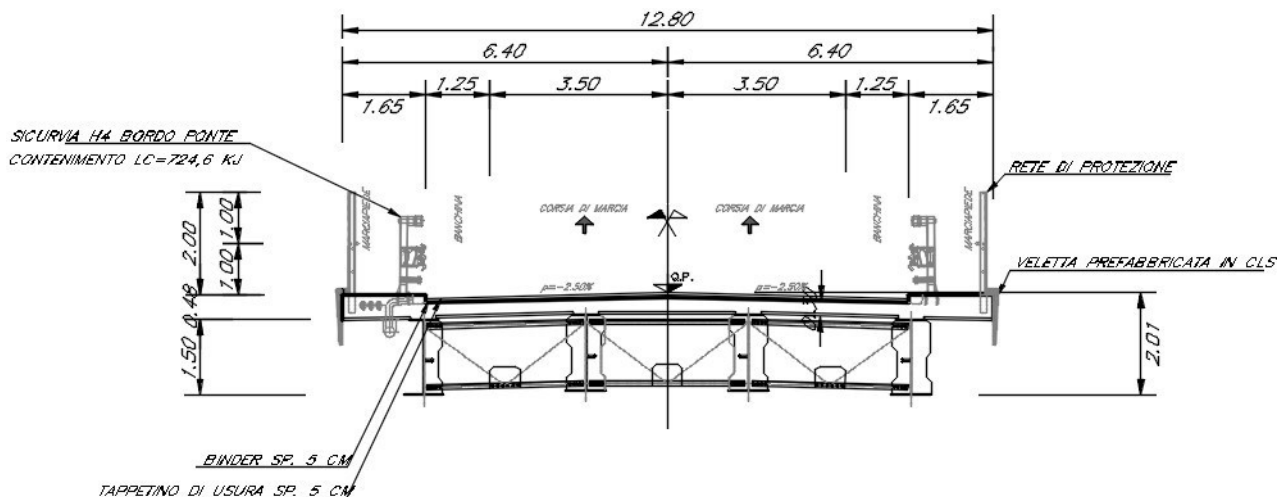
La piattaforma del nuovo viadotto ha una larghezza in retto di 12.80 m, con una carreggiata a doppio senso da 9.5 m (3.5+3.5+ 2 banchine da 1.25 m) e due marciapiedi da 1.65m. L'asse della strada è in rettilineo e interseca la ferrovia sottostante con un angolo di circa 44°.

L'impalcato ha uno schema statico a trave continua su 3 luci da 24.0-32.0-24.0 m ed è realizzato con 4 travi in acciaio a doppio T composte saldate di altezza costante pari a 1500mm, collegate con traversi e con la soletta superiore di spessore 30cm gettata in opera su lastre prefabbricate non collaboranti.

SEZIONE LONGITUDINALE
Scala 1:200



Sezione longitudinale nuovo cavalcaferrovia S.R.10



Sezione tipo dell'impalcato

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IQ01	01 R 26	RH	NV0000 001	D	76 di 132

Al fine di rispettare i franchi orizzontali rispetto ai binari, si è progettato un cavalcavia obliquo. La scelta di porsi al di fuoridella fascia dei 5.0m, ha permesso di realizzare un'unica tipologia di pile, evitando quindi la realizzazione, a ridosso della ferrovia, di opere di protezione delle stesse.

Le pile hanno forma a lama relativamente sottile (120cm) e molto allungata a causa della forte obliquità presente. La loro altezza è costante e pari a 7.80m.

Le pile si basano su plinti prismatici a base rettangolare di dimensioni 10.9x3.2 e altezza 1.5 m, fondati su micropali di 0.3 mdi diametro.

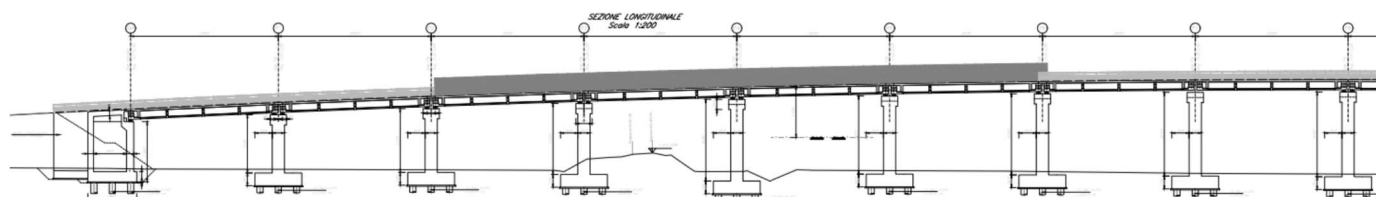
Si individuano due tipologie di spalle:

- la spalla "A", a struttura scatolare, per consentire il passaggio di una strada
- la spalla "B", costituita da una zattera di fondazione, su cui poggia l'impalcato. Entrambe le spalle sono fondate su pali di diametro 1200 mm.

Per la realizzazione dei plinti delle pile saranno necessarie paratie di micropali a protezione degli scavi: verrà prima realizzata la pila P1 con i binari della storica in esercizio. Successivamente quando i binari della storica vengono posizionati nella loro configurazione finale verrà realizzato il plinto della pila P2.

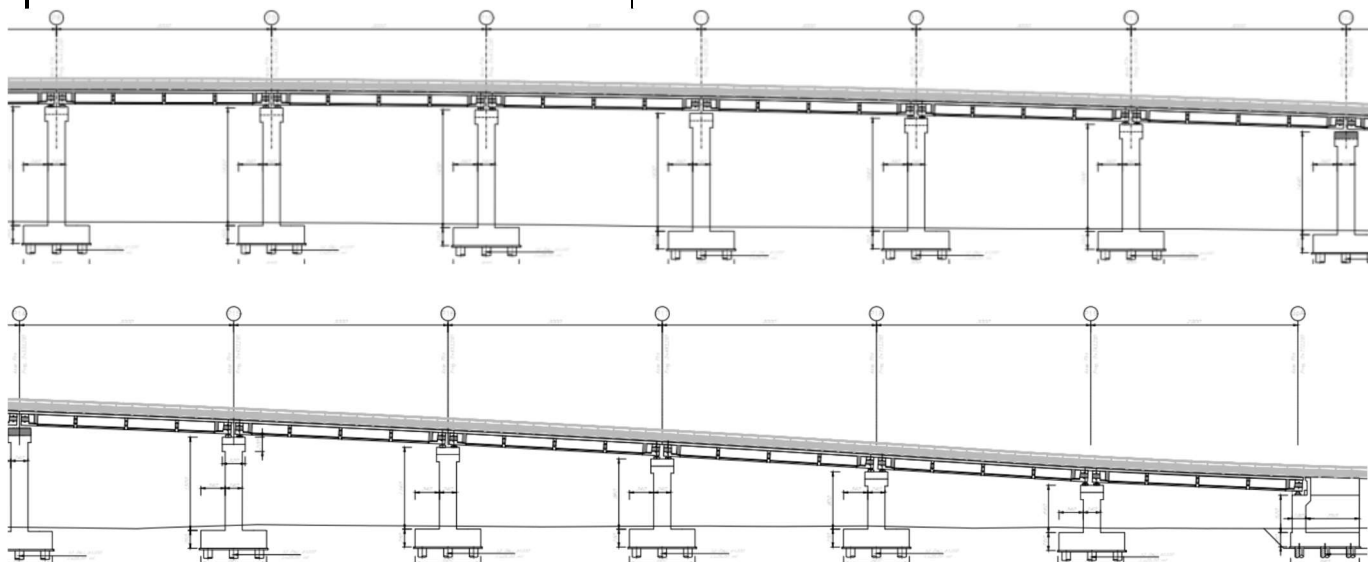
IV02 NUOVO CAVALCAFERROVIA S.P. 93 AL KM 64+270.57

L'attuale cavalcaferrovia della S.P.93 sulla linea storica Milano-Genova a Tortona sarà sostituito da un impalcato a struttura in cap composto da una successione di 20 campate con distanza assi giunti pari a 30m (Lc=28.40m), sovrappassante i binari esistenti in nuova sede e i nuovi binari della MI. Il nuovo viadotto stradale non può essere costruito nella stessa sede di quello esistente in quanto l'attuale costituisce una importante collegamento tra le 2 zone a cavallo della ferrovia: pertanto esso dovrà essere mantenuto in esercizio fino a quando non sarà aperto al traffico il nuovo manufatto. La piattaforma del nuovo viadotto ha una larghezza in retto di 12.80 m, con una carreggiata a doppio senso da 9.5 m (3.5+3.5+ 2 banchine da 1.25 m) e due marciapiedi da 1.65m. La larghezza massima del viadotto, considerando gli allargamenti in curva, risulta invece pari a 15.66 m. L'impalcato è costituito, a seconda della larghezza della carreggiata, da 4 o 5 travi in C.A.P. a cassoncino prefabbricate (precompressione a fili aderenti) interassate a 2.5m e di altezza pari a 1.60m, solidarizzate da 5 traversi (2 sull'asse-appoggi e 3 in campata) prefabbricati insieme alle travi e da una soletta superiore in c.a. gettata in opera con una larghezza complessiva variabile da 12.80 m a 15.66 m.



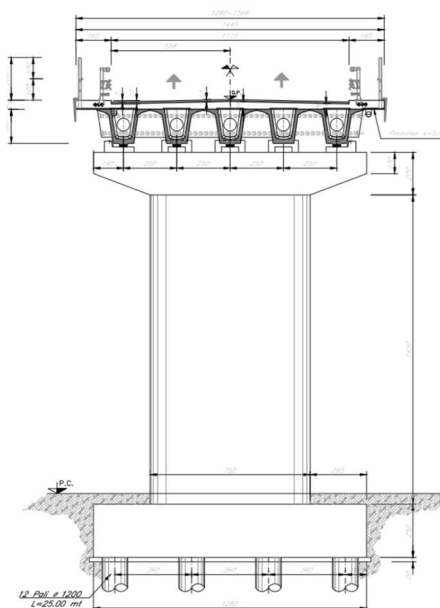
Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 26	RH	NV0000 001	D	77 di 132



Sezione longitudinale nuovo cavalcaferrovia S.P.93

Le luci scelte per l'impalcato e la scansione planimetrica realizzata permettono di porsi al di fuori della fascia dei 5.0m di distanza tra binario e sottostruttura: ciò ha permesso di realizzare un'unica tipologia di pile, evitando quindi la realizzazione, a ridosso della ferrovia, di opere di protezione delle stesse. Le pile hanno forma pseudo rettangolare piena di dimensione 7.50x2.40m con pulvino rettangolare 12.80x3.20m e di spessore variabile che rastrema verso la pila. La loro altezza è variabile da un minimo di 6.60m ad un massimo di 16.60m. Le pile si basano su plinti prismatici a base rettangolare di dimensioni 9.20x12.80m e altezza 2.5 m, fondati su 12 pali di grande diametro ϕ 1200.



Sezione tipo dell'impalcato

Anche le spalle sono fondate su pali di diametro 1200 mm. In particolare, la Spalla A è una spalla scatolare ed è fondata su 15 pali, mentre la B è di tipo tradizionale ed è fondata su 12 pali. Per la realizzazione dei plinti delle pile in vicinanza dei binari in esercizio saranno necessarie paratie di pali a protezione degli scavi. In particolare, per le pile P3, P4 e P5 è risultato necessario prevedere una rotazione del plinto ponendolo parallelo al binario in esercizio in modo da allontanare il più possibile le lavorazioni da esso.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IQ01	01 R 26	RH	NV0000 001	D	78 di 132

OPERE PRINCIPALI – VIADOTTI

VI01 PONTE SU VIABILITÀ VIA BAXILIO AL KM 55+542.15

Il ponte si colloca alla pk 55+542.15 ed ha una luce netta tra i due fusti spalla di circa 10m. Longitudinalmente l'opera sviluppa circa 27.5m.

L'attuale ponte risulta realizzato da una successione di 3 impalcati a travi incorporate giuntati tra loro, sull'opera sono collocati 4 binari esistenti, e la porzione lato Nord dell'impalcato risulta attualmente libera dai binari. Geometricamente l'impalcato ha una larghezza tale da poter ospitare la posizione dei nuovi binari previsti nel progetto, in totale sei binari : i

B.P. e B.D delle linee Milano e Piacenza e i binari del futuro sviluppo infrastrutturale.

Lo stato di conservazione delle strutture esistenti, sia gli impalcati che le sottostrutture, quest'ultime in mattoni pieni conpulsivo in c.a., è tale da ritenere il ponte idoneo dal punto di vista strutturale ad accogliere 6 binari. Considerato lo stato manutentivo dell'opera si è ritenuto necessario prevedere alcuni interventi di manutenzione straordinaria per risanare l'opera interessata da fenomeni di infiltrazione di acqua.

Nella successiva fase di progettazione andranno comunque indagate più approfonditamente le varie componenti dell'opera. Le lavorazioni ipotizzate in questa fase sono di seguito riassunte:

- 1) Lavaggio sgrassante delle murature;
- 2) Scarnitura dei giunti di malta fra mattone e mattone;
- 3) Sostituzione dei mattoni pieni ammalorati secondo il metodo "cuci e scuci FS";
- 4) Ripristino 100% dei giunti di malta con malta cementizia;
- 5) Ripristino del copriferro del cordolo sommitale delle spalle a vista;
- 6) Scavo zona sommitale tergo spalle;
- 7) Ricostruzione muretto paraghiaia spalle;
- 8) Impermeabilizzazione muretto paraghiaia spalle ricostruito e ripristino impermeabilizzazione impalcato;
- 9) Rinterro con misto cementato zona tergo spalle;
- 10) Lavaggio sgrassante dell'intradosso delle travi dell'impalcato a travi incorporate;
- 11) Spazzolatura accurata (manuale o meccanica con impiego di smerigliatrici, spazzole rotanti e molatrici) di superfici in avanzato grado di arrugginimento o rimozione di scaglie di laminazione facilmente asportabili;
- 12) Verniciatura con ciclo omologato FS per strutture in acciaio esistenti.

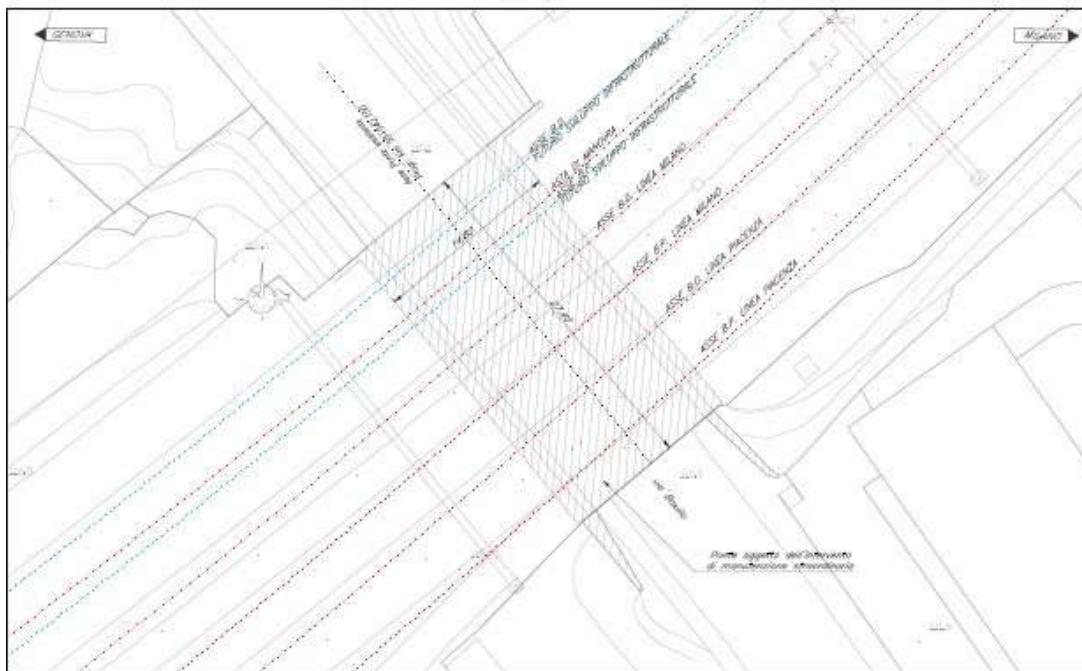


FOTO PROSPETTO VALLE



FOTO PROSPETTO MONTE

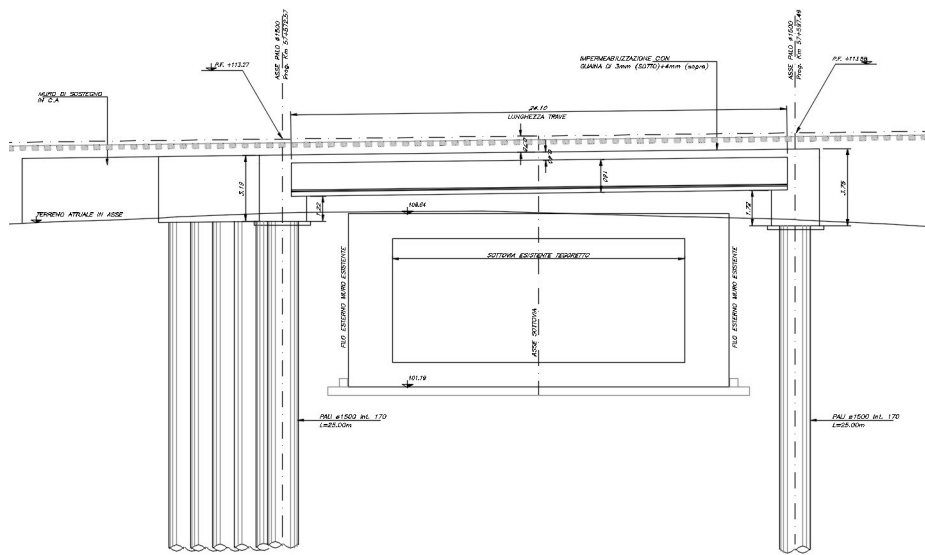


VI02 PONTE SU STRADA TEGORETTO DAL KM 57+574.19 AL KM 57+599.09

Il viadotto è posto tra le progressive p.k 57+572.57 e p.k. 57+597.49 ed ha uno sviluppo in lunghezza di circa 27.20m misurata in asse binario. Il ponte in esame nasce come opera di protezione del sottovia esistente. L'altimetria dei binari di scavalco, necessaria al raggiungimento dei franchi necessari in corrispondenza della GA01 e tenendo conto dei limiti di pendenza ferroviaria, comporterebbe un ricoprimento sull'attuale sottovia di circa 3m. Per non gravare la struttura esistente di questa maggiorazione di sovraccarico si è previsto di realizzare una paratia di pali sia a destra che a sinistra del sottovia esistente, predisporre delle travi prefabbricate in c.a. che vanno ad appoggiare sul cordolo di testa pali e solidarizzare infine il tutto (soletta, cordoli e travi in c.a.) in modo da dar vita ad una struttura intelaiata idonea. Tutto ciò permette di salvaguardare l'opera esistente e di non avere interferenze con la sottostante viabilità che pertanto rimane in esercizio per tutta la durata dei lavori. Entrambe le paratie sono costituite da pali di grande diametro $\phi 1500$, posti ad interasse di 1.70m per un totale di 11 pali per allineamento. La trave di coronamento presenta una larghezza di 180cm ed uno spessore variabile in funzione della pendenza longitudinale della linea ferroviaria.

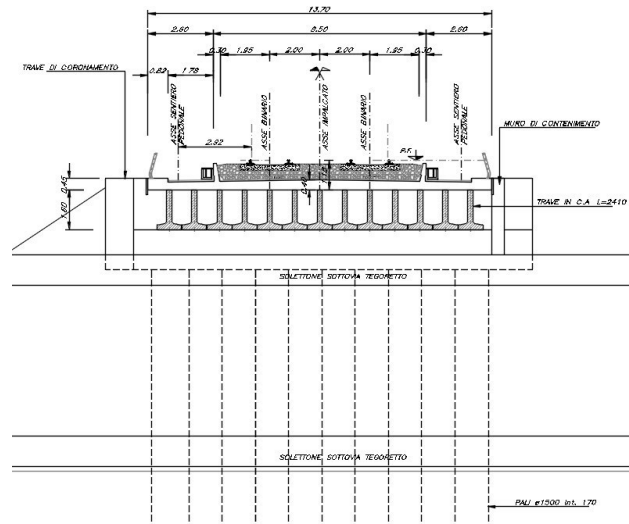
 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0000 001	REV. D

L'impalcato vede invece 13 travi in c.a. ad interasse di 100cm con l'ala inferiore a contatto: le travi, di forma a T, hanno una altezza di 1.60m e hanno una lunghezza di 24.10m. Sopra alle travi viene gettata la soletta, di spessore massimo in mezzeriapari a 40cm, con funzione anche di solidarizzazione ai cordoli delle paratie laterali. La larghezza complessiva dell'impalcato risulta pari a 13.70 m su cui poggiano 2 binari posti ad interasse pari a 4 m.




Stralcio prospettico del viadotto

Il binario ha un andamento planimetrico completamente in rettilo. Per la realizzazione del viadotto non risultano necessarie delle opere di sostegno provvisorie a protezione della linea storica, che rimane in esercizio durante le fasi costruttive, in quanto le distanze sono tali da poter effettuare scavi a cielo aperto.



Sezione tipo su Spalla A

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0000 001	REV. D

VI03 VIADOTTO DI APPROCCIO ALLA GA01 LATO TORTONA DAL KM 57+754.75 AL KM 58+152.55

Il viadotto rappresenta l'opera di approccio alla galleria artificiale GA01, galleria di scavalco resasi necessaria per sovrappassare i binari pari e dispari della nuova linea Milano. Il viadotto è posto tra le progressive pk 57+754.75 e pk.58+152.55 si sviluppa per circa 398m ed è composta da 16 campate in cap di luce in asse giunti pari a 25m.

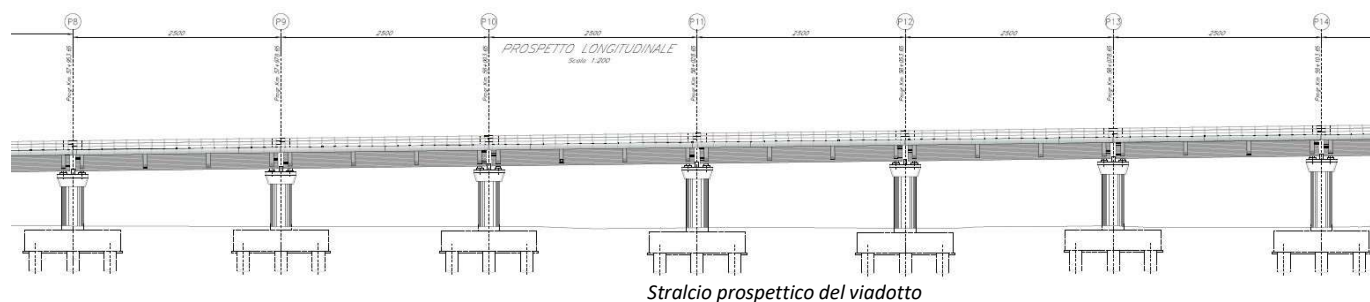
L'impalcato è costituito da 4 travi in C.A.P. a cassoncino prefabbricate (precompressione a fili aderenti) ad interasse di 2.48me solidarizzate da 4 traversi (2 sull'asse-appoggi e 2 in campata) prefabbricati insieme alle travi e da una soletta superiore in

c.a. gettata in opera con una larghezza complessiva pari a 13.70 m su cui poggiano 2 binari posti ad interasse pari a 4 m.

La spalla A è realizzata in c.a. gettato in opera. La spalla B risulta essere costituita dalla GA01 stessa. Le pile sono cave con forma pseudo rettangolare con dimensioni pari a 2.60x8.60m. Sopra le pile è presente un pulvino di forma rettangolare 3.70x10.10m che si raccorda con forma tronco conica alla sottostante pila.

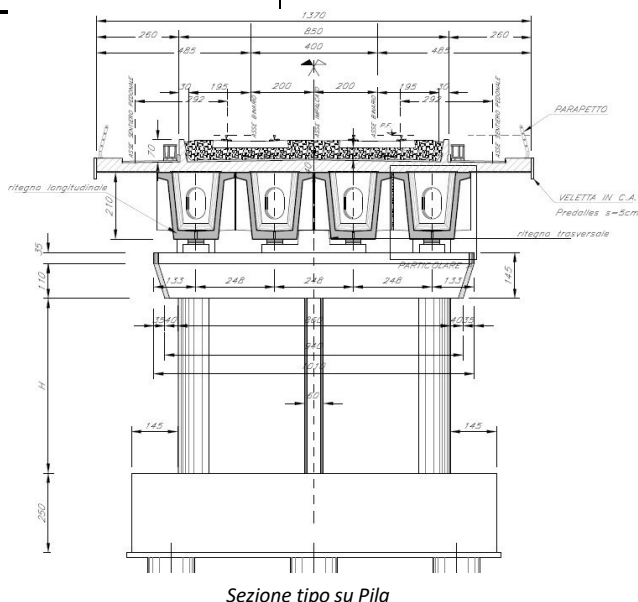
Le pile hanno una altezza variabile da un minimo di 4.90m ad un massimo di 8.80m in corrispondenza dell'ultima pila latoGA01.

Le fondazioni di spalle e pile del *Viadotto VI03*, sono previste su pali in c.a. di grande diametro $\phi 1500$.



Il binario sopraelevato ha un andamento planimetrico per la maggior parte in curvatura costante con raggio pari a $R=1680$ m ad esclusione delle prime due campate dove si ha una clotoide di raccordo.

Per la realizzazione dell'intero viadotto non risultano necessarie delle opere di sostegno provvisoriale a protezione della lineastorica, che rimane in esercizio durante le fasi costruttive del viadotto, in quanto le distanze sono tali da poter effettuare scavi a cielo aperto.



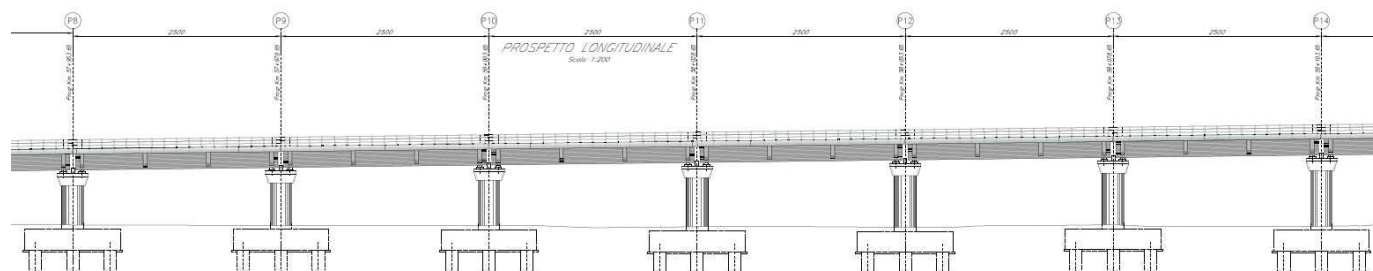
VI04 VIADOTTO DI APPROCCIO ALLA GA01 LATO VOGHERA DAL KM 58+321.16 AL KM 58+944.42

Il viadotto rappresenta l'opera di accesso alla galleria artificiale GA01, galleria di scavalco resasi necessaria per sovrappassare i binari del quadruplicamento della linea Tortona Voghera. Il viadotto è posto tra le progressive pk 58+321.16 e pk58+944.42 ha uno sviluppo longitudinale di circa 623m ed è composta da 25 campate in cap di luce asse giunti pari a 25m.


L'impalcato è costituito da 4 travi in C.A.P. a cassoncino prefabbricate (precompressione a fili aderenti) interassate a 2.48m esolidarizzate da 4 traversi (2 sull'asse-appoggi e 2 in campata) prefabbricati insieme alle travi e da una soletta superiore in c.a. gettata in opera con una larghezza complessiva pari a 13.70 m su cui poggiano 2 binari posti ad interasse pari a 4 m.

La spalla B è realizzata in c.a. gettata in opera. La spalla A risulta essere costituita dalla GA01 stessa. Le pile sono cave conforma pseudo rettangolare con dimensioni pari a 2.60x8.60m. Sopra le pile è presente un pulvino di forma rettangolare 3.70x10.10m che si raccorda con forma tronco conica alla sottostante pila.

Le pile hanno una altezza variabile da un minimo di 4.90m ad un massimo di 9.30m in corrispondenza della prima pila lato GA01. Le fondazioni di spalle e pile del Viadotto VI03, sono previste su pali in c.a. di grande diametro $\phi 1500$.



Stralcio prospettico del viadotto

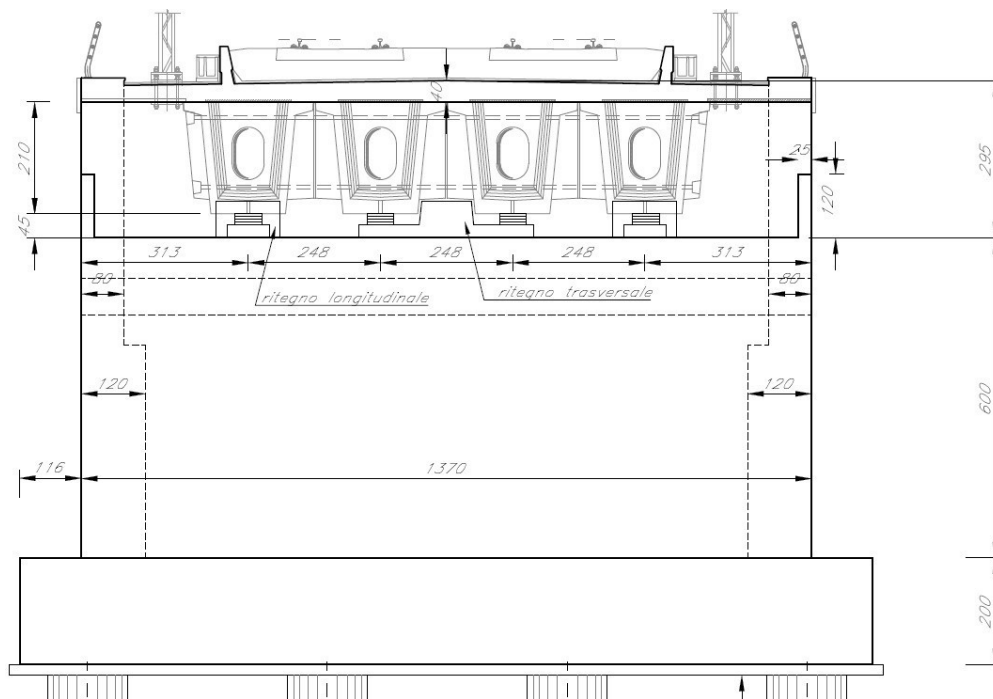
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IQ01	01 R 26	RH	NV0000 001	D	83 di 132

Il binario sopraelevato ha un andamento planimetrico per la maggior parte in rettilo ad esclusione delle prime quattro campate e della campata 18 dove si hanno due clotoidi di raccordo e delle ultime 6 campate dove si ha un raggio di curvaturacostante pari a 2500m.

Tra la pila 17 e la pila 18 il viadotto scavalca la sottostante strada di via Marcazolo.

Sempre in corrispondenza delle pile 17 e 18 in affiancamento al VI04 viene realizzato un altro viadotto (VI06) a singola campata, sempre di scavalco alla sottostante strada di via Marcazolo.

Per la realizzazione dell'intero viadotto risultano necessarie delle opere di sostegno provvisorie a protezione della linea storica, che rimane in esercizio durante le fasi costruttive del viadotto, in quanto le distanze e la profondità degli scavi non sono tali da poter effettuare scavi a cielo aperto.



Sezione tipo su Spalla A

VI05 PONTE SU STRADA MARCAZOLO DAL KM 58+748.97 AL KM 58+766.97

Il nuove ponte, a singola campata, sottende i binari del quadruplicamento tra le progressive p.k 58+748.97 e p.k. 58+766.97(asse appoggio). La luce netta tra i due fusti delle spalle risulta pari a 17.2m.

Il viadotto in esame risulta necessario per lo scavalco della rampa di accesso all'attuale sottovia presente: le due spalle risultano in affiancamento alle pile P17 e P18 del viadotto di approccio VI04 che scavalcano invece il sottovia stesso. Cosìoperando la viabilità rimane sempre in esercizio durante le fasi costruttive.

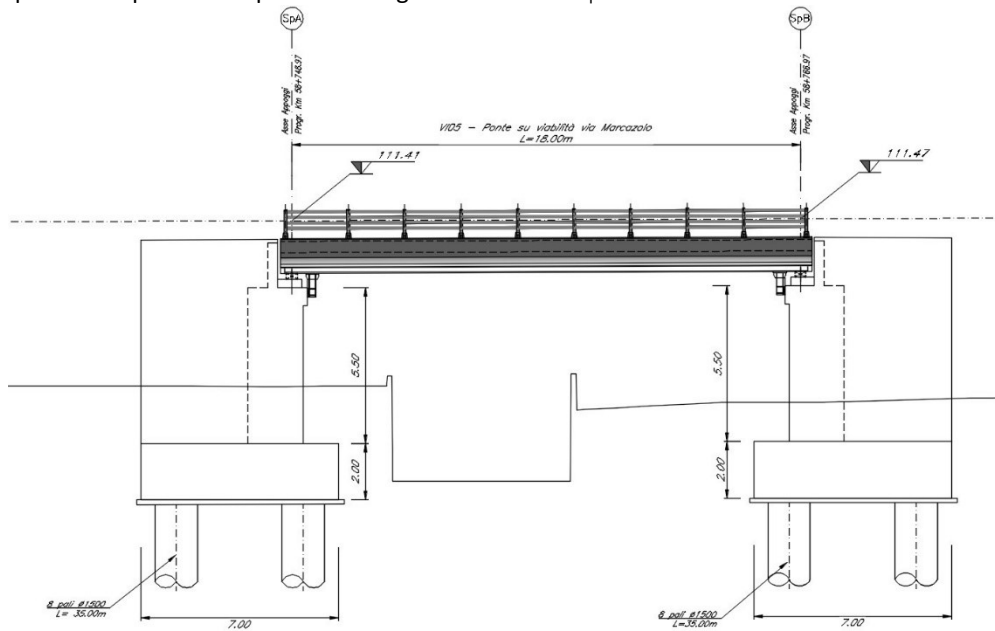
L'impalcato è costituito da un solettone a travi incorporate costituito da profilati HEB900 ad interasse di 42cm, per un totaledi 23 travi presenti, inglobate in un getto di calcestruzzo armato.

Il pacchetto strutturale considerato tra piano ferro ed intradosso solettone è pari a 185cm. La larghezza complessiva

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0000 001	REV. D

dell'impalcato è pari a 13.70 m ed i binari sono posti ad interasse pari a 4 m.

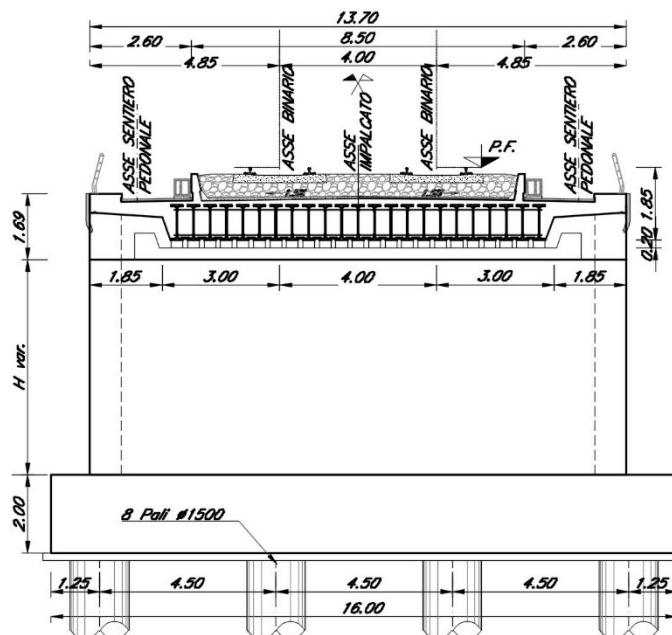
Entrambi le spalle sono realizzate in c.a. gettato in opera. Il fusto presenta un'altezza di 5.50m. le fondazioni delle spalle sono previste su pali in c.a. di grande diametro $\phi 1500$.




stralcio prospettico del viadotto

Il binario ha un andamento planimetrico totalmente in clotoide. Longitudinalmente il piano ferro risulta leggermente in pendenza.

Per la realizzazione del ponte non risultano necessarie opere di sostegno provvisorie a protezione della linea storica, che rimane in esercizio durante le fasi costruttive del viadotto, in quanto le distanze e l'entità degli scavi sono tali da poter effettuare scavi a cielo aperto per la realizzazione del plinto di fondazione delle spalle.



Sezione tipo su Spalla A

	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IQ01	01 R 26	RH	NV0000 001	D	85 di 132

VI06 PONTE SUL TORRENTE GRUE DAL KM 59+110.22 AL KM 59+143.22

Il nuovo ponte composto da 2 impalcati affiancati identici, a singola campata, sottende i binari sia della linea per Milano (VI06A) che i due binari di scavalco e di futuro sviluppo infrastrutturale (VI06B), si colloca tra le progressive pk 59+110.22 e

pk 59+143.22 (asse appoggio) della linea Milano. Ciascun impalcato poggia direttamente sulle spalle e la luce netta tra i due fusti delle spalle risulta pari a 30.8m.

Per esigenze di contenimento della sede ferroviaria e di occupazione di suolo è risultato necessario prevedere la deviazione del torrente Grue in modo che la linea ferroviaria in progetto lo incroci in maniera pressochè ortogonale.

La collocazione dei binari comporta la demolizione del ponte stradale esistente in affiancamento alla linea storica poiché l'accessibilità ad oggi in essere risulterebbe interclusa tra i vari binari ed inoltre la sua posizione risulterebbe interferente con la realizzazione dei nuovi impalcati. Per la demolizione è prevista la realizzazione di una paratia di pali a sostegno della linea storica.

I nuovi impalcati sono previsti con struttura mista acciaio calcestruzzo. Le travi portanti in acciaio sono sei, di altezza pari a 1.60m e interasse a 1.70m. La luce in asse appoggi del viadotto risulta essere pari a 33m. Il pacchetto strutturale considerato tra piano ferro ed intradosso impalcato è pari a 281cm. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 13.70 m ed i binari sono posti ad interasse pari a 4 m. Entrambe le spalle sono realizzate in c.a. gettato in opera. Tra il fusto delle spalle ed il piede del nuovo argine del torrente, da entrambi i lati, è previsto un passaggio di larghezza pari a 2.50m.

Per la realizzazione della spalla B risulta necessario il ritombamento dell'attuale sede del torrente, tale ritombamento andrà realizzato, nella zona interessata dalle spalle, con materiale da rilevato opportunamente compattato.

Il binario ha un andamento planimetrico totalmente in clotoide per l'impalcato a sostegno dei binari della linea Milano e in rettilineo per i binari di scavalco e di futuro sviluppo infrastrutturale. Longitudinalmente il piano ferro risulta leggermente in pendenza con discesa verso Voghera.

Relazione generale

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

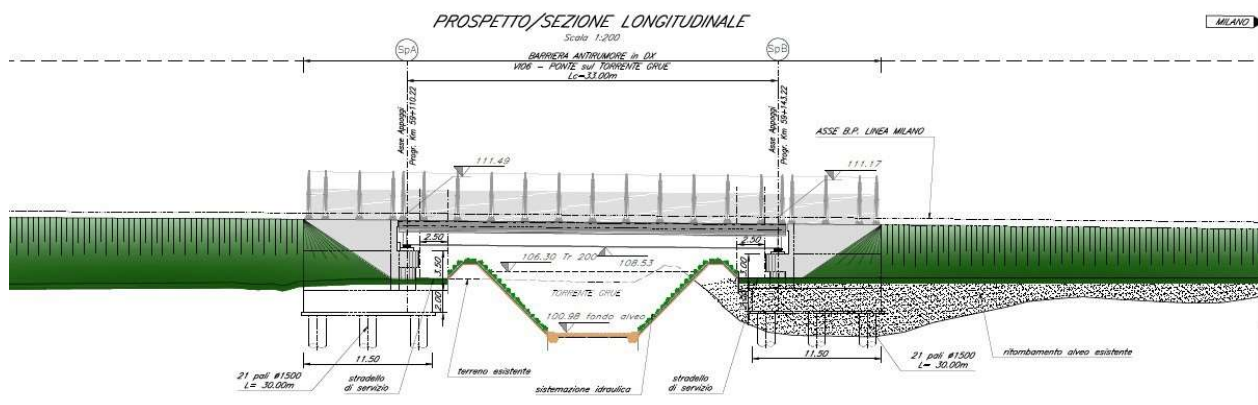
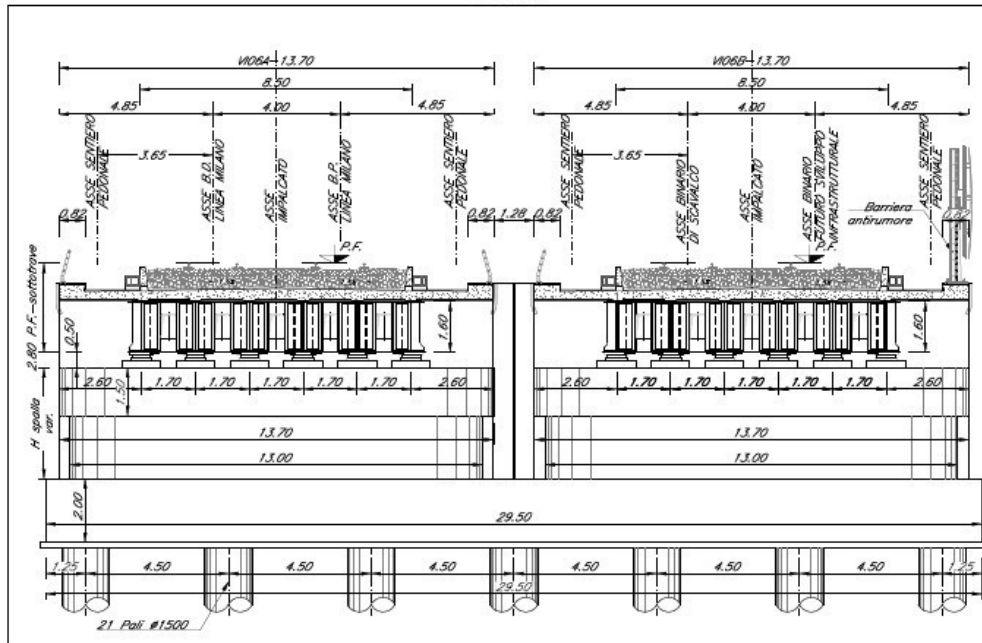
01 R 26

RH

NV0000 001

D

86 di 132




VI07 PONTE SUL TORRENTE CALVENZA DAL KM 60+428.75 AL KM 60+497.00

Il nuovo ponte, a singola campata, che sottende i binari della linea per Milano si colloca tra le progressive p.k 60+428.75 e p.k. 60+497.00 (asse appoggio). La luce netta tra i due fusti delle spalle risulta pari a 66.05m.

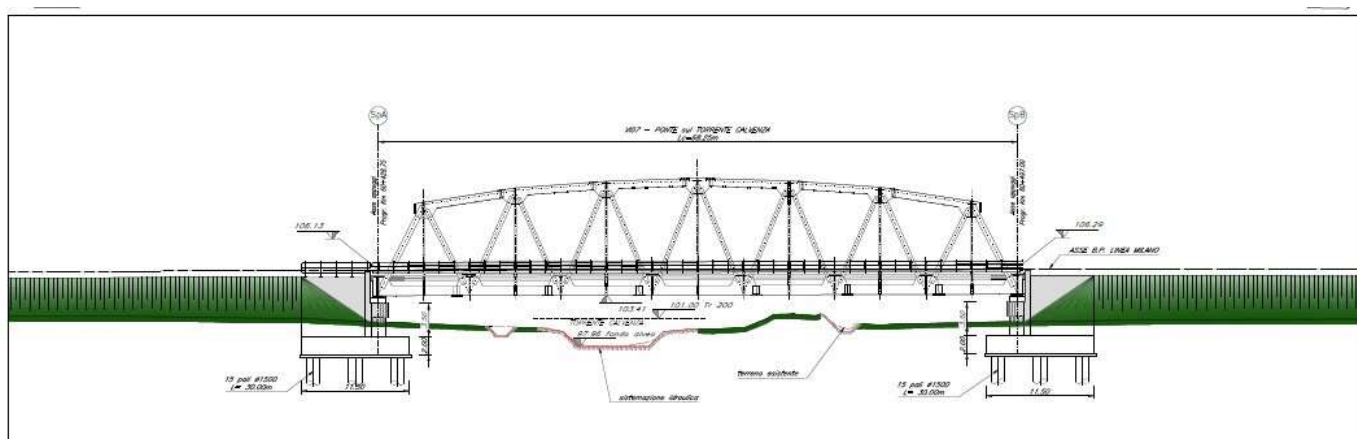
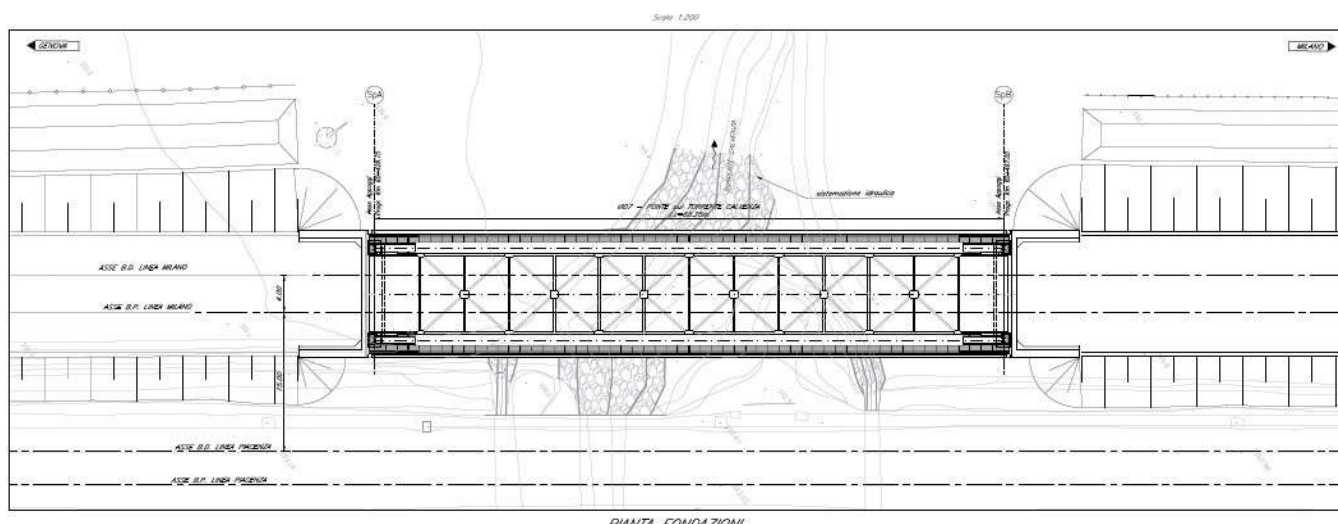
Per esigenze di natura idraulica è risultato necessario prevedere un viadotto di grande luce in modo da non interferire con il torrente sottostante, che nella zona interessata dalla nuova linea ferroviaria, risulta particolarmente in allargamento rispetto alla situazione a monte della stessa.

Il nuovo impalcato è previsto a via inferiore ed a struttura reticolare, con camminamenti esterni. Le travi portanti in acciaio presentano interasse pari a 9.94m. La luce in asse appoggi del viadotto risulta essere pari a 68.25m. Il pacchetto strutturale considerato tra piano ferro ed intradosso impalcato è pari a 280cm. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 13.70m ed i binari sono posti ad interasse pari a 4 m.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IQ01	01 R 26	RH	NV0000 001	D	87 di 132

Entrambe le spalle sono realizzate in c.a. gettato in opera. Il fusto della spalla presenta un'altezza di 3.50m compreso il pulvino leggermente aggettante dal fusto. Le fondazioni delle spalle sono previste su pali in c.a. di grande diametro $\phi 1500$. Il binario ha un andamento planimetrico totalmente in rettilineo. Longitudinalmente il piano ferro risulta leggermente in pendenza con salita verso Voghera.


Per la realizzazione delle spalle risultano necessarie delle opere di sostegno provvisorie a protezione della linea storica, che rimane in esercizio durante le fasi costruttive del viadotto, in quanto le distanze non sono tali da poter effettuare scavi a cielo aperto.



VI08 PONTE SU STRADA PICCAGALLO DAL KM 62+526.40 AL KM 62+450.40

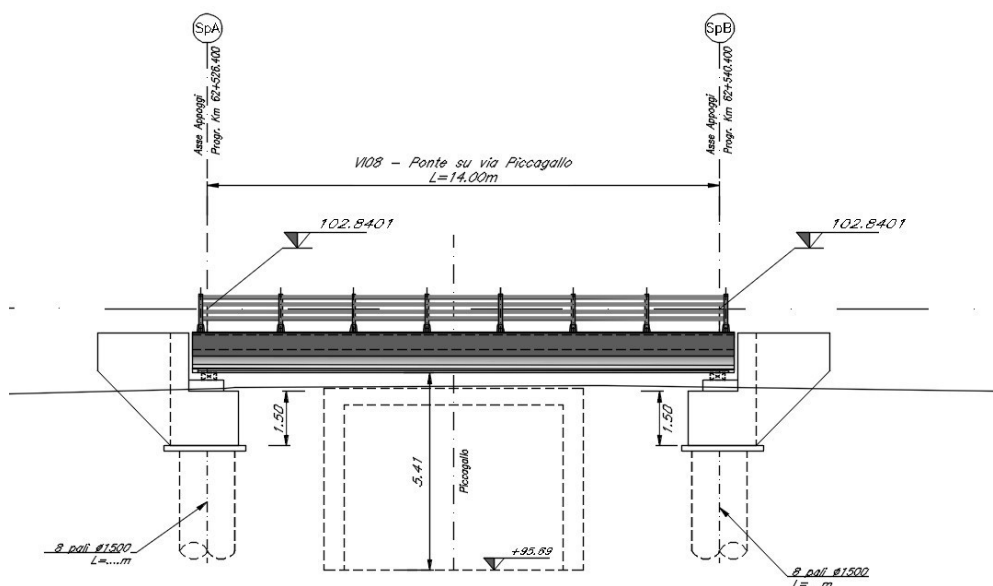
Il nuovo ponte, a singola campata, sottende i binari del quadruplicamento tra le progressive pk 62+526.40 e pk 62+450.40 (asse appoggio). La luce netta in asse appoggi risulta pari a 14.00m.

L'impalcato è costituito da un solettone a travi incorporate costituito da profilati HEA800 ad interasse di 51.3cm, per un totale di 19 travi presenti, inglobate in un getto di calcestruzzo armato. Il pacchetto strutturale considerato tra piano ferro ed intradosso solettone è pari a 174.3cm. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 13.70 m ed i binari sono posti ad interasse pari a 4 m.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0000 001	REV. D

Il ponte in esame nasce come opera di protezione del sottovia esistente. La collocazione dei binari del quadruplicamento interesserebbe infatti un tratto di opera dove non sono presenti i binari, l'altimetria degli stessi inoltre comporterebbe un ricoprimento sull'attuale sottovia di circa 1.5m di terreno, escluso il ballast. Per non gravare la struttura esistente di questa maggiorazione di sovraccarico si prevede di realizzare una paratia di pali sia a destra che a sinistra del sottovia esistente, e predisporre pertanto, vista la luce, un impalcato a travi incorporate. Tutto ciò permette di salvaguardare l'opera esistente ed di non avere interferenze con la sottostante viabilità che pertanto rimane in esercizio per tutta la durata dei lavori.

Entrambe le paratie sono costituite da pali di grande diametro $\phi 1500$, ad interasse di 1.70m per un totale di 8 pali per allineamento. La trave di coronamento presenta una larghezza di 185cm ed uno spessore costante di 150cm.

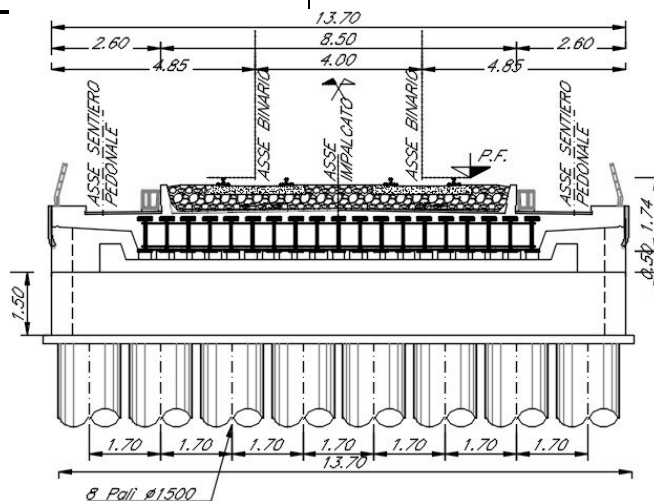


.Stralcio prospettico del viadotto

Il binario ha un andamento planimetrico totalmente in rettilineo.

Per la realizzazione del ponte non risultano necessarie opere di sostegno provvisorie a protezione della linea storica, che rimane in esercizio durante le fasi costruttive del viadotto, in quanto le distanze e l'entità degli scavi sono tali da poter effettuare scavi a cielo aperto per la realizzazione del cordolo di fondazione delle spalle.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0000 001	REV. D



Sezione tipo su Spalla A

VI09 PONTE SUL TORRENTE CURONE DAL KM 64+382.27 AL KM 64+800.52

Il nuovo viadotto, a sei campate, sottende i binari della linea per Milano e si colloca tra le progressive pk 64+382.27 e pk64+800.52 (asse appoggio). Complessivamente l'opera si sviluppa per circa 420m.

Per esigenze di natura idraulica risulta necessario prevedere un viadotto con campate di grande luce in modo da non interferire con l'area di esondazione del torrente, che in corrispondenza dell'ubicazione della nuova linea ferroviaria, interessa la zona tra le 2 spalle. Le fondazioni delle pile e delle spalle saranno protette con massi legati.

Il nuovo impalcato è previsto a via inferiore ed a struttura reticolare, con camminamenti esterni. Le travi portanti in acciaio presentano interasse pari a 10.15m. La luce dell'impalcato in asse appoggi risulta essere pari a 68.25m. Il pacchetto strutturale considerato tra piano ferro ed intradosso impalcato è pari a 280cm. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 13.70 m ed i binari sono posti ad interasse pari a 4 m.

Le pile presentano forma pseudo rettangolare con i due lati corti arrotondati, l'interno delle pile risulta cavo con 2 setti intermedi. Al di sopra della pila aggetta lateralmente di 35cm il pulvino che presenta anche esso forma pseudo rettangolare che ha uno spessore di 150cm. Le pile hanno altezza variabile da un minimo di 4.50 fino ad un massimo, in corrispondenza dell'alveo, di 8.80m. Le due spalle sono realizzate in c.a. gettato in opera. Anche per esse è previsto l'aggetto del pulvino, con lo stesso motivo delle pile precedentemente descritte. L'altezza della spalla A da estradosso fondazione a estradosso pulvino è pari a 4.50m e l'altezza della spalla B è pari a 5.50m.

Le fondazioni delle spalle, così come per le pile, sono previste su pali in c.a. di grande diametro $\phi 1500$.

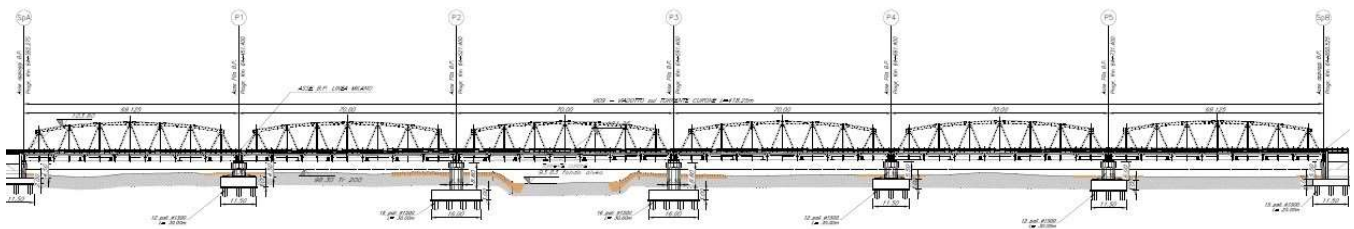
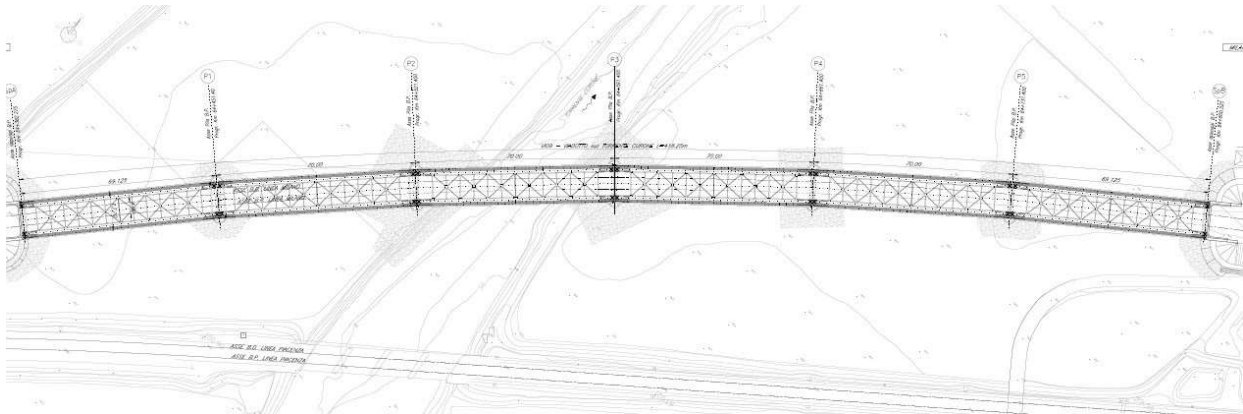
Il binario ha un andamento planimetrico su curva di raggio $R=1700m$. Longitudinalmente il piano ferro risulta leggermente in pendenza con salita verso Voghera.

Per la realizzazione delle pile P2-P3 in corrispondenza dell'alveo risultano necessari dei rilevati provvisori in alveo per la realizzazione dei pali di fondazione. Per il successivo scavo si realizzeranno delle opere di sostegno provvisorie costituite da paratie di pali con jet grouting di intasamento a tergo e tappo di fondo. I pali saranno opportunamente puntellati. Per le spalle, vista la vicinanza delle stesse con la linea storica che rimane in esercizio durante le lavorazioni, sono previste delle paratie di pali a protezione degli scavi.

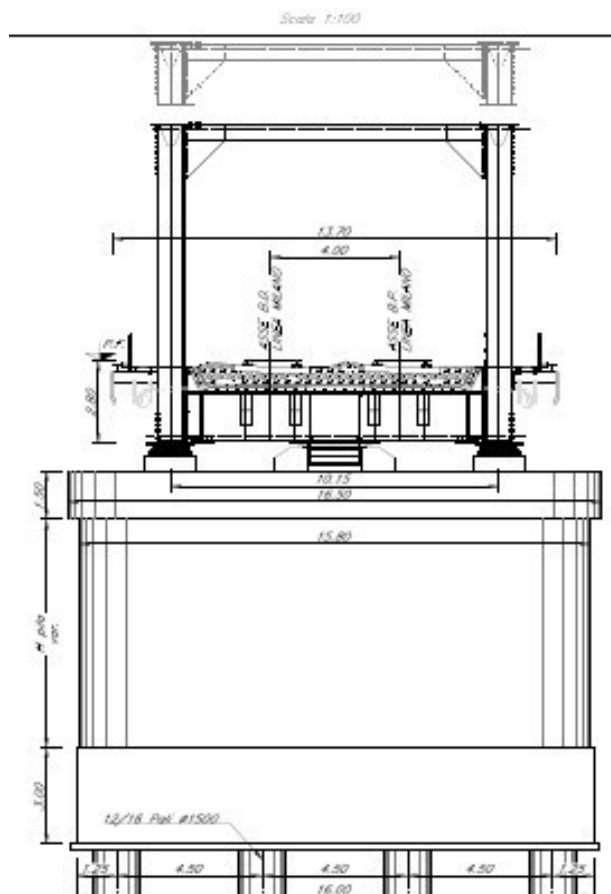
Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 26	RH	NV0000 001	D	90 di 132

Per le altre pile non risultano necessarie opere provvisorie e potranno essere effettuati scavi a cielo aperto.



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0000 001	REV. D



VI10 PONTE SUL TORRENTE LIMBIONE DAL KM 65+525.80 AL KM 65+543.80

Il nuovo ponte, a singola campata, sottende i binari del quadruplicamento tra le progressive pk 65+525.80 e pk 65+543.80(asse appoggio). La luce netta tra i due fusti delle spalle risulta pari a 17.2m.

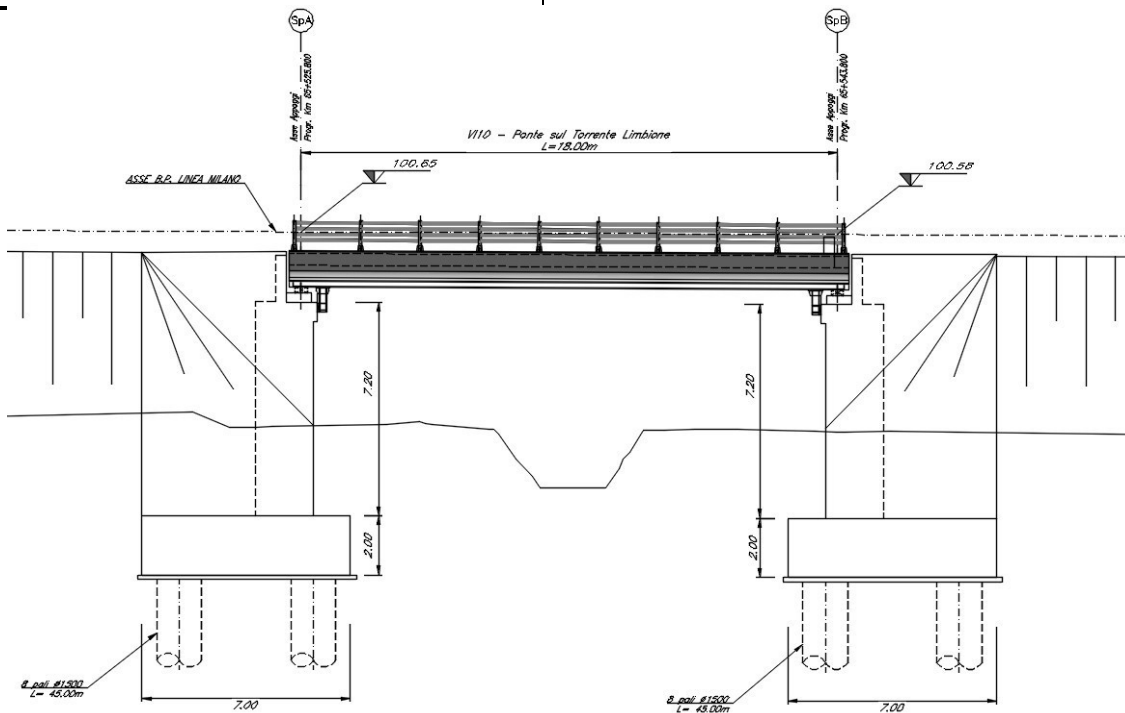
L'impalcato è costituito da un solettone a travi incorporate costituito da profilati HEB900 ad interasse di 42cm, per un totale di 23 travi presenti, inglobate in un getto di calcestruzzo armato. Il pacchetto strutturale considerato tra piano ferro ed intradosso solettone è pari a 185cm. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 13.70 m ed i binari sono posti ad interasse pari a 4 m.

Entrambe le spalle sono realizzate in c.a. gettato in opera. Il fusto presenta un'altezza di 7.20m. Le fondazioni delle spalle sono previste su pali in c.a. di grande diametro $\phi 1500$.

Il binario ha un andamento planimetrico totalmente in rettilineo.


Relazione generale

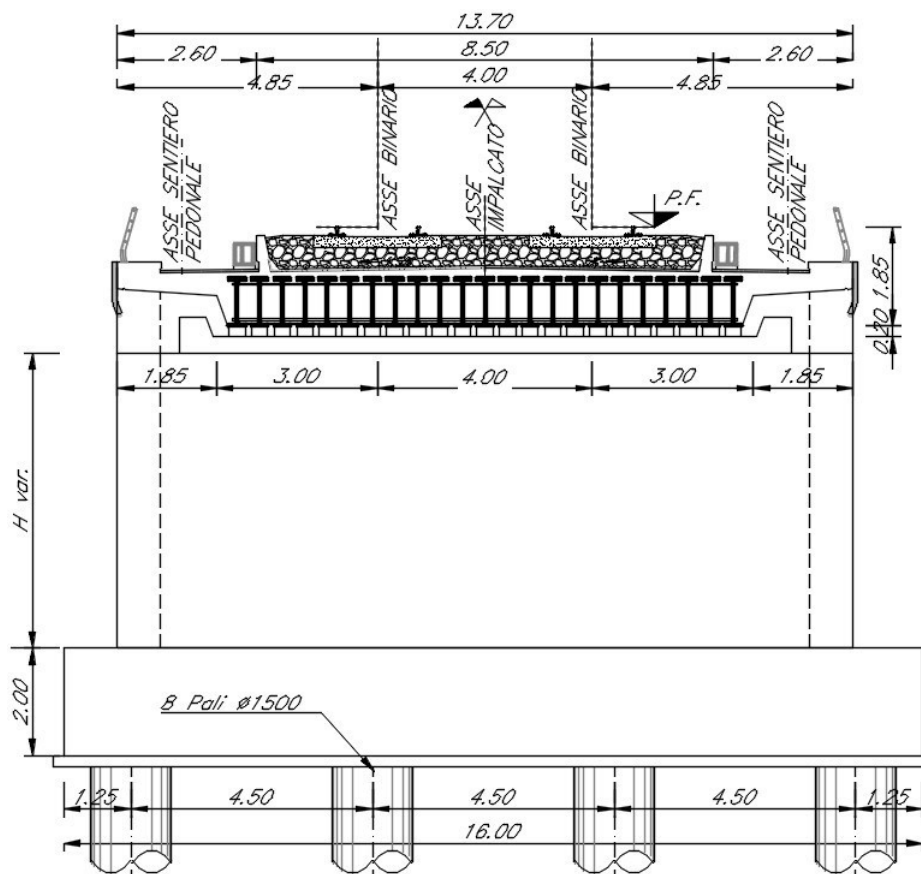
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 26	RH	NV0000 001	D	92 di 132



Stralcio prospettico del viadotto

Per la realizzazione del ponte risultano necessarie delle opere di sostegno provvisorie a protezione della linea storica, che rimane in esercizio durante le fasi costruttive del viadotto, in quanto le distanze non sono tali da poter effettuare scavi a cieloaperto.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0000 001	REV. D



Sezione tipo su Spalla A

VI11 PONTE SU STRADA BAGNOLO DAL KM 65+685.00 AL KM 65+699.00

Il nuovo ponte, a singola campata, sottende i binari del quadruplicamento tra le progressive pk 65+685.00 e pk 65+699.00 (asse appoggio). La luce netta tra i due fusti delle spalle risulta pari a 13.22m.

L'impalcato è costituito da un solettone a travi incorporate costituito da profilati HEA800 ad interasse di 51.3cm, per un totale di 19 travi presenti, inglobate in un getto di calcestruzzo armato. Il pacchetto strutturale considerato tra piano ferro ed intradosso solettone è pari a 174.3cm. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 13.70 m ed i binari sono posti ad interasse pari a 4 m.

Entrambe le spalle sono realizzate in c.a. gettato in opera. Il fusto presenta un'altezza di 5.50m. La soluzione adottata permette di mantenere la sottostante strada Bagnolo sempre in esercizio.

Le fondazioni delle spalle sono previste su pali in c.a. di grande diametro $\phi 1500$.

Relazione generale

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

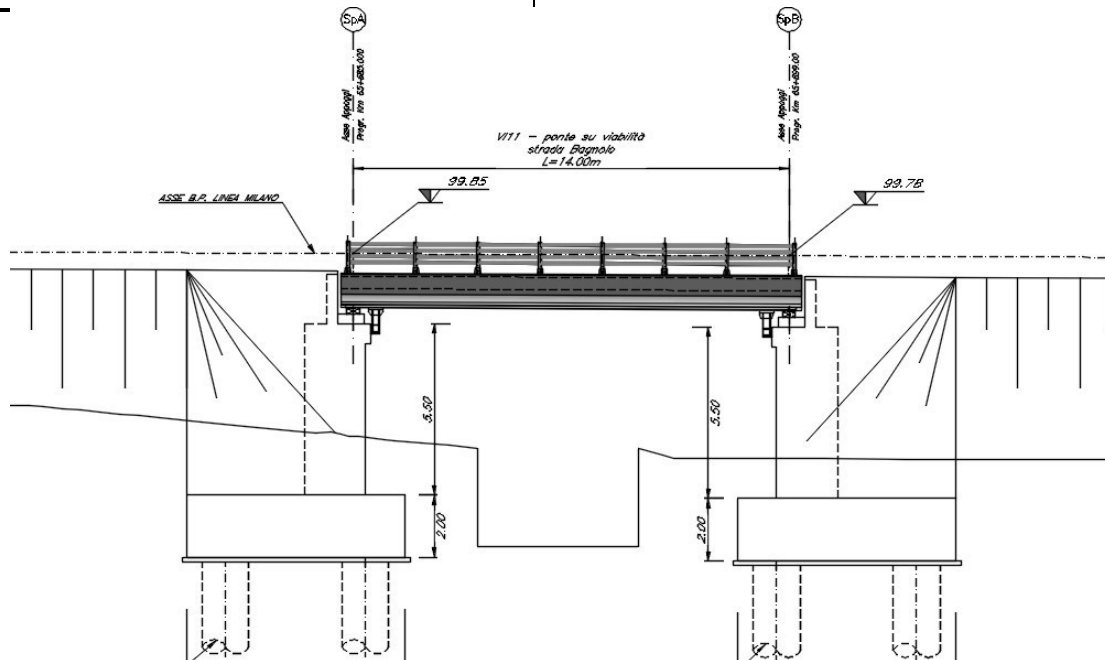
01 R 26

RH

NV0000 001

D

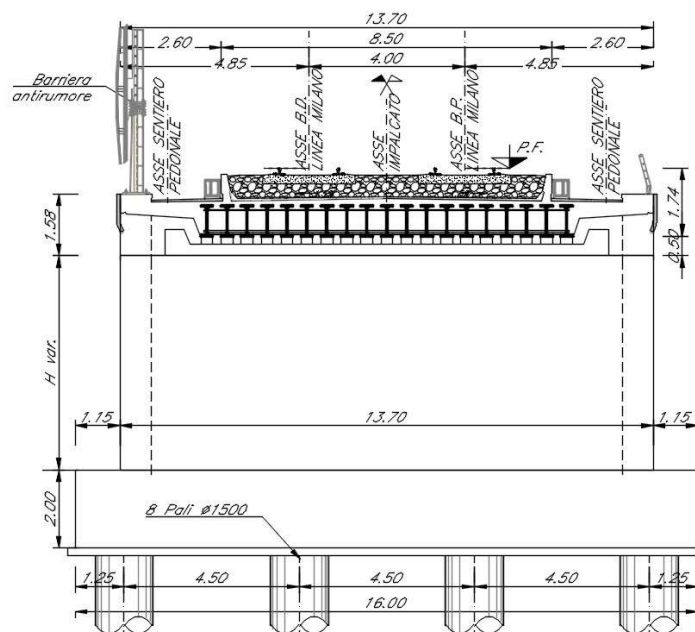
94 di 132




Stralcio prospettico del viadotto

Il binario ha un andamento planimetrico totalmente in clotoide.

Per la realizzazione del ponte risultano necessarie delle opere di sostegno provvisorie a protezione della linea storica, che rimane in esercizio durante le fasi costruttive del viadotto, in quanto le distanze non sono tali da poter effettuare scavi a cieloaperto per la realizzazione del plinto di fondazione delle spalle.



Sezione tipo su Spalla A

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0000 001	REV. D

VI12 PONTE SU VIA CIGNOLI DAL KM 35+893.52 AL KM 35+911.02

Il nuovo ponte, a singola campata, sottende i binari della linea Piacenza riposizionati tra le progressive pk 35+893.52 e pk35+911.02 (asse appoggi). La luce netta asse appoggi risulta pari a 17.50m. L'attraversamento è obliquo, con angolo di obliquità α di circa 24°.

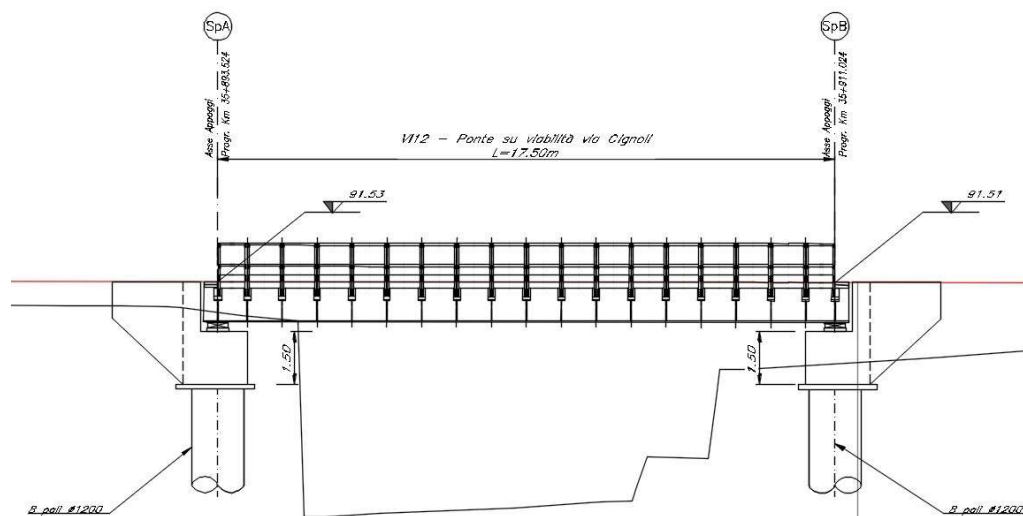
Il nuovo impalcato, uno per ciascun binario, è del tipo a cassone in acciaio con rivestimento interno in c.a. ed appartiene alla categoria degli impalcati a cassone a via inferiore con armamento su ballast. La struttura del cassone è costituita da una vasca in acciaio, formata da una lamiera di fondo di larghezza pari a 3600 mm, alla quale vengono saldate due anime inclinate, e superiormente due piattabande per lato. Su un lato di ciascun impalcato è presente una mensola a sbalzo con la finalità di sorreggere un camminamento laterale di servizio, di larghezza pari a circa 1.5 m. L'interno della vasca è irrigidito dalla presenza di costole in acciaio saldate alla lamiera e da un getto di rivestimento in ca che ingloba i traversi stessi. Il getto è poi protetto da una impermeabilizzazione poliuretanicca ed un conglomerato bituminoso, di spessore minimo di 50 mm.

Il pacchetto complessivo considerato tra piano ferro ed intradosso piastra di base è pari a 114.0cm. La larghezza complessiva dei due impalcati affiancati è pari a 10.14 m ed i binari sono posti ad interasse pari a 4 m.

Il ponte in esame copre la rampa che fuoriesce dal sottovia esistente. Così operando la viabilità rimane sempre in esercizio durante le fasi costruttive

Per lo smaltimento delle acque verrà sfruttato l'impianto di sollevamento esistente.

Entrambe le spalle sono costituite da pali di grande diametro $\phi 1200$, interassati a 1.70m per un totale di 6 pali per allineamento. La trave di coronamento presenta una larghezza di 185cm ed uno spessore costante di 150cm.



Stralcio prospettico del viadotto

Il binario ha un andamento planimetrico totalmente in rettilifilo.

Per la realizzazione del ponte non risultano necessarie opere di sostegno provvisorie.

Relazione generale

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

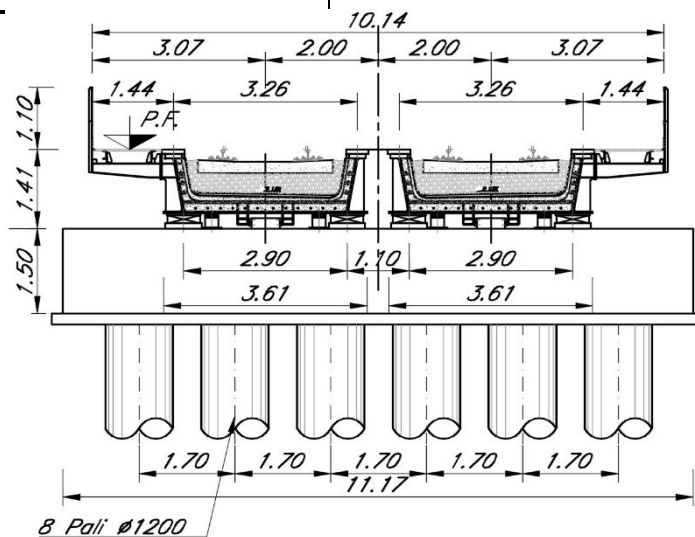
01 R 26

RH

NV0000 001

D

96 di 132



VI13 PONTE SU VIABILITÀ VIA LOMELLINA - CORSO XXVII MARZO DAL KM 69+791.32

Il ponte esistente è situato alla pk 69+791 ed ha una luce netta tra i due fusti spalla di circa 10.5m. Longitudinalmente l'operasviluppa circa 45.5m.

L'attuale ponte risulta realizzato da una successione trasversale di 2 tipologie strutturali differenti. Lato Nord, per circa 10.5m, è presente un impalcato a travi incorporate con spalle in muratura di mattoni e pulvino in ca. Lato Sud invece è presente, per circa 33.0m, una struttura ad arco costituita da una successione di conci in c.a. Attualmente sull'opera sono collocati 3 binari, ovvero i 2 binari della storica e l'asta di manovra per l'accesso OGR. I primi 2 interessano la struttura ad arco mentre l'asta di manovra è collocata sull'impalcato a travi incorporate. La posizione dei nuovi binari, in numero di quattro (i B.P. e B.D delle linee Milano e Piacenza) saranno tutti collocati sulla struttura ad arco. L'asta di manovra, non essendo interessata dal presente progetto, rimane nella posizione attuale.

Lo stato di conservazione delle strutture in elevazione, ovvero sia gli impalcati che le sottostrutture, è ritenuto soddisfacente e pertanto sono stati previsti interventi di manutenzione straordinaria per risanare le carenze rilevate, principalmente legate alla percolazione di acqua.

Nella successiva fase di progettazione andranno comunque indagate più approfonditamente le varie componenti

dell'opera. Le lavorazioni ipotizzate in questa fase sono di seguito riassunte:

- 1) pulitura completa del fornice: pareti, arco e impalcato a travi incorporate;
- 2) iniezione di resina epossidica tipo R3 e/o R4 lungo le fessure;
- 3) ripristino con resine tipo R3 e/o R4 per la sigillatura delle fessure superficiali su strutture in calcestruzzo;
- 4) ripristino esterno delle arcate e dei timpani danneggiati;
- 5) verniciatura completa interno fornice (comprese spalle travi incorporate);
- 6) svuotamento estradosso arco e impalcato a travi incorporate;
- 7) impermeabilizzazione estradosso arco e ripristino impermeabilizzazione impalcato;
- 8) riempimento arco con cls alleggerito;
- 9) lavaggio sgrassante dell'intradosso delle travi dell'impalcato a travi incorporate;
- 10) spazzolatura accurata (manuale o meccanica con impiego di smerigliatrici, spazzole rotanti e molatrici) di superfici

inavanzato grado di arrugginimento o rimozione di scaglie di laminazione facilmente asportabili;

11) verniciatura con ciclo omologato FS per strutture in acciaio esistenti.

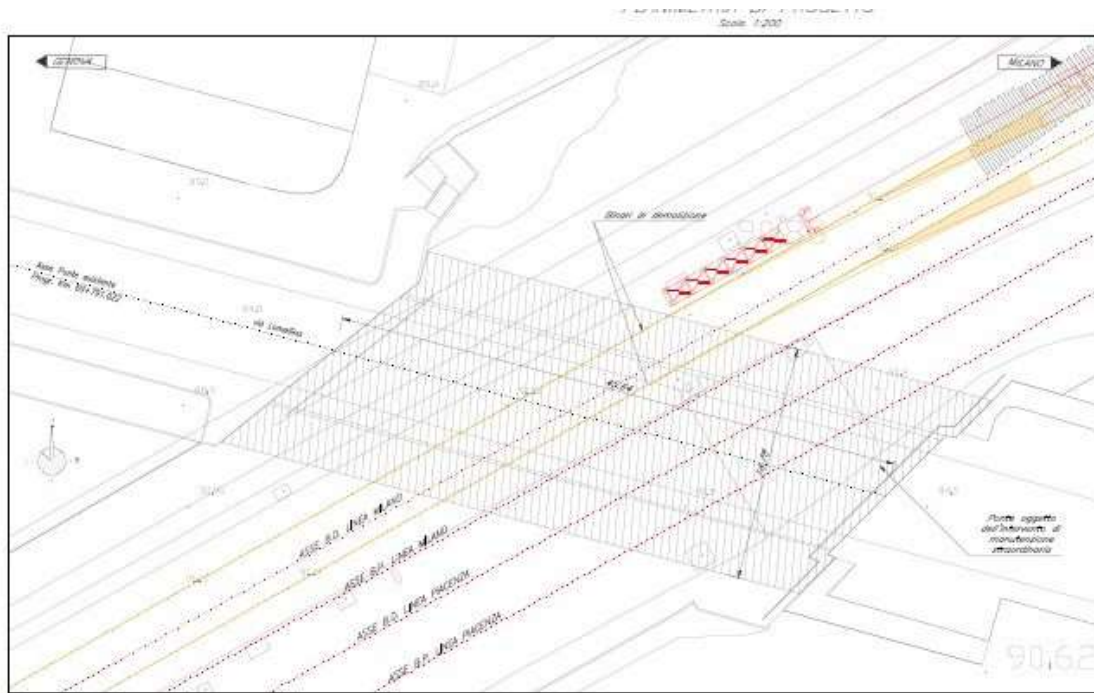


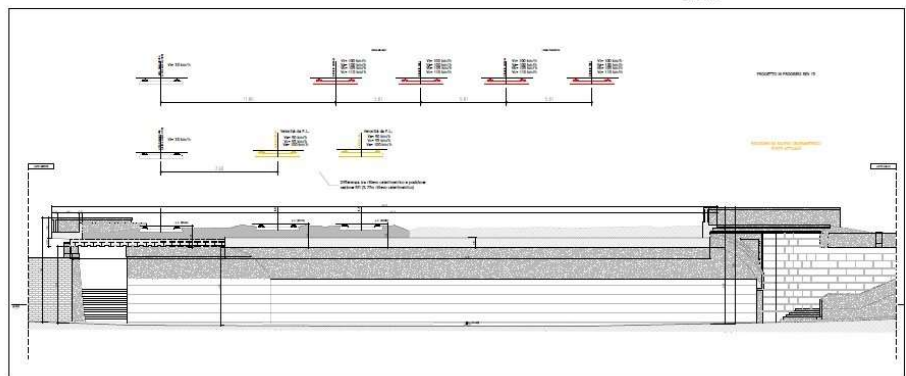
FOTO PROSPETTO VALLE



FOTO PROSPETTO MONTE



SEZIONE LONGITUDINALE POST OPERAM
Scala 1:100



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IQ01	01 R 26	RH	NV0000 001	D	98 di 132

OPERE PRINCIPALI – GALLERIE

GA01 GALLERIA ARTIFICIALE DI SCAVALCO DAL KM 58+152.55 AL KM 58+321.16

I binari della galleria artificiale GA01, identificati come binario di scavalco e binario di futuro sviluppo infrastrutturale, sovrappassano i nuovi binari della linea per Milano tra la pk 58+152.55 e pk 58+321.16 (asse giunti - pk relative ai binari discavalco).

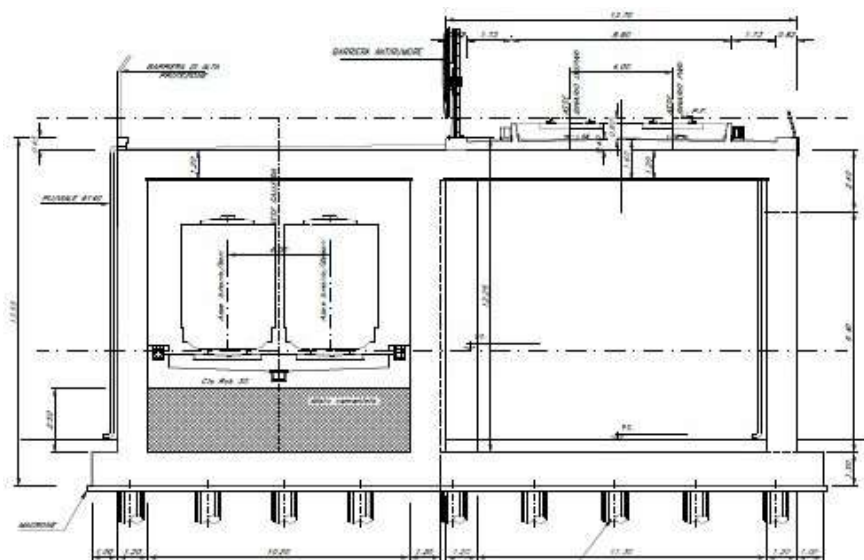
L'opera si sviluppa per circa 172m e si compone di 4 conci. Il binario sopraelevato ha un andamento planimetrico per la maggior parte in clotoide ed interseca i binari sovrappassati con angolo pari a circa 10°; la livelletta è in leggera pendenza con piano ferro lato Tortona pari a 120.0m s.l.m. e piano ferro lato Voghera pari a 119.73m s.l.m.. I binari della linea MI-GE (quadruplicamento) sovrappassati presentano anche essi un andamento planimetrico in clotoide con interbinario fisso a 4.0m e livelletta parallela a quelli dei binari di scavalco (piano ferro lato Tortona pari a 111.0m s.l.m. e piano ferro lato Voghera pari a 110.75m s.l.m.) Il franco verticale interno è pari a 6.60m.

La canna dove passano i binari della MI-GE risulta essere a parete piena di spessore costante pari a 120cm. Il solettone dicopertura risulta gettato in opera su predelle di spessore 10cm. Complessivamente il solettone ha spessore di 120cm.


La struttura degli sfocchi è costituita invece lato esterno da una successione di pilastri di forma rettangolare posti ad interasse longitudinale di 7.5m che supportano, per mezzo di due travi longitudinali di bordo, un solettone a spessore costante analogo a quello della canna centrale.

La struttura è fondata su fondazione a piastra, sulla quale si intestano pali $\phi 1000$ posti a interasse longitudinale per la maggior parte pari a 3.0m. Trasversalmente l'interasse dei pali risulta variabile in maggioranza pari a circa 3.10/3.15m. Per la realizzazione dell'intero tratto di galleria artificiale non risultano necessarie delle opere di sostegno provvisoriale a protezione della linea storica, che rimane in esercizio durante le fasi costruttive della galleria, in quanto le distanze sono tali da poter effettuare scavi a cielo aperto

La sezione corrente della galleria presenta una larghezza costante di 10.20m con pareti parallele ai binari. La sezione corrente superiore rispetta i limiti dimensionali tipo della sezione di impalcato a doppio binario (13.70m).



Sezione trasversale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0000 001	REV. D

VIABILITA' INTERFERITE EXTRALINEA

In progetto sono previste le risoluzioni delle interferenze viarie extra-linea con la nuova linea ferroviaria di progetto; sono previsti i seguenti interventi di risoluzione delle interferenze viarie:

- Adeguamento via Pernigotti a Tortona;
- Adeguamento strada comunale Tegoretto;
- Adeguamento strada Cavallerezza (sterrata);
- Adeguamento strada Castelnuovo Scrivia a Pontecurone;
- Adeguamento strada Crocetta - Pasqua a Voghera (sterrata)
- Adeguamento strada della Castagna a Voghera.

Maggiori dettagli sulle viabilità in progetto sono riportati di seguito.

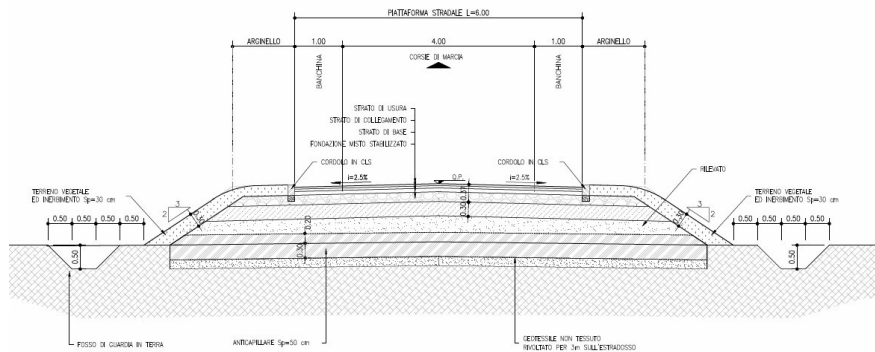
NV01 - ADEGUAMENTO VIA PERNIGOTTI A TORTONA

La viabilità in oggetto a seguito dell'intervento progettuale viene resa a senso unico di marcia in direzione strada statale per Voghera, come da stralcio planimetrico riportato. Tale modifica si rende necessaria dato che la nuova infrastruttura in progetto occupa parzialmente l'attuale sede viaria.



Si rende quindi necessario il ripristino di Via Bengasi (porzione a nord sullo stralcio planimetrico riportato sopra); la piattaforma stradale del ripristino di Via Bengasi è caratterizzata da una sezione tipo composta da una corsia di marcia di 4.00 m e da banchine di 1,00 m. come da sezione tipo di seguito riportata.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0000 001	REV. D



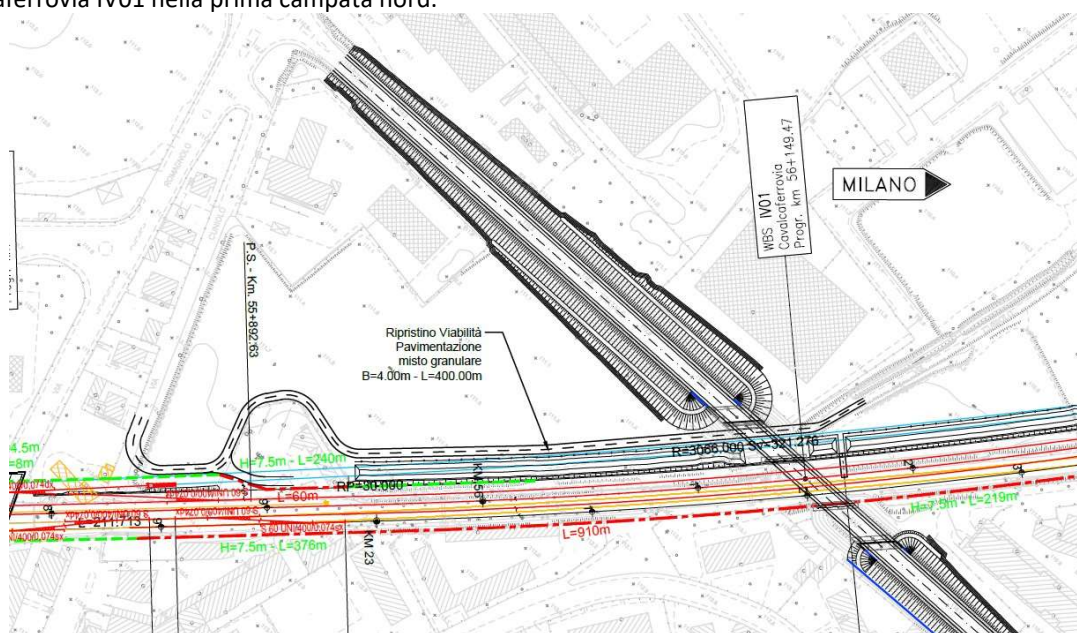
Visto lo stretto affiancamento con la linea ferroviaria è stata previsto l'inserimento di barriere H4 per proteggere la sede ferroviaria da un eventuale svio da parte dei veicoli che percorrono la viabilità.

NV02 - ADEGUAMENTO STRADA S. SISTO A TORTONA

Il progetto di quadruplicamento interferisce con la strada locale S. Sisto a Tortona parallela alla linea pertanto è stato necessario prevedere uno spostamento della viabilità in altro sedime parallelo all'esistente.

L'adeguamento della nuova viabilità prevede una larghezza complessiva di 4.00m. con pavimentazione in misto granulare stabilizzato.

La viabilità ha funzione di collegamento tra i campi e di ripristino accessi alle cascine lungolinea, la stessa sottopassa il cavalferrovia IV01 nella prima campata nord.



Stralcio planimetrico dell'intervento

Visto lo stretto affiancamento con la linea ferroviaria è stata previsto l'inserimento di barriere H4 per proteggere la sede ferroviaria da un eventuale svio da parte dei veicoli che percorrono la viabilità.

NV03 - ADEGUAMENTO STRADA LOCALE STERRATA AL KM 56+800

Il progetto di quadruplicamento interferisce con la strada locale parallela alla attuale linea pertanto è stato necessario

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IQ01	01 R 26	RH	NV0000 001	D	101 di 132

prevedere uno spostamento della viabilità in altro sedime parallelo all'esistente. L'adeguamento della nuova viabilità prevede una larghezza complessiva di 4.00m. con pavimentazione in misto granulare stabilizzato. La viabilità ha funzione di collegamento tra i campi e di ripristino accessi alle caschine lungolinea.



Visto lo stretto affiancamento con la linea ferroviaria è stata previsto l'inserimento di barriere H4 per proteggere la sede ferroviaria da un eventuale svio da parte dei veicoli che percorrono la viabilità.

NV04 – PRIMO TRATTO ADEGUAMENTO STRADA COMUNALE TEGORETTO

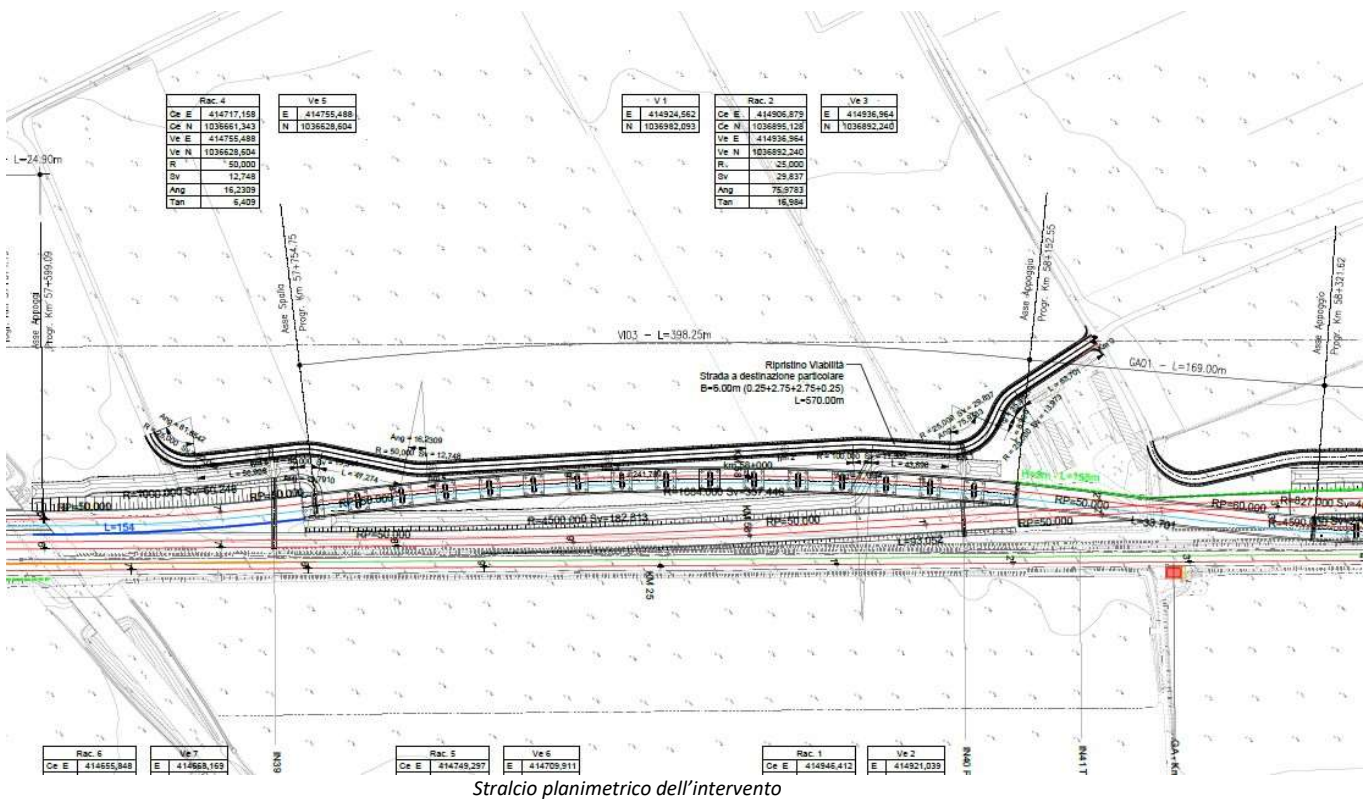
Il progetto di quadruplicamento interferisce con la strada comunale Tegoretto parallela alla linea pertanto è stato necessario prevedere uno spostamento della viabilità in altro sedime parallelo all'esistente.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA MILANO-GENOVA INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE: QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Relazione generale	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0000 001	REV. D

L'adeguamento della nuova viabilità prevede una piattaforma così composta: due corsia una per ogni per senso di marcia da 2,75 m e banchine da 0,25 m per una larghezza complessiva di 6.00m.

La viabilità ha funzione di collegamento tra i campi e di ripristino accessi alle cascine lungolinea.

La wbs in oggetto è relativa all'intervento dal km 57+700 fino al km 58+200 con sviluppo pari a 570m.



Visto lo stretto affiancamento con la linea ferroviaria è stata previsto l'inserimento di barriere H4 per proteggere la sede ferroviaria da un eventuale svio da parte dei veicoli che percorrono la viabilità.

NV05 – SECONDO TRATTO ADEGUAMENTO STRADA COMUNALE TEGORETTO

Il progetto di quadruplicamento interferisce con la strada comunale Tegoretto parallela alla linea pertanto è stato necessario prevedere uno spostamento della viabilità in altro sedime parallelo all'esistente.

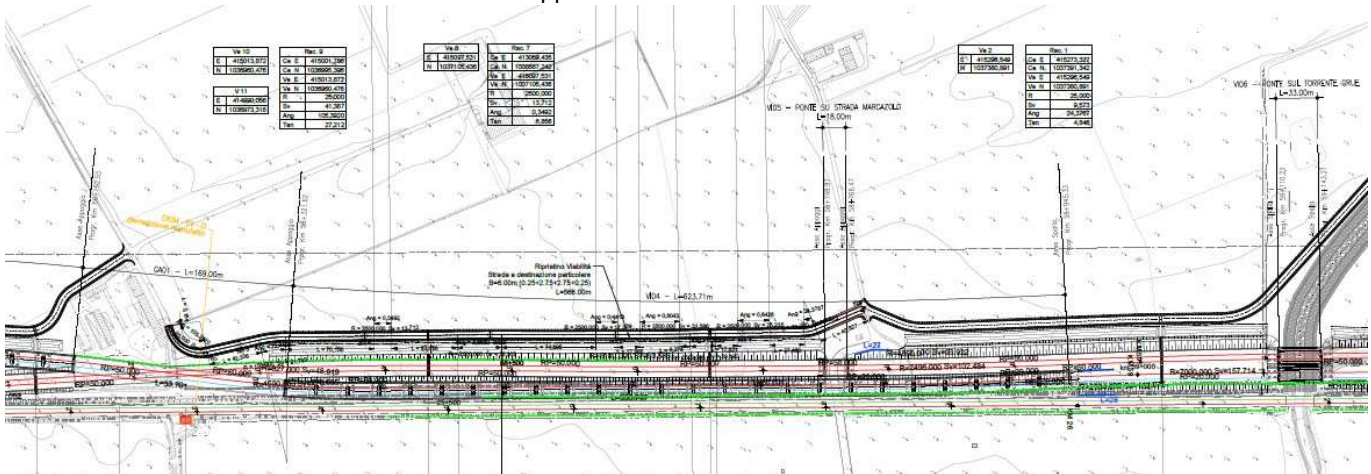
L'adeguamento della nuova viabilità prevede una piattaforma così composta: due corsia una per ogni per senso di marcia da 2,75 m e banchine da 0,25 m per una larghezza complessiva di 6.00m.

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	103 di 132

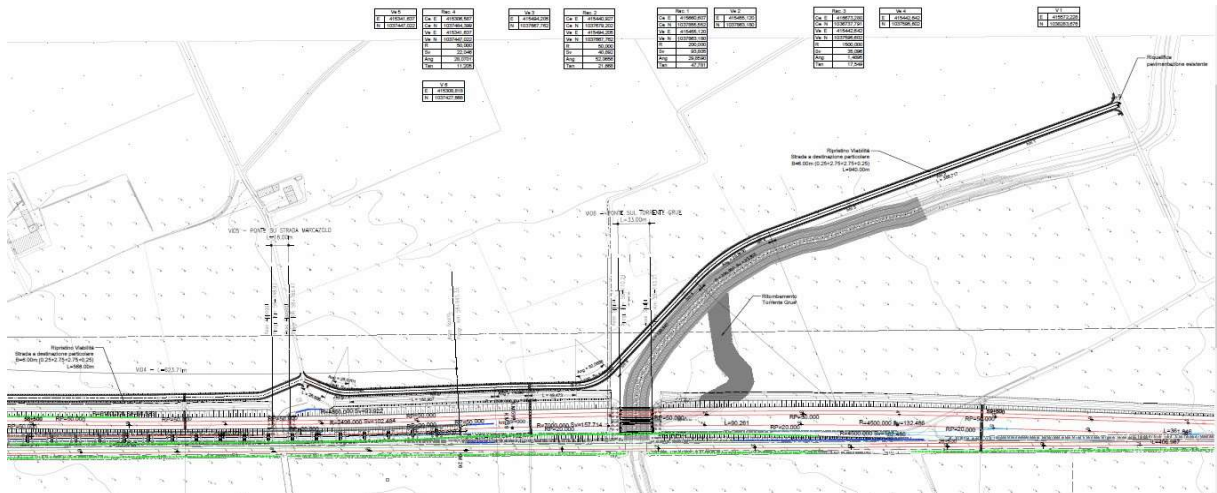
La viabilità ha funzione di collegamento tra i campi e di ripristino accessi alle cascine lungolinea. La wbs in oggetto è relativa all'intervento dal:

- dal km 58+250 fino al km 58+784 sviluppo intervento 568m



Stralcio planimetrico dell'intervento

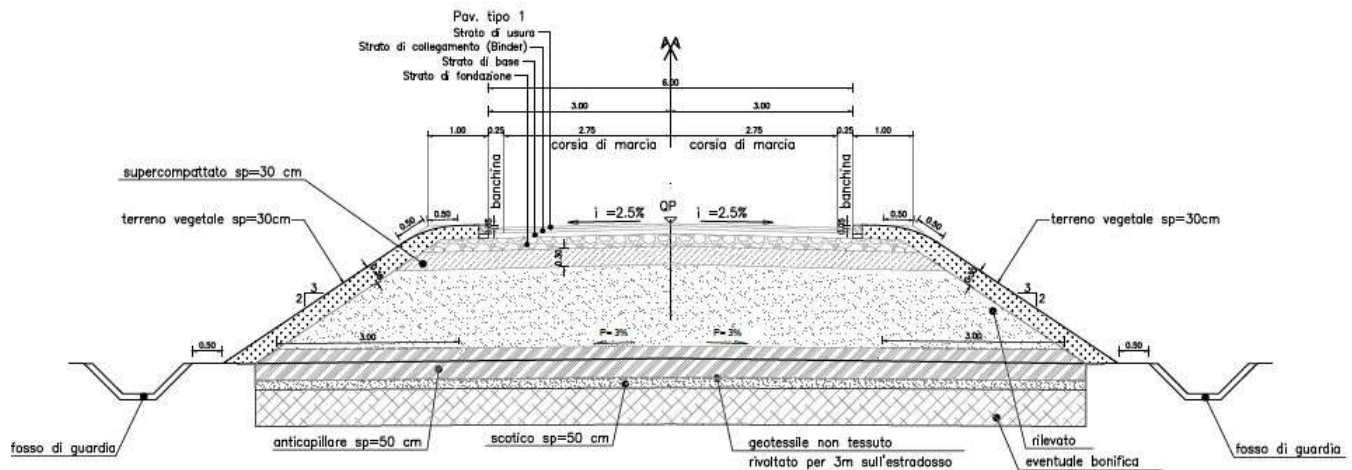
- dal km 58+790 fino alla connessione con l'attuale viabilità di accesso alle cascine posta in corrispondenza del km 59+70



Stralcio planimetrico dell'intervento

Altimetricamente tutti i ripristini sono posti ad una quota pari a circa +0.50m dal piano campagna.

SEZIONE TIPO STRADA LOCALE A DESTINAZIONE PARTICOLARE



Visto lo stretto affiancamento con la linea ferroviaria è stata previsto l'inserimento di barriere H4 per proteggere la sede ferroviaria da un eventuale svio da parte dei veicoli che percorrono la viabilità.

NV06 - ADEGUAMENTO STRADA CAVALLERIZZA (STERRATA)

Il progetto di quadruplicamento interferisce con una porzione della strada Cavallerezza parallela alla linea pertanto è stato necessario prevedere uno spostamento della viabilità in altro sedime parallelo all'esistente.

L'adeguamento della nuova viabilità prevede una larghezza complessiva di 4.00m. con pavimentazione in misto granulare stabilizzato.

Visto lo stretto affiancamento con la linea ferroviaria è stata previsto l'inserimento di barriere H4 per proteggere la sede ferroviaria da un eventuale svio da parte dei veicoli che percorrono la viabilità.

NV07 - ADEGUAMENTO STRADA CASTELNUOVO SCRIVIA A PONTECURONE

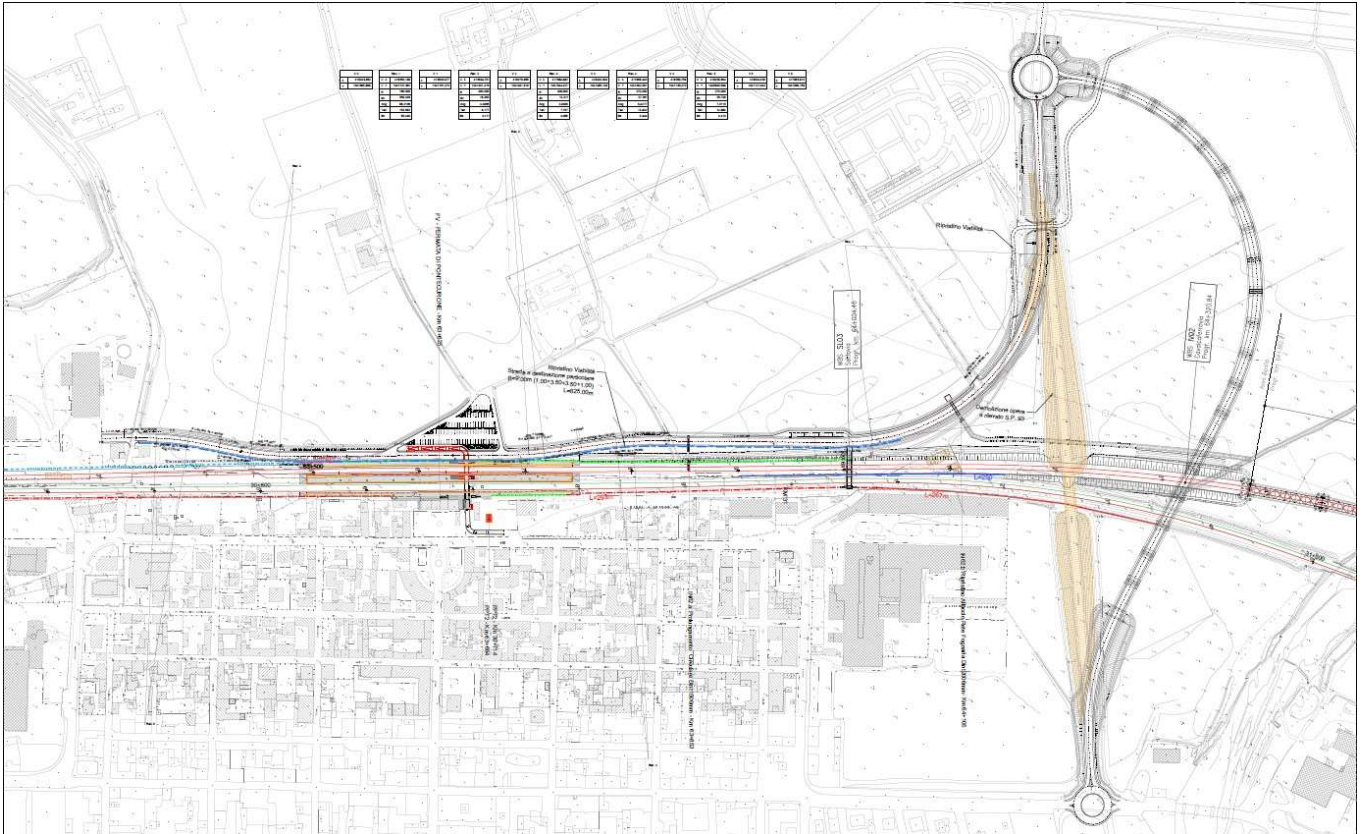
Il progetto di quadruplicamento interferisce con una porzione della strada Castelnuovo Scrivia a Pontecurone che è attualmente in affiancamento alla linea pertanto è stato necessario prevedere uno spostamento della viabilità in altro sedime parallelo all'esistente.

L'adeguamento della nuova viabilità prevede una larghezza complessiva di 10.50m composti da due corsie (una per ogni senso di marcia) di larghezza 3.50, banchine laterali di 1.00m e marciapiede in destra di 1.50m. La pavimentazione è in conglomerato bituminoso.

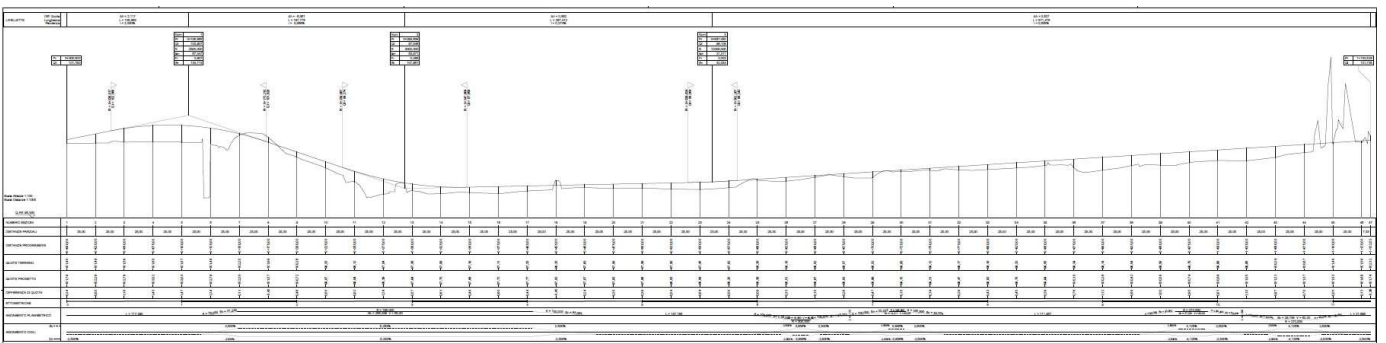
La viabilità ha funzione di accesso al parcheggio della stazione e accesso all'area industriale posta in adiacenza alla linea intorno al km 63+300

Relazione generale

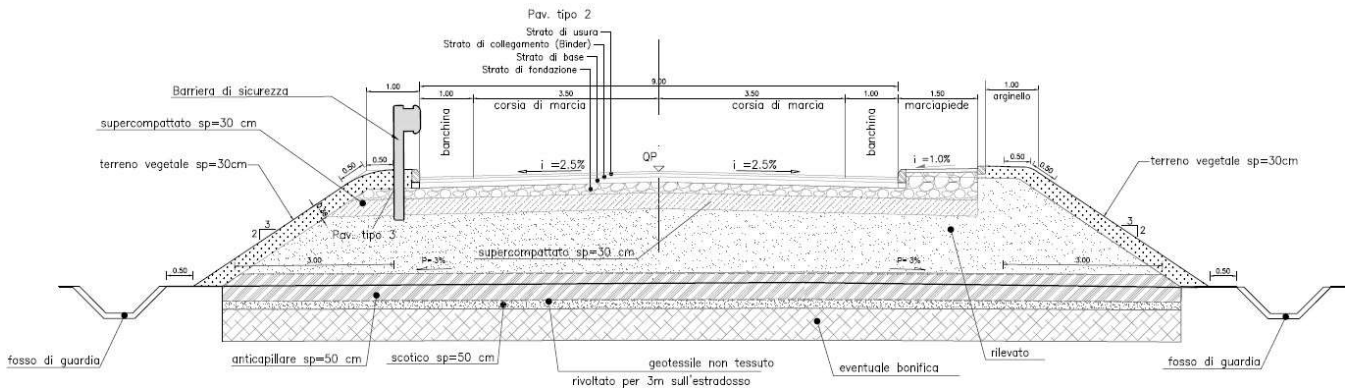
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	105 di 132



Stralcio planimetrico dell'intervento



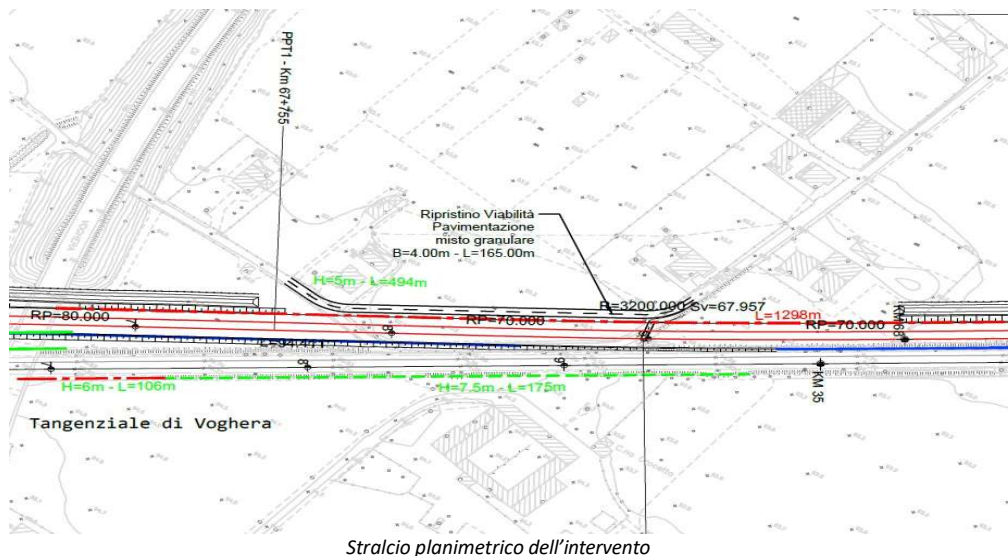
SEZIONE TIPO STRADA LOCALE A DESTINAZIONE PARTICOLARE



Visto lo stretto affiancamento con la linea ferroviaria è stata previsto l'inserimento di barriere H4 per proteggere la sede ferroviaria da un eventuale svio da parte dei veicoli che percorrono la viabilità.

NV09 - ADEGUAMENTO STRADA CROCETTA - PASQUA A VOGHERA (STERRATA)

Il progetto di quadruplicamento interferisce con una porzione della strada Crocetta Pasqua parallela alla linea pertanto è stato necessario prevedere uno spostamento della viabilità in altro sedime parallelo all'esistente. L'adeguamento della nuova viabilità prevede una larghezza complessiva di 4.00m. con pavimentazione in misto granulare stabilizzato.

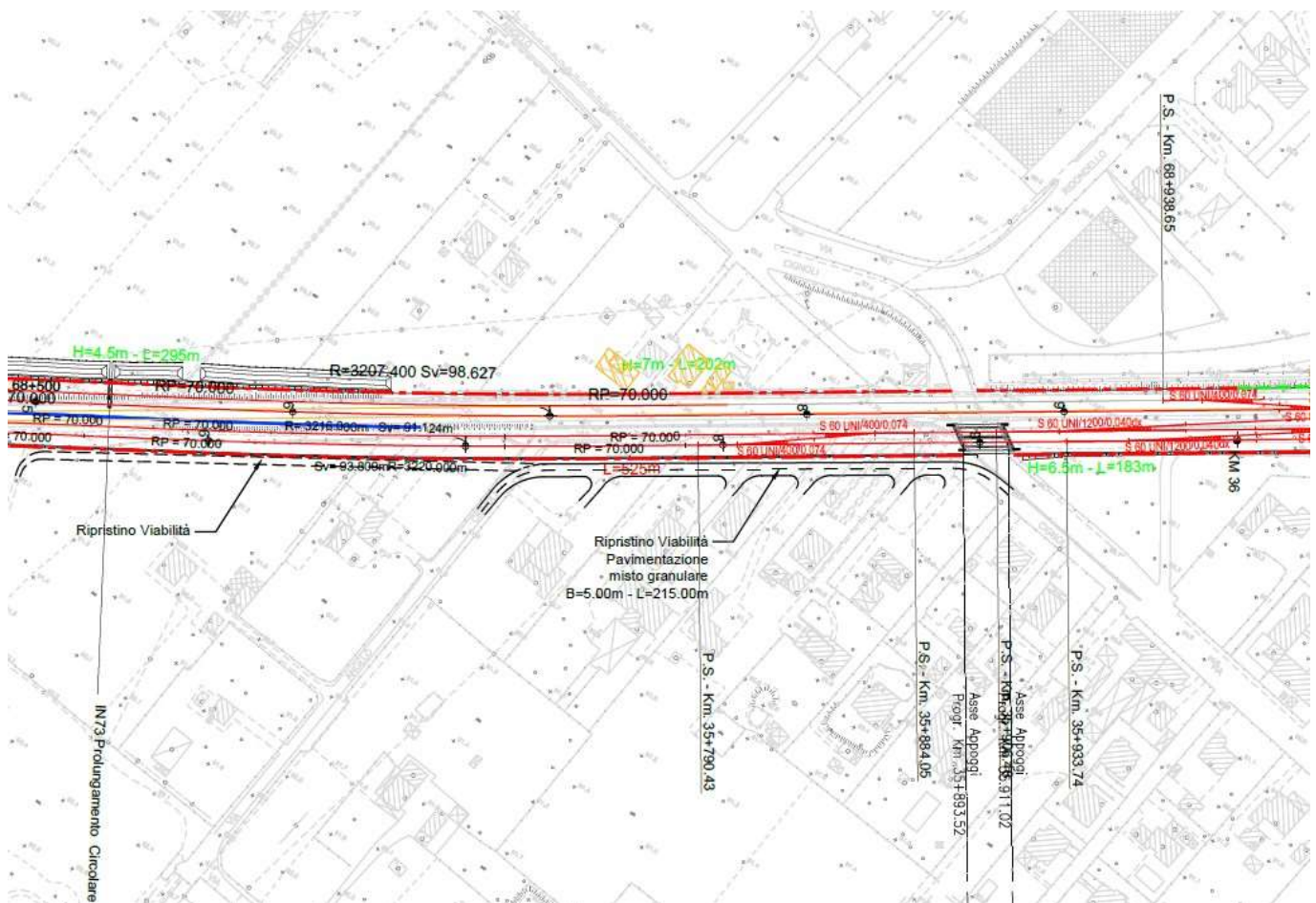


Stralcio planimetrico dell'intervento

Visto lo stretto affiancamento con la linea ferroviaria è stata previsto l'inserimento di barriere H4 per proteggere la sede ferroviaria da un eventuale svio da parte dei veicoli che percorrono la viabilità.

NV10 - ADEGUAMENTO STRADA DELLA CASTAGNA A VOGHERA

Il progetto di quadruplicamento interferisce con l'attuale porzione di viabilità parallela alla linea denominata strada della Castagna pertanto è stato necessario prevedere uno spostamento della viabilità in altro sedime parallelo all'esistente. L'adeguamento della nuova viabilità prevede una larghezza complessiva di 5.00m. con pavimentazione in conglomerato bituminoso. Sono ripristinati tutti gli accessi alle proprietà presenti sulla viabilità in oggetto.



Stralcio planimetrico dell'intervento

Visto lo stretto affiancamento con la linea ferroviaria è stata previsto l'inserimento di barriere H4 per proteggere la sede ferroviaria da un eventuale svio da parte dei veicoli che percorrono la viabilità.

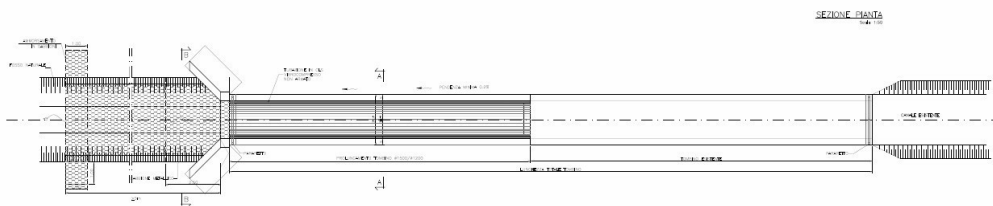
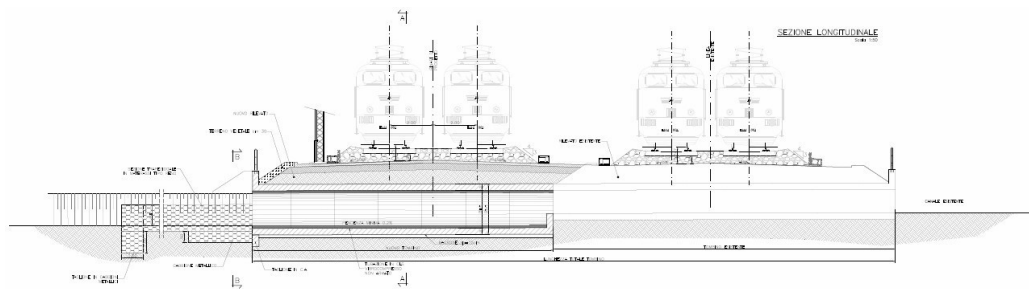
Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	108 di 132

OPERE MINORI

TOMBINI

Nella tratta in oggetto sono presenti due tipologie di opere idrauliche di attraversamento: i tombini circolari e i tombini scatolari.



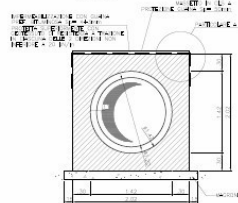
CONDOTTA CIRCOLARE PREFABBRICATA ø1500
Scala 1:50



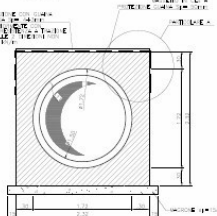
CONDOTTA CIRCOLARE PREFABBRICATA ø1200
Scala 1:50



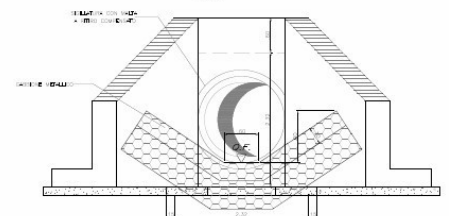
ø1200 SEZIONE A-A
Scala 1:20



ø1500 SEZIONE A-A
Scala 1:20



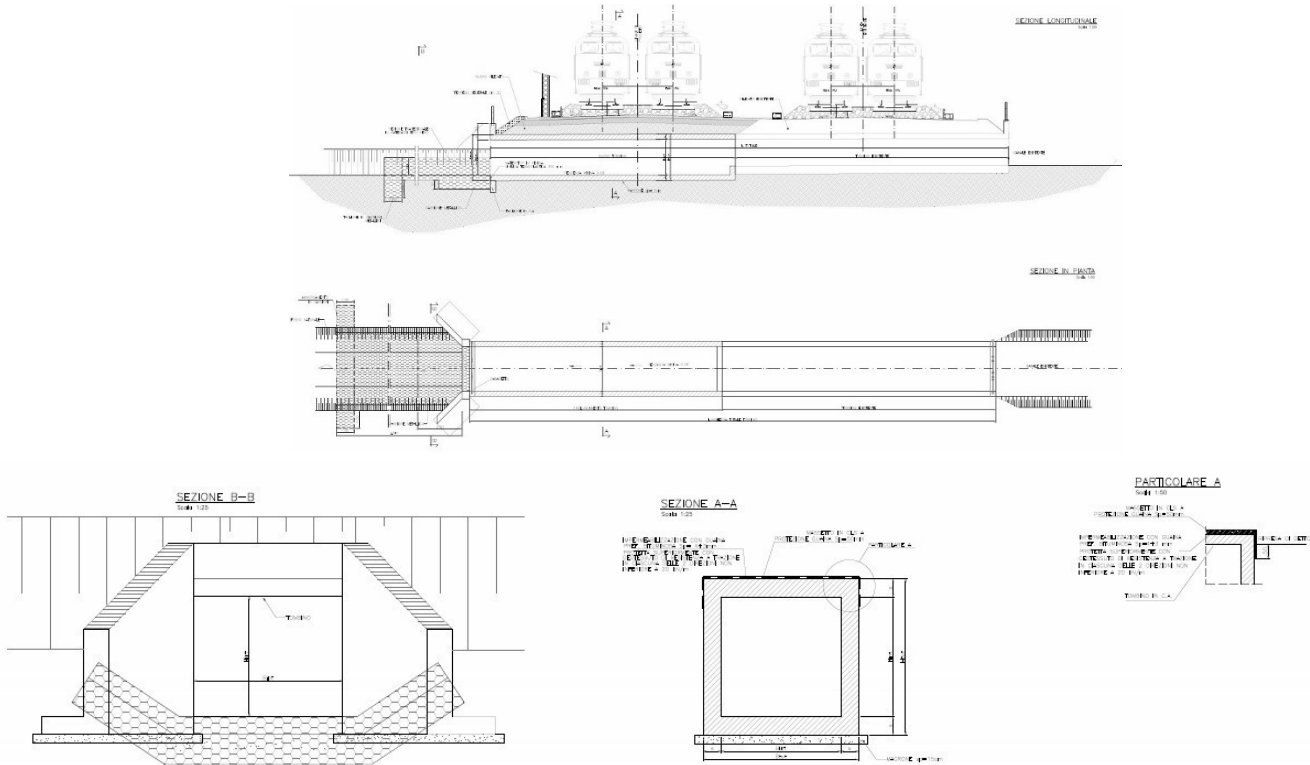
SEZIONE B-B
Scala 1:20



sezione longitudinale e sezione pianta tombino circolare

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	109 di 132



sezione longitudinale e sezione pianta tombino scatolare

Di seguito sono elencati i tombini idraulici presenti sulla linea in progetto:

Dati identificativi		Opera esistente			Opera di progetto					
WBS	Progressiva (km)	Tipologia	H (m)	B/D (m)	Quota scorrimento monte tombino m slm	Pendenza m/m	Tipologia	H/D (m)	B/D (m)	Descrizione
IN30	56+168	Arco		0,6	108,20	0,002	Scatolare	1,5	2,5	Prolungamento esistente
IN31	56+733	Arco	0,6	0,7	108,20	0,005	Scatolare	1,5	2,5	Prolungamento esistente
IN32	56+857	Arco	0,5	0,6	108,20	0,002	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN33	56+968	Arco	0,6	0,6	108,20	0,004	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN34	57+177	Arco	0	0,6	108,00	0,004	Scatolare	1,2	2	Prolungamento esistente
IN35	57+214	Arco	0,7	0,6	108,00	0,005	Circolare	1	1	Prolungamento esistente
IN36	57+265	...			108,00	0,005	Circolare	1	1	Nuovo
IN37	57+361	...			107,80	0,003	Circolare	1,2	1,2	Nuovo
IN38	57+441	Arco	0,6	0,6	108,00	0,003	Circolare	1,2	1,2	Prolungamento esistente
IN39	57+730	Arco		0,6	108,00	0,003	Scatolare	1	2	Prolungamento esistente
IN40	58+121	Arco		0,5	108,00	0,002	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN41	58+187	Arco		0,6	108,00	0,002	...			Sarà ripristinato il fosso di comunicazione con IN40
IN42	58+433	Arco		0,6	106,90	0,002	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN43	58+658	Arco		0,6	106,30	0,002	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN44	59+017	Arco		0,6	105,50	0,002	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN45	58+486	...			103,30	0,003	Scatolare	1	2	Nuovo
IN46	59+828	Arco	0,55	0,7	101,70	0,003	Scatolare	1	2	Prolungamento esistente
IN47	59+939	...			101,70	0,005	Scatolare	1	2,5	Nuovo
IN48	60+002	Arco	0,6	0,6	101,70	0,005	Scatolare	1	2,5	Prolungamento esistente
IN49	60+092	...			101,30	0,005	Scatolare	1	2,5	Nuovo
IN50	60+298	Arco		0,5	101,70	0,002	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	110 di 132

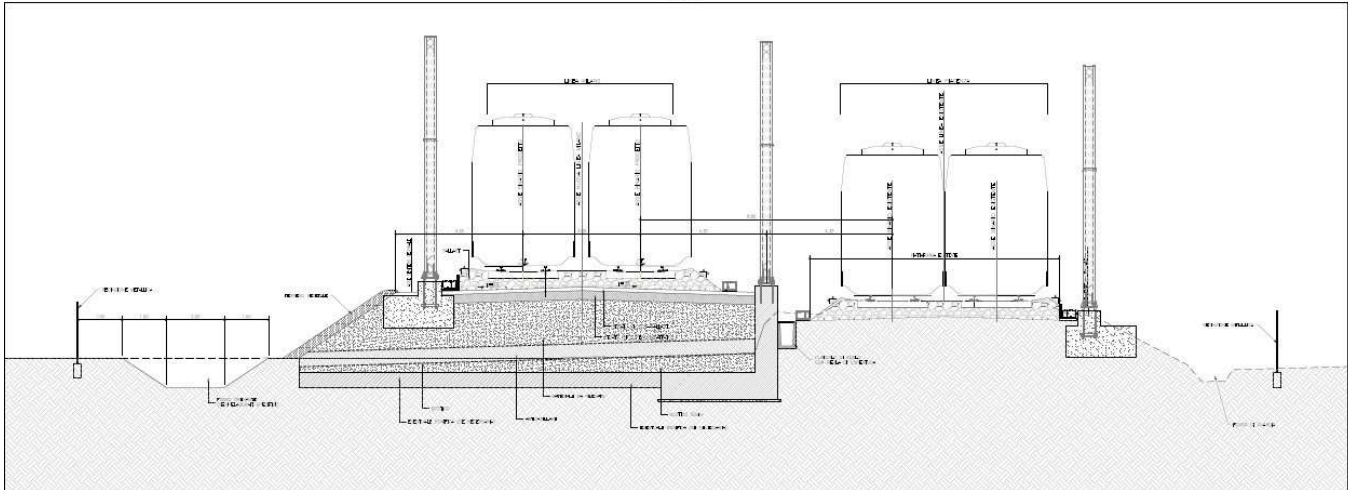
IN51	60+803	Arco		0,6	99,80	0,002	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN52	61+004	Arco	0,2	0,8	99,80	0,004	Scatolare	2	3,5	Prolungamento esistente
IN53	61+182	Arco	0,2	0,6	99,30	0,002	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN54	61+612	Arco	0	0,6	99,85	0,004	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN55	61+886	Arco	0,6	0,8	99,20	0,010	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN56	61+978	Arco	0,5	0,6	99,00	0,005	Scatolare	1,5	3	Prolungamento esistente
IN57	62+159	...			98,90	0,005	Scatolare	1,5	3	Nuovo
IN58	62+472	Arco	0,3	0,3	99,39	0,002	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN59	62+738	Arco	0,5	0,5	99,78	0,005	Scatolare	1,5	2	Prolungamento esistente
IN60	62+768	...			99,00	0,005	Scatolare	1,5	2	Nuovo
IN61	62+817	Arco	0,5	0,6	99,80	0,005	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN62	62+892	Arco	0,4	0,7	99,70	0,002	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN63	65+299	Arco	1	2	94,20	0,003	Scatolare	1,5	2	Prolungamento esistente
IN64	65+656	Arco	1	2	93,00	0,002	Scatolare	1,5	2	Prolungamento esistente
IN65	65+735	Arco	1,9	1	92,90	0,002	Scatolare	1,5	2	Prolungamento esistente
IN01	66+093	Arco	1,8	2.15-2.00	93,40	0,004	Scatolare	2,5	3,5	Prolungamento esistente
IN66	66+317	Arco	0,3	0,7	94,05	0,002	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN67	66+427	Arco	0,2	0,6	95,00	0,002	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN68	66+738	Arco	0,2	0,8	96,00	0,002	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN69	66+878	Arco		0.70-0.60	96,40	0,002	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN02	67+504	Arco	0,9	1.55-1.50	94,24	0,005	Scatolare	2	3,5	Prolungamento esistente
IN70	67+900	Arco		0,8	93,20	0,003	Scatolare	1,5	2	Prolungamento esistente
IN71	68+257	Arco		0,8	92,05	0,002	Circolare	1,5	1,5	Prolungamento esistente
IN72	68+474	...			90,28	0,003	Circolare	1	1	Nuovo
IN73	68+529	Arco		0,9	90,28	0,003	Circolare	1	1	Prolungamento esistente

MURI

Di seguito sono elencati i muri presenti sulla linea in progetto:

	Km inizio	Km Fine	Lunghezza m	Lato
1	57+373,37	57+568,37	195	sx
2	57+593,37	57+747,17	154	sx
3	58+773,24	58+800,00	27	sx
4	58+950,49	58+978,70	28	dx
5	59+227,71	59+425,87	197	dx
6	60+800,07	61+149,99	350	dx
7	61+500,00	61+800,00	300	dx
8	62+100,00	63+200,00	1100	dx
9	63+900,00	64+150,10	250	dx
10	65+250,00	65+525,00	275	dx
11	65+545,00	65+900,00	355	dx
12	65+900,00	67+850,00	1950	dx
13	67+949,86	68+649,76	700	dx

SEZIONE TIPO IN RILEVATO CON MURO INTERLINEA - INTERASSE ESISTENTE/PROGETTO = 8.80m
SCALA 1:50

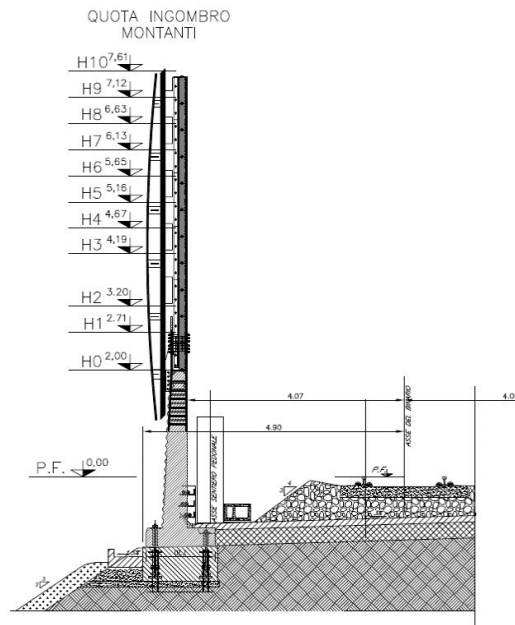


BARRIERE ANTIRUMORE

Nella tratta in oggetto si è adottata la soluzione con barriera rettificata caratterizzata da una struttura modulare: in direzione longitudinale la base prefabbricata della barriera è composta da elementi di lunghezza 1.50 m; verticalmente, al di sopra della base in c.a., il passo di sviluppo del montante monolitico è di circa 0.50 m, per facilitare la possibilità di variare l'altezza del pannello fonoassorbente. Essa si compone di due parti distinte:

- una base prefabbricata in c.a. posizionata altimetricamente con l'estremità superiore a 2.00 m sul P.F.;
- una pannellatura acustica variabile fino ad un'altezza massima di 7.61 m sostenuta da montanti in acciaio posti ad un interasse di 3 m.

L'intervento standard consiste nell'installazione di barriere acustiche sulla sede ferroviaria in conformità con le indicazioni riportate nel Manuale di Progettazione RFI. La geometria della barriera è stata così pensata allo scopo di limitare gli scavi per la realizzazione degli elementi di fondazione. Di seguito la rappresentazione tipica della barriera "rettificata".



Sezione trasversale con barriera rettificata

DEMOLIZIONI

Per la realizzazione dell'intervento sono previste delle demolizioni di edifici ed altri annessi che sono sinteticamente riportati nella tabella seguente, si rimanda agli elaborati specifici per maggiori dettagli.

DEMOLIZIONI						
CODICE	PROGR.	TIPOLOGIA DEMOLIZIONE	PIANI FUORI TERRA	AREA	ALTEZZA	VOLUME
			N	mq	m	mc
DEM-1-A	55+313	demolizione fabbricato	1	27.39	4.50	123.26
DEM-1-B	55+809	demolizione fabbricato	3	155.06	12.50	1938.25
DEM-1-C	55+827	demolizione annesso	1	39.34	3.00	118.02
DEM-1-D	58+240	demolizione manufatto	1	17.73	3.00	53.19
DEM-1-E	62+346	demolizione fabbricato	3	428.37	12.50	5354.63
DEM-1-F	62+361	demolizione fabbricato	1	77.00	3.00	231.00
DEM-1-G	62+381	demolizione fabbricato	2	89.93	6.00	539.58
DEM-1-H	63+100	demolizione fabbricato	1	73.56	3.00	220.68
DEM-1-I	63+260	demolizione fabbricato	1	127.96	3.00	383.88
DEM-1-L	64+085	demolizione fabbricato	2	188.34	7.00	1318.38
DEM-1-M	64105	demolizione fabbricato	1	69.79	3.00	209.37
DEM-1-N	66+978	demolizione rimessa in lamiera	1	149.52	3.00	448.56
DEM-1-O	68+299	demolizione annesso	1	61.16	3.00	183.48
DEM-1-P	68+713	demolizione fabbricato	2	131,00	7,00	917,00
DEM-1-Q	68+733	demolizione fabbricato	2	141,00	7,00	987,00

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 05	RG	MD0000 001	D	113 di 132

DEM-1-R	68+760	demolizione fabbricato	2	56,00	7,00	392,00
DEM-1-S	68+768	demolizione annesso	1	10,00	3,00	30,00
DEM-1-U	68+858	demolizione locale tecnico	1	15,13	2,00	30,26
DEM-1-T	56+252	demolizione fabbricato	1	50,50	3,00	151,50

IMPIANTI DI SEGNALAMENTO

L'intervento di potenziamento tecnologico interesserà i seguenti impianti:

- ACC Tortona, con riconfigurazione dell'ACC di Tortona per inserimento e la gestione dei due punti di linea aggiuntivi lato Voghera ;
- Quadruplicamento del Blocco Automatico della tratta Tortona-Voghera;
- ACC Voghera con riconfigurazione dell'ACC di Tortona per inserimento e la gestione dei due punti di linea aggiuntivi lato Voghera.

Il progetto prevede principalmente i seguenti interventi:

- Riconfigurazioni dell'ACC Tortona per inserimento e la gestione dei due punti di linea aggiuntivi lato Voghera a partire dal "PRG e ACC di Tortona" di ultima attivazione con modifiche sostanziali alla radice est (lato Voghera);
- Realizzazione del quadruplicamento tra Tortona e Voghera in affiancamento al tracciato attuale a doppio binario (BAcf eRSC 3/3) della linea storica Milano-Genova e Alessandria-Piacenza, adeguandolo agli attuali standard tecnici e normativi di RFI e alle vigenti Specifiche tecniche di interoperabilità;
- Riconfigurazioni dell'ACC Voghera per inserimento e la gestione dei due punti di linea aggiuntivi lato Tortona.

Gli interventi di potenziamento tecnologico sono stati sviluppati ipotizzando allo stato inerziale già attivati:

- PRG ACC Tortona (PRG attivato dopo Riconfigurazione per attivazione blocco BAcf eRSC 3/3 su doppio binario della tratta Tortona – Voghera) [vedi doc.: IT0Y20D58PXAS0001008B del 10/2023 PS IS ACC Tortona Finale];
- Tratta di blocco BAcf eRSC 3/3 Tortona Voghera doppio binario (su ferro attuale) [IT1H02D58DXBL0300001B del 10/2022 Profilo di Linea IS];
- ACC Voghera (Riconfigurazione per attivazione blocco BAcf eRSC 3/3 su doppio binario della tratta Tortona - Voghera) [PS IS cod. IT1H02D58DXAS0100002B PS del 10/2022];

Sarà da prendere in considerazione, nella successiva fase progettuale, anche il progetto "Progettazione e Lavori di riconfigurazione dell'ACC di Voghera in PP/ACC e inserimento nell'ACCM Voghera-Pavia" (Piano Schematico PP/ACC Voghera cod. 196322S01RETIAC2201E011_B).

Il progetto prevede sulla nuova linea la realizzazione di un nuovo blocco automatico a sezioni 1350m che consenta di ottenere un distanziamento tra due treni al seguito di 5'. Conseguentemente, dovranno essere adeguati gli apparati di Tortona e di Voghera e dovranno essere realizzati i nuovi PPT di Linea.

Gli impianti IS di nuova realizzazione dovranno essere compatibili e predisposti per l'interfacciamento con il sistema ERTMS/ETCS liv. 2 sovrapposto, per consentire la piena interoperabilità anche in condizioni di degrado/chiusura della nuova linea.

La nuova coppia di binari (linea Piacenza), costituente il quadruplicamento della tratta Tortona –Voghera, si innesterà in ingresso a Voghera sul prolungamento dei binari I e II, che diventeranno di corsa della linea Tortona – Piacenza. Verranno realizzate in radice ovest di Voghera 4 comunicazioni con posa sinistra percorribili a 100 km/h per consentire il passaggio tralinee con parallelismo e 3 comunicazioni con posa destra percorribili a 60 km/h per il passaggio fra linee. In radice ovest saranno inoltre previste modifiche puntuali all'armamento per conseguire l'adeguamento a modulo 750m dei binari III e I Parco Ovest. La stazione di Voghera sarà dotata di un PP-ACC, già aggiornato alla disposizione 15/2015, di cui dovrà prevedersi opportuna riconfigurazione per la gestione delle modifiche apportate con l'inserimento di un ulteriore Gestore di Aria (G.A.1)

La nuova coppia di binari (linea Milano), costituente il quadruplicamento della tratta Tortona –Voghera, si innesterà in ingresso a Tortona sul prolungamento dei binari IV e V di stazione e la loro prosecuzione in corretto tracciato verso Voghera. E' previsto l'inserimento nella radice est di Tortona di comunicazioni percorribili a 100 km/h per consentire il passaggio fra i binari dispari delle linee in oggetto e di comunicazioni percorribili a 60 km/h per consentire il passaggio fra le due linee.

Sarà realizzato il binario di scavalco per il collegamento fra i binari delle linee "Milano" (linea Alessandria – Milano) e "Piacenza" (linea Arquata Scrivia – Piacenza), al fine di eliminare le interferenze fra i flussi di traffico provenienti da Alessandria e diretti a Piacenza e i flussi provenienti da Milano e diretti verso Alessandria. L'opera interesserà un tratto di linea di circa 3 km ad Est dell'attuale cavalcaferrovia della SR10 Strada Statale per Voghera, e sarà gestito nell'ambito della località di servizio di Tortona tramite un fronte di segnalamento plurimo. In previsione di futuri sviluppi infrastrutturali l'opera di scavalco dovrà essere predisposta per la futura realizzazione di un secondo binario da collegarsi con il binario dispari della "Linea Piacenza" mediante comunicazione percorribile a 100 km/h e al binario dispari della "Linea Milano".

La stazione di Tortona sarà dotata di un PP-ACC, di cui dovrà prevedersi opportuna riconfigurazione per la gestione delle modifiche apportate con l'inserimento di un ulteriore Gestore di Aria (G.A.3).

Per la gestione degli enti della nuova tratta in affiancamento all'esistente, verranno realizzati due nuovi PPT (PPT 1 Linea Genova e PPT2 linea Genova), verrà eliminato un PPT preesistente (PPT3) e per la gestione degli enti di linea a confine con Tortona verrà utilizzato il nuovo GA3 realizzato in questo progetto.

Le tratte saranno realizzate con il nuovo BACf con emulazione RSC.

E' prevista la riconfigurazione del Sistema di Controllo Marcia Treni (SCMT) per la gestione degli impianti di stazione e di linea nella tratta Tortona-Voghera lato ferro attuale e la realizzazione del nuovo SCMT sul nuovo tracciato di quadruplicamento della stessa tratta, compresa la funzione INFILL, ove richiesta.

E' previsto l'aggiornamento e la riconfigurazione del sistema ERTMS/ETCS_L2 sovrapposto SCMT sulla tratta interessata la cui attivazione è da considerare antecedente a questo intervento per i binari esistenti, mentre sarà di nuova attivazione sul nuovo tracciato. In particolare la linea storica ovvero la "linea Alessandria", allo stato inerziale, risulta già attrezzata con ERTMS L2 sovrapposto al sistema SCMT; la nuova linea, ovvero la "linea Milano", verrà anch'essa attrezzata con ERTMS L2 sovrapposto al sistema SCMT.

La realizzazione del quadruplicamento della tratta Voghera – Tortona gestito dall'ACCM "Milano Rogoredo (e) – Tortona (i)" (giurisdizione a regime) che si assume già attivato sulla tratta Pavia (i) – Tortona (i) rende necessaria la riconfigurazione di SCCM Torino-Padova ubicato presso il Posto Centrale di Milano Greco Pirelli e realizzato dal costruttore Hitachi STS.

IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

L'esistente infrastruttura, nella quale andrà ad inserirsi l'intervento in progetto, risulta alimentata da due SSE di conversione inserite nelle reti di distribuzione nazionali.

L'alimentazione delle linee Milano – Genova e Alessandria – Piacenza avviene a 3 kV c.c. con catenaria di sezione 440 mm² derivata dalla SSE di Voghera, lato Milano-Piacenza, e dalla SSE di Tortona, lato Genova-Alessandria.

Entrambe le due sottostazioni sono state oggetto negli ultimi anni di lavoro di rinnovo da parte di RFI che hanno tenuto conto del futuro quadruplicamento della tratta Tortona-Voghera, per cui il progetto in oggetto non prevede interventi in sottostazione.

Di seguito si riepilogano le principali caratteristiche delle due SSE esistenti nella zona di intervento:

- SSE di Tortona, situata circa al km 21+066 da Alessandria: due gruppi raddrizzatori di riferimento 2x5,4 MW, alimentata a 132kV da Terna;
- SSA di Voghera, situata circa al km 38+227 da Alessandria: 2 gruppi raddrizzatori di riferimento 2x5,4 MW, alimentata a 132kV da Terna.

Le opere a progetto consistono, sinteticamente, nel potenziamento infrastrutturale delle due direttrici Milano – Genova e Alessandria – Piacenza attraverso il quadruplicamento della tratta Tortona – Voghera.

Il quadruplicamento della tratta Tortona – Voghera comporta la modifica della radice lato Milano della stazione di Tortona per tener conto della penetrazione nel suddetto impianto dei due nuovi binari e per meglio fluidificare il traffico ferroviario proveniente dalle linee afferenti.

Con il progetto di PRG della stazione di Tortona è stato previsto il passaggio di tipologia di catenaria allo standard RFI da 440mmq Corda Portante Regolata con mensola in acciaio, per i binari di corsa di stazione, ad eccezione dei binari AV, IV e V, per i quali è stato previsto il passaggio di tipologia di catenaria allo standard RFI da 440mmq Corda Portante Regolata con mensola Omnia, fino a prima delle comunicazioni P/D dei binari di corsa lato Milano, per continuità tecnica con quanto previsto dal progetto AV III Valico, che prevedeva l'utilizzo della mensola Omnia fin dentro la stazione di Tortona.

Il progetto in oggetto prevederà le analoghe scelte tecniche per le modifiche da realizzare nella stazione di Tortona, a seguito dell'ingresso del quadruplicamento Voghera-Tortona.

L'intervento, inoltre, prevederà l'estensione dell'impianto di Tortona e i nuovi portali di uscita saranno posizionati oltre l'opera di scavalco che consentirà di instradare i treni provenienti da Genova (via TVG)/Alessandria e diretti verso Piacenza sulla "linea Piacenza" senza interferire con i treni provenienti da Milano e diretti verso Genova (via TVG)/Alessandria.

Nella tratta compresa tra le stazioni di Tortona e Voghera, per i nuovi binari di quadruplicamento, il progetto prevederà lo standard RFI da 540mmq Corda Portante Regolata con mensola Omnia, per continuità tecnica con quanto previsto sui binari AV della linea proveniente da Genova III Valico dei Giovi.

Nella tratta compresa tra le stazioni di Tortona e Voghera, per i binari della linea storica esistente, il progetto prevederà l'up-grade della catenaria allo standard RFI da 540mmq Corda Portante Regolata con mensola Omnia.

Nella stazione di Voghera, il progetto prevederà il passaggio di tipologia di catenaria allo standard RFI da 440mmq Corda Portante Regolata (requisito minimo per la certificazione dell'impianto) con mensola in acciaio, per i binari di corsa di stazione oggetto dell'intervento, fino all'emisezionamento di stazione dove sarà realizzato il passaggio da corda regolata a corda fissa; in tutta la parte di stazione lato Milano, non oggetto di modifiche del piano del ferro, non sarà realizzato alcun intervento di rinnovo TE.

Per l'elettrificazione della nuova infrastruttura in progetto, si rende necessario procedere attraverso successive fasi di intervento, in sintonia con le rispettive fasi di armamento normalmente legate alle attivazioni d'impianto.

Allo scoperto, in piena linea e nella stazione di progetto, dovranno essere utilizzati:

- sostegni a palo del tipo a traliccio della serie "LSU" e "LSU-S" flangiati alla base e conformi alla STF "RFI.DTC.STS.ENE.SP.IFS.TE.037" vigente;
- portali di ormeggio conformi ai disegni di RFI "E64761" e "E64676".

I portali di ormeggio sono costituiti da n.2 piloni e da n.1 trave di ormeggio e sono riconducibili in n.3 tipologie di seguito elencate:

- Portali di ormeggio a un binario: luce netta tra i piloni pari a 6,40 m;
- Portali di ormeggio a due binari: luce netta tra i piloni pari a 10,30 m;
- Portali di ormeggio a luce variabile: luce netta tra i piloni variabile, compresa tra 10,80 m e 27,60 m.

La distanza dei sostegni (pali e portali) dalla rotaia più vicina (DR) normalmente non deve essere inferiore a 2,25 metri. Le sospensioni saranno di tipo tradizionale con isolamento in composito, fissate a:

- mensole orizzontali in alluminio ubicate su sostegni tipo LSU flangiati in stazione per i binari AV e in piena linea per tutti i binari,
- a mensole orizzontali in acciaio ubicate su sostegni tipo LSU flangiati in stazione per tutti gli altri binari.

I blocchi di fondazione per sostegni TE (pali di tipo "LSU" e portali di ormeggio) devono essere costituiti da conglomerato cementizio armato e la costruzione dei blocchi di fondazione dovrà essere effettuata nel rispetto di quanto prescritto dallanormativa e dalla specifica di RFI "STC RFI DMA IM TE SP IFS 060".

In corrispondenza di tutti i tratti di linea esistente nei quali occorrerà effettuare modifiche/integrazioni all'impianto TE, anche il circuito di messa a terra di protezione dovrà essere adeguato in modo da ripristinare la continuità e la funzionalità di quello esistente.

Il circuito di terra e protezione di piena linea dovrà essere realizzato, partendo dal portale interno di stazione compreso, collegando tutti i sostegni di ciascun binario tra loro mediante n.2 corde in conduttore TACSR nudo di sezione 170 mm² opportunamente sezionato ogni 3000 m circa, mediante impiego di isolatori ad anello tipo "I624".

Ciascun nuovo sostegno deve essere collegato ad un proprio dispersore di terra e non alla rotaia. Le estremità del tratto dicircuito di terra dovranno essere collegate al binario o alle connessioni induttive (in funzione del tipo di circuito di ritorno presente) tramite un limitatore di tensione per circuito di protezione TE (laddove presente a progetto).

Il collegamento pari/dispari centrale e quelli alle estremità dovranno essere effettuati tramite due corde di rame del diametro di 14 mm (19x2,8) sostenute dai sostegni TE o da sostegni appositi (laddove presente a progetto).

In tal modo si realizza un circuito chiuso collegato alle estremità, tramite limitatore di tensione per circuito di protezione TE, al circuito di ritorno alternativamente disposto sul binario pari e sul binario dispari.

Le corde di acciaio-alluminio dovranno essere montate sul sostegno dalla parte opposta alla linea di contatto ed alle seguenti quote:

- n.1 corda TACSR a 200 mm al di sotto della quota del piano teorico di contatto;
- n.1 corda TACSR a 2200 mm al di sopra della quota del piano teorico di contatto.

Si prevede di adottare sezionatori del tipo a corna con comando motorizzato e dotati di telecomando (gestiti dal Posto Pilota/DOTE di Milano Greco Pirelli), e generalmente montati su pali o portali di stazione. Per gli impianti di Tortona e Voghera si dovrà provvedere all'adeguamento dell'attuale comando dei sezionatori TE e dei posti periferici di telecomando TE esistenti.

IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONI

L'adeguamento tecnologico TLC della tratta sarà effettuato attraverso una rete di sistemi di telecomunicazioni, completamente omogenei con impianti presenti nei siti limitrofi a quelli oggetto dell'appalto.

Al fine di collegare le eventuali utenze di linea saranno posati cavi principali di tipo rame e di tipo ottico tra Tortona e Voghera e saranno sezionati parzialmente in corrispondenza della fermata di Pontecurone. Dovranno essere previsti cavi secondari necessari per collegare i nuovi telefoni previsti lungo linea. I cavidotti utilizzati per la posa dei cavi TLC/DS/laP sono medesimi impiegati per l'allocazione dei cavi IS.

Gli impianti d'informazione al pubblico (laP) da realizzarsi nella fermata di Pontecurone consentiranno, a regime, la visualizzazione delle informazioni ritenute utili all'utenza, in servizio continuo e con la necessaria flessibilità secondo le varie esigenze operative. Le gestione degli impianti laP compresi nel presente progetto sarà ottenuta tramite opportuno interfacciamento con il sistema di tratta presente. I terminali periferici saranno costituiti da indicatori di binario, di sottopassaggio, monitor a colori e tabelloni A/P per le sale d'aspetto. Sarà inoltre prevista la possibilità di diffondere messaggi sonori.

Nell'ambito del progetto nazionale di copertura GSM-R è previsto l'upgrade della copertura radio della tratta Tortona Voghera a standard GSM-R. Le BTS che copriranno i binari della linea esistente garantiranno una copertura adeguata anche per la nuova linea. Per tale ragione non si prevedono lavorazioni sul GSM-R.

IMPIANTI LUCE E FORZA MOTRICE

Nell'ambito del progetto sono previsti gli impianti di illuminazione e forza motrice con relativa telegestione in conformità agli attuali standard normativi.

Si prevedono i seguenti interventi:

- Realizzazione di una nuova cabina di consegna e MT a Voghera. Per soddisfare le esigenze di alimentazione relative al nuovo impianto GA1 (Gestore d'Area) di Voghera, all'impianto RED (Riscaldamento Elettrico Deviatoi), all'impiantistica civile dei fabbricati e al sistema di alimentazione SIAP (Sistema Integrato di Alimentazione e Protezione) è prevista la realizzazione di una cabina di consegna in Media Tensione, alimentata da ente distributore alla tensione di 15kV. Per la nuova consegna in oggetto è prevista l'installazione di un prefabbricato delle dimensioni esterne in pianta di 10m x 2.5m.
- Cabina di trasformazione MT/BT e impiantistica LFM per il Fabbricato Tecnologico GA a Voghera. Per soddisfare le esigenze di alimentazione relative al nuovo impianto ACC, all'impianto RED, all'impiantistica civile dei fabbricati e al Sistema di alimentazione SIAP è prevista la realizzazione di una cabina di trasformazione MT/BT.
- Cabina di trasformazione MT/BT e impiantistica LFM per il Fabbricato Tecnologico GA a Tortona. Per soddisfare le esigenze di alimentazione relative al nuovo impianto ACC, all'impianto RED, all'impiantistica civile dei

fabbricati e al Sistema di alimentazione SIAP è prevista la realizzazione di una cabina di trasformazione MT/BT.

- Sistema Integrato di Alimentazione e Protezione (SIAP) nei rispettivi GA. La scelta dell'architettura del Sistema Integrato di Alimentazione (SIAP) dipende dall'importanza e dalla affidabilità degli impianti da alimentare. Nel casodel "Quadruplicamento" è ritenuto di assimilare tale sistema ad una architettura elettrica di Gruppo "A" per la futura linea AV Terzo Valico e per la presenza di tale architettura nei fabbricati tecnologici esistenti di Tortona. L'ubicazione dei quadri tipici del SIAP è prevista al piano terra del FT, il gruppo elettrogeno è previsto nell'area esterna al fabbricato.
- Impianto Riscaldamento Elettrico Deviatoi (RED) a Voghera e Tortona all'interno dei GA (GA1 Torona GA3 Voghera). Si prevede un adeguamento del quadro RED esistente nel GA1 di Tortona (stato inerziale) in quanto è prevista l'istallazione di n°13 nuovi deviatoi e la soppressione di n°16 deviatoi con relativi RED controllati dal GA1 esistente (inerziale). Si prevede inoltre l'illuminazione Punte Scambi mediante paline in veroresina con proiettore LED da installare in prossimità delle casse di manovra dei deviatoi.
- Sistema di alimentazione 1000V di linea. Gli enti di linea (circuiti di binario e segnali) saranno gestiti da PPT distribuiti lungo la tratta e alimentati da: quadri di trasformazione trifase 400/1.000V posati nelle stazioni/fermate denominati Armadi di Stazione o Quadri Elevatori; linea in cavo trifase armato a 1.000 V; quadri di trasformazione di tratta 1.000/400/260 V. Ciascun PPT sarà alimentato da un quadro abbassatore 1000V/400V/260V posato all'interno degli shelter. Sarà prevista la fornitura, posa in opera e messa in servizio di un sistema di diagnostica e gestione della rete di alimentazione a 1.000 V.
- Impianto illuminazione pensiline e sottopasso ciclopedonale nella stazione di Pontecurone. L'impiego di apparecchi illuminanti a LED permette di ottenere significativi risparmi energetici e riduzione degli oneri di manutenzione, stante l'elevata efficienza luminosa degli stessi e la lunga durata di vita attesa (circa 50.000 h). La possibilità di regolazione del flusso luminoso offerta dagli alimentatori degli apparecchi a LED permette inoltre la variazione, entro certi limiti, del livello di illuminamento in fermata (ad es., aumentandolo all'arrivo dei treni e diminuendolo nei periodi di assenza di circolazione o chiusura), contribuendo ulteriormente al risparmio energetico complessivo.
- Alimentazione impianti sollevamento acqua sottovia. Si prevede la realizzazione di due nuove forniture BT dedicate all'alimentazione degli impianti di sollevamento acqua previsti nei seguenti sottovia e all'illuminazione stradale

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati progettuali specifici.

IMPIANTI MECCANICI

Il progetto degli impianti meccanici, safety e security sono previsti:

- Per la fermata di Pontecurone;
- Per i due Fabbricati Tecnologici, tipologia T3.

Il progetto di fattibilità tecnico economica prevede pertanto i seguenti attrezzaggi impiantistici:

Fermata di Pontecurone:

- Impianto di rivelazione incendi a protezione del nuovo Locale SEM;
- Impianto HVAC all'interno del nuovo Locale SEM;
- Impianto di rivelazione incendi a protezione dei vani ascensori;
- Sonde antiallagamento all'interno delle fosse ascensori;
- Impianto di sollevamento per l'ingresso delle acque meteoriche nelle fosse ascensori e al fine di raccogliere le acque dilavaggio del sottopasso;
- Impianto idrico sanitario a servizio dei locali igienico sanitari;
- Impianto di ventilazione nei servizi igienici;
- Nr. 3 Impianti elevatori di tipo 2 esterni per il collegamento sottopasso-banchine;
- Impianto TVCC a servizio delle banchine, delle Scale di accesso sottopasso/banchine; per il controllo perimetrale del nuovo Locale SEM; per il controllo perimetrale della fermata; a servizio degli sbarchi ascensori ed all'interno dei vani ascensori;
- Impianto Antintrusione e Controllo Accessi a servizio del nuovo Locale SEM.

Fabbricati tecnologici:

- Impianto Antintrusione e Controllo Accessi;
- Impianto di rivelazione incendi ed antiallagamento;
- Impianto HVAC;
- Impianto TVCC per il controllo perimetrale dei fabbricati.

Tutti gli impianti dei fabbricati tecnologici saranno monitorabili da remoto mediante il Sistema di Supervisione (non incluso nel presente progetto). Non sono stati previsti interventi di aggiornamento o nuove postazioni di supervisione presso il PostoCentrale di Supervisione che sarà individuato da RFI nella fase di progettazione definitiva.

Tutti gli impianti presso la Fermata di Pontecurone, inclusi nel presente progetto, sono stati progettati nel pieno rispetto del Manuale "Impianti Civili di Stazione e Sistema per la loro telegestione", cod. DPR MA 015 1 0, edizione 2021. Tutti gli impiantidi fermata, incluso il sistema di telesorveglianza, sono stati progettati per assicurare la remotizzazione verso la Piattaforma SEM, ospitata sui server compartimentali dei centri di calcolo HIVE (non inclusi nel presente progetto).

PROGETTO DELLA CANTIERIZZAZIONE

VIABILITÀ E FLUSSI DI TRAFFICO

Un aspetto importante del progetto di cantierizzazione dell'opera in esame consiste nello studio della viabilità che verrà utilizzata dai mezzi coinvolti nei lavori. Tale viabilità è costituita da tre tipi fondamentali di strade: le piste di cantiere, realizzate specificatamente per l'accesso o la circolazione dei mezzi impiegati nei lavori, la viabilità ordinaria di interesse locale e la viabilità extraurbana.

La scelta delle strade da utilizzare per la movimentazione dei materiali, dei mezzi e del personale è stata effettuata sulla base delle seguenti necessità:

- minimizzazione della lunghezza dei percorsi lungo viabilità congestionate;
- minimizzazione delle interferenze con aree a destinazione d'uso residenziale;
- scelta delle strade a maggior capacità di traffico;
- scelta dei percorsi più rapidi per il collegamento tra cantieri, aree di lavoro e siti di approvvigionamento dei materiali da costruzione e di conferimento dei materiali di risulta.

Le stime sono state eseguite sulla base delle produzioni riferite ai materiali maggiormente significativi in termini di volume, costituiti:

- in USCITA dai cantieri dai materiali di risulta provenienti dagli scavi e dalle demolizioni;
- in INGRESSO ai cantieri dagli inerti per la realizzazione dei rilevati ed il calcestruzzo per la realizzazione delle opere d'arte.

Per il calcolo dei flussi di traffico si sono considerati i movimenti terra legati alla realizzazione dei rilevati, in quanto nettamente prevalenti rispetto alle altre lavorazioni.

In considerazione dell'ubicazione dell'intervento, è verosimile ritenere che i flussi in uscita e in ingresso alle aree di cantiere si ripartiscano all'incirca equamente nelle direzioni da/per Tortona e da/per Voghera, soprattutto sull'arteria principale, rappresentata dalla S.R. 10.

Sulla base di queste ipotesi, sono stati stimati i seguenti flussi di traffico:

- flusso dei materiali in uscita dai cantieri lato Tortona = 42 veicoli per giorno lavorativo
- flusso dei materiali in uscita dai cantieri lato Voghera = 42 veicoli per giorno lavorativo
- flusso dei materiali in ingresso ai cantieri lato Tortona = 52 veicoli per giorno lavorativo
- flusso dei materiali in ingresso ai cantieri lato Voghera = 52 veicoli per giorno lavorativo

I valori sopra riportati, stimati mediante una valutazione di massima, sono da intendersi come flussi medi giornalieri sull'arteria principale (viaggi/giorno).

Si fa presente che i valori dei flussi di traffico, dedotti dall'appaltatore nella fase esecutiva della progettazione, potranno essere anche sensibilmente diversi, in quanto funzione dell'organizzazione dei cantieri e della sequenza di realizzazione delle opere che intenderà seguire.

ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della linea ferroviaria, che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale (strada statale ed autostrada);
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico.
- Interferire il meno possibile con il patrimonio culturale esistente.

CARATTERISTICHE GENERALI DEI CANTIERI

Per la realizzazione degli interventi oggetto del presente progetto sono state previste le seguenti tipologie di aree di cantiere:

- Campo Base: contiene essenzialmente la logistica a supporto delle maestranze e gli eventuali dormitori (qualora previsti) per il personale trasfertista.
- Cantiere Operativo: contiene gli impianti, le attrezzature ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere
- Aree Tecniche: risultano essere tutti quei cantieri di appoggio posti in corrispondenza delle opere d'arte oggetto dell'intervento. Al loro interno sono contenuti gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle relative opere.
- Aree di stoccaggio: non contengono in linea generale impianti fissi o baraccamenti, e sono ripartite in aree destinate allo stoccaggio delle terre da scavo, in funzione della loro provenienza e del loro utilizzo. All'interno della stessa area di stoccaggio o in aree diverse si potranno avere, in cumuli comunque separati:
terre da scavo destinate alla caratterizzazione ambientale, da tenere in sito fino all'esito di tale attività; terre da scavo destinate al reimpiego nell'ambito del cantiere;
terre da scavo da destinare eventualmente alla riambientalizzazione di cave; Altri materiali che possono essere di tipo tecnologico o di armamento.
- Aree di deposito temporaneo: destinate all'eventuale accumulo temporaneo delle terre di scavo. Tale stoccaggio temporaneo è previsto con funzione di "polmone" in caso di interruzioni temporanee della ricettività dei siti esterni di destinazione definitiva.
- Aree di lavoro: risultano essere le aree necessarie per le lavorazioni che tengono conto degli spazi operativi, poste lungo linea ed extra linea all'interno delle quali si svolgono le lavorazioni. Al termine dei lavori le aree di lavoro dovranno essere ripristinate all'assetto e allo stato ante operam.

La tabella seguente illustra il sistema complessivo di cantierizzazione previsto.

Progressiva	Denominazione cantiere	Comune	Superficie
21+300	CAT01 - Cantiere tecnologico	Tortona	9.100 mq
22+300	CAT03 - Cantiere tecnologico	Tortona	16.900 mq
23+400	AS01 - Area stoccaggio	Tortona	17.000 mq
23+500	CO01 - Cantiere operativo	Tortona	13.000 mq
25+300	AT08 - Area Tecnica	Tortona	800 mq
26+150	AT05 ovest - Area Tecnica	Tortona	1.200 mq
26+200	AT05 est - Area Tecnica	Tortona	1.500 mq
26+650	AS02 - Area stoccaggio	Tortona	23.700 mq
27+500	AT04 ovest - Area Tecnica	Pontecurone	1.200 mq
27+550	AT04 est - Area Tecnica	Pontecurone	1.500 mq
29+900	CB01 - Cantiere base	Pontecurone	16.500 mq
30+700	AT02 - Area Tecnica	Pontecurone	2.800 mq
30+750	CO03 - Cantiere operativo	Pontecurone	4.600 mq
31+300	AS04 - Area stoccaggio	Pontecurone	7.100 mq
30+350	DT01 - Deposito Temporaneo	Pontecurone	24.500 mq
31+500	AT01 ovest - Area Tecnica	Pontecurone	6.600 mq
31+700	AT01 est - Area Tecnica	Pontecurone	9.400 mq
32+600	CO02 - Cantiere operativo	Pontecurone	26.500 mq
34+650	AS05 - Area stoccaggio	Voghera	11.600 mq
34+800	AT07 - Area Tecnica	Voghera	300 mq
35+750	AS06 - Area stoccaggio	Voghera	9.000 mq
35+950	AT03 - Area Tecnica	Voghera	1.100 mq
37+200	AT06 - Area Tecnica	Voghera	1.500 mq
38+500	CAT02 - Cantiere tecnologico	Voghera	21.400 mq

CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CAMPI BASE E DEI CANTIERI OPERATIVI

Le caratteristiche dei campi base sono state determinate nell'ambito del presente progetto in base al numero massimo di persone che graviterà su di essi nel corso dell'intera durata dei lavori civili, e sulla base delle linee guida emesse dal Servizio Sanitario Nazionale (regioni Emilia Romagna e Toscana) che costituiscono al momento il documento di riferimento in questogenere di lavori. Tale documento, riporta le dimensioni e le installazioni minime necessarie per la realizzazione di campi destinati al soggiorno di personale coinvolto nella realizzazione di grandi opere pubbliche.

La progettazione dei cantieri operativi nell'ambito del presente progetto è stata invece basata sulle necessità di gestione dimateriali nei periodi di picco delle lavorazioni.

GESTIONE TERRE

Al fine di definire le corrette modalità di gestione dei materiali di risulta che saranno prodotti durante i lavori di quadruplicamento della tratta ferroviaria Tortona - Voghera, in fase di Progetto di Fattibilità Tecnico Economica, sono state condotte alcune indagini ambientali sulle terre e sul pietrisco ferroviario.

Le indagini, che sono state eseguite, sono state articolate come di seguito riportato:

- ✓ Prelievo di n. 16 campioni di terre e rocce da scavo lungo linea per successiva caratterizzazione secondo quanto previsto dalla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017 e confronto con i limiti di cui alla Tabella 1 Allegato 5 al Titolo V della Parte IV D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e Allegato 2, Art. 3 del DM 46/201912 per verificare la possibilità di avviare un iter di gestione dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti;
- ✓ Prelievo di n. 6 campioni di terreno di cui:
 - n. 4 campioni di sub-ballast da gestire come rifiuti poi sottoposti alle analisi di laboratorio finalizzate alla verifica della pericolosità e alla classificazione del rifiuto secondo quanto previsto dagli Allegati D e I della Parte IV D.Lgs. 152/06 e s.m.i.. Sugli stessi campioni sono stati eseguiti i test di cessione ai fini della scelta dell'eventuale impianto di destinazione finale secondo le metodiche di cui al DM 05/02/98 e s.m.i. per l'eventuale possibilità di recupero e di cui al D.Lgs n° 36 del 13/01/03 e ss.mm.ii. per l'ammissibilità in discarica;
 - n. 2 campioni omogenei di terre e rocce da scavo da gestire eventualmente come rifiuti poi sottoposti alle analisi di laboratorio finalizzate alla verifica della pericolosità e alla classificazione del rifiuto secondo quanto previsto dagli Allegati D e I della Parte IV D.Lgs. 152/06 e s.m.i.. Sugli stessi campioni sono stati eseguiti i test di cessione ai fini della scelta dell'eventuale impianto di destinazione finale secondo le metodiche di cui al DM 05/02/98 e s.m.i. per l'eventuale possibilità di recupero e di cui al D.Lgs n° 36 del 13/01/03 e ss.mm.ii. per l'ammissibilità in discarica;
- ✓ Prelievo di n. 4 campioni di ballast da gestire come rifiuti poi sottoposti alle analisi di laboratorio finalizzate alla verifica della pericolosità e alla classificazione del rifiuto secondo quanto previsto dagli Allegati D e I della Parte IV D.Lgs. 152/06 e s.m.i.. Sugli stessi campioni sono stati eseguiti i test di cessione ai fini della scelta dell'eventuale impianto di destinazione finale secondo le metodiche di cui al DM 05/02/98 e s.m.i. per l'eventuale possibilità di recupero e di cui al D.Lgs n° 36 del 13/01/03 e ss.mm.ii. per l'ammissibilità in discarica.

Sulla scorta dei risultati delle analisi di laboratorio:

- Tutti i campioni di terreno rispettano i limiti di cui alla Colonna A (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) e Colonna B (siti ad uso commerciale e industriale), Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs.152/06 e di cui all'Allegato 2 del Decreto 1 marzo 2019 n. 46, ad eccezione di n. 5 campioni che presentano il superamento dei limiti di cui alla Colonna A per i parametri Nichel e Cromo Totale.
- Le terre e il subballast sono stati classificati come rifiuto speciale non pericoloso (codice CER 17.05.04) o rifiuto speciale pericoloso (codice CER 17.05.03*) e sono pertanto smaltibili, le prime, in discarica per rifiuti inerti o non pericolosi, le seconde in discarica per rifiuti pericolosi eventualmente anche previo trattamento preliminare. Inoltre, due campioni su sei sono ammissibili al recupero diretto in regime semplificato in quanto conformi al test di cessione di cui all'allegato 3 del DM 05/02/98 e s.m.i. (attività 7.31-bis dello stesso DM). In uno dei campioni di subballast è stata rilevata presenza di amianto.
- Per quanto concerne la presenza di riporti, la componente di materiali di origine antropica frammisti ai materiali di origine naturale risulta inferiore al 20% in peso per uno dei campioni e superiore al 20% in peso per il secondo

campione. Il campione per il quale la percentuale di materiale di origine antropica è risultata inferiore al 20% rispetta i limiti di cui alla Colonna A (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale), Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs.152/06 e s.m.i. e di cui al DM 46/2019 – Allegato 2, Art. 3. Il test di cessione non ha evidenziato non conformità rispetto alle concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.. Il campione per il quale la % di materiale di origine antropica è risultata >20% potrà essere smaltito come rifiuto speciale non pericoloso con il codice C.E.R. 17 05 04 in discariche per rifiuti non pericolosi. Lo stesso materiale risulta, inoltre, ammissibile alle procedure semplificate perché conforme a quanto previsto dal test di cessione di cui all'allegato 3 del Decreto 5 aprile 2006 n.186 (attività 7.31-bis dello stesso DM).

- Il pietrisco ferroviario è stato classificato come rifiuto speciale non pericoloso (codice CER 17.05.08) ed è smaltibile in discarica per rifiuti inerti. È inoltre ammissibile al recupero diretto in regime semplificato, in quanto conforme al test di cessione di cui all'allegato 3 del DM 05/02/98 e s.m.i. (attività 7.11.3 dello stesso DM). In uno dei campioni è stata tuttavia rilevata la presenza di amianto (Crisotilo).

Nel corso del PFTE è stato stimato che la realizzazione degli interventi comporterà la produzione dei seguenti volumi di materiali di risulta:

- 586.935 mc (in banco) di terre e rocce da scavo;
- 3.025 mc di materiali provenienti da demolizioni (CLS);
- 5.000 mc di materiali provenienti da demolizioni (conglomerato bituminoso);
- 42.738 mc di pietrisco ferroviario;
- 26.332 traverse/traversoni ferroviari in CAP

Relativamente ai fabbisogni di progetto, i quantitativi risultano i seguenti:

- 713.229 mc di materiali inerti per rilevati ferroviari e stradali
- 89.467 mc di terreno vegetale per interventi di inerbimento e opere a verde
- 215.097 mc di materiali inerti per rinterri sottoposti o non ad azioni ferroviarie o stradali
- 120.633 mc di ballast
- 72.785 traverse/traversoni ferroviari

In linea con i principi ambientali di favorire il riutilizzo dei materiali piuttosto che lo smaltimento, i materiali di risulta prodotti verranno, ove possibile, riutilizzati nell'ambito degli interventi in progetto o in siti esterni in regime di sottoprodotti ai sensi del DPR 120/2017. Per essi si rimanda al Piano di Utilizzo elaborato a corredo del progetto (IA9600R52RGTA0000002). I materiali di risulta non riutilizzabili o in esubero rispetto ai fabbisogni del progetto verranno gestiti in regime di rifiuto e conferiti presso impianti esterni di recupero/smaltimento autorizzati. Si precisa che, in riferimento ai fabbisogni delle opere in progetto, solo quota parte dei materiali di scavo prodotti dalle lavorazioni presentano caratteristiche geotecniche e chimiche idonee per possibili utilizzi interni quali produzione di cls, formazione di rilevati, rinterri, riempimenti e coperture vegetali, previo eventuale trattamento di normale pratica industriale. Pertanto, sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte in fase progettuale, delle caratteristiche geotecniche e dei fabbisogni di progetto che ammontano a 1.017.793 mc, saranno gestiti in regime di rifiuti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. i seguenti quantitativi di materiali di risulta:

- 108.252 mc (in banco) di terre e rocce da scavo;
- 8.025 mc di materiali provenienti da lavori di demolizione;
- 42.738 mc di pietrisco ferroviario;
- 26.332 traverse/traversoni ferroviari in CAP

I materiali di risulta non risultati idonei al riutilizzo sia da un punto di vista ambientale sia da un punto di vista merceologico/geotecnico saranno gestiti in qualità di rifiuto. Ciò posto, nel presente paragrafo, viene descritta la gestione dei materiali di risulta in esubero e non riutilizzabili nell'ambito delle opere in progetto.

Come detto precedentemente, in totale saranno gestiti come rifiuti un totale complessivo di circa 159.015 mc di materiali di risulta di cui:

- circa 108.252 mc di terre e rocce da scavo (CER 17.05.04 e CER 17.05.03*);
- circa 42.738 mc di pietrisco per massicciate ferroviarie (CER 17.05.08 e 17.05.07*);
- circa 3.025 mc di materiali (CLS) provenienti da attività di demolizione (C.E.R. 17.09.04)
- circa 5.000 mc di materiali (conglomerato bituminoso) provenienti da attività di demolizione (C.E.R. 17.03.02)

Al fine di accertarne l'idoneità al recupero/smaltimento tutti i materiali derivanti dalle lavorazioni, una volta prodotti, dovranno essere caratterizzati e, pertanto saranno trasportati presso aree adeguatamente allestite ai sensi di quanto previsto dalla normativa vigente (opportunamente perimetrale, eventualmente impermeabilizzate, stoccaggio con materiale omogeneo, etc..) e in particolare, secondo quanto prescritto dall'art. 183 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

In ogni caso, nella presente fase progettuale, sulla base delle risultanze analitiche riportate nei precedenti paragrafi, si può ipotizzare di conferire i materiali che si intende gestire in qualità di rifiuti alle seguenti tipologie di impianti di destinazione finale:

- per quanto riguarda lo smaltimento/recupero delle terre e rocce derivanti da scavo (CER 17.05.04 e CER 17.05.03*) sono state ipotizzate, le seguenti destinazioni:

- o Impianto di recupero: 20 %;
- o Discarica per rifiuti inerti: 30%;
- o Discarica per rifiuti non pericolosi: 20 %;
- o Discarica per pericolosi 30% (eventualmente previo trattamento preliminare).

- per quanto riguarda lo smaltimento/recupero del ballast (CER 17.05.08 e CER 17.05.07*), si ipotizzano le seguenti destinazioni:
 - o Impianto di recupero: 50%
 - o Discarica per inerti: 30%
 - o Discarica per rifiuti non pericolosi: 10%

In considerazione del fatto che in uno dei quattro campioni analizzati (B3) è stata rinvenuta presenza di amianto (Crisotilo), a titolo cautelativo, si assume:

- o Discarica per rifiuti pericolosi (CER 17.05.07*): 20%

- per quanto riguarda lo smaltimento di materiali (CLS) provenienti da demolizioni (CER 17.09.04) si ipotizzano le seguenti destinazioni:

- o Impianto di recupero: 70%;
- o Discarica per inerti: 30%.

- per quanto riguarda lo smaltimento del conglomerato bituminoso proveniente da demolizioni (CER 17.03.02) si ipotizzano le seguenti destinazioni:

- o Impianto di recupero: 100%;

- per quanto riguarda lo smaltimento delle traverse/traversoni ferroviari in CAP (codice CER 17.09.04) si ipotizzano le seguenti destinazioni:

- o Impianto di recupero: 70%;
- o Discarica per inerti: 30%.

Eventuali traverse in legno saranno smaltite a cura di RFI.

Le destinazioni ipotizzate sopra potranno essere confermate solo dai risultati delle analisi di caratterizzazione

(sul tal quale e sull'eluato da test di cessione) che l'Appaltatore dovrà eseguire nella fase di realizzazione dell'opera per individuare la corretta modalità di gestione dei materiali di risulta ai sensi della normativa ambientale vigente.

Si ricorda, infatti, che in fase di esecuzione lavori, l'Appaltatore è il produttore dei rifiuti e come tale a lui spetta tanto la corretta attribuzione del codice CER quanto la gestione degli stessi, pertanto le considerazioni riportate nel presente documento si riferiscono alla presente fase di progettazione e allo stato ante operam dei luoghi.

Si rimanda agli elaborati specialistici per maggiori dettagli.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Lo Studio di Impatto Ambientale, redatto ai fini della procedura di VIA ha analizzato il progetto nel suo complesso (tracciato ferroviario e opere connesse) sotto i vari aspetti tecnici e funzionali in rapporto alla disciplina di tutela ambientale e paesaggistica ed alla verifica dei potenziali impatti sui fattori ambientali, così come previsto dalla normativa vigente.

Lo Studio di Impatto Ambientale, allegato al presente Progetto di Fattibilità Tecnico Economica, è stato redatto ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006 così come modificato dal D. Lgs. n. 104/2017 ed è composto da:

- Sintesi Non Tecnica
- Relazione Generale
- Elaborati grafici relativi a: i vincoli e le tutele; lo stato dell'ambiente e le valutazioni degli impatti;
- Il progetto delle opere a verde.

L'analisi dello stato dell'ambiente è stata effettuata individuando all'interno dell'area vasta un ambito entro cui approfondire le indagini in relazione alle caratteristiche di progetto e alle interferenze tra quest'ultimo e i fattori ambientali. Obiettivo di questa fase di lavoro risiede, pertanto, nell'individuazione del corridoio di studio, inteso come contesto interessato dall'opera.

Preliminarmente è stata definita una fascia di influenza potenziale a cavallo della linea di progetto costituendo un margine sufficiente per rilevare le possibili interferenze tra l'opera ed i principali ricettori. Tale fascia, tuttavia, non è stata definita in modo geometrico, ma rappresenta un'area di interrelazione tra le opere di progetto e le caratteristiche del territorio, nelle sue componenti ambientali, insediative e relazionali, alla appropriata scala di rappresentazione cartografica.

L'impatto sul paesaggio è stato valutato nell'ambito degli aspetti morfologici e delle visualità in riferimento alle trasformazioni proposte ed alle misure di mitigazione necessarie.

Si rimanda agli elaborati specifici per maggiori dettagli.

OPERE A VERDE

Il progetto di fattibilità tecnica economica prevede specifici interventi di inserimento paesistico-ambientale e di ripristino ambientale, da adottare lungo la linea ferroviaria di progetto.

Il contesto attraversato risulta omogeneo dal punto di vista morfologico e climatico, infatti il tracciato ferroviario in esame si colloca in un ambito di pianura, in un'area prevalentemente agricola compresa tra il centro urbano della città di Voghera, quello di Pontecurone e il centro urbano della città di Tortona. Il contesto ambientale, in un'ottica di larga scala, è prevalentemente improntato ad un'attività agricola intensiva e appare frammentato da numerose aree urbanizzate e infrastrutture lineari stradali e ferroviarie.

Dallo studio della vegetazione potenziale è stato possibile individuare i tipologie degli interventi, specificandoli per le singole caratteristiche pedologiche, microclimatiche e di esposizione.

Il progetto delle opere a verde è stato sviluppato per conseguire un duplice l'obiettivo di sistemare i tratti interclusi e reliquati del frazionamento fondiario risultanti dalla realizzazione delle viabilità.

Gli interventi proposti pertanto, sono da intendersi anche come creazione di nuove situazioni di diversità e di riequilibrio di un ambito, quello della pianura coltivata, completamente sbilanciato verso un assetto uniforme e monotono, non solo in termini di varietà biologica, ma anche più in generale, di assetto paesaggistico (struttura poderale, scansione delle colture, delle vedute, ecc.). A questo proposito sono stati adottati alcuni criteri generali per la definizione delle tipologie di intervento, che possono essere sintetizzati come segue:

- scelta di specie autoctone in sintonia con i caratteri ecologici del luogo;
- diversità floristica;
- diversità di fenologia;
- bassa manutenzione.

Le opere a verde in progetto sono state distinte in base alle caratteristiche intrinseche ed alle finalità che perseguono, nelle seguenti categorie di intervento:

- interventi di mitigazione e di potenziamento della vegetazione locale;
- interventi di ripristino delle aree ripariali per una riqualificazione ambientale dell'infrastruttura.

La tabella seguente illustra tipologia e localizzazione degli interventi a verde previsti nell'ambito del progetto.

Codice	Lato	Pk Inizio	Pk Fine	Lunghezza (m)	Area (mq)	Tipologia
IA-01	Sud	56+035	56+155	120		Siepe arbustiva – doppio filare
IA-02	Sud	56+175	56+574	400		Siepe arbustiva – doppio filare
IA-03	Nord	59+100	59+417	780		vegetazione spondale
IA-04	Nord	59+200	59+256		2.540	Ripristino usi agricoli
IA-05	Sud	59+629	59+784	155		Siepe arboreo-arbustiva
IA-06	Sud	59+796	60+010	214		Siepe arboreo-arbustiva

IA-07	Sud	61+028	61+276	248		Siepe arbustiva – doppio filare
IA-08	Sud	62+540	62+620	80		Siepe arbustiva – doppio filare
IA-09	Sud	62+632	62+736	104		Siepe arbustiva – doppio filare
IA-10	Sud	62+738	63+020	284		Siepe arboreo-arbustiva
IA-11	Sud	63+033	63+259	226		Siepe arbustiva – doppio filare
IA-12.1	Nord	63+777	63+923	143		Siepe arbustiva – doppio filare
IA-12.2	Nord	64+080	64+117		514	Macchia arboreo arbustiva
IA-13	Nord e sud	64+186	64+265		9.650	Ripristino usi agricoli
IA-13.1	Nord	64+200	64+200	72		Siepe arboreo-arbustiva
IA-13.2	Nord	64+200	64+200	176		Siepe arboreo-arbustiva
IA-13.3	Nord e sud	64+320	64+320	174		Siepe arboreo-arbustiva +
					1.334	Macchia arboreo arbustiva
					1.334	Macchia arbustiva
IA-14	Nord	64+500	64+600		3.160	Vegetazione ripariale
IA-15	Sud	68+683	68+865	182		Siepe arbustiva – singolo filare
IA-16	Sud	69+253	69+465	242		Siepe arboreo-arbustiva

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Tutte le analisi ambientali confluiscono nel Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) che permette di tenere sotto controllo gli indicatori ambientali connessi alla realizzazione e all'esercizio dell'opera e altresì di rispondere a specifiche esigenze locali non necessariamente evidenziate in fase progettuale.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale, redatto ai sensi della normativa ambientale vigente, ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera, risalendo alle loro cause, al fine di determinare se tali variazioni siano imputabili all'opera in costruzione o realizzata e per ricercare i correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente.

Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà pertanto di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di

esercizi dell'infrastruttura ferroviaria;

- rilevare tempestivamente emergenze ambientali imprevedute per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

All'interno del PMA, in linea con l'attuale livello di progettazione, sono stati pertanto individuati i punti in cui eseguire le misure, le modalità di esecuzione delle stesse e la frequenza delle campagne. In funzione della tipologia di interventi previste del sistema di cantierizzazione progettato, il monitoraggio ambientale nelle diverse fasi Ante Operam (AO), Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO) si concentrerà essenzialmente sulle componenti ambientali considerate potenzialmente impattate.

ESPROPRI

Le opere ferroviarie, individuate nei territori comunali di Tortona, Castelnuovo Scrivia, Pontecurone e Voghera, si dispongono a nord dell'attuale linea ferroviaria, in uscita dalla stazione di Tortona, scavalcandola nel territorio del comune di Pontecurone e proseguendo in affiancamento a sud fino alla stazione di Voghera.

Il tracciato di progetto si sviluppa con un percorso piano-altimetrico prevalentemente pianeggiante, così come il territorio che attraversa, e prevede il potenziamento dell'attuale sede ferroviaria mediante l'inserimento di ulteriori due binari tra le Stazioni di Tortona e Voghera. In uscita da queste ultime si attraversa un territorio densamente antropizzato a prevalente destinazione residenziale, maggiormente caratterizzato da ville singole o bifamiliari con annesso giardino di pertinenza. Analoga fattispecie si riscontra nel territorio urbano di Pontecurone. All'esterno dei centri urbani le nuove opere si sviluppano su terreni a vocazione agricola, prevalentemente tenuti a seminativo, caratterizzati da idoneo reticolo irriguo e dalla viabilità interpodereale che permettono una facile irrigazione ed un'agevole possibilità di accesso.

Le aree interessate dalle opere risultano a destinazione mista residenziale/produttiva nei tratti interni ai centri abitati di Tortona, Pontecurone e Voghera. All'esterno dei centri abitati, le aree agricole, tipiche della pianura padana lombarda, presentano un andamento pianeggiante con buona fertilità e tessitura servite da rete stradale pubblica e/o interpodereale oltre che da una buona rete irrigua ottimale per la coltivazione agricola del seminativo irriguo.

Riguardo alle viabilità permanenti da realizzare/adeguare è prevista l'espropriazione a favore del comune nel quale ricadono oppure dell'ente proprietario della viabilità esistenti; nel caso in cui si tratti di accessi permanenti alle opere connesse all'infrastruttura ferroviaria (piazzali di emergenza, SSE, fabbricati tecnologici), il beneficiario dell'espropriazione sarà la R.F.I. S.p.A..

Normative e indennità

Per la determinazione dei valori da attribuire agli immobili interessati dalle espropriazioni ricorre l'applicabilità dell'articolo 37 del D.P.R. 327/2001 "Testo Unico in materia di Espropriazioni", come modificato dalla Legge 244/2007 del 21 dicembre 2007, per le aree edificabili e dell'articolo 38 del medesimo D.P.R. per le costruzioni legittimamente edificate che riconducono al valore venale del bene da espropriare.

Per le aree agricole l'indennità afferente le aree agricole è stata determinata in ottemperanza della sentenza della Corte Costituzionale 7 giugno 2011, n. 181 con la quale è stata sancita l'incostituzionalità dell'art.40 commi 2 e 3 del citato D.P.R. 327/2001.

Evidenze territoriali

I tratti di attraversamento delle zone prossime ai centri abitati e produttivi periferici dei comuni di Voghera, Pontecurone e Tortona, coinvolgono, in forma provvisoria e definitiva, accessi ed aree di pertinenza di fabbricati abitativi e produttivi, rappresentati di seguito, la cui analisi tecnico economica deve essere affrontata in maniera puntuale.

In particolare, si evidenzia la necessità di rilocare l'accesso carraio di un complesso industriale produttivo dislocato a nord della sede ferroviaria – complesso Stamplast – Piber Group - che dovrà essere dotato di una nuova viabilità pubblica di accesso e che determinerà la ridefinizione della viabilità interna aziendale con sottrazione di aree adibite a parcheggio ed isole verdi con piante di alto fusto.

Si segnala inoltre che, nel centro abitato di Voghera, lo spostamento della Strada Crocetta e di Via Cignoli, conseguente all'allargamento della sede ferroviaria, comportano l'occupazione dei sedimi pertinenziali dei frontistanti fabbricati abitativi; per questa fattispecie ricorre l'applicabilità dell'articolo 33 del DPR 327/2001.

TEMPI DI REALIZZAZIONE

Per la realizzazione di tutti gli interventi (opere civili ed impianti tecnologici) del quadruplicamento della linea ferroviaria Tortona – Voghera saranno necessari 2352 giorni, a partire dalla data di consegna dei lavori al futuro Appaltatore.

Il dettaglio delle tempistiche dei lavori è indicato nell'elaborato di progetto cod. documentale IQ0101R53PHCA0000001A. All'interno di tale elaborato sono indicate le qualifiche temporali delle interruzioni e frequenze/turni di lavoro adottati per la redazione del Programma Temporale dei Lavori.

VALORE OPERE

Si riporta di seguito il riepilogo generale del Valore Opere del PFTE suddiviso per categorie. Si fa presente che il Valore delle Opere di PFTE e indicato nella tabella seguente confluisce all'interno del Quadro Economico a cura RFI.

PFTE QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA				
RIEPILOGO GENERALE PER CATEGORIE DI OPERE				
VOCI DI COSTO	IMPORTO RELATIVO AD OPERE FERROVIARIE	IMPORTO RELATIVO AD OPERE EXTRALINEA E DI RIAMBIENTALIZZAZIONE	IMPORTO TOTALE	INCIDENZA SUL TOTALE VALUTAZIONE OPERE
OPERE CIVILI	214.565.209	288.740.673	503.305.882	67,3%
SOVRASTRUTTURA FERROVIARIA	55.772.908	0	55.772.908	7,5%
IMPIANTI TECNOLOGICI	89.526.054	0	89.526.054	12,0%
ACQUISIZIONE AREE	41.806.284	0	41.806.284	5,6%
OPERE COMPENSATIVE	0	9.772.930	9.772.930	1,3%
SICUREZZA	19.472.061	17.527.939	37.000.000	5,0%
PROGETTAZIONE ESECUTIVA	5.824.222	4.328.447	10.152.669	1,4%
TOTALE VALORE OPERE	426.966.738	320.369.989	747.336.727	100,0%

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il PFTE del Quadruplicamento della linea ferroviaria Tortona - Voghera è rispondente ai requisiti prescritti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC2018 e a tutte le Normative di settore applicabili che sono elencate, per ciascuna tipologia di opera civile e tecnologica, all'interno delle Relazioni Tecniche Specialistiche del PFTE delle opere civili e delle opere tecnologiche, al Manuale di Progettazione delle Opere Civili di RFI "RFI DTC SI MA IFS 001 E del 31.12.2020" in cui per ogni tipologia di opera si definisce nel dettaglio la normativa, le specifiche tecniche e funzionali, gli standard, le prescrizioni generali e particolari da osservare e i requisiti tecnici minimi richiesti per la progettazione, al Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili "RFI DTC SI SP IFS 001 D del 20.12.2019".