

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J84H17000480001

CUP: J47I09000030009

**PROGETTO DEFINITIVO**

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA  
QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA**

Relazione tecnica generale

SCALA:

-

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

N M 0 Z    0 0    D    0 5    R G    M D 0 0 0 0    0 0 1    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	S. Borelli 	11/2018	S. Borelli 	11/2018	S. Borelli 	11/2018	

File: NMOZ-00-D-05-RG-MD00000-001-A

n. Elab.:

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....</b>	<b>6</b>
2.1	RIPARTIZIONE IN LOTTI.....	8
2.2	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA STORICA – NPP 1963.....	11
2.3	DESCRIZIONE DELLO STATO ESISTENTE.....	15
2.4	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	17
2.5	REQUISITI FUNZIONALI E PROGRESSIVAZIONE LINEE.....	24
2.6	MODELLO DI ESERCIZIO E STUDIO DI TRASPORTO.....	26
<b>3</b>	<b>OPERE CIVILI .....</b>	<b>31</b>
3.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDRAULICO.....	31
3.1.1	<i>geologia, geomorfologia, idrogeologia.....</i>	31
3.1.2	<i>Idrologia ed idraulica attraversamenti principali.....</i>	34
3.1	CORPO STRADALE FERROVIARIO (RI).....	38
3.2	OPERE D’ARTE.....	41
3.2.1	<i>Ponti e Viadotti.....</i>	41
3.2.2	<i>Sottoattraversamenti viari.....</i>	44
3.2.3	<i>Sottopassi e sottovia.....</i>	49
3.2.4	<i>Fabbricati tecnologici.....</i>	51
3.2.5	<i>FERMATE E STAZIONI.....</i>	54
3.2.6	<i>ARCHEOLOGIA.....</i>	62
3.3	MITIGAZIONE ACUSTICA.....	63
3.3.1	<i>STUDIO ACUSTICO.....</i>	63
3.3.2	<i>Barriere Antirumore.....</i>	64
3.4	OPERE A VERDE.....	69
3.5	SOTTOSERVIZI INTERFERENTI.....	70
<b>4</b>	<b>IMPIANTI TECNOLOGICI.....</b>	<b>72</b>
4.1	IMPIANTI SSE E CABINE TE.....	72
4.2	IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA.....	74
4.3	IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE.....	77
4.3.1	<i>Impianti LUCE e FORZA MOTRICE nelle fermate e STAZIONI.....</i>	77
4.4	IMPIANTI MECCANICI.....	82
4.4.1	<i>IMPIANTO HVAC.....</i>	82
4.4.2	<i>IMPIANTI SAFETY.....</i>	82
4.4.3	<i>IMPIANTI SECURITY.....</i>	83
4.4.4	<i>IMPIANTO di drenaggio e sollevamento acque.....</i>	84
4.4.5	<i>IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO PERSONE (ASCENSORI).....</i>	84
4.5	IMPIANTI DI SICUREZZA E SEGNALAMENTO SCMT E TLC.....	86
4.5.1	<i>TLC.....</i>	89

<b>5</b>	<b>CANTIERIZZAZIONE, FASI ESECUTIVE E PROGRAMMA LAVORI .....</b>	<b>92</b>
5.1	ORGANIZZAZIONE DELLA CANTIERIZZAZIONE .....	92
5.2	BILANCIO DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE .....	96
5.3	FASI ESECUTIVE DELL'INTERVENTO .....	100
5.4	PROGRAMMAZIONE DEI LAVORI .....	101
<b>6</b>	<b>ESPROPRI E INDENNIZZI.....</b>	<b>103</b>
<b>7</b>	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE.....</b>	<b>104</b>

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 4 di 104

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione descrive il progetto definitivo del Potenziamento della tratta ferroviaria Milano-Rogoredo-Pavia, posta sulla linea Milano-Genova.

Tale tratta è ubicata a sud del capoluogo lombardo ed interessa la provincia di Milano corrispondente con la fascia di territorio compresa nei comuni di San Donato, San Giuliano, Locate Triulzi, Pieve Emanuele, Lacchiarella e Sizzano e la provincia di Pavia corrispondente con la fascia di territorio compresa nei comuni di Giussago e Borgarello.

La linea esistente, a doppio binario, è caratterizzata da un traffico diversificato composto da una componente di medio e lungo raggio passeggeri e merci, a servizio delle relazioni Milano – Tortona - Alessandria/Genova, cui si somma una rilevante componente di traffico metropolitana attestata a Pavia.

Attualmente la linea, nel tratto in approccio al nodo di Milano, si trova in condizioni prossime alla saturazione, pertanto non è in grado di assorbire significativi incrementi di traffico senza incidere sulla regolarità dei servizi già programmati in orario.

Al fine di consentire un incremento di capacità ed un miglioramento delle prestazioni coerenti con l'evoluzione dei traffici prevista per i prossimi anni, si prevede di potenziare l'infrastruttura con un quadruplicamento del collegamento ferroviario fra Milano Rogoredo e Pieve Emanuele e nella successiva estensione del quadruplicamento fino a Pavia.

Dal punto di vista trasportistico, in linea con i programmi nazionali e regionali, il nuovo collegamento a quattro binari tra Milano Rogoredo – Pieve Emanuele – Pavia rappresenta lo strumento attuativo per l'incremento della mobilità ferroviaria di lunga percorrenza merci e passeggeri e di breve/medio raggio, attraverso il potenziamento del servizio regionale/suburbano, che in volume rappresenta la quota di traffico più rilevante. Già ad oggi, infatti, i collegamenti di tipo suburbano, regionale e regionale veloce rappresentano oltre il 60% dell'offerta commerciale in transito sulla tratta di progetto.

Con riferimento alla mobilità metropolitana e regionale, il progetto si integra perfettamente con gli obiettivi perseguiti a livello strategico e programmatico dalla Regione Lombardia e pubblicati recentemente nel Piano Regionale della Mobilità e Trasporti (PRMT) nel dicembre 2016. Questi possono essere così sintetizzati:

- riduzione della congestione stradale, specie nelle aree e lungo gli assi più trafficati;
- miglioramenti dei servizi del trasporto collettivo TPL su gomma e su ferro;
- incremento dell'offerta intermodale;
- riduzione degli impatti sull'ambiente ed in particolare del tasso di inquinamento dell'aria;
- riduzione dell'incidentalità stradale in linea con gli obiettivi posti dall'UE.

Il raggiungimento degli obiettivi di performance nel settore del TPL, sia su gomma sia su ferro, contribuirà al raggiungimento di quelli prefissati per il trasporto privato stradale, grazie alla diversione modale provocata

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 5 di 104

all'incremento dell'attrattività del trasporto pubblico e la conseguente diminuzione dei flussi veicolari su strada.

L'intervento di potenziamento ferroviario ha avuto origine nel 2011, con l'avvio delle prime progettazioni relative ai 2 lotti funzionali Milano-Pieve e Pieve-Pavia. Nel 2012 pertanto è stato completato il progetto preliminare della prima tratta e nel 2015 quello relativo alla seconda tratta.

Nel corso del 2017, è stata quindi avviata la progettazione definitiva dell'intero intervento, mantenendone l'articolazione nelle due fasi funzionali citate.

In concomitanza con l'avvio di tale fase progettuale. Regione Lombardia – con la condivisione di RFI – ha attivato dei tavoli tecnici di confronto con le Amministrazioni Comunali interessate dall'intervento di potenziamento sulla base delle precedenti progettazioni preliminare.

Gli incontri si sono tenuti nelle giornate del 17 e 23 gennaio 2018: ne sono scaturite osservazioni e richieste di modifiche progettuali, accolte poi nel progetto definitivo qualora ritenute fattibili.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 6 di 104

## 2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto di quadruplicamento della tratta Milano Rogoredo - Pavia ha un'estesa di 28,6 km, e come detto soddisfa l'obiettivo funzionale di consentire la completa separazione dei traffici suburbani e regionali da quelli interregionali, di lunga percorrenza e merci.

L'intervento è suddiviso in due fasi funzionali:

1. quadruplicamento della tratta da MI Rogoredo a Pieve Emanuele (da km 0+700 a km 11+985 per un'estesa complessiva circa 11 km), che prevede seguenti principali interventi:
2. quadruplicamento della tratta da Pieve Emanuele a Pavia, (da km 11+241 a km 28+401 per un'estesa complessiva circa 17 km), che prevede seguenti principali interventi:

La programmazione regionale prevede che, a valle dell'attivazione del quadruplicamento della prima fase funzionale venga attestato un servizio suburbano nella stazione di Pieve Emanuele - l'attuale servizio S2 che attualmente termina a Milano Rogoredo - tale da determinare un servizio cadenzato ogni 30 minuti attestato nella stazione di Pieve Emanuele ed uno con il medesimo cadenzamento che si attesta a Pavia.

A valle dell'attivazione del quadruplicamento della seconda fase funzionale, si prevede invece un sostanziale incremento di traffico relativo alle componenti di lunga percorrenza e merci, conseguente anche agli sviluppi del Terzo Valico, con un raddoppio dell'offerta attuale sulla linea.

La realizzazione dell'intervento consente quindi la gestione ottimale dei volumi di traffico incrementati sulla direttrice, grazie alla specializzazione delle due linee rispetto alle componenti di traffico presenti, con una capacità residua a disposizione per ulteriori incrementi futuri.

Rispetto al progetto di "Quadruplicamento Milano-Pavia" cod NPP 0335 – inquadrabile come intervento a lungo termine – è previsto sulla stessa linea ferroviaria anche il progetto di "Velocizzazione Milano -Genova" cod. NPP 1963 – inquadrabile invece come intervento a breve termine.

L'obiettivo di questo progetto è velocizzare la linea attuale tra Milano – Genova per ridurre i tempi di percorrenza: tra Milano Rogoredo e Tortona è infatti possibile una riduzione di 5' della percorrenza pura a fronte di interventi sulle tecnologie e infrastrutturali di tipo leggero.

Gli obiettivi attesi sulla Milano – Genova "velocizzata" sono pertanto:

- riduzione del tempo di percorrenza pura fino a 5' per treni viaggianti a rango P senza fermate tra Milano e Genova sulla linea attuale;
- l'adeguamento a 750 m della Milano - Tortona in coerenza con quanto previsto per l'upgrade prestazionale del Corridoio Reno - Alpi nel Piano Industriale;

- il miglioramento dei livelli di puntualità e regolarità della circolazione grazie al rinnovo tecnologico;
- l'accentramento delle funzioni di comando e controllo della circolazione.

Tali obiettivi sono raggiungibili attraverso l'introduzione di alcune rettifiche di tracciato, interventi alle opere civili e nuove occupazioni di sedime privato, nonché conseguenti interventi di modifica alle tecnologie.

Di questi interventi, quelli localizzati nella tratta Milano Rogoredo-Pavia risultano funzionali anche al futuro quadruplicamento – per il quale sussistono i medesimi requisiti della Velocizzazione per quanto attiene l'assetto e la velocità della Linea Storica, che per un lungo tratto del proprio tracciato sarà destinata alle relazioni di lunga percorrenza (treni veloci).

Tuttavia, questi interventi – propri della Velocizzazione – non possono ritenersi realmente “a breve termine”, in quanto di fatto non anticipabili rispetto all'assetto di “Quadruplicamento”.

Nello specifico, l'analisi condotta ha indicato due scenari alternativi:

- a) il primo prevedrebbe la realizzazione ed attivazione di interventi parziali mirati alla Velocizzazione e di rapida attuazione – quindi in reale anticipo rispetto al Quadruplicamento – quale per esempio la realizzazione del solo nuovo attrezzaggio tecnologico sulla linea storica solo in parte velocizzata; tale scenario determinerebbe tuttavia duplicazioni di lavorazioni e conseguente dispendio di risorse;
- b) il secondo prevedrebbe anche la realizzazione ed attivazione di interventi da apportare alla linea storica mirati alla Velocizzazione ma compatibili con il futuro Quadruplicamento – ovvero senza duplicazioni di lavorazioni; tale scenario tuttavia comporterebbe la necessità di occupazione significativa di nuove aree, di opere civili importanti, di iter autorizzatori con tempistiche lunghe, tali quindi da giustificare l'attuazione secondo i programmi e gli strumenti propri del Quadruplicamento stesso. In particolare, questi interventi sono:
  - trasformazione della stazione di Certosa in fermata con interventi di velocizzazione del tracciato e realizzazione della nuova fermata dotata di sottopasso a servizio viaggiatori (*non risulta fattibile prevedere l'inserimento di un sottopasso per servizio viaggiatori con mantenimento della precedenza attuale: uno è alternativo all'altro*);
  - realizzazione del nuovo posto di Movimento Turago.

Stanti questi scenari, al fine di evitare duplicazioni di lavorazioni e conseguente dispendio di risorse, si è ritenuto opportuno non procedere ad attivazioni di interventi parziali (scenario a), ma al contrario integrare – nella presente configurazione di progetto definitivo - gli interventi della 1° Fase di Quadruplicamento con quelli finalizzati alla Velocizzazione – meglio dettagliati al successivo paragrafo 2.2.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 8 di 104

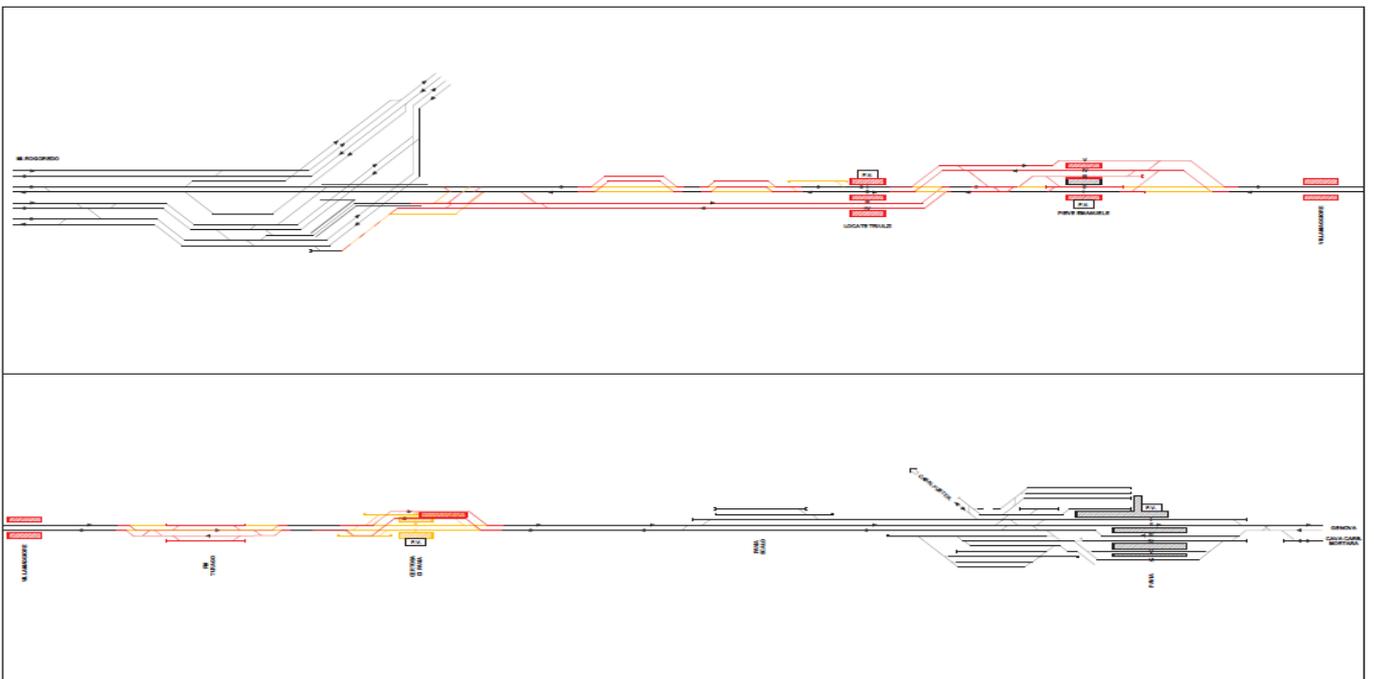
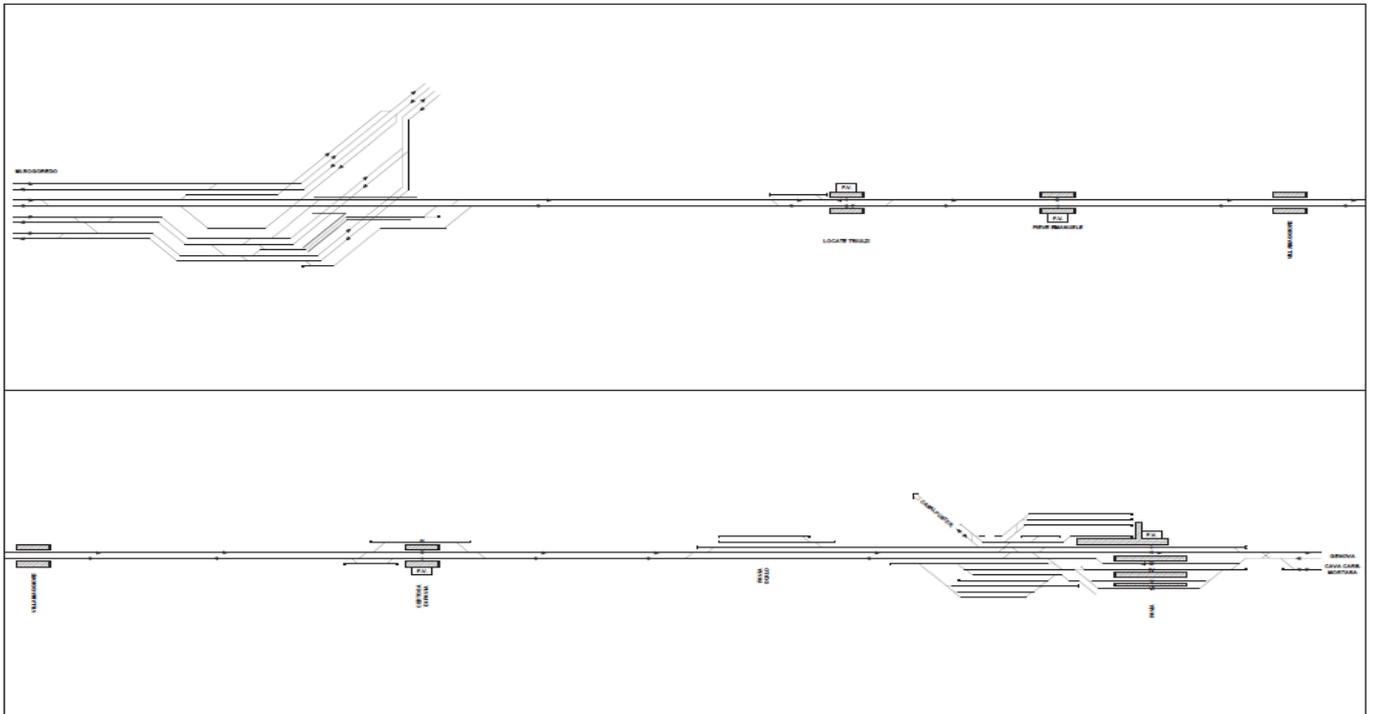
## 2.1 RIPARTIZIONE IN LOTTI

La **Fase funzionale 1, ovvero il Quadruplicamento della tratta da MI Rogoredo a Pieve Emanuele** (da km 1+100 a km 11+985 per un'estesa complessiva circa 11 km) prevede i seguenti principali interventi:

- realizzazione della nuova coppia di binari del quadruplicamento, in affiancamento (principalmente ad ovest), con interventi di velocizzazione anche degli attuali;
- realizzazione delle nuove comunicazioni in uscita dalla stazione di MI Rogoredo (a velocità 60 km/h);
- trasformazione della stazione di Locate Triulzi in fermata;
- trasformazione della fermata di Pieve E. in stazione;
- realizzazione della nuova SSE Pieve Emanuele;
- adeguamento marciapiedi fermata Villamaggiore a +55cm da p.f.
- trasformazione della stazione di Certosa di Pavia in fermata e contestuale realizzazione di un nuovo Posto di Movimento a Turago (modulo 750m);
- adeguamento delle opere esistenti (sottovia);
- realizzazione di un nuovo apparato ACCM per entrambe le linee (linea per la lunga percorrenza e merci ad est e linea per traffico suburbani e regionali ad ovest).

**RELAZIONE TECNICA GENERALE**

PROGETTI LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NM0Z 00 D 05	RG	MD.00.00 001	A	9 di 104

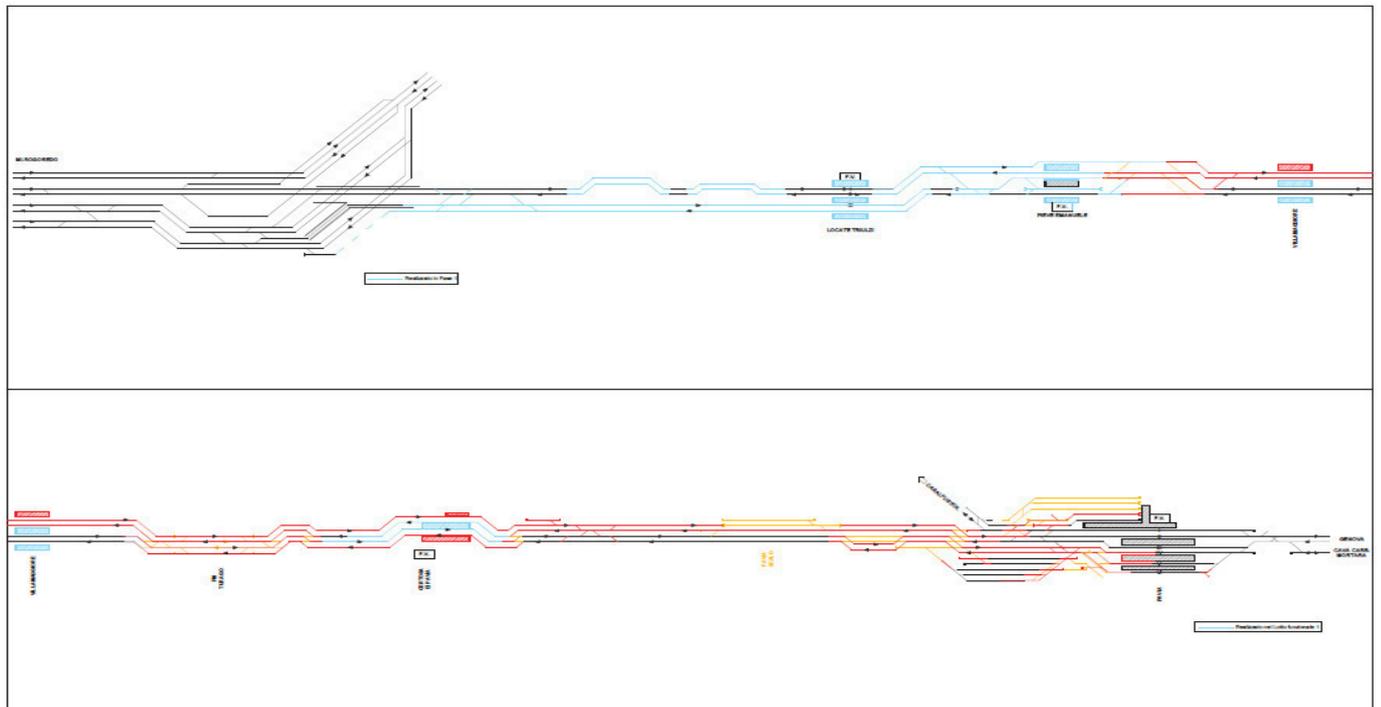


**RELAZIONE TECNICA GENERALE**

PROGETTI LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NM0Z 00 D 05	RG	MD.00.00 001	A	10 di 104

La Fase Funzionale 2 ovvero il Quadruplicamento della tratta da Pieve Emanuele a Pavia, (da km 11+241 a km 28+401 per un'estesa complessiva circa 17 km), prevede i seguenti principali interventi:

- realizzazione della nuova coppia di binari del quadruplicamento, in affiancamento (principalmente ad est);
- modifica alla stazione di Pieve E.;
- modifica alla fermata di Villamaggiore;
- realizzazione nuovo PRG di Pavia (interventi in radice Nord) con la predisposizione del tracciato ferroviario per la futura fermata di Pavia Nord a carico del Comune di Pavia;
- modifica ed estensione dell'apparato ACCM per entrambe le linee.



	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 11 di 104

## 2.2 VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA STORICA – NPP 1963

Come detto, nell’ambito del progetto “Velocizzazione della linea Milano-Genova”, l’obiettivo di aumentare la velocità di Rango C a 180 km/h e di introdurre il Rango P sulla linea storica comporta - nella tratta Milano Rogoredo-Pavia – i seguenti interventi parimenti introdotti nel progetto di quadruplicamento di 1° Fase, in quanto tra gli obiettivi di quest’ultimo figura anche la cosiddetta “Velocizzazione” della linea storica.

### A) Variante curva SS412

L’Ex Strada Statale 412 della Val Tidone è una strada a scorrimento senza intersezioni a raso e attraversamenti urbani. La prima parte presenta due carreggiate separate, con due corsie per senso di marcia, mentre per tutto il rimanente tratto sino all’innesto nel vecchio tracciato, è a carreggiata unica con una sola corsia per senso di marcia.

L’andamento planimetrico del binario pari esistente, oltrepassando la Tangenziale di Milano (A50) alla pk 5+145.4900, prosegue in rettilineo per 1565m alla fine del quale una serie di curve in destra deviano il tracciato transitando al disotto della Ex Strada Statale 412 della Val Tidone in corrispondenza della progressiva pk 7+145.110 circa.

Da un’attenta analisi cinematica è emerso che la curva planimetrica (V5\_P), è rispettosa della cinematica per una velocità di tracciato massima pari a 140km/h, quindi se ne determina  $VA=140\text{km/h}$ ;  $VB=150\text{km/h}$ ;  $VC=155\text{km/h}$ ;  $VP=185\text{km/h}$ .

Pertanto è necessaria una variante alla linea in modo da portare la velocità di tracciato a 160km/h dalla pk 6+560.120 alla pk 7+762.120 andando così a non interferire con la struttura esistente passando all’interno dell’attuale fornace della SS Val Tidone.

Tale intervento è inserito tal quale nella configurazione a 4 binari del progetto di quadruplicamento.

### B) Variante curva cippo km 12

L’andamento planimetrico del binario esistente, oltrepassata la stazione di Pieve Emanuele, prosegue in rettilineo fino alla pk 11+411.070 dove la curva in sinistra (identificata sui documenti di base assoluta come V11\_P) devia il tracciato planimetrico proseguendo in direzione Pavia. Tale curva con  $R=1957\text{m}$ ,  $CL=90$  e  $H=80\text{mm}$ , è verificata cinematicamente per una velocità massima di tracciato pari a  $V_t=150\text{km/h}$ .

Modificando la sopraelevazione, con incremento di 10mm (così da avere un valore pari a 90mm), la suddetta curva si verificherà cinematicamente per una velocità di tracciato pari a  $V_t=160\text{km/h}$ . Tale modifica dovrà essere svolta su entrambi i binari.

*Tale intervento è inserito tal quale nella configurazione a 4 binari del progetto di quadruplicamento.*

### C) Variante curva in stazione di Certosa di Pavia

Il tratto più critico della linea è costituito dall’attuale stazione di Certosa di Pavia, caratterizzata da stretti raggi di curvatura dei binari e dall’assenza di un sottopasso di stazione.

Il binario pari della linea storica è caratterizzato da una curva planimetrica con  $V_t = 140$  km/h (individuata su base assoluta con il nome 17P) con  $R = 955$ m e  $CL = 120$ m. Per la velocizzazione della stessa in corrispondenza dell'attuale stazione di Certosa e la trasformazione di quest'ultima in fermata, è stata studiata una nuova configurazione plano-altimetrica dei binari che ha tenuto conto dei seguenti vincoli:

1. Azienda Galbani S.p.a. posta a ridosso della stazione di Certosa di Pavia lato Milano;
2. Presenza di numerosi edifici residenziali che caratterizzano il tessuto urbano densamente popoloso in corrispondenza delle zone limitrofe della stazione;
3. Fabbricato viaggiatori esistente poiché presenta vincoli di natura storico-culturale;
4. Sottopasso esistente della stazione.

Il tratto di binario pari in variante, per la velocizzazione del tratto in oggetto, ha inizio alla km 19+801.492 con una curva sinistra con  $R = 10.000$ m e  $CL = 20$ m  $V_t = 160$ km permettendo un immediato distanziamento rispetto alla posizione del binario esistente e proseguendo con un rettilineo di 305m. Una serie di curve planimetriche precedono la curva situata esattamente a ridosso del FV esistente avente le seguenti caratteristiche con  $R = 1500$ m e  $CL = 155$ m e una velocità di tracciato pari a 160km/h. La modifica di tracciato ha comportato un distanziamento del nuovo binario di progetto "calcolato" in asse FV di circa 7.00m, demolendo la precedenza dispari esistente e rispettando quanto sopra elencato come vincoli. Il nuovo binario pari diventa il binario I a conclusione delle lavorazioni.

*I due binari velocizzati costituiscono i due futuri binari centrali della configurazione a 4 binari del progetto di quadruplicamento.*

Si realizza così la nuova fermata di Certosa di Pavia con tre marciapiedi (predisposti per entrambe le coppie di binari linea lenta e futura linea veloce), due laterali ed uno centrale ad isola ed un nuovo sottopasso per servizio viaggiatori, ad integrazione dell'attuale sottopasso esclusivamente passante.

*Tale intervento è pertanto coerente con quelli complessivi rappresentati nel progetto di quadruplicamento.*

#### **D) Nuovo Posto di Movimento di Turago**

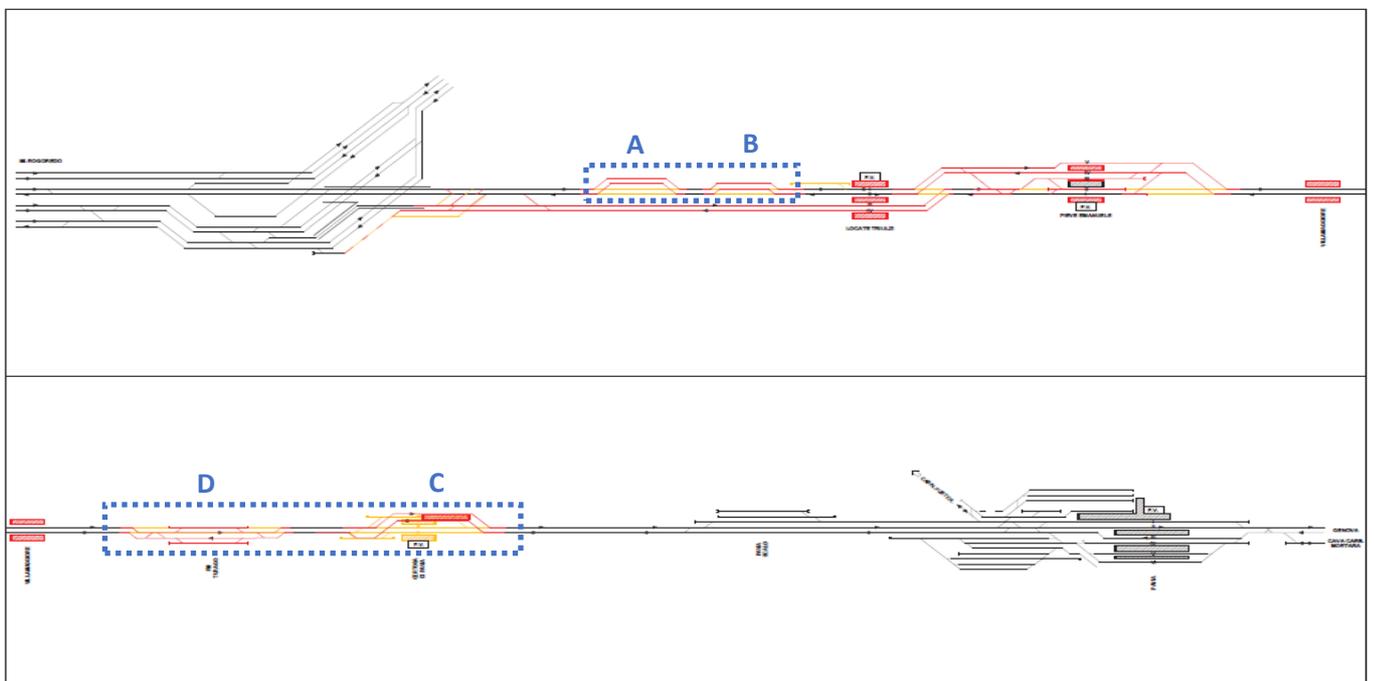
Contemporaneamente alla velocizzazione della Stazione di Certosa di Pavia ed alla sua trasformazione in fermata, si dovrà realizzare a nord di essa un nuovo posto di movimento denominato PM Turago, che assolverà alle funzioni eliminate da Certosa. Al fine di realizzare tale PM, si è resa necessaria una variante di tracciato, modificando il binario pari linea esistente (km 17+228.854), tramite l'inserimento di una curva planimetrica destra  $R = 5.000$ m e  $CL = 35$ m  $V_t = 160$ km/h, proseguendo con un rettilineo di lunghezza 224m circa, e una seconda curva sinistra  $R = 5.000$ m e  $CL = 35$ m con  $V_t = 160$ km/h portando così il nuovo interasse pari-dispari a 7,60m.

Il tratto di linea seguente è caratterizzato da un rettilineo di lunghezza 1.517m circa, ove insiste un "cappello da prete" costituito da una comunicazione a 60km/h con deviatore 60UNI/400/0.074sx (punta scambio 17+797.1099), ed una comunicazione a 60km/h con deviatore 60UNI/400/0.074dx (punta scambio 18+086.5698). A seguire viene impostata la precedenza che si sviluppa fra la punta scambi della comunicazione

60UNI/400/0.074dx alla pk 18+010.5698 e punta scambio della comunicazione 60UNI/400/0.074sx alla pk 19+078.67.

A conclusione delle due precedenze e in prossimità della fine del rettilo del binario pari, è stata inserita una ulteriore comunicazione pari-dispari con deviativo 60UNI/400/0.074dx (punta scambio 19+235.4020). Tramite una coppia di curve con un rettilo intermedio di 60m circa, il binario pari in variante riprende il binario pari esistente della linea Milano-Genova, alla progressiva km 19+681.243.

*Tale intervento è inserito tal quale nella configurazione a 4 binari del progetto di quadruplicamento.*



Le modifiche di tracciato sopra descritte, con conseguenti interventi di opere civili e trazione elettrica, rappresentano l'insieme degli interventi necessari a raggiungere la velocizzazione per l'intera estesa della tratta da Rogoredo a Pavia escluse, associabili quindi ad una soluzione funzionale di Velocizzazione, eventualmente anticipabile rispetto alla soluzione di quadruplicamento, senza tuttavia determinare false spese rispetto a quest'ultima.

Per quanto riguarda l'attrezzaggio tecnologico, funzionale alla Velocizzazione, il requisito richiesto è rappresentato dalla previsione di un nuovo ACC-M lungo la tratta Milano-Pavia, che prevede in particolare:

- realizzazione di un nuovo blocco elettrico automatico a correnti fisse con emulazione del codice su tutta la tratta in oggetto; le attività previste sono principalmente: lavorazioni di cabina e piazzale/linea inerenti la posa in opera dei segnali, canalizzazioni, cavi, cdb, Shelter, ecc...;
- modifiche di interfaccia ACC di Milano Rogoredo e ACC di Pavia;

- trasformazione in fermata di Locate di Triulzi con la dismissione dell'ACEI esistente e attrezzaggio del nuovo blocco;
- realizzazione di un nuovo PPM relativo al PM Turago (lavorazioni di cabina e piazzale/linea inerenti la posa in opera dei segnali, canalizzazioni, cavi, cdb, fabbricato tecnologico, ecc...);
- trasformazione in fermata di Certosa di Pavia con la dismissione dell'ACEI esistente e attrezzaggio, comprensiva della velocizzazione del tracciato del nuovo blocco.

Tali interventi – analogamente ai punti precedenti - sono coerenti con quelli complessivi rappresentati nel progetto di quadruplicamento, in quanto tengono conto di:

- un assetto del piano del ferro della LS modificato rispetto allo stato attuale, quindi configurato per il quadruplicamento nonché velocizzato anche per quanto riguarda la linea storica,
- un profilo di distanziamento segnali (alla sulla LS) funzionale alla configurazione di quadruplicamento e pertanto difforme dall'attuale.

Per tutto quanto sopra descritto, il progetto degli interventi funzionali alla Velocizzazione della Linea Storica costituiscono parte integrante del progetto di Quadruplicamento della linea.

### 2.3 DESCRIZIONE DELLO STATO ESISTENTE

La linea Milano Rogoredo – Pieve Emanuele – Pavia oggetto del quadruplicamento ha un'estesa di 28,6 km. Le località di servizio collocate lungo la linea sono:

- stazione di Milano Rogoredo;
- fermata di Locate Triulzi;
- fermata di Pieve Emanuele;
- fermata di Villamaggiore;
- stazione di Certosa;
- stazione di Pavia.

Le caratteristiche attuali delle tratte delimitate fra le stazioni della linea sono riportate nella tabella seguente (fonte, Prospetto Informativo Rete - PIR di RFI).

<b>Corridoio Mercè:</b>	RFC Reno-Alpi							
<b>Sistema di Trazione:</b>	Linea elettrificata a 3KV (c.c.)							
<b>Masse assiali massime ammesse:</b>	D4 (Massa per asse 22,5 t, massa per met corrente 8,0 t/m)							
<b>Codifica per traffico combinato de CASSE MOBILI e dei SEMIRIMORCHI c codifica a due cifre:</b>	PC45							
<b>Regime di Circolazione (Sistema distanziamento treni):</b>	Blocco Elettrico Automatico Banalizzato							
<b>Sistema di Esercizio (Sistema di gestio della circolazione):</b>	Dirigenza Centrale							
<b>Correnti del blocco automatico:</b>	Correnti Codificate							
<b>Codifica del blocco automatico:</b>	Correnti codificate con quattro codici							
<b>Modulo:</b>	575							
<b>Velocita' Max/Min in base al Rango</b>								
	<b>Min A</b>	<b>Max A</b>	<b>Min B</b>	<b>Max B</b>	<b>Min C</b>	<b>Max C</b>	<b>Min P</b>	<b>Max AV_AC</b>
ROGOREDO - LOCATE	110	140	115	150	120	160	-	-
LOCATE - CERTOSA DI PAVIA	140	140	150	150	150	160	-	-
CERTOSA DI PAVIA - PAVIA	90	140	95	150	100	150	-	-

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 16 di 104

La linea oggetto di intervento (Milano Rogoredo – Pieve Emanuele) è interessata da alcune viabilità principali ed elementi naturali di seguito riportati:

- Rete viabilistica:

1. Tangenziale Ovest di Milano A50 pk 5+140.850 - è un raccordo autostradale tangente l'area suburbana di Milano da Sud-Est a Nord-Ovest, gestito dalla Milano Serravalle-Milano Tangenziali. L'infrastruttura si snoda per una lunghezza di 31.5km, partendo dalla connessione con l'A8 e proseguendo in direzione Sud seguendo un percorso sinuoso, attraversando i Comuni di Pero e di Milano. Nel Comune di Assago si collega con l'autostrada A7 terminando per connettersi all'A1 (Autostrada del Sole). Oggi la tangenziale non ha la sola funzione di "semplice" raccordo autostradale, ma è diventata parte integrante della viabilità interna dell'area metropolitana milanese.
2. Strada Provinciale 40 pk 12+325.210 e Strada Provinciale 10 pk 21+417.723. I due cavalca-ferrovia esistenti che interferiscono la linea storica non sono tuttavia compatibili con il progetto di quadruplicamento ferroviario - Il primo tratto della ex SS 412, dal km 0,000 sino a sud di Landriano, è una strada a scorrimento veloce senza intersezioni a raso e attraversamenti urbani. La prima parte di questo percorso (poco più di 3 chilometri) è a carreggiate separate, con due corsie per senso di marcia (senza corsia d'emergenza), mentre per tutto il rimanente tratto, sino all'innesto nel vecchio tracciato, è a carreggiata unica e una sola corsia per senso di marcia.
3. Tangenziale Nord di Pavia pk 26+158.580. Anche tale cavalca-ferrovia esistente che scavalca la linea storica non è compatibile con il progetto di quadruplicamento ferroviario.

- Reticolo idraulico:

1. Canale Vettabbia o Naviglio Vettabbia: canale esistente alla pk 1+910 circa in uscita da Milano Rogoredo;
2. Fiume Lambro alla pk 9+970 circa a valle della stazione di Locate di Triulzi (il Lambro è un fiume della Lombardia lungo 130 km che raccoglie parte delle acque dell'Olona come suo maggiore affluente);
3. Presenza di fossi e canali irrigui in prossimità della ferrovia esistente.
4. Naviglio Pavese - è un canale navigabile di circa 33km che unisce Milano a Pavia e che fa parte del sistema dei navigli di Milano. Come tutti gli altri navigli, la sua funzione principale è quella irrigua.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A

## 2.4 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La nuova linea a quattro binari Milano Rogoredo – Pieve Emanuele – Pavia sarà specializzata per il traffico regionale/metropolitano. Avrà caratteristiche allineate agli standard in uso per le linee tradizionali. Le principali sono:

- codifica traffico combinato PC80;
- categoria peso assiale D4;
- velocità di tracciato a 160 km/h compatibile con le seguenti velocità di rango
  - 140 km/h in rango A;
  - 160 km/h in rango B;
  - 180 km/h in rango C;
  - 200 km/h in rango P;
- lunghezza marciapiedi di stazione /fermata di 250 m;
- altezza marciapiedi di stazione /fermata di +55 cm da piano di rotolamento (esclusa la stazione di Pavia).

Con riferimento alle velocità, nell’ambito del presente progetto è stata condotta anche l’analisi delle velocità di esercizio della linea ferroviaria esistente in quanto destinata per buona parte del suo sviluppo all’esercizio dei treni lunga percorrenza e merci. In particolare, l’analisi ha evidenziato in maniera puntuale i tratti “da velocizzare” al fine di garantire una velocità di rango C pari a 180 km/h, ovvero una velocità di rango P pari a 200 km/h – requisito per entrambe le linee.

Vengono escluse da tale “velocizzazione” a 160 km/h, le zone di uscita da Milano Rogoredo e di ingresso a Pavia, in quanto le condizioni dell’esercizio ed i vincoli/contesti urbani non consentono tale miglioria.

Le categorie di linea STI adottate sono le seguenti:

- MI Rogoredo – Pavia (binari Lunga Percorrenza / Merci – costituita da parte di sede esistente tra MI Rogoredo e Pieve E. e da sede nuova tra Pieve E. e Pavia): **P4 – F2**;
- MI Rogoredo – Pavia (binari servizio regionale – costituita da parte di sede nuova tra MI Rogoredo e Pieve E. e da sede esistente tra Pieve E. e Pavia): **P4 – F2**.

Per quanto riguarda la nuova linea (ferme restando l’adozione del PM05/GC, categoria peso assiale D4, velocità di tracciato 180 km/h ed interasse minimo 4 m) e la linea esistente, le ipotesi adottate per la classificazione si basano:

- sulle caratteristiche della linea esistente (categoria peso assiale, velocità di rango, modulo di linea, Gabarit e codifica trasporto combinato, Rif. Prospetto Informativo della Rete e Registro Infrastruttura Europeo);

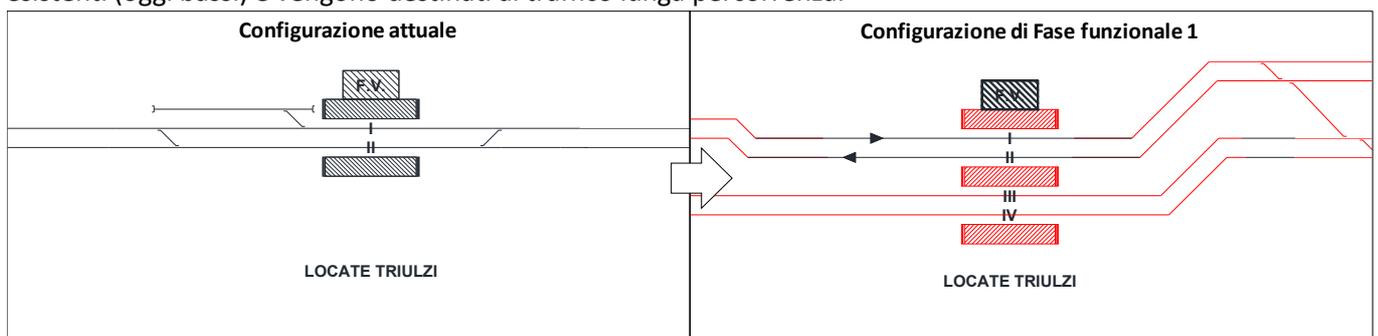
- sulle richieste funzionali della Committenza (velocizzazione della linea a 180 km/h in rango C, modulo 750 m, incremento del profilo di trasporto combinato a P/C 80 che si otterrebbe almeno con un PMO3, il quale ammette Gabarit B1 e P/C 80).

La progressiva assunta per la nuova linea in progetto (tratto in affiancamento ad ovest) è coerente alle progressive chilometriche della base assoluta del binario di corsa pari Milano-Genova.

Nell'ambito del quadruplicamento l'interlinea assunta è pari a 7.60m (tra l'asse binario dispari linea "lenta" a asse binario pari linea "veloce") ad esclusione delle seguenti tratte:

- tratto iniziale dell'intervento: è stato necessario introdurre un interasse di 6,50m tra le linee per permettere l'inserimento di tutte le comunicazioni richieste come da schematico di seguito riportato e non allungare eccessivamente l'impianto di Rogoredo. Inoltre l'adozione di tale interasse ridotto (6.50m) ha permesso l'utilizzo per circa 1.700m della sede ferroviaria esistente (dalla km 1+168.982 alla km 2+900.000), predisposta per il vecchio progetto del "Piano Manutenzione Chiaravalle".
- tratto compreso tra km 4+461.597 e km 5+759.048: causa interferenza con la Tangenziale Ovest di Milano, l'interlinea subisce un allargamento fino al valore massimo di circa m 27.00 per permettere l'inserimento di una nuova opera scatolare di sottopasso, senza interferire con l'opera esistente;
- tratto compreso tra km 6+560.414 e km 7+612.569: l'interferenza con il cavalcavia esistente della S.S. Val Tidone, richiede un aumento dell'interlinea fino a m 15.00 circa per centrare il fornace esistente tra spalla e pila, adiacente a quello attraversato dalla linea esistente;
- tratto compreso tra km 7+800.000 a fine intervento (11+857.450): per permettere l'inserimento di marciapiedi ad isola in corrispondenza delle fermate di Locate di Triulzi e Pieve Emanuele, per permettere l'inserimento di una nuova opera di scavalco al fiume Lambro ed, infine, per inserimento di tutte le comunicazioni.

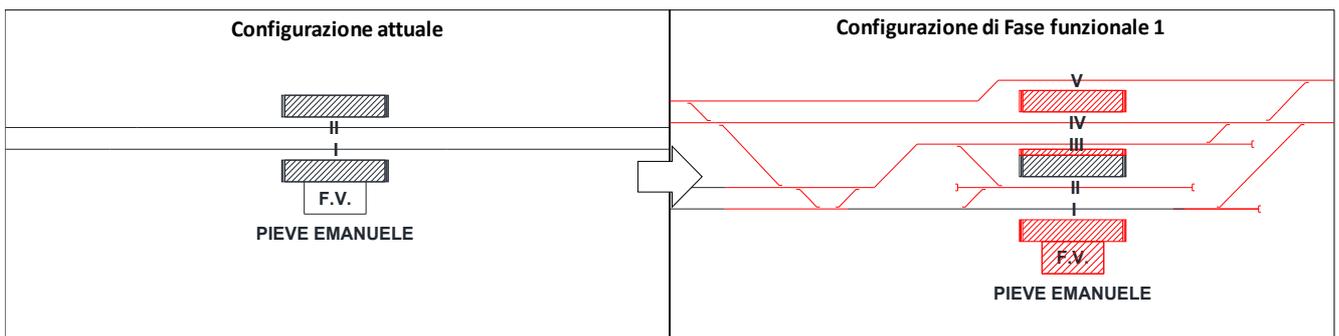
Locate Triulzi si presenta oggi come una stazione con comunicazioni pari dispari a 60 km/h ed un'asta lato binario dispari. L'intervento prevede la trasformazione in fermata (con la demolizione di tutti gli apparecchi di binario e l'asta) con quattro binari di corsa e tre marciapiedi lunghi 250m ed alti +55cm da p.f. (due laterali ed uno ad isola). I binari esistenti rimangono nella loro posizione attuale in corrispondenza dei marciapiedi esistenti (oggi bassi) e vengono destinati al traffico lunga percorrenza.



La nuova stazione di Pieve Emanuele (oggi è una fermata), con funzioni da capolinea delle relazioni del passante ferroviario di raggio più contenuto, è situata a circa 2,8km dalla fermata di Locate Triulzi, alla progressiva km 10+847.98 (asse FV). E' caratterizzata dalla presenza di 5 binari in progetto, di cui i primi 3, di precedenza e stazionamento, ed i rimanenti due di corsa. Tutti i binari sono serviti dai marciapiedi, due ad isola e uno laterale di lunghezza 250 m ed altezza 0,55 m da p.f. (la fermata esistente presenta già marciapiedi alti che vengono adeguati alle esigenze di progetto).

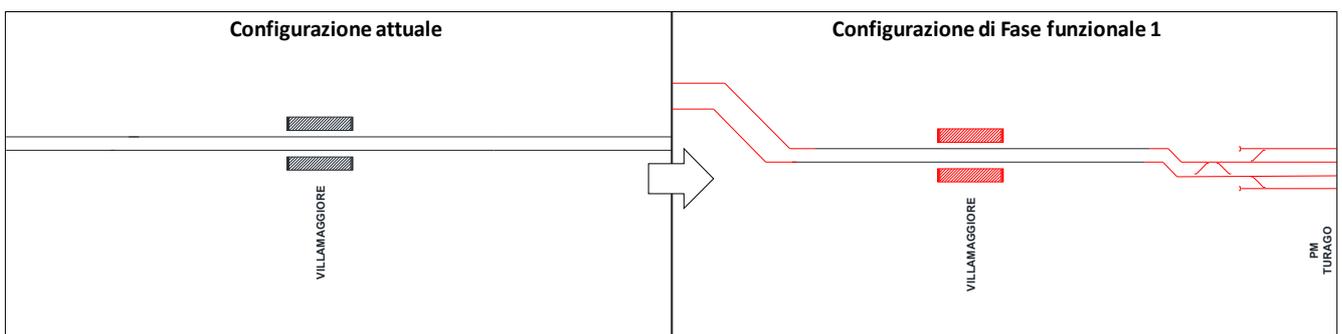
La fermata di Pieve Emanuele attualmente è costituita da due marciapiedi lunghi 250m ed alti +55cm da p.f. L'intervento di Fase 1 prevede la trasformazione in stazione avente cinque binari e tre marciapiedi. Il I ed il III binario, naturale prosecuzione dei binari pari e dispari della linea storica, terminano con tronchino e sono collegati ai nuovi binari di circolazione (IV e V) tramite comunicazioni a 60 km/h.

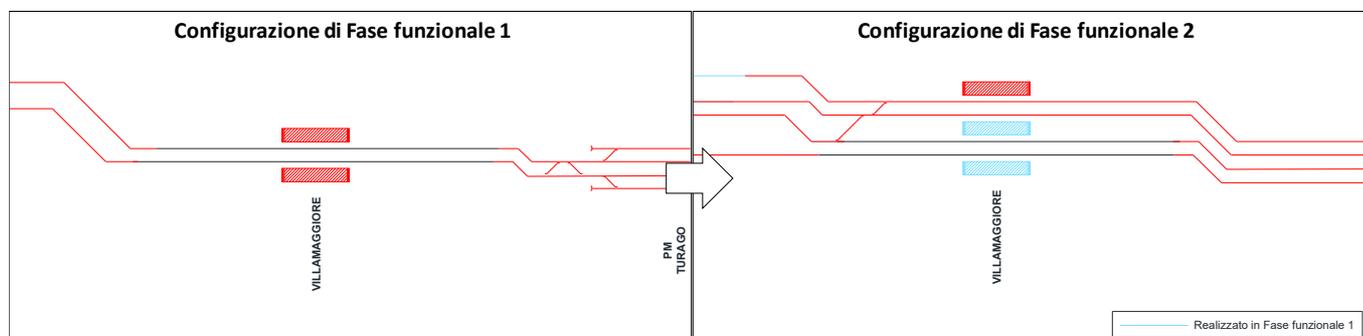
Il II binario è tronco e sarà utilizzato per l'attestamento e la ribattuta del servizio suburbano S2 che sarà prolungato fino a Pieve Emanuele.



In Fase 2 – completamento del quadruplicamento fino a Pavia - la stazione di Pieve Emanuele subisce una modifica per cui i binari I e III, nella situazione di partenza tronchi, vengono prolungati fino a riprendere il sedime dell'attuale linea esistente, mentre i binari IV e V vengono deviati e prolungati per realizzare i nuovi binari del quadruplicamento.

Per la fermata di Villamaggiore in Fase funzionale 1 non si prevede alcuna lavorazione di armamento, ma solo l'innalzamento del marciapiede a servizio del binario pari a +55cm da p.f. e l'ampliamento ed innalzamento del marciapiede a servizio del binario dispari a +55cm da p.f. al fine di renderlo già compatibile con la geometria dei binari in progetto della Fase funzionale 2.





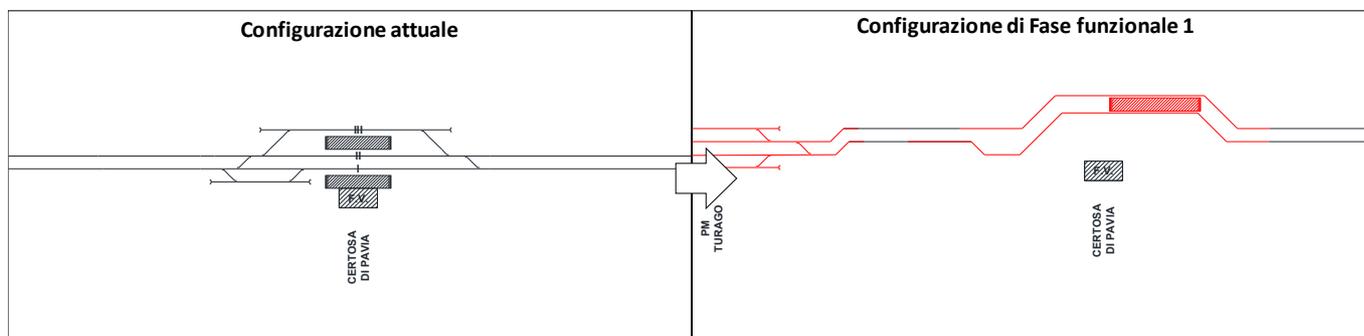
In Fase 2, la fermata di Villamaggiore in virtù dell’inserimento dei due nuovi binari del quadruplicamento viene attrezzata un nuovo marciapiede di lunghezza 250m ed altezza +55cm da p.f.

Il nuovo posto di movimento Turago sarà attrezzato con due binari di precedenza di 750 m collegati ai binari di corsa attraverso comunicazioni a 60 km/h ed avrà la funzione di rilocalizzare le funzioni che saranno perse con la trasformazione in fermata della stazione di Certosa di Pavia.

La posizione planimetrica dell’intero posto movimento di Turago è stata studiata compatibile con lo sviluppo del quadruplicamento considerato per il secondo lotto funzionale. Infatti, lo studio del secondo lotto funzionale ha come scopo il quadruplicamento del tratto Pieve Emanuele – Pavia, transitando sulla zona del posto movimento, demolendo le comunicazioni sopra citate e utilizzando le precedenze pari dispari come binari di quadruplicamento.

Il posto di movimento è stato studiato ed ubicato sul territorio in modo tale che i quattro binari siano già compatibili con il quadruplicamento del lotto funzionale 2 (senza cioè necessità di ulteriori espropri e/o demolizioni).

La stazione di Certosa di Pavia attualmente presenta tre binari, due di corsa ed uno di precedenza, più un’asta sul I binario (lato F.V.) e due marciapiedi. Il progetto prevede la trasformazione in fermata con un marciapiede ad isola spostata rispetto alla posizione degli esistenti per consentire l’inserimento di una variante di tracciato compatibile con la velocità di 160 km/h.



La progettazione del lotto funzionale 1 ha richiesto, come già citato, un'analisi cinematica della linea esistente nel tratto tra Milano Rogoredo – Pavia nell'ottica di ottenere, a completamento dei due lotti funzionali, due coppie di binari con velocità di tracciato 160 km/h.

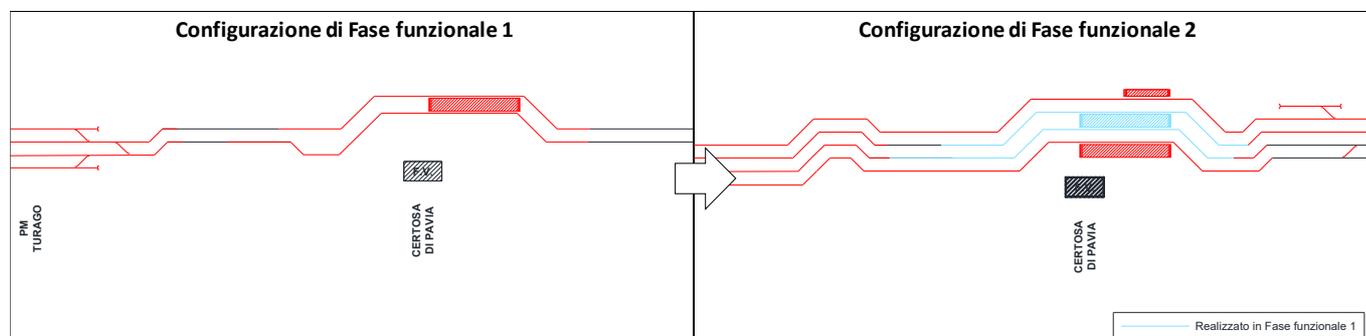
Analizzando la zona dell'attuale stazione di Certosa di Pavia e rispettando la richiesta della Committenza di trasformare l'attuale stazione di Certosa di Pavia in Fermata (a valle del nuovo posto di movimento ubicato a nord di Certosa di Pavia), demolendo quindi le comunicazioni esistenti e la precedenza dispari esistente, si è reso necessario inserire nel lotto funzionale uno, una variante plano-altimetrica in corrispondenza della zona FV di Certosa.

Il binario pari della linea storica è caratterizzato da una curva planimetrica (individuata su base assoluta con il nome 17P) con  $R=955\text{m}$  e  $CL=120\text{m}$ . Per la velocizzazione della stessa in corrispondenza dell'attuale stazione di Certosa e la trasformazione di quest'ultima in fermata, è stata studiata una nuova configurazione plano-altimetrica dei binari che ha tenuto conto dei seguenti vincoli:

5. Azienda Galbani S.p.a. posta a ridosso della stazione di Certosa di Pavia lato Milano;
6. Presenza di numerosi edifici residenziali che caratterizzano il tessuto urbano densamente popoloso in corrispondenza delle zone limitrofe della stazione;
7. Fabbricato viaggiatori esistente poiché presenta vincoli di natura storico-culturale;
8. Sottopasso esistente della stazione.

Il tratto di binario pari in variante (per la velocizzazione del tratto in oggetto) ha inizio alla km 19+801.492 con una curva sinistra con  $R=10.000\text{m}$  e  $CL=20\text{m}$   $V_t=160\text{km}$  permettendo un immediato distanziamento rispetto alla posizione del binario esistente e proseguendo con un rettilineo di 305m. Una serie di curve planimetriche precedono la curva situata esattamente a ridosso del FV esistente avente le seguenti caratteristiche planimetriche  $R=1500\text{m}$  e  $CL=155\text{m}$  e una velocità di tracciato pari a 160km/h. La modifica di tracciato ha comportato un distanziamento del nuovo binario di progetto "calcolato" in asse FV di circa 7.00m, demolendo la precedenza dispari esistente e rispettando i vincoli esistenti sopra elencati. Il nuovo binario pari diventa il binario uno a conclusione delle lavorazioni del lotto funzionale uno e diventerà binario due a conclusione delle lavorazioni del lotto funzionale due.

Si realizza così la nuova fermata di Certosa di Pavia con tre marciapiedi, due laterali ed uno centrale ad isola ed un nuovo sottopasso per servizio viaggiatori, ad integrazione dell'attuale sottopasso esclusivamente passante.



La fermata di Certosa in virtù dell’inserimento dei due nuovi binari del quadruplicamento viene attrezzata con due nuovi marciapiedi di lunghezza 250m e 160 m ed altezza +55cm da p.f.

L’inizio del secondo lotto funzionale Pieve Emanuele – Pavia coincide con la fine del primo lotto Rogoredo – Pieve Emanuele ed in particolare coincide con i due paraurti ad assorbimento di energia tipo 1, posizionati sulla linea lenta (binario uno km11+120.2668 e binario tre km 11+156) e con le due curve planimetriche binari quattro e cinque, (in quanto binari interessati per il proseguimento del quadruplicamento della tratta Pieve Emanuele – Pavia) inserite nel lotto funzionale 1 per l’allineamento alla linea esistente.

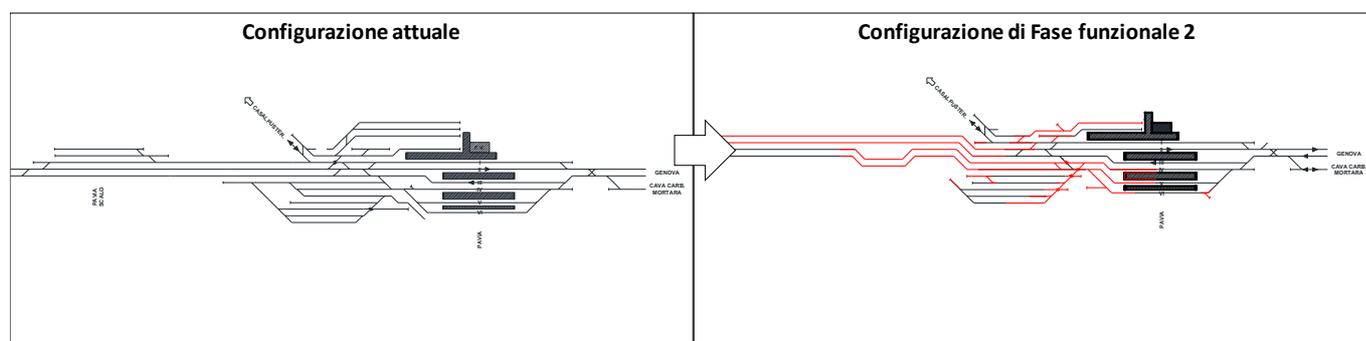
La progressiva assunta per la nuova linea di progetto (linea veloce) è stata quella del proseguimento della progressiva binario veloce inserita sul lotto funzionale considerando come inizio intervento la km 11+200.000, stessa filosofia attuata per la linea lenta considerando come inizio intervento la km 11+424.320.

Nell’ambito del quadruplicamento, l’interlinea è stata mantenuta pari a 7.60m (tra l’asse binario dispari linea “Lenta” a asse binario pari linea “veloce”) ad esclusione delle seguenti tratte:

- tratto compreso tra km 11+200.000 e km 12+414.470: causa interferenza con la Strada Provinciale 40, l’interlinea subisce un allargamento massimo a circa m 9.50 per permettere l’inserimento di una nuova opera scatolare di sottopasso, senza interferire con l’opera esistente;
- tratto compreso tra km 12+414.470 e km 13+614.990: per permettere l’inserimento di marciapiedi ad isola in corrispondenza della fermata di Villa Maggiore;
- tratto compreso tra km 13+614.990 e km 16+429.810: per permettere vincoli dettati dalla sezione tipologica;
- tratto compreso tra km 20+163.18 e km 21+915.890: per permettere sia l’inserimento di marciapiedi ad isola in corrispondenza della fermata di Certosa di Pavia sia l’inserimento di una nuova opera scatolare di sottopasso per risolvere l’interferenza con la Strada Provinciale 10;
- tratto compreso tra km 25+790.770 a fine intervento: causa interferenza con la Tangenziale Nord e il canale Naviglio Pavese. In detto tratto i binari di quadruplicamento sono stati posti, come già detto in precedenza, ad un’interlinea funzionale all’inserimento di marciapiedi ad isola per una futura fermata posta a Nord di Pavia.

L'intervento di quadruplicamento prevede una profonda risistemazione della radice lato Milano Rogoredo della stazione di Pavia avente sei binari di circolazione. Nella configurazione finale i binari II, III, IV, e V diventano di corretto tracciato per i binari del quadruplicamento, mentre il I ed il VI binario funzioneranno come binari di precedenza.

La modifica all'impianto non interessa i marciapiedi esistenti se non per una piccola modifica in corrispondenza del marciapiedi a servizio dei binari 4 e 5 lato Milano.



La stazione di Pavia è una stazione ferroviaria della Milano-Genova a servizio del comune di Pavia. Essa venne attivata nel 1862,. Il fabbricato viaggiatori esistente venne inaugurato nel 1867 con una struttura simile a quelli di altre stazioni lombarde, con un corpo centrale a due piani e due ali laterali a un piano.

Il progetto del secondo lotto funzionale prevede oltre al quadruplicamento della tratta Pieve Emanuele - Pavia varie modifiche del PRG della stazione di Pavia secondo quanto previsto dallo schematico.

L'impianto di stazione di Pavia esistente riportato è quello relativo alla prima fase ACC, la cui realizzazione è stata appena terminata. I lavori sono stati avviati nel 2014, volti al rifacimento del marciapiede esterno della stazione, al rifacimento dei marciapiedi a servizio dei binari, alla creazione della banchina a servizio del binario 6, all'installazione degli ascensori tra il sottopassaggio centrale e le banchine a servizio dei binari, e al contestuale prolungamento del sottopassaggio centrale fino a via Brichetti.

La modifica all'impianto non ha interessato i marciapiedi esistenti se no una piccola modifica in corrispondenza dei marciapiedi a servizio dei binari 4 e 5 lato Milano.

Come richiesto da schematico è stato richiesto l'inserimento di un nuovo tronco in allineamento a quello esistente con l'inserimento di un nuovo marciapiede laterale. Al fine dell'inserimento di tale tronco si è reso necessario la demolizione del fabbricato esistente (ex piano caricatore) oggi adibito a deposito.

## 2.5 REQUISITI FUNZIONALI E PROGRESSIVAZIONE LINEE

Le caratteristiche tecniche dell'intervento sono riportate nella seguente tabella:

	<b>Quadruplicamento della tratta da MI Rogoredo a Pieve Emanuele</b>	<b>Quadruplicamento della tratta da Pieve Emanuele a Pavia</b>
<b>Velocità di tracciato</b>	160 km/h, vedi di seguito il dettaglio: 150 km/h dal km 1+168.982 al km 2+971.510 binario pari quadruplicamento 160 km/h dal km 2+971.510 al km 11+857.450 (fine intervento Pieve Emanuele) binario pari quadruplicamento. 160 km/h dal km 17+228.854 al km 21+450.910 binario pari (fine intervento Certosa di Pavia)	160 km/h (ad esclusione di Pavia), vedi di seguito il dettaglio: 160 km/h dal km 11+038.8383 al km 26+213.0000 binario pari quadruplicamento. 115 km/h dal km 26+213.0000 al km 26+906.3300 binario pari (zona Naviglio Pavese) 90 km/h dal km 27+352.6100 a fine progetto binario pari
<b>Rango</b>	A, B, C, P	A, B, C, P
<b>Velocità di rango</b>	VT= 160km/h; VA= 140 km/h; VB= 160 km/h; VC= 180 km/h; VP= 200 km/h VT= 150km/h; VA= 140 km/h; VB= 160 km/h; VC= 165 km/h; VP= 195 km/h	Vt=160km/h VA= 140 km/h; VB= 160 km/h; VC=180 km/h; VP= 200 km/h Vt=115km/h VA= 115 km/h; VB= 120 km/h; VC=130 km/h; VP= 150 km/h (zona Naviglio Pavese) Vt=90km/h VA= 90 km/h; VB= 95 km/h; VC= 100 km/h; VP= 120 km/h
<b>Pendenza massima</b>	Non superiore all'esistente della linea affiancata ed in ogni caso $\leq 10\text{‰}$ (<1.2‰ in impianti/stazioni) valore massimo di progetto pari a 7,76‰	Non superiore all'esistente della linea affiancata ed in ogni caso $\leq 10\text{‰}$ (<1.2‰ in impianti/stazioni) valore massimo di progetto pari a 10‰
<b>Interasse nuova coppia binari</b>	4.00 m (*) 3.555m linea esistente, nelle fermate/stazioni 3.935-4.00m	4.00 m (*) 3.555m linea esistente, nelle fermate/stazioni 3.935-4.00m
<b>Interlinea fra linea "lenta" e linea "veloce" (distanza fra</b>	7.60 m	7.60 m

	<b>Quadruplicamento della tratta da MI Rogoredo a Pieve Emanuele</b>	<b>Quadruplicamento della tratta da Pieve Emanuele a Pavia</b>
<b>asse binario pari linea veloce ed asse binario dispari linea lenta)</b>		
<b>Sviluppo</b>	10.688 m circa doppio binario	16.984m circa doppio binario
<b>Codifica traffico combinato</b>	PC 80	PC 80
<b>Profilo minimo degli ostacoli</b>	PMO 3	PMO 3
<b>Categoria peso assiale</b>	D4 (22.5t/asse, 8t/m)	D4 (22.5t/asse, 8t/m)
<b>Fermate/Stazioni Posti Movimento</b>	Stazione di Locate Triulzi (in progetto diventa fermata) Fermata di Pieve Emanuele (in progetto diventa stazione) Fermata di Villamaggiore Nuovo posto movimento di Turago in progetto (modulo 750 m) Stazione di Certosa di Pavia (in progetto diventa fermata) Stazione di Pavia (interventi in radice nord nel lotto funzionale 2)	Fermata di Locate Triulzi, configurazione del lotto funzionale 1 Stazione di Pieve E. Fermata di Villamaggiore Posto movimento di Turago (diventa piena linea in progetto) Fermata Certosa di Pavia o Stazione di Pavia
<b>Marciaiedi di stazione /fermata -lunghezza</b>	320 m: Locate Triulzi 250 m: Pieve E., Villamaggiore 360 m (I) -250 m (II) -220m (III): Certosa di Pavia	250 m: Villamaggiore e marciapiede laterale nuovo binario tronco in Pavia 360 m (I) -250 m (II) -220m (III): Certosa di Pavia (già realizzati in lotto funzionale 1)
<b>Marciaiedi di stazione /fermata -altezza</b>	+55 cm da piano di rotolamento	+55 cm da piano di rotolamento

(\*)L'interasse della coppia di binari esistenti risulta pari a 3.555 m lungo tutta la tratta e 3.935m in corrispondenza delle stazioni e/o fermate. L'intervento prevede la nuova coppia di binari con interasse 4m (con un'interlinea dalla coppia esistente pari a 7.60m) e, laddove si interviene sulla coppia esistente, l'adeguamento dell'interasse esistente a 4m.

In due zone di intervento, non è stato possibile portare l'interasse esistente a 4 m per condizioni al contorno vincolanti, adottando quindi un interasse variabile. In particolare:

- Dalla pk 6+560.41 alla pk 7+749.495 con interasse variabile. Il progetto prevede una variante del tracciato esistente al fine di garantire una velocità di tracciato pari a 160 km/h; la geometria di progetto è stata vincolata dalla presenza del cavalcaferrovia esistente (Strada Statale 412 Val Tidone).
- Dalla pk 19+065.944 alla pk 21+534.383 (zona Certosa di Pavia) con interasse variabile. Il progetto prevede una variante del tracciato esistente al fine di garantire una velocità di tracciato pari a 160

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 26 di 104

km/h; la geometria di progetto è stata vincolata dal tessuto urbano esistente, dalla presenza dell'azienda Galbani, situata nelle zone a ridosso della stazione di Certosa, ed il Fabbricato viaggiatori.

La progressivazione adottata in progetto è coerente alla base assoluta fornita da RFI presente sulla linea Milano-Genova. L'inizio intervento è alla pk 1+100 riferita al binario pari della linea "veloce" ed assunto anche per il binario pari della linea "lenta".

## 2.6 MODELLO DI ESERCIZIO E STUDIO DI TRASPORTO

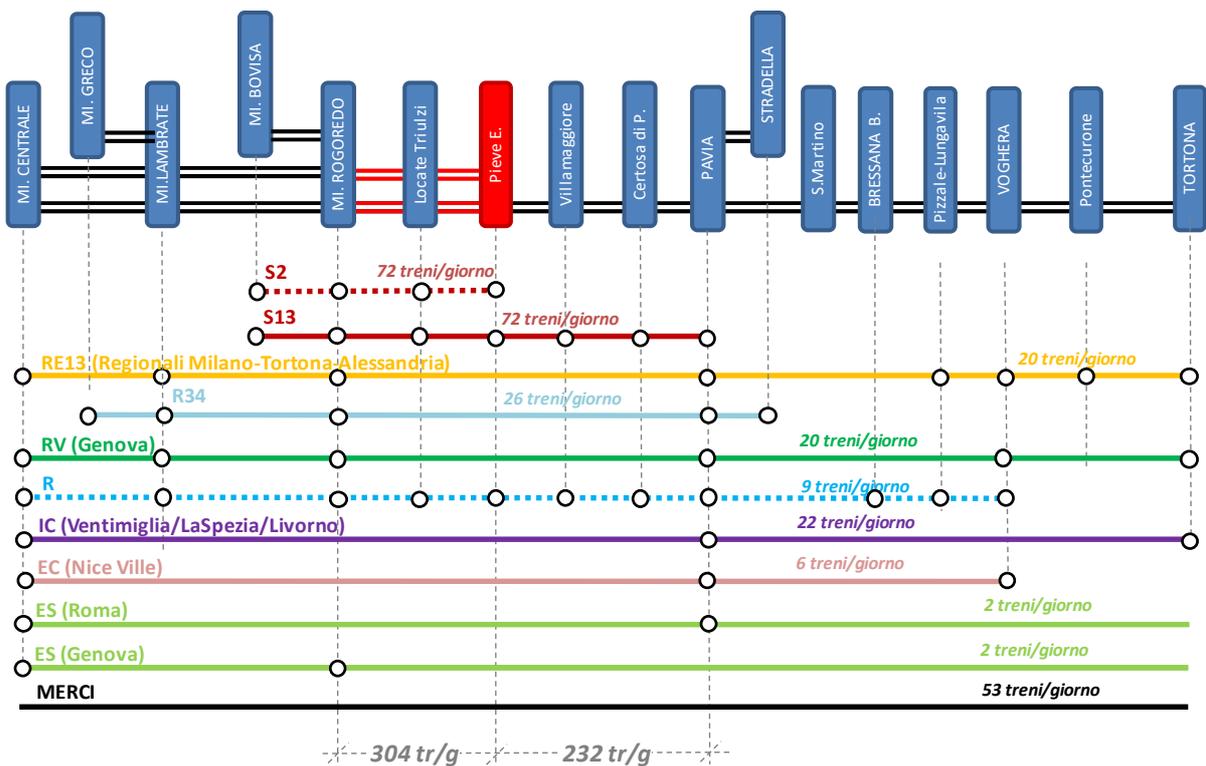
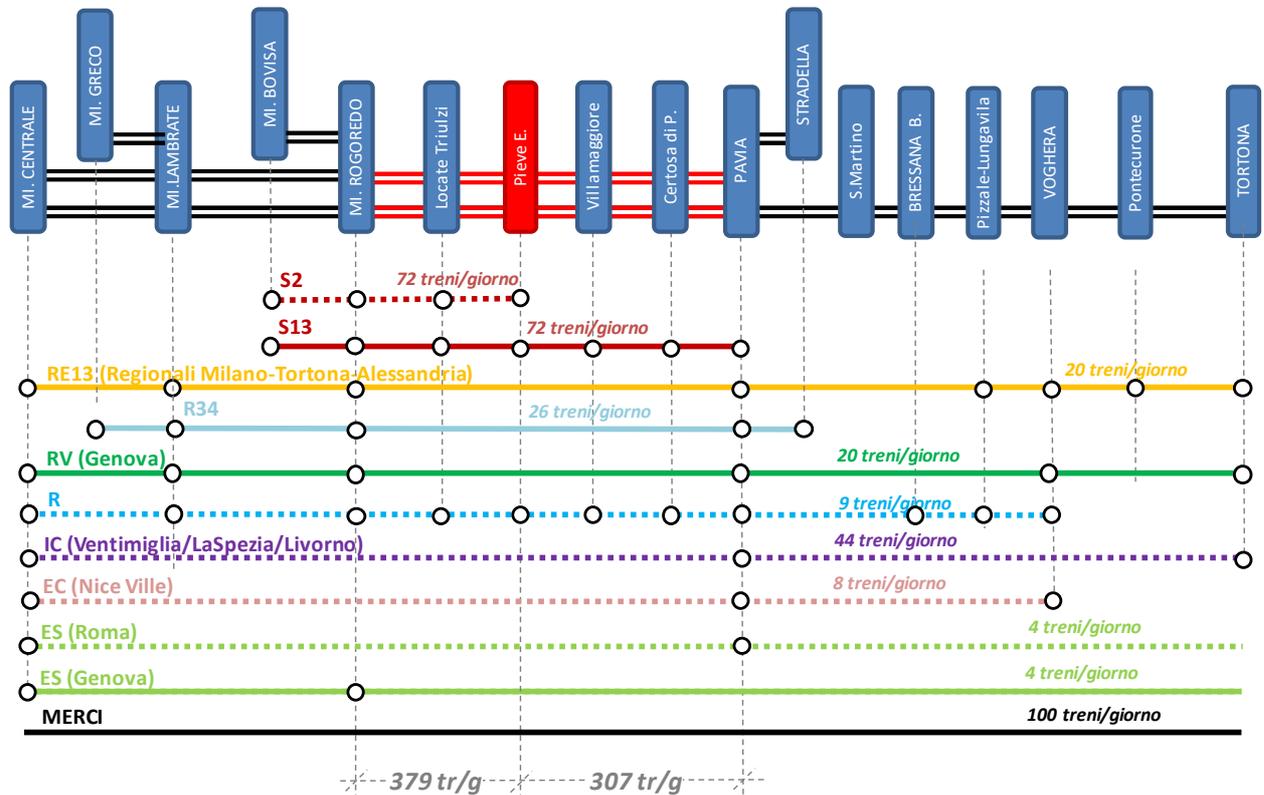
Il traffico sulla tratta Milano Rogoredo - Pieve Emanuele - Pavia è attualmente composto da servizi passeggeri di tipo metropolitano/regionale e lunga percorrenza e treni merci.

A seguito di una serie di estrazioni da PIC (Piattaforma Integrata Circolazione) di RFI su più giorni feriali (periodo aprile 2018), si è ricostruito che il modello di esercizio giornaliero è mediamente così strutturato:

- Lunga Percorrenza, 32 treni/giorno;
- Regionali, 70 treni/giorno;
- Suburbani, 72 treni/giorno;
- Merci, 39 treni/giorno;
- Totali, 213 treni/giorno.

In linea con i programmi nazionali e regionali (Piano Regionale della Mobilità e Trasporti – PRMT di Regione Lombardia, 2016) di sviluppo, il nuovo collegamento a quattro binari Milano Rogoredo – Pieve Emanuele – Pavia rappresenta lo strumento attuativo per l'incremento della mobilità ferroviaria di lunga percorrenza merci e passeggeri e di breve/medio raggio, attraverso il potenziamento del servizio regionale/suburbano, che in volume rappresenta la quota di traffico più rilevante.

Il modello di esercizio futuro è stato, quindi, costruito coerentemente alle indicazioni di RFI sull'incremento dei traffici pianificato per le diverse categorie di servizi. Di seguito si riportano i modelli di esercizio di Fase funzionale 1 e Fase funzionale 2



TRATTA	SCENARIO	REGIONALI	SUBURBANI	MERCI	LUNGA PERCORRENZA	TOTALE
MI Rogore – Pieve E.	ATTUALE	70	72	53	32	227
	PRIMA FASE	75	144	53	32	304
	SECONDA FASE	75	144	100	60	379
Pieve E. Pavia	ATTUALE	70	72	53	32	227
	PRIMA FASE	75	72	53	32	232
	SECONDA FASE	75	72	100	60	307

Nell'ambito del progetto definitivo è stato eseguito uno studio di trasporto con l'obiettivo di stimare gli impatti sulla mobilità passeggeri di breve/medio raggio conseguenti alla realizzazione dell'intervento di quadruplicamento della tratta e al conseguente potenziamento dei servizi di trasporto. La scelta di limitare l'analisi alla sola componente di traffico suburbana/regionale dipende dalla volontà di simulare gli effetti "diretti" dell'intervento sulla domanda passeggeri. In prospettiva, infatti, l'intervento avrà degli effetti altrettanto rilevanti sul traffico di lunga percorrenza passeggeri e merci, se inquadrato nel sistema di progetti di potenziamento dell'intera relazione Milano – Genova. Gli effetti sui traffici di lungo raggio (passeggeri e merci) potranno essere valutati in uno studio successivo, pertanto, simulando nello stesso tempo le modifiche apportate all'offerta ferroviaria dall'intervento di quadruplicamento della Milano Rogoredo – Pavia con quelle degli altri interventi, in essere e programmati (per esempio potenziamento della Tortona – Voghera, Terzo Valico, ecc.), ed ampliando l'estensione territoriale del bacino di domanda ad un'area sovraregionale che interessa l'intero quadrante nord-occidentale dell'Italia.

Al fine di quantificare gli impatti sulla mobilità a scala suburbana/regionale indotti dal progetto di quadruplicamento del collegamento ferroviario Milano Rogoredo – Pieve Emanuele – Pavia, gli obiettivi dello studio possono essere così sintetizzati:

- fornire una stima dei flussi di traffico passeggeri sulle tratte Milano Rogoredo - Pieve Emanuele e Pieve Emanuele - Pavia, per i servizi di trasporto tipo suburbano/regionale;
- calcolare gli indicatori di prestazione per misurare le variazioni assolute del traffico ferroviario e per la comparazione con quello stradale al fine di analizzare gli effetti prodotti dalla diversione modale.

La simulazione dell'interazione domanda/offerta, ossia l'assegnazione dei flussi di traffico passeggeri sulla rete ferroviaria rispetto a determinate configurazione di offerta (infrastruttura e servizi) e a determinati orizzonti temporali di riferimento, ha richiesto, la costruzione del modello di domanda, di quello di offerta e del modello di assegnazione.

La recente pubblicazione del PRMT della Regione Lombardia (dicembre 2016), è stata occasione per avere a disposizione una base dati consolidata ed attendibile per l'impostazione dello studio di trasporto da eseguire. Il PRMT, inoltre, nell'area di intervento descrive un'organizzazione del sistema ferroviario analoga a quella di progetto della tratta Milano Rogoredo - Pieve Emanuele - Pavia, per cui le stime di traffico in esso riportate (e i modelli implementati) si possono considerare attendibili anche rispetto a quelle che si potrebbero ottenere da uno studio di trasporto "ex-novo" limitato alla sola area di studio della tratta di intervento. Piuttosto, l'eventuale livello di dettaglio "perso" rispetto ad una calibrazione dei modelli di trasporto tarata sulle caratteristiche della mobilità nell'area di studio, si può considerare compensato dalla maggiore attendibilità di un'assegnazione su "area vasta" che simula non solo l'effetto di un intervento isolato su rete ferroviaria, ma anche "l'effetto di rete" generato dall'insieme di interventi programmati nel medio e breve periodo dalla Regione Lombardia sia sulla rete stradale, sia sulla rete ferroviaria e che comportano una variazione della distribuzione dei flussi fra i vari modi (per effetto della diversione modale), con ripercussioni anche sulla tratta di intervento oggetto dello studio. Sulla base di queste considerazioni e in accordo con la Committenza e con la Regione Lombardia, si è deciso, pertanto, di mutuare parte dei modelli di trasporto già sviluppati per il PRMT.

La costruzione degli scenari di offerta ferroviaria di progetto è stata eseguita attraverso la caratterizzazione dei servizi di trasporto offerti in termini di percorsi, fermate e frequenze. Sono stati ricostruiti sia i servizi attuali che rimangono inalterati nel tempo, sia quelli che subiranno delle modifiche in termini di percorso (prolungamenti) e/o frequenza e sia i nuovi servizi attestati a Pieve Emanuele.

Le matrici di domanda assegnate per la simulazione dell'interazione domanda/offerta al 2020 (assunta coincidente con quella attuale), 2025 e 2030, il modello di assegnazione e quello di scelta modale sono gli stessi di quelli sviluppati per il PRMT.

Sono stati sviluppati e simulati tre diversi scenari caratterizzati da diverse configurazioni del modello di offerta del trasporto pubblico, corrispondenti al modello di esercizio previsto nelle diverse fasi di potenziamento del corridoio Milano Rogoredo - Pieve Emanuele - Pavia, attraverso l'introduzione di nuovi servizi e l'innalzamento della frequenza sui servizi già esistenti.

Gli scenari sviluppati possono essere programmati nel tempo come descritto di seguito:

- Anno 2020, corrispondente al modello di esercizio regionale attuale;
- Anno 2025, corrispondente al modello di esercizio regionale futuro per lo scenario funzionale di prima fase (quadruplicamento Milano Rogoredo – Pieve Emanuele);
- Anno 2030, corrispondente al modello di esercizio regionale futuro per lo scenario funzionale di seconda fase (quadruplicamento Pieve Emanuele – Pavia).

Per gli anni 2025 e 2030 sono stati implementati sia gli scenari di progetto, sia gli scenari denominati "Do Nothing" (non intervento), aventi le stesse caratteristiche in termini di domanda e rete stradale, ma offerta di trasporto pubblico invariata rispetto all'attuale. Questi scenari sono stati implementati per permettere di

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 30 di 104

distinguere il contributo su l'aumento dei traffici conseguenti a una variazione dell'offerta da quello dovuto alla naturale crescita socio-demografica.

I risultati ottenuti hanno dimostrato come il potenziamento dell'offerta ferroviaria connessa al quadruplicamento della tratta Milano Rogoredo – Pieve Emanuele – Pavia sia responsabile di un impatto positivo sul sistema della mobilità locale.

Quanto detto si dimostra col fatto che, ad ogni orizzonte temporale di riferimento (2025 e 2030), nel passare dallo scenario di "non intervento" a quello "di progetto", il numero di passeggeri annuali previsti su ferrovia aumenta, mentre l'analogo numero di passeggeri annuali su strada diminuisce. Ciò significa che l'incremento dei flussi su ferrovia non è solamente legato al fisiologico incremento dell'indice di mobilità per effetto delle variazioni dell'assetto socio-economico del territorio, ma anche alla diversione di parte della domanda di trasporto dalla gomma al ferro.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 31 di 104

### 3 OPERE CIVILI

#### 3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDRAULICO

##### 3.1.1 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA

L'area di studio si estende nella media e bassa Pianura Padana, interessando la porzione Sud-Est del territorio comunale di Milano, attraverso i comuni di San Donato Milanese (MI), San Giuliano Milanese (MI), Opera (MI), Locate di Triulzi (MI), Pieve Emanuele (MI), Lacchiarella (PV), Giussago (PV), Certosa di Pavia (PV), Borgarello (PV) per terminare nel comune di Pavia. La linea ferroviaria esistente, lungo la quale si sviluppa il progetto in esame, attraversa un'area pianeggiante o debolmente inclinata verso sud. Le quote del terreno vanno da 115 m s.l.m. presso il nodo di Milano Rogoredo a 75 m s.l.m. in coincidenza della stazione di Pavia.

Le campagne d'indagine prese a riferimento nel presente progetto sono:

- Campagna indagini 2018 a supporto della progettazione definitiva del quadruplicamento della tratta, comprendente sondaggi geognostici e pozzetti con esecuzione di prove di permeabilità. l'esecuzione di n. 8 prove MASW e n. 2 prove in foro di tipo Down-Hole
- Campagna indagini 2017 a supporto del progetto definitivo delle opere di risanamento acustico del comune di Locate Triulzi.
- Campagna indagini 2015 a supporto della progettazione preliminare del quadruplicamento della tratta, comprendente sondaggi geognostici.
- Campagna indagini 2012 a supporto della progettazione di fattibilità del quadruplicamento della tratta, comprendente sondaggi geognostici.
- Campagna indagini 2007-2008 a supporto del progetto esecutivo di soppressione di passaggi a livello lungo la linea Milano-Genova, comprendente sondaggi geognostici.

Dal punto di vista geologico generale la linea in progetto si sviluppa nel settore meridionale della Pianura Padana lombarda, la quale rappresenta l'espressione morfologica del Bacino Padano, un bacino sedimentario terziario compreso tra le strutture alpine (sud-vergenti) e quelle appenniniche (nord-vergenti). Con il Pleistocene l'area viene interessata da episodi glaciali, convenzionalmente raggruppati nelle tre fasi Mindel, Riss e Wurm, che diedero luogo alla deposizione di una vasta coltre di sedimenti glaciali nelle aree pedemontane e fluvioglaciali nella media e bassa pianura. Con l'inizio del Pleistocene medio vi fu l'acme del fenomeno glaciale nell'area alpina, con la deposizione di spesse successioni riferibili ai complessi dei depositi fluvioglaciali. Tali successioni vennero successivamente erose nelle fasi interglaciali con la conseguente formazione di un sistema di terrazzi che occupano la porzione più alta della pianura ai piedi degli anfiteatri morenici e della media pianura.

Sulla base dunque della cartografia geologica reperita in letteratura, dei dati stratigrafici a disposizione e delle stratigrafie relative ai sondaggi eseguiti ad hoc per la progettazione degli interventi lungo la linea si può affermare che la maggior parte del tracciato è impostato su terreni ascrivibili alle Alluvioni della superficie principale della pianura (Q1r-a), con prevalenza di terreni sabbiosi localmente sostituiti da livelli a granulometria più fine (principalmente limi e limi sabbiosi). Sono presenti tre fasce ascrivibili alle Alluvioni dei Terrazzi (Q2a), una nel settore del tracciato a sud di Milano, una in corrispondenza del Fiume Lambro meridionale ed una nel Comune di Pavia.

Da un punto di vista morfologico è possibile identificare diversi livelli topografici cui si associano differenti unità geologiche. Tali livelli sono descritti di seguito, a partire da quello topograficamente più elevato. Il “livello modale della pianura”, ovvero la superficie pianeggiante di maggior estensione, apparentemente omogenea e priva di discontinuità morfologiche (ad eccezione delle incisioni fluviali); il livello modale si dispone secondo una leggera pendenza regionale verso SSE. Il “sistema delle valli fluviali”, ovvero le incisioni dei principali corsi d’acqua (in particolare, nell’area di progetto, il Lambro Meridionale ed il Ticino, entrambi con direzione circa NW-SE); tali incisioni vallive rappresentano le fasi più recenti dell’evoluzione della pianura, riconducibili al tardo Pleistocene Superiore ed all’Olocene. Oltre alle valli attuali, le acque incanalate (Lambro meridionale) hanno lasciato altri segni evidenti. In alcuni casi si tratta di veri e propri paleopercorsi fluviali, a volte noti anche da fonti storiche. Meno noti sono invece i paleoalvei minori e le piccole tracce lasciate da antiche divagazioni di corsi d’acqua non più individuabili, le tracce si infittiscono, ma sono spesso discontinue e piuttosto rettilinee. Solo a sud compaiono le tracce di percorsi idrici continui, spesso meandriformi. Ciò è legato alla minore granulometria dei materiali e all’approfondimento della falda a sud dei fontanili.

La suddivisione più recente delle unità idrostratigrafiche presenti al di sotto della pianura lombarda si basa sugli studi congiunti REGIONE LOMBARDIA - ENI (2002), ripresi da Piccin (2009), che evidenziano la presenza di quattro acquiferi principali (A, B, C e D), separati da tre superfici di discontinuità riconoscibili a scala regionale. Discontinuità minori sono state riconosciute localmente, ma non sono associate alla presenza d’acquiferi di rilevanza regionale. Con riferimento allo schema sopra riportato, il Gruppo Idrostratigrafico A corrisponde alla porzione più superficiale dell’acquifero tradizionale (litozona ghiaioso-sabbiosa) e si presenta generalmente libero mentre il Gruppo Idrostratigrafico B comprende la porzione di acquifero tradizionale più profondo, generalmente confinato o semi-confinato (litozona sabbioso-ghiaiosa e conglomeratica). Il Gruppo Idrostratigrafico C si posiziona in corrispondenza della litozona sabbioso-argillosa (Villafranchiano) dell’acquifero tradizionale profondo mentre il Gruppo Idrostratigrafico D corrisponde alla litozona argillosa dello stesso. Per il presente studio si è indagato in particolare il gruppo idrostratigrafico A, essendo quello più superficiale e che quindi coinvolge direttamente le opere in progetto.

In particolare sono stati presi in considerazione dati bibliografici ricavati dai PGT dei comuni attraversati dalla tratta ferroviaria, dati piezometrici rilevati in piezometri e sondaggi eseguiti da Italferr lungo la tratta dal 2010 al 2018, dati resi disponibili dal SIA della Città metropolitana di Milano. La raccolta dei dati ha consentito di elaborare una descrizione idrogeologica di dettaglio lungo tutta la tratta. In particolare da essa si evince come:

- la superficie di falda appare coerente con l'andamento topografico di questo settore di pianura, variando da circa +101 m s.l.m. presso la zona meridionale di Milano a circa +70 m s.l.m. presso Pavia, mantenendosi dunque a pochi metri dal piano campagna esistente (generalmente 4-6 m) lungo l'intera tratta. Il flusso della falda risulta generalmente avere direzione NNO-SSE, con alcune variazioni locali dovute principalmente all'interferenza con la rete idrografica ed i pozzi in emungimento. L'analisi della soggiacenza della falda lungo l'intera tratta è stata effettuata tramite l'utilizzo di dati bibliografici forniti dal portale SIA della Città Metropolitana di Milano, dei dati bibliografici forniti dagli elaborati allegati ai PGT dei vari comuni attraversati dalla linea. La rete di piezometri installati a supporto della progettazione risulta utile per l'analisi di dati di recente raccolta in prossimità della linea ferroviaria e delle opere, tuttavia risulterà importante effettuare un monitoraggio regolare di tale strumentazione al fine di valutare con chiarezza le oscillazioni di falda e determinare la sua possibile interazione con le opere stesse. Attualmente, sulla base dei dati disponibili, la maggior parte delle opere in sotterraneo previste (generalmente sottopassi), risultano o direttamente interferenti con la falda, o possibilmente interferenti con essa a seconda del ciclo idrologico.
- Per quanto concerne la conducibilità idraulica dei terreni essa risulta generalmente compresa tra le classi "media" ( $k=1 \cdot 10^{-4} \div 1 \cdot 10^{-5}$ ) e medio-bassa ( $k=1 \cdot 10^{-5} \div 1 \cdot 10^{-7}$ ), essendo principalmente presenti terreni di natura sabbiosa, localmente limosi o ghiaiosi. Come accennato quindi sono presenti localmente livelli a permeabilità inferiore (sino a  $k=1 \cdot 10^{-9}$ ) in particolare ove si individuano depositi di natura limoso-argillosa. Tale condizione in particolare è stata riscontrata in prossimità dell'attraversamento del Fiume Lambro Meridionale (tra i Comuni di Pieve Emanuele e Locate Triulzi), ove i sondaggi eseguiti hanno evidenziato la presenza di livelli limosi ed argillosi che potrebbero potenzialmente costituire setti parzialmente impermeabili separanti orizzonti a permeabilità maggiore. In tali condizioni si ritiene utile monitorare i livelli di falda all'interno dei piezometri installati ed eventualmente installare, in fase progettuale successiva, nuovi piezometri opportunamente fenestrati all'interno dei livelli potenzialmente confinati, al fine di valutare l'eventuale presenza di falde sospese in pressione a bassa profondità che possano causare problematiche in fase di esecuzione delle opere in progetto.

In merito al rischio idraulico, secondo l'abbondante documentazione disponibile prodotta sia in ambito dei PGT dei vari comuni attraversati dalla linea oggetto di studio, sia dall'Autorità di bacino del Fiume Po, la porzione di pianura compresa tra l'area sud di Milano e l'area nord di Pavia risulta scarsamente interessata da tale tipo di rischio. In particolare, analizzando la documentazione disponibile (cartografia PAI e documentazione prodotta in ambito direttiva alluvioni) l'area attraversata dalla linea in progetto risulta soggetta a rischio idraulico soltanto in prossimità dell'attraversamento del Fiume Lambro Meridionale, ove è presente una fascia in classe di rischio R1 (in corrispondenza dell'asta fluviale) e due fasce in classe di rischio R3. I restanti elementi idrografici principali che caratterizzano l'area (Fiume Lambro a Milano, San Donato Milanese e San Giuliano) e Fiume Ticino (Pavia), risultano ad una distanza tale dalla linea ferroviaria oggetto di interventi da non costituire elementi di pericolosità. Per quanto concerne la restante fitta rete idrografica composta essenzialmente da

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 34 di 104

canali e rogge per l'irrigazione, essi non vengono segnalati come elementi pericolosi. Si ritiene ad ogni modo utile monitorare i canali maggiori nei periodi di massima portata, al fine di confermare quanto riportato nella cartografia tematica sopraccitata.

Dal punto di vista sismico, sulla base dei risultati delle indagini geofisiche condotte, il sito di progetto è classificato nella categoria di suolo C e sono state scelte tre sezioni della linea per la definizione della pericolosità sismica di progetto. In accordo alle indicazioni di NTC2008, si è proceduto alla verifica a liquefazione basandosi sui dati delle prove SPT. Tale verifica è mostrata che l'intero tracciato di progetto insiste su terreni stabili rispetto al pericolo della liquefazione.

### **3.1.2 IDROLOGIA ED IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI PRINCIPALI**

Il tracciato in progetto si sviluppa nel tratto iniziale nel sottobacino idrografico Basso Lambro e Olona Meridionale, facenti parte del bacino Lambro-Olona Meridionale, e nel resto del tracciato nel sottobacino idrografico Ticino sublacuale, facente parte del bacino Ticino.

La tratta ferroviaria interferisce con il reticolo idrografico superficiale costituito da canali irrigui ad eccezione del Lambro Meridionale, unico corso d'acqua naturale interessato.

Il **fiume Lambro Meridionale** rientra nell'elenco dei fiumi per i quali è prevista l'individuazione delle fasce fluviali ai sensi del D.P.C.M 24 luglio 1998.

Il nuovo attraversamento del fiume Lambro Meridionale è previsto a valle dell'esistente.

La struttura presente è costituita da una campata unica ad arco in muratura lunga circa 18m con le spalle a filo dell'alvo attivo.

Il nuovo ponte ferroviario previsto con luce superiore all'attuale sarà in acciaio con travi reticolari a valle dell'esistente con un'unica campata pari a L=40m senza pile alcune minimizzando gli effetti legati alla perturbazione del profilo idrico determinate dall'inserimento della nuova installazione.

La livelletta ferroviaria non è strettamente legata a quella del ponte esistente a monte dunque al fine di ottenere una struttura che consenta di garantire i franchi richiesti dalle prescrizioni dalle NTA dell'ADBPO, dal MdP e dalle NTC, il progetto prevede un viadotto di scavalco del fiume con campate di luci maggiori di quelle del ponte storico e con quota dell'intradosso del nuovo impalcato superiore a quella esistente.

L'analisi idraulica svolta ha permesso verificare che i deflussi di progetto verifichino rispettivamente le norme del PAI, le prescrizioni ferroviarie del MdP e le NTC.

Le analisi svolte, pur con le cautele legate alle approssimazioni che è stato necessario introdurre nei calcoli, evidenziano le seguenti indicazioni per quanto riguarda il tratto indagato:

- ✓ la simulazione effettuate mostrano che l'attuale sezione d'alveo in corrispondenza del ponte è adeguata a contenere il deflusso della portata cinquecentennale, di conseguenza anche la duecentennale e trecentennale, sia nella configurazione ante operam che post operam. In ogni caso non si inseriscono elementi di disturbo in alveo rispetto alla situazione attuale.
- ✓ l'inserimento del previsto ponte ferroviario non determina a monte della struttura alcun mutamento dei livelli idrometrici a monte e a valle dell'attraversamento; le spalle della nuova opera non sono interessate dal deflusso avviene indisturbato ricalcando perfettamente la situazione ante operam.

Per quanto riguarda **la rete dei canali irrigui**, tra questi si evidenzia la Roggia Barona – nel primo tratto della linea - la Roggia Speziana, la Roggia Colombana, la Roggia Carlesca, il Cavo Borromeo e il Naviglio Pavese, il maggiore tra i precedenti – nel secondo tratto della linea in oggetto.

Il **Naviglio Pavese** ha origine a Milano (darsena di Porta Ticinese) e termina a Pavia. Rientra tra i canali la cui gestione è affidata al Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi, un tempo chiamato Consorzio di Bonifica Eugenio Villoresi.

Attualmente l'acqua che viene immessa nel naviglio è solo quella del Naviglio Grande; la portata massima convogliata nel Naviglio Pavese è pari a 12,6 m<sup>3</sup> /s in regime estivo e a 9 m<sup>3</sup> /s in regime invernale.

Il Naviglio Pavese ha una lunghezza di 34 chilometri, di cui 18 in Provincia di Milano. A causa della morfologia della pianura lungo il tracciato del canale, sono state realizzate delle conche di navigazione, per poter mantenere un invaso nel canale tale da garantire l'alimentazione della rete secondaria.

Il fondo del canale è prevalentemente naturale ed è composto da un sedimento di natura limo-argillosa depositato su di un substrato argilloso impermeabile. Il fondo in cemento lo si trova solo in corrispondenza dei manufatti. Le sponde sono invece rivestite su tutto il tratto di interesse: le tipologie dominanti sono la copertura in mattoni e quella in ciottoli. Alcuni tratti sporadici sono invece rivestiti in calcestruzzo.

Per quanto concerne infine la sezione del canale, essa è di forma rettangolare, caratterizzata da un'altezza di circa 2 metri e da una larghezza variabile tra 11 e 12 metri.

Il nuovo ponte ferroviario previsto con luce pari a 54m sarà con travata metallica del tipo "a maglia triangolare" a via inferiore chiusa superiormente e posizionato a valle dell'esistente.

Per il Naviglio Pavese è stato sviluppato un modello in moto permanente tramite il software Hec Ras Effettuate simulazioni ante operam e post operam si confrontano i due profili che risultano identici; poiché l'attraversamento di progetto non interessa minimamente il deflusso dell'acqua esso rimane indisturbato a seguito dell'inserimento dell'opera di progetto.

Per quanto riguarda i canali di minore rilevanza, risulta di difficile determinazione una classificazione idrologica; poiché la rete irrigua comprende tutto il territorio in cui si sviluppa il progetto ed essendo essa regolata artificialmente dall'uomo è praticamente impossibile determinare un valore di portata in funzione dell'analisi idrologica e allo stesso tempo non è fattibile perimetrare un bacino imbrifero definendo le sue grandezze caratteristiche (altezza massima, altezza minima, altezza media, area, lunghezza asta fluviale, pendenza media).

Si è proceduto quindi alla stima delle portate con il principio di equivalenza idraulica agli attuali canali e tombini esistenti.

Nei casi di attraversamenti con tombini, il progetto prevede un allargamento della piattaforma esistente che implica il più delle volte un prolungamento dell'opera di attraversamento idraulico esistente; in alcuni casi la disposizione del tombino storico richiede il rifacimento completo dell'opera che viene riproposto in prossimità dell'attraversamento esistente.

In ottemperanza con quanto specificato nel precedente capitolo le dimensioni delle nuove opere (prolungamenti e tombini ex-novo) avranno dimensioni pari o maggiori degli esistenti; tuttavia si adottano delle dimensioni minime quali un'altezza libera  $h=1.50m$  e larghezza  $B=2.00m$ .

Per tale motivo, a meno dei tombini di trasparenza o di piccole dimensioni (larghezza e altezza inferiore a  $1.50m$ ) per i quali si utilizzano dei circolari  $\varnothing 1500$ , si impiegano al minimo tombini scatolari  $2.00 \times 1.50m$ .

Le opere in prolungamento all'esistente saranno posizionate allineando i fondi a meno delle situazioni in cui la necessità di avere un ricoprimento minimo sopra all'estradosso del tombino imponga un posizionamento differente; in ogni caso le nuove opere non presentano mai situazioni in cui l'intradosso della soletta superiore sia a quota inferiore all'intradosso dell'attraversamento storico.

Per gli attraversamenti per i quali non è possibile deviare il canale irriguo in altri cavi, solitamente per le opere con luce superiore ai  $3m$ , si inserisce un portale invece di uno scatolare per poter inserire la nuova opera in continuità dell'esercizio irriguo.

Nei casi di attraversamenti con ponticelli, le analisi svolte, pur con le cautele legate alle approssimazioni che è stato necessario introdurre nei calcoli, evidenziano le seguenti indicazioni per quanto riguarda il tratto indagato:

- l'attuale sezione d'alveo in corrispondenza dei ponti è adeguata a contenere il deflusso della portata massima deflubile. In ogni caso non si inseriscono elementi di disturbo in alveo rispetto alla situazione attuale.
- l'inserimento dei previsti ponti ferroviari non determina a monte delle strutture alcun mutamento dei livelli idrometrici né a valle dell'attraversamento; le spalle delle nuove opere non sono interessate dal deflusso che avviene indisturbato ricalcando perfettamente la situazione ante operam.

In conclusione, le opere di progetto non creano innalzamenti e non producono scostamenti tra i livelli relativi monte/valle degli attraversamenti esistenti; in pratica non si va ad incrementare l'attuale rischio idraulico in quanto non si rilevano cambiamenti alcuni negli scenari di piena ante operam e post opera.

Alla luce di quanto sopra esposto, le condizioni di rischio idraulico relative sia alla configurazione finale di progetto, sia in relazione all'attuale assetto idraulico del corso d'acqua risultano ammissibili.

Il progetto in esame si ritiene dunque compatibile con le norme della legislazione vigente di protezione dai rischi idraulici e con la configurazione attuale dei luoghi.

Coerentemente a quanto espresso in merito di compatibilità idraulica dell'opera, l'inserimento della nuova infrastruttura non genera variazioni di rischio idraulico in quanto i due scenari ante e post operam sono essenzialmente sovrapponibili.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 38 di 104

### 3.1 CORPO STRADALE FERROVIARIO (RI)

L'intervento infrastrutturale è caratterizzato essenzialmente dalla realizzazione di rilevati in affiancamento all'attuale sede esistente con altezze variabili (circa 2.50 m massimo) a raggiungere il piano campagna.

L'intervento infrastrutturale è caratterizzato essenzialmente dalla realizzazione di rilevati in affiancamento all'attuale sede esistente con altezze variabili (circa 2.50 m massimo a meno di incisione particolarmente puntuali) a raggiungere il piano campagna.

Per la realizzazione del corpo del rilevato è prevista l'adozione dei materiali ordinari previsti nel Capitolato Generale d' Appalto per le opere civili. I rilevati progettati nel rispetto del succitato Capitolato Generale di Appalto, ( Sezione 05 – Opere in terra e scavi - doc.: RFI DTC SI CS SP IFS 004 B e Sezione 18 – Utilizzo di aggregati riciclati e trattamenti con calce per opere in terra doc.: RFI DTC SI CS SP IFS 003 A) presentano in sintesi le seguenti caratteristiche:

- pendenza massima delle scarpe due (verticale) su tre (orizzontale);
- per la loro costruzione è stato previsto l'utilizzo di terreni argillosi più o meno limosi appartenenti ai seguenti gruppi (riferimento alla classificazione UNI 11531 - 1/2014) A4 (con  $I_p > 5$ ), A5, A6, A7 stabilizzati a calce, nonché i materiali appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 (classificazione UNI 11531 - 1/2014) se provenienti da cave di prestito e materiali appartenenti ai gruppi A1, A2, A3, A4 se provenienti dagli scavi. Scotico variabile in funzione delle caratteristiche del terreno e comunque con uno spessore minimo di 0,5 m;
- bonifica mediante stabilizzazione con calce dei terreni in sito per uno spessore di almeno 0,5 m
- sostituzione dello strato anticapillare con geocomposito drenante;

La scelta dell'uso di terre stabilizzate a calce permette di cogliere 2 importanti risultati:

- annullamento dei costi per la messa a discarica dei materiali provenienti dagli scavi
- importante riduzione dell'impatto sulla viabilità esistente del traffico pesante necessario sia per l'allontanamento dei materiali di risulta che per l'approvvigionamento di quelli necessari per la costruzione dei rilevati.

Tenendo conto che la falda idrica è risultata prossima al piano campagna, nonché della presenza di risaie in prossimità della linea ferroviaria si è reso necessario sostituire lo strato anticapillare con geocomposito drenante, per il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- mantenere la funzionalità dello strato anticapillare, essendo sempre posto ad una quota superiore al piano campagna, mentre lo strato anticapillare, nel rispetto del Capitolato Generale di Appalto avrebbe dovuto essere posizionato al disotto di questo se non addirittura in falda;
- garantire elevati valori di densità e modulo di deformazione sia per la bonifica che per i rinterri;
- riduzione dell'impatto sulla viabilità esistente per l'approvvigionamento del materiale per la realizzazione dello strato anticapillare.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 39 di 104

Questa metodologia è già stata abbondantemente usata in passato (raddoppio della Bologna-Verona, Padova-Mestre, Nodo di Bologna, ecc.) e sono state aggiornate le specifiche tecniche ed i protocolli di prova adeguandole alle nuove normative internazionali.

In generale la nuova delimitazione della proprietà ferroviaria è individuata mediante le seguenti tipologie di recinzione:

- recinzione tipo FS su muretto continuo in c.a.;
- recinzione metallica su muretto continuo in c.a.;
- recinzione metallica con fondazione puntuale.

La distanza fra l'asse dei due binari è variabile a seconda della zona di intervento. In generale l'interasse esistente dei due binari in esercizio non viene modificato mentre i nuovi binari vengono posizionati a 6.50 m dall'asse dell'esistente.

Tale situazione non è ovviamente costante su tutta la linea in quanto in alcuni tratti è previsto anche lo spostamento dei binari esistenti al fine di consentire l'inserimento dell'infrastruttura nel rispetto dei vincoli territoriali.

La larghezza della piattaforma ferroviaria è stata fissata quindi pari a 26.25 m, circa.

La sede esistente attualmente presenta larghezze variabili, ed in alcuni tratti, negli ambiti di stazioni esistenti, già parzialmente idonea per l'inserimento dei binari in progetto. Inoltre, l'attuale sede non risulta predisposta con sub-ballast; la massicciata ferroviaria fonda direttamente sul supercompattato.

La monta interna è prevista con pendenza del 3% con colmo posizionato in corrispondenza dell'asse della linea, opportunamente sfalsato nelle zone in curva.

Al piede del rilevato (solo dal lato dove sono previsti gli interventi di ampliamento della sede) è previsto un fosso di guardia rivestito di forma trapezia.

Le barriere antirumore previste sono secondo la nuova tipologia standard di RFI. La sezione tipo in rilevato è stata studiata in modo tale da mantenere invariato l'ingombro al piede del rilevato rispetto alla situazione senza barriere. Le barriere stesse, inoltre, non interferiscono con la canaletta portacavi né con lo stradello di servizio ordinari.

All'esterno della barriera è prevista la realizzazione di uno stradello di servizio col duplice scopo di consentire l'ispezione e la manutenzione dall'esterno delle barriere stesse e di consentire lo smaltimento delle acque di piattaforma. Le acque meteoriche, infatti, scorrendo sul piano inclinato del sub-ballast, e sullo stradello interno, vengono incanalate nei tubi quadri 10x10 inseriti nei fori predisposti in tutte le basi prefabbricate; attraverso tali tubi, posti ad interasse 3.00 m, vengono espulse all'esterno della piattaforma ferroviaria ed incanalate sullo stradello esterno verso gli embrici posti ad interasse 30.00 m.

In corrispondenza dei muri di sostegno è prevista la prosecuzione dell'elevazione del muro fino ad una altezza di 2.00 dal PF per permettere poi l'inserimento dei montanti metallici delle BA come da manuale RFI. Anche in questo caso non ci sono variazioni per la canaletta portacavi e per lo stradello interno. Lo smaltimento delle

acque dalla piattaforma avviene attraverso delle lesene realizzate nel muro ogni 15.00 m, che consentono l'allontanamento dell'acqua che, scorrendo lungo lo stradello interno, si raccoglie in un pozzetto.

Nel caso in cui si inseriscono le barriere antirumore su rilevato, dal lato del binario esistente si è reso necessario utilizzare delle palancole tipo "Larssen 600" come opere provvisorie, per realizzare il cordolo di fondazione, in maniera tale da poter lavorare a meno di 3,00 m dall'asse del binario esistente e quindi assicurandone l'esercizio.

Le barriere, inoltre, non interferiranno né con la canaletta portacavi né con lo stradello di servizio ordinari.

Per lo smaltimento delle acque di piattaforma si prevede la realizzazione di trincee drenanti a sezione rettangolare riempite di materiale drenante ad alta porosità (minimo 30%), avvolto in geotessuto e con all'interno un tubo di distribuzione orizzontale fessurato in PEAD. Il riempimento del sistema avviene puntualmente attraverso pozzetti di sedimentazione disposti circa ogni 60 metri, che raccolgono l'acqua di piattaforma e l'acqua meteorica che interessa il rilevato, attraverso una canaletta trapezia in cls posta al piede del rilevato stesso. Il sistema è carrabile e può quindi ospitare una viabilità di servizio sopra di esso. In prossimità dei canali viene posizionato un pozzetto in cls in cui è presente uno scarico di troppo pieno ad una quota convenientemente bassa rispetto al p.c. compatibilmente con il livello massimo raggiungibile nel canale (si considera una quota di sfioro a circa 20 cm dal p.c.). tubi di piccolo diametro verranno disposti in asse al tubo di distribuzione sia verticalmente verso il piano campagna (per pulizia e manutenzione), sia orizzontalmente per facilitare la distribuzione dell'acqua anche in senso trasversale.

## 3.2 OPERE D'ARTE

### 3.2.1 PONTI E VIADOTTI

Di seguito si riportano le opere di attraversamento idraulico e/o viario, previste attraverso strutture a ponte.

WBS	Descrizione	Progressiva
VI01	Nuovo ponte sul Fiume Lambro Meridionale	Km 9+965
VI03	Nuovo ponte sul Roggia Speziana	Km 11+820
VI08	Nuovo ponte sul Roggia Barona	Km 18+950
VI04	Nuovo ponte sul Roggia Colombano	Km 14+250
VI05	Nuovo ponte sul Roggia Carlesco	Km 14+850
VI06-VI07	Nuovo ponte sul Cavo Borromeo	Km 15+730
VI09	Scavalco via Per Birolo	km 15+385
VI10	Scavalco sottovia st Cantone tre Miglia	km 23+743
VI02	Nuovo ponte sul Naviglio Pavese	Km 26+450

#### VI.01 - Nuovo ponte sul Fiume Lambro Meridionale

È prevista un'opera a travata metallica a sezione mista acciaio-cls di portata teorica pari a 40.8 m. Le travate presentano un pacchetto P.F.- sottotrave pari a 4.04 m con altezza travi metalliche pari a 2.81 m. L'impalcato comprende nella piattaforma due binari ed è composto da 4 travi metalliche a interasse 2.8m irrigidite da traversi composti da angolari accoppiati.

Sono stati previsti controventi superiori ed inferiori in corrispondenza dei campi laterali e anche nei campi centrali nelle zone di testata così da irrigidirle anche in previsione delle fasi di montaggio.

Gli apparecchi d'appoggio, in acciaio-teflon, rispettano la "Specificazione per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti negli impalcati ferroviari e nei cavalcavia".

#### VI03 - Nuovo ponte sul Roggia Speziana Km 11+820

La luce del ponte misurata tra gli assi degli appoggi è pari a 14m.

L'impalcato è costituito da una vasca in acciaio a contenimento del ballast.

Internamente alla vasca è previsto un rivestimento in calcestruzzo armato a completamento della vasca ed il fondo della struttura è opportunamente nervata con costolature trasversali.

La tipologia dell'impalcato progettato consente il contenimento dell'altezza dell'impalcato, la manutenzione agevole del binario, la riduzione del livello di rumorosità e di vibrazione, la realizzazione in continuità del ballast in corrispondenza delle spalle.

Il nuovo ponte risulta affiancato a quello esistente ma con strutture totalmente indipendenti.

#### **VI.08 - Nuovo ponte sul Roggia Barona Km 18+950**

La luce del ponte misurata tra gli assi degli appoggi è pari a 8m.

L'impalcato è costituito da due vasche in acciaio a contenimento del ballast.

Internamente alla vasca è previsto un rivestimento in calcestruzzo armato a completamento della vasca ed il fondo della struttura è opportunamente nervata con costolature trasversali.

La tipologia dell'impalcato progettato consente il contenimento dell'altezza dell'impalcato, la manutenzione agevole del binario, la riduzione del livello di rumorosità e di vibrazione, la realizzazione in continuità del ballast in corrispondenza delle spalle.

Il nuovo ponte risulta affiancato a quello esistente ma con strutture totalmente indipendenti.

#### **VI04 - Nuovo ponte sul Roggia Colombano Km 14+250**

La luce del ponte misurata tra gli assi degli appoggi è pari a 12m.

L'impalcato è costituito da due vasche in acciaio a contenimento del ballast.

Internamente alla vasca è previsto un rivestimento in calcestruzzo armato a completamento della vasca ed il fondo della struttura è opportunamente nervata con costolature trasversali.

La tipologia dell'impalcato progettato consente il contenimento dell'altezza dell'impalcato, la manutenzione agevole del binario, la riduzione del livello di rumorosità e di vibrazione, la realizzazione in continuità del ballast in corrispondenza delle spalle.

Il nuovo ponte risulta affiancato a quello esistente ma con strutture totalmente indipendenti.

#### **VI05 - Nuovo ponte sul Roggia Carlesco Km 14+850**

La luce del ponte misurata tra gli assi degli appoggi è pari a 10m.

L'impalcato è costituito da due vasche in acciaio a contenimento del ballast.

Internamente alla vasca è previsto un rivestimento in calcestruzzo armato a completamento della vasca ed il fondo della struttura è opportunamente nervata con costolature trasversali.

La tipologia dell'impalcato progettato consente il contenimento dell'altezza dell'impalcato, la manutenzione agevole del binario, la riduzione del livello di rumorosità e di vibrazione, la realizzazione in continuità del ballast in corrispondenza delle spalle.

Il nuovo ponte risulta affiancato a quello esistente ma con strutture totalmente indipendenti.

#### **VI06-VI07 - Nuovo ponte sul Cavo Borromeo Km 15+730**

L'impalcato è costituito da due vasche in acciaio a contenimento del ballast su ciascuna delle quali trova sede un binario.

Internamente alla vasca è previsto un rivestimento in calcestruzzo armato a completamento della vasca ed il fondo della struttura è opportunamente nervata con costolature trasversali.

La tipologia dell'impalcato progettato consente il contenimento dell'altezza dell'impalcato, la manutenzione agevole del binario, la riduzione del livello di rumorosità e di vibrazione, la realizzazione in continuità del ballast in corrispondenza delle spalle.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 43 di 104

Il nuovo ponte risulta affiancato a quello esistente ma con strutture totalmente indipendenti.

#### **VI09 - Scavalco via Per Birolo km 15+385**

L'impalcato in esame ha una luce di calcolo, definita come distanza netta tra gli allineamenti degli assi degli appoggi, pari a 15.0m. La lunghezza complessiva dell'impalcato è pari a 15.8m.

L'impalcato è costituito da 23 travi metalliche HEA800 e da una soletta in c.a. gettata in opera. Le travi in acciaio sono inglobate in un getto di calcestruzzo con un ricoprimento del lembo superiore massimo di 24 cm. Al lembo inferiore, invece, le travi in acciaio sono lasciate scoperte per l'intera ala inferiore e protette con verniciatura.

#### **VI10 - Scavalco sottovia st Cantone tre Miglia km 23+743**

L'impalcato in esame ha una luce di calcolo, definita come distanza netta tra gli allineamenti degli assi degli appoggi, pari a 16.5m. La lunghezza complessiva dell'impalcato è pari a 17.3m.

L'impalcato è costituito da 23 travi metalliche HEM800 e da una soletta in c.a. gettata in opera. Le travi in acciaio sono inglobate in un getto di calcestruzzo con un ricoprimento del lembo superiore massimo di 24 cm. Al lembo inferiore, invece, le travi in acciaio sono lasciate scoperte per l'intera ala inferiore e protette con verniciatura.

#### **VI.02 - Nuovo ponte sul Naviglio Pavese**

Il viadotto VI02 è costituito da una campata a doppio binario semplicemente appoggiata con portata teorica pari a 54m, con asse curvilineo. La travata metallica, con armamento su ballast, e del tipo "a maglia triangolare" a via inferiore chiusa superiormente. La campata è costituita da 10 scomparti lunghi 5.4m, con altezza baricentrica pari a 10 m, interasse delle pareti di 10.05 m. L'impalcato è costituito da una vasca portaballast metallica direttamente collegata ai traversi in composizione saldata di altezza pari a 1100mm ed alle longherine in composizione saldata di altezza pari a 1100 m. La quota relativa al P.F.-sottotrave è pari a 2200 mm. I controventi sono previsti ricavati da profili laminati. Tutte le giunzioni in opera fra i vari elementi strutturali sono previste con bulloni di classe 8.8 a taglio. Gli apparecchi d'appoggio saranno del tipo ad acciaio-teflon.

La soluzione ipotizzata per il montaggio dell'opera in oggetto (soluzione possibile), prevede un varo di punta con avambecco. In alternativa si può prevedere un sollevamento dal basso a mezzo autogru previa predisposizione di stilate metalliche provvisorie.

### 3.2.2 SOTTOATTRAVERSAMENTI VIARI

Di seguito si riportano le opere di sotto-attraaversamento viario, previste in progetto.

WBS	Descrizione	Progr. km
GA.01	Sottoattraversamento della Tangenziale Ovest	Km 5+106
GA.02	Sottoattraversamento della SP10	Km 21+412
IV.01	Nuovo cavalcaferrovia SP40	Km 12+350

#### GA.01 Galleria artificiale di scavalco Tangenziale Ovest da km 5+106 a km 5+156

Ad oggi l'attuale linea storica Milano-Genova, tratta Milano Rogoredo-Pavia a doppio binario passa sotto la Tangenziale Ovest di Milano alla progressiva 5+130 m circa. L'attraversamento è costituito da 2 carreggiate superiori separate da un giunto longitudinale in corrispondenza dello spartitraffico per una larghezza trasversale complessiva di 32.0 m; suddivisa in 3+3 corsie, 2 corsie di emergenza, spartitraffico centrale e barriere di sicurezza laterali.

L'opera di scavalco della linea storica è costituita da un cavalcaria a singola campata semplicemente appoggiato di luce pari a 20.0 m leggermente obliquo (12.5°), sostenuto da 2 spalle laterali in c.a. fondate su pali tronco-conici infissi di lunghezza L=12.0 m, poste ad una distanza reciproca di 19.0 m .

Vista la natura dell'opera esistente e l'ingombro in pianta, il nuovo quadruplicamento della linea non ha spazio sufficiente per essere inserito al suo interno (nuova coppia di binari); da qui la necessità di creare un nuovo fornice nel rilevato autostradale alato, ad una distanza tale da non interferire sia con le opere di elevazione della spalla limitrofa che delle sue supposte fondazioni.

Viste le geometrie in gioco e tenuto conto dei delta quota tra piano viario, piano ferro e piano campagna, la soluzione più conveniente risiede nel realizzare una Galleria Artificiale Nuova ad una distanza congrua di circa 27.00 m circa (asse tracciato) sulla destra dell'attuale tracciato, ovvero lato Ovest.

Fissato il tracciato e dimensionata l'opera, nel corso dello sviluppo del progetto definitivo è stata posta particolare attenzione alla valutazione della metodologia costruttiva rispetto ai seguenti scenari:

1. Costruzione della GA con *"diaframmi e solettoni con metodologia Milano"*; realizzando delle deviazioni provvisorie della tangenziale per fare spazio alla messa in opera dall'alto dei diaframmi e del solettone di copertura. Per poi andare a scavare dal basso, senza più interferenza con il traffico veicolare e completare l'intervento con la soletta inferiore e tutte le predisposizioni del caso.
2. Costruzione della GA fuori opera con *"spinta del monolite scatolare"* mediante tre diverse metodologie di spinta alternative:
  - a) Utilizzo di una metodologia *"tipo istrice"*, ovvero con predisposizioni che durante la spinta evitino il trascinarsi del manto stradale, esecuzione dello scavo interno man mano che si spinge, in una

condizione sempre a pieno (ossia con infissione del monolite nel rilevato e successivamente esecuzione dello scavo).

- b) *“Spinta a pieno del monolite”* previa realizzazione di solettoni superiori di sicurezza (anti-grottamento e anti-trascinamento), realizzati preventivamente con deviazione per fasi delle carreggiate.
- c) *“Spinta a vuoto”* del monolite con chiusura totale della tangenziale, previo scavo strettamente necessario alla spinta, e successivo rapido rinterro e ripavimentazione; per limitare al minimo indispensabile il fermo esercizio della tangenziale.

In ogni caso, al fine di non porre nessun condizionamento alla scelta costruttiva, si è pensato, comunque, di operare un abbassamento di quota del tracciato dei nuovi binari; abbassamento necessario in tutti i casi sopra menzionati.

L’analisi e la valutazione delle soluzioni tecniche è stata condotta congiuntamente all’Ente gestore della Tangenziale (Società Serravalle S.p.A.).

Con riferimento all’analisi degli impatti della costruzione dell’opera sulla viabilità, i vincoli progettuali necessari al dimensionamento degli interventi di deviazione provvisoria e/o di chiusura parziale e totale della stessa sono:

- È possibile una chiusura totale della tangenziale per pochi giorni da concentrare nel mese di agosto, a cavallo di Ferragosto (es. 7-10 gg), previa individuazione di percorsi alternativi per il traffico veicolare residuo del periodo estivo e di emergenza, e previa effettuazione di uno studio di traffico che dimostri la compatibilità di questo assetto infrastrutturale provvisorio con i flussi di traffico previsti in tale periodo nei due sensi di marcia.
- Sempre nel mese di agosto è possibile una chiusura parziale con limitazione a 2+2 carreggiate per circa 20 giorni (per effetto dei flussi di traffico comunque ridotti in questo mese).
- Nella restante parte dell’anno devono essere sempre garantite 3+3 corsie di dimensioni 3.50 (veicoli lenti), 3.25, 3.25 m (sorpasso), con uno spartitraffico centrale minimo di 1.00 m. Per un totale di 21.0 m trasversali minimi.
- Le deviazioni provvisorie di corsia/carreggiata devono essere progettate per una velocità minima di cartello pari a 80 km/h, inoltre devono tener conto delle condizioni trasversali della carreggiata.

Con questi vincoli si sono studiate varie soluzioni di fasi che permettessero, comunque, uno sviluppo più ampio possibile del cantiere. Tuttavia, è apparso chiaro fin da subito che l’attuale manufatto di attraversamento rappresentava un forte vincolo alla traslazione delle varie corsie, limitando la piattaforma su cui operare gli spostamenti a soli 32.0 m.

In questo senso, non volendo inserire una ulteriore variabile legata alla realizzazione di nuove opere di scavalco dell’attuale linea storica (che avrebbero rappresentato: o false spese o comunque opere di notevole impatto economico e temporale per il programma lavori), la soluzione a diaframmi con metodo Milano è apparsa di difficile attuazione per le seguenti motivazioni:

- non sono presenti sufficienti ingombri trasversali sia costruttivi che operativi, tenendo conto sia degli spessori strutturali delle opere che le grosse dimensioni delle macchine dei diaframmi;
- particolari criticità si ravvedono per quelle fasi che richiedono un cantiere ad isola centrale, dovute alle difficoltà di alimentazione del cantiere;
- data la complessità delle opere da realizzare dalla sede stradale (corree e diaframmi in c.a., scavo e getto del solettone superiore), i tempi di realizzazione delle stesse sono molto lunghi (mesi), con un impatto molto importante sulle soggezioni all'esercizio stradale.

Per tali motivazioni gli studi si sono successivamente orientati nella ricerca di una soluzione che permettesse di porre in opera le opzioni con spinta del monolite: con particolare riguardo per quella di *spinta a pieno* che necessita di solette di protezione superiori, e quella di *spinta a vuoto* con la chiusura totale della tangenziale.

Dall'esame dei pro e contro risulta evidente che: sia la soluzione con diaframmi che quella a spinta con metodologia tipo "istrice" senza protezioni, hanno elevati costi e tempi di esecuzione e presentano notevoli rischi, in termini di sicurezza dei veicoli, durante i lavori (di realizzazione delle opere o di spinta); pertanto sono da scartare.

Mentre hanno meritato approfondimenti sia la spinta a "vuoto" che a "pieno" con le solette di protezione.

La prima per la ricerca di possibili e fattibili percorsi alternativi, nonché un programma lavori che confermasse la cantierabilità dell'opera in circa 10 gg lavorativi consecutivi.

La seconda nella ricerca di deviazioni provvisorie che permettessero, in tempi congrui, la realizzazione delle solette di protezione, prendendo in considerazione l'assetto plano-altimetrico attuale (sia longitudinale che trasversale).

Come dimostrano i precedenti capitoli entrambe le soluzioni hanno avuto riscontro positivo, per cui possono essere valutate e confrontate in termini di:

- semplicità di esecuzione;
- sicurezza dei lavori ed in particolare dei veicoli in transito;
- tempi di esecuzione lavori;
- costi.

**Per tutti i punti precedenti la soluzione più performante è risultata quella di spinta a "vuoto" del monolite.**

Pertanto, in attesa dello studio trasportistico che confermi la possibilità di attivare i percorsi alternativi identificati e previa approvazione degli stessi da parte delle autorità locali, in questa fase progettuale è parso ingegneristicamente corretto sviluppare il progetto considerando quanto necessario a mettere in atto la spinta a "vuoto" del monolite.

La galleria artificiale di attraversamento è costituita da una struttura scatolare di lunghezza pari a 50.00 m in asse. Come detto, vista l'importanza della struttura da sottopassare (A50 - Tangenziale ovest di Milano), la galleria in oggetto viene realizzata "a spinta" in modo da ridurre al minimo indispensabile ogni tipo di interferenza con il traffico autostradale e, contestualmente ridurre i tempi di realizzazione.

La realizzazione a spinta consiste nella realizzazione – in apposito cantiere a lato del rilevato autostradale - di un monolite in calcestruzzo armato, e della sua successiva infissione all'interno del terrapieno stradale con un sistema di martinetti oleodinamici, nel caso specifico non ci sarà infissione ma in fase di spinta verrà preventivamente demolito il rilevato stradale e poi ricostruito successivamente al varo del monolite.

L'opera è composta di una galleria artificiale di lunghezza pari a circa 50.00 m con una struttura scatolare, con piedritti di spessore pari ad 1.0 m, soletta superiore di 0.9 m e soletta di fondazione di 1.10 m. Ad entrambi gli sbocchi della galleria si trovano quattro muri di sostegno aventi sezione tipologica ad L, con pareti di altezza variabile e spessore costante pari a 0.70m e con una fondazione di larghezza 6.20m e spessore 0.70m. L'altezza massima raggiunta dal terreno spingente è pari a 5.50m.

Il monolite, sarà realizzato al di fuori della sede stradale al di sopra di un'apposita platea, denominata "platea di varo", di larghezza complessiva pari a 17.0 m e lunghezza pari a 57.50 m.

Il monolite sarà poi spinto nella sua posizione finale con un sistema di martinetti oleodinamici, posizionati a contrasto sul muro *reggispinta* avente una larghezza pari a quella della platea ed un'altezza di 6.00 m.

Le fasi realizzative della galleria artificiale saranno suddivise in quattro stadi:

- 1) nella prima fase dopo l'approntamento del cantiere saranno realizzate le paratie provvisorie a sostegno del rilevato stradale e la platea di varo e del muro reggispinta a lato del rilevato;
- 2) nella seconda fase verrà realizzato il monolite sulla platea di varo e la messa in opera del terreno a tergo del muro reggispinta per garantire il sovraccarico necessario a contrastare la spinta;
- 3) nella terza fase, è prevista l'interruzione del traffico, la demolizione del rilevato stradale e la spinta dello scatolare in posizione definitiva;
- 4) nella quarta fase, verranno gettati in opera muri di sostegno, saranno completati gli scavi e rinterri, la ricostruzione rilevato stradale e la messa in opera nuova linea ferroviaria.

#### **GA.02 – GA03 Gallerie artificiali di scavalco SP10 km 21+412**

L'opera in oggetto è costituita da una doppia galleria scatolare di lunghezza pari a 18.00m.

La struttura sarà eseguita in opera. Durante la sua costruzione il traffico della strada provinciale SP10 sarà deviato su un percorso alternativo.

La sezione trasversale delle due gallerie è costituita da una struttura scatolare, con piedritti di spessore pari ad 1.0 m, soletta superiore di 0.9 m e soletta di fondazione di 1.0 m.

Le fasi realizzative del sottopasso ferroviario sono le seguenti:

- 1) Approntamento cantiere, deviazione traffico su percorso alternativo
- 2) Demolizione cavalcavia esistente
- 3) Scavo rilevato esistente e Realizzazione scatolare GA02

- 4) Messa in opera nuova linea veloce e Deviazione esercizio sulla nuova linea
- 5) Realizzazione rilevato stradale SP10 lato dx
- 6) Getto in opera scatolare GA03 e Messa in opera variante vecchia linea ferroviaria
- 7) Realizzazione rilevato SP10 lato sinistro
- 8) Finiture strada provinciale n.10 e attivazione viabilità definitiva.

#### **IV.01 Nuovo cavalcaferrovia SP40 km 12+350**

Il cavalcaferrovia IV.01 è composto da 8 campate da 22 m. La carreggiata ha larghezza pari a 9 m, mentre la larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 12.5 m. L'impalcato ha luce pari a 22 m ed è costituito da 8 travi prefabbricate in C.A.P. aventi sezione a doppio T (precompressione a fili aderenti) solidarizzate tra loro mediante 2 traversi in testata e 2 traversi in campata, precompressi con barre post-tese, e una soletta superiore in C.A., gettata in opera. Le travi sono poste ad interasse di 1.3 m; in prossimità degli appoggi hanno sezione ringrossata. Le travi hanno un'altezza pari ad 1.3 m ed una larghezza pari a 0.80 m. L'asse delle pile e del muro di testata delle spalle è obliquo e parallelo alla linea ferroviaria.

### 3.2.3 SOTTOPASSI E SOTTOVIA

Di seguito si riportano le opere di sottovia previsti in progetto.

WBS	Descrizione	Progressiva
SL01	Prolungamento sottovia via Rosa Luxemburg	km 7+473,77
SL02	Prolungamento sottovia poderale	km 8+806
SL03	Prolungamento sottovia via Cascina Pizzabrasa	km 10+102
SL06A	Prolungamento sottovia via Niccolò Machiavelli	km 19+450 (Fase 1)
SL04	Prolungamento sottovia via della Stazione	km 13+346
SL05	Prolungamento sottovia via Del Sole	km 17+182
SL06B	Prolungamento sottovia via Niccolò Machiavelli	km 19+450 (Fase 2)
SL07	Prolungamento sottovia SP27	km 22+350
SL.09	Nuovo sottovia viale della Repubblica	km 26+520

La realizzazione (in prima fase) dello scatolare che funge da prolungamento del sottovia Rosa Luxemburg esistente (SL01), posto alla progressiva PK 7+473.77 della linea suddetta, viene effettuata grazie alle paratie esistenti che saranno utilizzate come opere provvisoriale per la costruzione dello scatolare. Per la costruzione dello scatolare è necessario un approfondimento della quota scavo per consentire il mantenimento del franco verticale. A tal fine, viene demolita la soletta esistente, approfondito lo scavo e realizzato il nuovo solettone di fondazione dello scatolare. La struttura sarà realizzata in c.a. gettato in opera senza giunti intermedi.

Il prolungamento del sottovia poderale, lato Ovest, dello scatolare SL02 è costituito da una struttura a cavalletto su micropali Ø240/750 cm, lato Est il prolungamento è costituito da un'opera scatolare rettangolare in calcestruzzo armato.

Il prolungamento del sottovia via Cascina Pizzabrasa presenta una sezione scatolare rettangolare in calcestruzzo armato con luce libera pari a 12 m e franco verticale pari a 5.60m.

Il prolungamento del sottovia via Niccolò Machiavelli presenta una sezione trasversale rettangolare in calcestruzzo armato con luce libera pari a 8.50 m e franco verticale pari a 4.85m.

Il prolungamento del sottovia via della Stazione presenta una sezione scatolare rettangolare con luce libera pari a 9.50 m e franco verticale pari a 4.42m.

Il prolungamento del sottovia via Del Sole presenta una sezione scatolare rettangolare in calcestruzzo armato con luce libera pari a 5 m e franco verticale pari a 5.20m.

Il prolungamento del sottovia della SP27 presenta una sezione trasversale rettangolare in calcestruzzo armato con luce libera pari a 12.30 m e franco verticale pari a 5.90m.

L'opera SL09 è di fatto l'unico nuovo sottovia in realizzazione e consiste nella sostituzione dei due sottopassi esistenti (km 26+500 e 26+540) con uno nuovo posto al km 26+527 in comune di Pavia.

Il nuovo sottovia viale della Repubblica presenta una sezione trasversale rettangolare in calcestruzzo armato con luce libera pari a 12. m e franco verticale pari a 6m.

### 3.2.4 FABBRICATI TECNOLOGICI

Nell'ambito dell'intervento è prevista la realizzazione di una serie di fabbricati tecnologici necessari al funzionamento degli impianti previsti in progetto.

Si riporta, nella tabella seguente, la tipologia e l'ubicazione dei fabbricati tecnologici previsti, mentre si rimanda agli elaborati specifici per un maggior dettaglio progettuale.

WBS	DESCRIZIONE	PROGR.
FA01	GA Sud esterno di Milano Rogoredo	2+159,29
FA02	PPT1-LL	6+041,82
FA03	PPT2-LV	6+054,02
FA04	PPM Pieve Emanuele	10+773,55
FA05	SSE Pieve Emanuele	11+752,85
FA06	PPT3-LL	15+359,66
FA07	PPT4-LV	15+370,54
FA08	PM Turago	18+838,32
FA09	PPT7-LL	22+327,31
FA10	PPT8-LV	22+339,51
FA11	SSE Pavia	25+250,00
FA12	GA NORD di Pavia	26+770,51

In tutti i casi, fatta eccezione per le Sottostazioni Elettriche (SSE), si tratta di opere concepite per l'allestimento di apparecchiature tecnologiche destinate al comando, al controllo e alla sicurezza della circolazione ferroviaria nella tratta in oggetto; in particolare, i GA (Gestori d'Area), i PPM (Posti Periferici Movimento) e il PM (Posto di Movimento) sono veri e propri fabbricati mentre i PPT sono allestiti all'interno di shelter costituiti da box metallici prefabbricati, posti sopra un basamento in c.a.

Tutti i fabbricati/manufatti oggetto di questa relazione sono derivati da edifici tipologici, ampiamente collaudati ed ulteriormente perfezionati durante la redazione di questo progetto.

Il fabbricato tecnologico FA.01, destinato ad ospitare un nuovo Gestore d'Area dell'ACC di Rogoredo, è previsto al km 2+159,29: è stata individuata un'area del Comune di San Donato Milanese, attualmente non edificata e posta a Ovest del tracciato ferroviario esistente, accessibile da Via S. Bernardo. Il fabbricato è caratterizzato da un solo piano fuori terra (per un'altezza massima in corrispondenza del colmo pari a circa 4,60 m) e dotato di Cabina MT/BT con annessi Locali Trasformatori, di Ufficio Movimento e di un locale adibito ai Servizi Igienici.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 52 di 104

I fabbricati tecnologici FA.02 e FA.03 sono destinati ad ospitare rispettivamente il PPT01-LL (Linea Lenta) e il PPT02-LV (Linea Veloce), ovvero dei posti tecnologici periferici dedicati all'interfacciamento degli enti di linea (blocco IS) mediante le apparecchiature elettroniche ivi ubicate nei PPT di linea. Per la realizzazione dei nuovi PPT01-LL e PPT02-LV posti rispettivamente al km 6+041,82 e 6+054,08 della linea di progetto, è stata individuata un'area del Comune di Locate di Triulzi, attualmente non edificata e posta a Ovest del tracciato ferroviario esistente. L'area individuata è raggiungibile mediante una viabilità sterrata di nuova realizzazione lunga circa 200 m che ha inizio da Via dei Pioppi.

Tali fabbricati sono di tipo Shelter e sono inseriti entrambi nella piazzola lato ovest della linea ferroviaria.

Lo shelter metallico, di dimensioni standard presunte circa pari a 7,00x2,50 m per un'altezza di circa 3 m, è ancorato alla platea in c.a. tramite piedini rialzati di circa 0,24 m.

Il fabbricato tecnologico FA.04 è destinato ad ospitare il nuovo apparato PPM per la gestione dell'impianto di stazione di Pieve Emanuele; è previsto al km 10+773,55, in un'area del Comune di Pieve Emanuele, attualmente non edificata e posta a Ovest del tracciato ferroviario esistente. Essa si trova immediatamente a Nord della Stazione ferroviaria di Pieve Emanuele ed è accessibile direttamente dal parcheggio a servizio della stazione stessa.

Il Fabbricato Tecnologico PPM previsto a Pieve Emanuele corrisponde a un edificio tipologico denominato T2\_A, caratterizzato da due piani fuori terra (per un'altezza massima in corrispondenza del colmo pari a circa 9,80 m) con dimensioni in pianta di 13.80 m x 9.60 m e dotato di Cabina MT/BT con annessi Locali Trasformatori, di Ufficio Movimento e di un locale adibito ai Servizi Igienici.

Il fabbricato FA.05 è invece realizzato per accogliere gli impianti della nuova Sottostazione Elettrica prevista in progetto in prossimità della stazione di Pieve Emanuele. Per la realizzazione della nuova Sottostazione Elettrica al km 11+752.85, è stata individuata un'area del Comune di Pieve Emanuele, attualmente non edificata e posta a Ovest del tracciato ferroviario esistente, accessibile dalla Strada Provinciale 28.

La Sottostazione Elettrica di Pieve Emanuele si sviluppa su un solo piano fuori terra, con pianta rettangolare di dimensioni circa pari a 26,80x12,90 m.

L'edificio è caratterizzato da una copertura a capanna la cui altezza massima in corrispondenza del colmo è circa pari a 6,40 m (altezza sotto gronda pari a circa 4,50 m); esso è inoltre caratterizzato da porte di accesso ai vari locali dotate tutte di griglie di aerazione e da finestre a nastro di altezza pari a 1,20 m.

All'interno del fabbricato sono presenti una Sala Alimentatori, due Celle Raddrizzatori, una sala Quadri e un Servizio Igienico.

I fabbricati tecnologici FA.06 e FA.07, in analogia ai precedenti FA02 e FA03, sono destinati ad ospitare rispettivamente il PPT03-LL (Linea Lenta) ed il PPT04\_LV (Linea Veloce), necessari per la gestione di 2 tratti di blocco di linea compresi tra Pieve Emanuele ed il PM Turago. Per la realizzazione del nuovo PPT03-LL posto al km 15+359,66 della linea di progetto, è stata individuata un'area del Comune di Lacchiarella, attualmente non

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA</b>				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTI LOTTO NM0Z 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 53 di 104

edificata e posta a Ovest del tracciato ferroviario esistente. L'area individuata è raggiungibile mediante una viabilità sterrata di nuova realizzazione lunga circa 75 m che ha inizio da Via Per Birolo.

Il fabbricato tecnologico FA.08 è destinato ad ospitare il nuovo apparato PPM per la gestione dell'impianto di Posto di Manutenzione. È previsto al km 18+838,32, in un'area del Comune di Giussago, attualmente non edificata e posta a Ovest del tracciato ferroviario esistente, accessibile da una strada privata.

In particolare, il Fabbricato Tecnologico PM Turago corrisponde a un edificio tipologico denominato T3\_C, caratterizzato da un solo piano fuori terra (per un'altezza massima in corrispondenza del colmo pari a circa 4,60 m) e dotato di Cabina MT/BT con annessi Locali Trasformatori, di Ufficio Movimento e di un locale adibito ai Servizi Igienici.

I fabbricati tecnologici FA.09 e FA.10 – analoghi alle precedenti coppie – ospiteranno il PPT07-LL (Linea Lenta) ed il PPT08\_LV (Linea Veloce).

Per la realizzazione del nuovo PPT09-LL posto al km 22+327,31 della linea di progetto, è stata individuata un'area del Comune di Borgarello, attualmente non edificata e posta a Ovest del tracciato ferroviario esistente. L'area individuata è raggiungibile mediante una viabilità sterrata di nuova realizzazione di circa 85 m di lunghezza che ha inizio dalla Strada Provinciale 27.

La nuova Sottostazione Elettrica di Pavia Nord (FA11) si sviluppa su un solo piano fuori terra, con pianta rettangolare di dimensioni circa pari a 26,80x12,90 m.

L'edificio è caratterizzato da una copertura a capanna la cui altezza massima in corrispondenza del colmo è circa pari a 6,40 m (altezza sotto gronda pari a circa 4,50 m); esso è inoltre caratterizzato da porte di accesso ai vari locali dotate tutte di griglie di aerazione e da finestre a nastro di altezza pari a 1,20 m.

All'interno del fabbricato sono presenti una Sala Alimentatori, tre Celle Raddrizzatori, una sala Quadri e un Servizio Igienico.

Il fabbricato tecnologico FA.12, destinato ad ospitare un nuovo Gestore d'Area dell'ACC di Pavia, è previsto al km 26+770,51, in un'area del Comune di Pavia, attualmente non edificata e posta a Est del tracciato ferroviario esistente, accessibile da Viale della Repubblica.

In particolare, il Fabbricato Tecnologico GA Nord corrisponde a un edificio tipologico denominato T3\_A, caratterizzato da un solo piano fuori terra (per un'altezza massima in corrispondenza del colmo pari a circa 4,60 m) e dotato di Cabina MT/BT con annessi Locali Trasformatori, di Ufficio Movimento e di un locale adibito ai Servizi Igienici.

Il Fabbricato Tecnologico GA Nord si sviluppa su un solo piano fuori terra, con pianta rettangolare di dimensioni circa pari a 33,90x6,30 m.

### **3.2.5 FERMATE E STAZIONI**

Gli interventi progettuali previsti nelle fermate e nelle stazioni della linea sono relativi esclusivamente all'adeguamento degli impianti esistenti al quadruplicamento, dovuti all'ampliamento della sede e alle modifiche ai PRG per l'inserimento della coppia dei nuovi binari, e interessano marginalmente i Fabbricati Viaggiatori esistenti, di impianto ottocentesco o risalenti alla prima metà del Novecento, e i piazzali esterni.

Ciò nonostante, le scelte architettoniche e di finitura attuate nel progetto perseguono l'obiettivo di dotare le stazioni e le fermate di un'identità comune nell'ambito dell'intero intervento, con un linguaggio che, nel rispetto dei caratteri architettonici delle preesistenze, garantisca visibilità e riconoscibilità alla linea, attraverso l'uso di materiali che assicurino funzionalità e durevolezza. Inoltre, nell'intenzione di porre attenzione manifesta alle peculiarità territoriali, i nuovi ingressi secondari alle stazioni, richiesti dai Comuni per la stazione Pieve Emanuele e per la fermata Villamaggiore, sono pensati come recinti murari, realizzati attraverso murature rivestite da facciate ventilate con paramento in listelli di cotto, che lasciano intravedere, nelle parti aperte, il paesaggio circostante e che rimandano agli edifici agricoli, edificati interamente in mattoni, annessi alle caschine distribuite nel territorio di riferimento, in cui permane la prevalente destinazione agricola.

Al fine di non disorientare i viaggiatori, le nuove pensiline a copertura dei marciapiedi ferroviari saranno analoghe a quelle esistenti nelle stazioni di Locate Triulzi e di Pieve Emanuele, di recente realizzazione, così da consentire l'immediata riconoscibilità delle fermate e delle stazioni della linea.

Con la finalità di predisporre in tutte le fermate/stazioni il sistema di controllo accessi, l'accessibilità alle banchine ferroviarie avverrà sempre attraverso uno spazio filtro, cioè, laddove compatibile, l'atrio attesa dei Fabbricati Viaggiatori esistenti, oppure i nuovi accessi ai marciapiedi laterali, dove potranno essere collocati i tornelli. A tal fine, gli esistenti sottopassi promiscui saranno dedicati esclusivamente al collegamento dei due fronti urbani separati dalla ferrovia, con l'interclusione dei collegamenti con l'area ferroviaria, mentre l'interscambio tra le banchine sarà realizzato attraverso nuovi sottopassi ad uso esclusivamente ferroviario.

Al fine di evidenziare la visione unitaria del progetto delle stazioni/fermate dell'intero quadruplicamento della linea Milano Rogoredo-Pavia, si riporta di seguito la tabella riassuntiva delle dotazioni funzionali richieste per ogni impianto. La fermata di Villamaggiore è l'unica ad essere realizzata in due fasi, corrispondenti ai due lotti. Per comodità di lettura, nella corrispondente tabella, sono elencate le dotazioni funzionali della configurazione finale.

	FV01 LOCATE TRIULZI KM 8+211.38	FV02 PIEVE EMANUELE Km 10+846.34	FV03 CERTOSA DI PAVIA m 20+863.73	FV03 VILLAMAGGIORE Km 13+212.86
classificazione	Fermata impresenziata	Stazione impresenziata	Fermata impresenziata	Fermata impresenziata
lunghezza e altezze banchine viaggiatori	L= 320 m H=55 cm	L= 250 m H=55cm	Primo marciapiede L= 361 m Secondo marciapiede L= 225 m Terzo marciapiede L= 225 m H=55 cm	L= 250 m H=55 cm
Fab. Viaggiatori	Esistente	Esistente, di proprietà comunale	Esistente	Esistente
biglietteria automatica	Sì, in area protetta			
servizi igienici	Sì	Esistenti nel FV	Esistenti in fabbrica separato	Esistenti nel FV
locale commerciale	Esistente	Esistente nel FV	No	No
Collegamento banchine, sistema accesso agli impianti e predisposizione tornelli	Collegamento con le banchine tramite il nuovo sottopasso, ad uso esclusivamente ferroviario, con scale e ascensori (larghezza min. scale 1,80 m) e passaggio obbligato attraverso il controllo accessi (predisposto). Chiusura con serrande automatizzate.		Accesso alle banchine tramite il nuovo sottopasso, con scale e ascensori (larghezza min. scale 1,80 m) e passaggio obbligato attraverso il controllo accessi (predisposto). Chiusura con serrande automatizzate.	
Pensilina ferroviaria	A copertura di ogni marciapiede e di lunghezza sufficiente a riparare le scale e gli ascensori.			
Sottopasso urbano	Esistente, collegato alle banchine ferroviarie.			
area di interscambio modale	parcheggio auto e fermata bus esistenti			

### **FV01 - Fermata di Locate Triulzi**

L'odierna stazione di Locate Triulzi è situata alla chilometrica 8+211.38 (asse Fabbricato Viaggiatori), in ambito urbano, ed è costituita dalle seguenti dotazioni funzionali:

- Il Fabbricato Viaggiatori storico, a due piani, con i locali al piano terra destinati al D.M., e agli impianti tecnologici, parzialmente in disuso, e il piano superiore destinato ad abitazione, ora in disuso;
- L'Ampliamento del FV, costituito da un fabbricato monopiano, adiacente al lato sud del Fabbricato Viaggiatori dove sono collocati la sala d'attesa, un locale impianti e un locale dato in gestione ad attività sociali;
- Due Fabbricati monopiano destinati agli impianti, di LFM e IS, e servizi igienici;
- Due banchine, una laterale a servizio del primo binario e una ad isola, che effettua servizio viaggiatori per il secondo binario. Due pensiline, di tipologia analoga a quella presente della stazione di Pieve Emanuele e di lunghezza limitata, coprono una parte del secondo marciapiede;
- Un sottopasso a uso promiscuo, non in asse al FV, collegato con una scala al primo marciapiede, con una rampa la piazzale antistante l'ingresso alla stazione, con una scala e un ascensore al secondo marciapiede e con una rampa e una scala al piazzale adiacente a via Milano, da dove, con un ponticello pedonale, si accede a un grande parcheggio pubblico.

Il progetto prevede:

- Ampliamento della piattaforma ferroviaria per l'inserimento dei due binari del quadruplicamento;
- Innalzamento e allungamento del primo marciapiede, con rifacimento della pavimentazione e dei percorsi tattili per i disabili visivi di tipo LVE. A causa dell'innalzamento del primo marciapiede e al fine di preservare gli ingressi al Fabbricato Viaggiatori esistente, è stato necessario mantenere ad h 25 cm un corridoio di marciapiede antistante il FV, protetto da parapetto e raccordato con scale al marciapiede ad h 55 cm. Per garantire condizioni adeguate di sicurezza ai viaggiatori durante il transito di treni alla velocità prevista di 200 km/h, si è scelto di demolire il gabbiotto del locale Dirigente Movimento, in disuso, e il fabbricato servizi igienici esistente al fine di assicurare una larghezza complessiva utile del marciapiede superiore al minimo di 3.50 m, nel tratto compreso tra il FV e la scala di accesso al nuovo sottopasso ferroviario. I servizi igienici potranno essere ricollocati all'interno del FV o nel fabbricato destinato agli impianti, quando, in seguito ai lavori di adeguamento al quadruplicamento, saranno chiarite le effettive necessità funzionali dei due fabbricati e le restanti disponibilità di spazi inutilizzati. Qualora l'edificio destinato agli impianti risultasse totalmente inutilizzato, sarà da valutare, in accordo con il Gestore, l'opportunità di demolirlo per introdurre un secondo accesso alla fermata, diretto al nuovo sottopasso, con migliori condizioni per la fruibilità e la sicurezza da parte dei viaggiatori;
- Ampliamento, innalzamento e allungamento del marciapiede a isola, con rifacimento della pavimentazione e dei percorsi tattili per i disabili visivi di tipo LVE;
- Inserimento del terzo marciapiede laterale, con pavimentazione e percorsi tattili per i disabili visivi di tipo LVE;
- Predisposizione del controllo accessi nell'atrio - attesa dell'FV, secondo le disposizioni contenute nelle "Linee guida per l'installazione di tornelli e la chiusura delle stazioni" RFI PRA LG IFS 002 A (aprile 2017);

- Inserimento di un nuovo sottopasso ad uso esclusivamente ferroviario collegato con le banchine attraverso scale e ascensori;
- Realizzazione di nuove pensiline metalliche a copertura dei marciapiedi, di lunghezza sufficiente a riparare le scale e gli ascensori, di tipologia analoga a quelle esistenti sul marciapiede a isola che saranno rimosse;
- Specializzazione del sottopasso esistente all'uso esclusivo di attraversamento urbano, con la rimozione dei collegamenti con le banchine ferroviarie. Prolungamento del sottopasso per l'ampliamento della piattaforma ferroviaria e conseguente rifacimento della scala di collegamento con il piazzale lato via Milano;
- Ristrutturazione interna dei servizi igienici esistenti, con inserimento del bagno disabili dotato di fasciatoio reclinabile ad uso nursery;
- Rifacimento della pavimentazione del marciapiede antistante l'FV per inserimento dei percorsi tattili per i disabili visivi di tipo LVE;
- Realizzazione di una nuova recinzione per la chiusura della fermata, finalizzata al controllo accessi;
- Rifacimento della segnaletica a messaggio fisso sui marciapiedi ferroviari e limitatamente agli altri ambiti oggetto d'intervento, in conformità alla "Manuale Sistema Segnaletico - Revisione 2013 - Istruzioni per la progettazione e la realizzazione della segnaletica a messaggio fisso nelle stazioni ferroviarie" e s.m.i., RFI DPR MA IFS 001 A del 18/12/2013.

### **FV02 - Stazione di Pieve Emanuele**

L'odierna stazione di Pieve Emanuele è situata alla chilometrica 10+847,274 (asse Fabbricato Viaggiatori), in ambito extraurbano, ed è costituita dalle seguenti dotazioni funzionali:

- Il Fabbricato Viaggiatori, a un piano, di proprietà e gestione comunale, che ospita la sala d'attesa, i servizi igienici e il bar-ristoro;
- Due banchine h= 55 cm, una laterale a servizio del primo binario e una ad isola, che effettua servizio viaggiatori per il secondo binario, coperte da pensiline metalliche monopilastro con ali tirantate;
- Un sottopasso ferroviario, non in asse al FV, collegato con una scala e un ascensore ad ogni banchina;
- Un parcheggio con area d'interscambio di fronte all'FV.

Il progetto prevede :

- Ampliamento della piattaforma ferroviaria per l'inserimento dei binari del quadruplicamento;
- Ampliamento del marciapiede a isola, con rifacimento della pavimentazione e dei percorsi tattili per i disabili visivi di tipo LVE, demolizione della scala e dell'ascensore esistenti e della pensilina esistente;
- Inserimento del terzo marciapiede ad isola, con pavimentazione e percorsi tattili per i disabili visivi di tipo LVE;
- Prolungamento del sottopasso esistente, ad uso esclusivamente ferroviario, collegato con il primo marciapiede attraverso la scala e l'ascensore esistenti, con i due marciapiedi ad isola attraverso due nuove scale e un nuovo ascensore per ogni marciapiede;

- Realizzazione di un secondo accesso alla stazione dal lato dell'area industriale di Siziano, predisposto per il controllo accessi, collegato al sottopasso attraverso una scala e un ascensore e connesso alla viabilità esistente attraverso un percorso ciclopedonale in rampa con pendenza al 3%;
- Predisposizione del controllo accessi sul primo marciapiede, con ingresso dal piazzale antistante, secondo le disposizioni contenute nelle "Linee guida per l'installazione di tornelli e la chiusura delle stazioni" RFI PRA LG IFS 002 A (aprile 2017), e spostamento della rampa che connette la quota del piazzale con quella del marciapiede ferroviario più alto;
- Realizzazione di nuove pensiline metalliche a copertura del secondo e terzo marciapiede, di lunghezza sufficiente a riparare le scale e gli ascensori, di tipologia analoga a quella esistente sul primo marciapiede;
- Rifacimento della pavimentazione del marciapiede antistante il piazzale esterno per inserimento dei percorsi tattili per i disabili visivi di tipo LVE;
- Realizzazione di una nuova recinzione per la chiusura della fermata, finalizzata al controllo accessi;
- Rifacimento della segnaletica a messaggio fisso sui marciapiedi ferroviari e nel sottopasso, in conformità alla "Manuale Sistema Segnaletico - Revisione 2013 - Istruzioni per la progettazione e la realizzazione della segnaletica a messaggio fisso nelle stazioni ferroviarie" e s.m.i., RFI DPR MA IFS 001 A del 18/12/2013.

### **FV03 - Fermata di Villamaggiore**

L'odierna fermata di Villamaggiore è situata alla chilometrica 13+212.86 (asse Fabbricato Viaggiatori), in prossimità dell'abitato di Villamaggiore, frazione del Comune di Lacchiarella, in ambito extraurbano, ed è costituita dalle seguenti dotazioni funzionali:

- Il Fabbricato Viaggiatori, a due piani, che ospita al piano terra l'atrio sala d'attesa, i servizi igienici, locali destinati agli impianti, attualmente dismessi, e la scala per salire al primo piano, mentre il primo piano è destinato ad abitazione;
- Un fabbricato monopiano destinato agli impianti;
- Un magazzino merci con piano caricatore;
- Due banchine laterali h= 25 cm, la seconda banchina è collegata con un percorso pedonale al parcheggio pubblico posto a sud della fermata, lungo Via della Stazione;
- Un sottopasso, non in asse al FV, collegato con una scala e una rampa sia al piazzale della fermata sia al secondo marciapiede;
- Un parcheggio con area d'interscambio di fronte all'FV.

Il progetto prevede nel Lotto 1:

- Innalzamento del primo marciapiede ad h=55 cm, con rifacimento della pavimentazione e dei percorsi tattili per i disabili visivi di tipo LVE, demolizione della scala e della rampa esistenti di collegamento con il sottopasso,
- Trasformazione del secondo marciapiede da laterale a isola, con innalzamento a h=55 cm rifacimento della pavimentazione e dei percorsi tattili per i disabili visivi di tipo LVE, demolizione della scala e della rampa esistenti, compresi gli shelter di copertura in acciaio e policarbonato;

- Rifacimento dei sistemi di risalita dal sottopasso esistente, ad uso esclusivamente ferroviario, attraverso una nuova scala e un nuovo ascensore per il collegamento con il primo marciapiede e attraverso due scale e un ascensore per il secondo marciapiede;
- Predisposizione del controllo accessi all'interno dell'atrio attesa dell'FV, secondo le disposizioni contenute nelle "Linee guida per l'installazione di tornelli e la chiusura delle stazioni" RFI PRA LG IFS 002 A (aprile 2017), con rifacimento della rampa e inserimento di una scala di connessione dell'atrio alla quota del piazzale esterno;
- Realizzazione di nuove pensiline metalliche a copertura del secondo marciapiede, di lunghezza sufficiente a riparare le scale e gli ascensori, e a copertura della scala e dell'ascensore del primo marciapiede, di tipologia analoga a quella della linea;
- Rifacimento della pavimentazione del marciapiede antistante il piazzale esterno per inserimento dei percorsi tattili per i disabili visivi di tipo LVE;
- Realizzazione di una nuova recinzione per la chiusura della fermata, finalizzata al controllo accessi;
- Rifacimento della segnaletica a messaggio fisso sui marciapiedi ferroviari e nel sottopasso, in conformità alla "Manuale Sistema Segnaletico - Revisione 2013 - Istruzioni per la progettazione e la realizzazione della segnaletica a messaggio fisso nelle stazioni ferroviarie" e s.m.i., RFI DPR MA IFS 001 A del 18/12/2013;
- Attivazione del servizio viaggiatori sul primo e sul secondo binario.

Gli interventi previsti invece nel Lotto 2 sono:

- Realizzazione del terzo marciapiede, laterale, a servizio del quarto binario, ad H=55 cm, con pavimentazione e percorsi tattili per i disabili visivi di tipo LVE;
- Realizzazione del secondo ingresso alla fermata, coperto e perimetrato da pareti rivestite con pareti ventilate in listelli di cotto, con accesso diretto al terzo marciapiede, predisposto per il controllo accessi, collegato al sottopasso attraverso una scala e un ascensore e connesso con un percorso pedonale al parcheggio pubblico posto a sud della fermata, lungo Via della Stazione;
- Prolungamento del sottopasso esistente, ad uso esclusivamente ferroviario, per la connessione con il terzo marciapiede;
- Realizzazione della segnaletica a messaggio fisso sul terzo marciapiede e nel tratto prolungato del sottopasso, in conformità alla "Manuale Sistema Segnaletico - Revisione 2013 - Istruzioni per la progettazione e la realizzazione della segnaletica a messaggio fisso nelle stazioni ferroviarie" e s.m.i., RFI DPR MA IFS 001 A del 18/12/2013.

#### **FV04 - Fermata di Certosa di Pavia**

L'odierna stazione di Certosa di Pavia è situata alla chilometrica 20+863.73 (asse Fabbricato Viaggiatori), con tracciato in curva, nella frazione di Guinzano del comune di Giussago, adiacente allo stabilimento Galbani, ed è costituita dalle seguenti dotazioni funzionali:

- Il Fabbricato Viaggiatori, caratterizzato da una grande pensilina in c.a. a copertura del primo marciapiede e costituito da un corpo di fabbrica parallelepipedo a due piani fuori terra con un piano interrato e copertura piana, risalente alla prima metà del Novecento e costruito in sostituzione dell'originario Fabbricato

Viaggiatori della prima stazione di Certosa, attivata nel 1862. Il FV ospita: al piano terra l'atrio-sala d'attesa, l'ufficio movimento, con locali uffici, spogliatoio e archivio annessi, l'ex biglietteria, il locale apparati e, al centro, la scala per salire al piano superiore; al primo piano due appartamenti gemelli;

- Due banchine h= 25 cm, una laterale a servizio del primo binario e una ad isola, di larghezza molto ridotta, che effettua servizio viaggiatori per il secondo binario;
- Un sottopasso urbano, non in asse al FV, collegato due gradonate al piazzale adiacente al FV e al parcheggio situato sul lato opposto rispetto alla ferrovia;
- Un fabbricato servizi igienici, con accesso dal primo marciapiede;
- Un fabbricato destinato agli impianti;
- Un magazzino merci risalente alla prima edificazione della stazione, nel XIX secolo;
- Due parcheggi auto, uno lato piazzale d'accesso con area d'interscambio e l'altro sul fronte rispetto alla ferrovia.

Il progetto prevede :

- Ampliamento della piattaforma ferroviaria per l'inserimento dei binari del quadruplicamento;
- Innalzamento, prolungamento e ampliamento del primo marciapiede, con rifacimento della pavimentazione e dei percorsi tattili per i disabili visivi di tipo LVE;
- Ampliamento e prolungamento del marciapiede a isola, con rifacimento della pavimentazione e dei percorsi tattili per i disabili visivi di tipo LVE;
- Inserimento del terzo marciapiede laterale, con pavimentazione e percorsi tattili per i disabili visivi di tipo LVE;
- Realizzazione di un nuovo sottopasso, ad uso esclusivamente ferroviario, collegato con il primo marciapiede attraverso una scala e un ascensore, con il marciapiede ad isola attraverso due nuove scale e un nuovo ascensore, con il terzo marciapiede attraverso una scala e un ascensore;
- Adeguamento del sottopasso esistente, urbano, all'ampliamento della piattaforma ferroviaria, attraverso il prolungamento dei due imbocchi, la sostituzione delle due gradonate con due nuove scale e l'inserimento di due ascensori, uno per ogni imbocco, per il superamento delle barriere architettoniche secondo il DM 236/89;
- Predisposizione del controllo accessi nell'FV, all'interno dell'atrio-attesa, secondo le disposizioni contenute nelle "Linee guida per l'installazione di tornelli e la chiusura delle stazioni" RFI PRA LG IFS 002 A (aprile 2017);
- Realizzazione di nuove pensiline metalliche a copertura dei marciapiedi, di lunghezza sufficiente a riparare le scale e gli ascensori di accesso al sottopasso;
- Rifacimento della pavimentazione del marciapiede antistante il piazzale esterno e di quello antistante l'imbocco del sottopasso urbano lato parcheggio per inserimento dei percorsi tattili per i disabili visivi di tipo LVE;
- Realizzazione di una nuova recinzione per la chiusura della fermata, finalizzata al controllo accessi;

- Rifacimento della segnaletica a messaggio fisso sui marciapiedi ferroviari e nel sottopasso, in conformità alla “Manuale Sistema Segnaletico - Revisione 2013 - Istruzioni per la progettazione e la realizzazione della segnaletica a messaggio fisso nelle stazioni ferroviarie” e s.m.i., RFI DPR MA IFS 001 A del 18/12/2013.

### **3.2.6 ARCHEOLOGIA**

Come detto in introduzione, negli anni 2012-2015 sono stati redatti i due progetti preliminare associati alle due fasi funzionali del presente intervento, nell'ambito dei quali erano stati sviluppati anche i relativi Studi Archeologici.

Con nota prot. 6253 del 16.05.2012 l'allora competente Soprintendenza per i Beni Archeologici della Lombardia ha espresso sul Progetto Preliminare della prima fase funzionale parere di massima favorevole alla realizzazione dell'opera, prescrivendo che scavi e sbancamenti per la realizzazione dell'opera fossero eseguiti con controllo archeologico preventivo.

Relativamente al Progetto Preliminare della seconda fase funzionale, il parere delle 2 Soprintendenze Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le 2 province interessate è intervenuto successivamente: con nota prot. 5572 del 11.06.2018 l'una e con nota prot. n. 11860 del 12.06.2018 l'altra, in coerenza con le disposizioni contenute nell'art. 25 del D.Lgs 50/2016, hanno prescritto l'esecuzione di indagini archeologiche preventive.

Pertanto nell'ambito del presente progetto definitivo è stato svolto anche il progetto delle indagini archeologiche preventive sulla base di scelte - condivise nella riunione congiunta dello scorso 2 agosto con le soprintendenze – riguardo a metodologie di indagine, ubicazione e dimensioni dei sondaggi archeologici da eseguire.

Le indagini archeologiche preventive consistono quindi nell'esecuzione di 76 saggi archeologici, dalle dimensioni di 5x5 m, localizzati lungo il tracciato delle opere.

Per quanto concerne la prima fase funzionale, da Milano Rogoredo fino a Pieve Emanuele, sono previsti 36 saggi archeologici, posizionati per campionamento a distanza pressoché regolare, in mancanza di una valutazione specifica del rischio archeologico relativo.

Per la seconda fase funzionale, da Pieve Emanuele a Pavia, sono previsti gli ulteriori 40 saggi, posizionati in corrispondenza di opere progettuali a potenziale rischio archeologico alto, legato perlopiù agli incroci della centuriazione romana.

È comunque prevista in progetto l'“assistenza archeologica” agli scavi per tutte le opere previste.

Con “assistenza archeologica” si intende un controllo per la risoluzione di interferenze di potenziale rischio archeologico, eventualmente ancora non note, che venissero scoperte durante i lavori di movimentazione dei cantieri costruttivi e sarà comprensiva del controllo stratigrafico dei fronti esposti, della perimetrazione dell'area sensibile in scala adeguata in funzione dell'entità della tipologia del ritrovamento nel corso dei lavori, della rappresentazione grafica di sezioni notevoli e/o del profilo geoarcheologico, della documentazione fotografica di dettaglio, del recupero e classificazione di campioni ed eventuali reperti, della produzione di un giornale di scavo e di rapporti periodici e della redazione di una relazione finale tecnico-scientifica, comprensiva di eventuale assistenza nei rapporti con la Soprintendenza.

### 3.3 MITIGAZIONE ACUSTICA

#### 3.3.1 STUDIO ACUSTICO

Nell'ambito del progetto definitivo è stato redatto lo studio acustico associato ai due scenari funzionali previsti. Lo studio è stato condotto secondo la seguente metodologia:

- 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 DPR 142/04 (decreto sul rumore stradale) per tener conto della concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali presenti all'interno dell'ambito di studio. Al di fuori della fascia di pertinenza acustica ferroviaria si analizzano i limiti dettati dalle Classificazioni Acustiche dei Comuni interessati.
- 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 con particolare riguardo alla destinazione d'uso, all'altezza e allo stato di conservazione dei ricettori potenzialmente impattati e ricadenti nella fascia di pertinenza acustica ferroviaria (250 m per lato); tale analisi è stata estesa fino a 300m per lato, per tener conto di eventuali primi fronti edificati presenti al di fuori della fascia di pertinenza ferroviaria. Sono state altresì censite le aree di espansione residenziale da PRG.
- Livelli acustici ante mitigazione. 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, eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture stradali concorrenti così come previsto dal D.M. 29 novembre 2000.
- 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 le eccedenze acustiche dai limiti di norma mediante l'inserimento di barriere antirumore. Sono state quindi previste barriere di altezza variabile tra 4,44m (tipo H4) e 7,38m (tipo H10) sul piano del ferro.

Per quanto concerne la classificazione, in relazione alla varietà uso del suolo presente vi è una diversificazione delle aree e quindi dei limiti acustici previsti. Dall'analisi dei piani in questione emerge che il territorio interessato dalla linea di progetto, oltre la fascia di pertinenza acustica ferroviaria è per lo più classificato nei suddetti piani come zone di classe III - aree di tipo misto i cui limiti acustici sono pari a 60 dB(A) di giorno e a 50 dB(A) di notte.

Nell'ambito delle analisi ante operam per la componente rumore è stato effettuato un dettagliato censimento dei ricettori.

Il censimento ha riguardato una fascia di 250 m per lato a partire dal binario esterno (fascia di pertinenza acustica ai sensi del DPR 459/98) in tutti i tratti di linea ferroviaria allo scoperto. L'indagine è stata estesa anche oltre tale fascia, fino a ca. 300 metri, in caso di fronti edificati prossimi alla stessa.

Il modello di esercizio, inteso come numero di transiti giornalieri, varia dalla Fase 1 alla Fase 2. Per tale motivo lo studio acustico è stato sviluppato separatamente per le due fasi, anche se per la fase 2 l'ambito di studio ha compreso anche la tratta interessata dalla fase 1.

Le emissioni sonore da associare ad ogni tipologia di convoglio ferroviario previsto nel Modello di Esercizio di progetto sono state ricavate da una campagna di rilievi fonometrici appositamente eseguita.

Tuttavia, la programmazione degli interventi di RFI prevede che il quadruplicamento completo di Fase 2 – che tra l'altro risponde alle Specifiche Tecniche di Interoperabilità – sarà attivato oltre il 2025, in tempi quindi compatibili con l'adeguamento delle emissioni dei convogli transitanti sulla rete ai "valori limite relativi al rumore in transito", così come definiti dalla Tabella 4 del Regolamento UE n. 1304/2014 – Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema "Materiale rotabile – rumore".

Pertanto, per la stima delle emissioni dei treni circolanti nello scenario futuro della Fase 2, si è fatto riferimento proprio a tali emissioni STI, associate per cautela all'80% dei treni merci futuri, mentre per il restante 20% e per gli altri treni passeggeri le emissioni sono rimaste invariate rispetto allo stato attuale, nonché rispetto a quelle adottate per la fase 1, le cui previsioni di attivazione sono entro il 2026.

L'applicazione del modello di simulazione sulla base dei dati sopra esposti ha permesso di stimare i livelli sonori associati alla realizzazione delle opere di progetto. In generale, da un primo esame si nota che i superamenti maggiori si verificano nel periodo notturno in virtù dei limiti più bassi.

È risultato pertanto necessario prevedere idonei interventi di mitigazione che sono stati dimensionati in relazione al periodo più critico e pertanto, come detto, rispetto al periodo notturno.

La scelta progettuale per le mitigazioni acustiche dei ricettori ricadenti nell'ambito di studio, è stata quella di privilegiare l'intervento sull'infrastruttura: a tal fine sono stati previsti schermi acustici lungo linea per i tutti i ricettori impattati all'interno della fascia di pertinenza acustica ferroviaria che hanno permesso di riportare entro i limiti di norma la quasi totalità dei ricettori che presentano superamenti ante mitigazioni.

Al di fuori di tale fascia, dall'analisi dei limiti dei Piani di Classificazione Acustica dei Comuni interessati, non si riscontrano eccedenze dei limiti interni.

È stato altresì analizzato il clima acustico in corrispondenza delle Aree di Espansione Residenziale dai Piani Regolatori Generali dei Comuni interessati, non rilevando superamenti dai limiti di norma in corrispondenza dei ricettori in campo libero simulati.

### **3.3.2 BARRIERE ANTIRUMORE**

La soluzione adottata per gli interventi di mitigazione acustica deriva dai tipologici standard HS che RFI ha appositamente sviluppato.

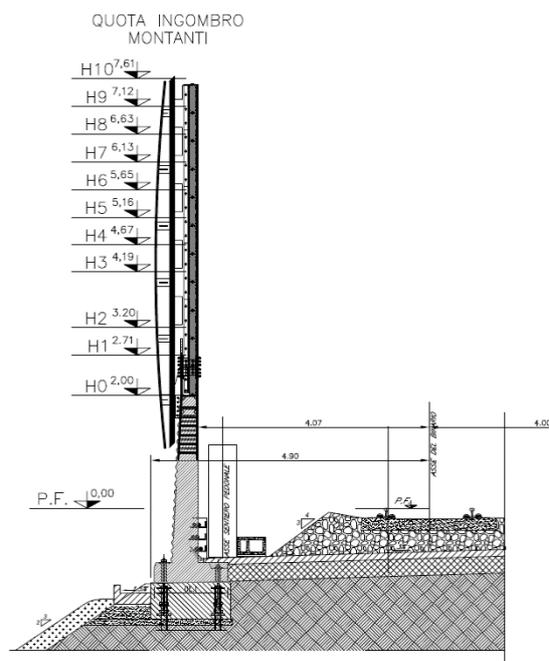
La barriera prevista è fonoassorbente con pannelli in acciaio inox posizionati (in posizione verticale) su apposito basamento in cls.

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, sia su rilevato ferroviario che in piano, 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".

Complessivamente è stata prevista la realizzazione di ca 15,4 km di barriere antirumore, di cui 8 circa in Fase 1. Gli interventi con dimensione e tipologia nella tabella seguente. E' da evidenziare che l'altezza dei manufatti è considerata rispetto alla quota del piano del ferro.



**BARRIERE ANTIRUMORE**

WBS OC	Codice	Lato	Tipologia	Altezza	Km inizio	km fine	Lunghezza m	Note
	Barriera			p.f.				
BA001P	F2BA001P	Pari	H8	6,40 m	Km 1+165	Km 1+825	660	Standard
BA002aP	F2BA002P	Pari	H6	5,42 m	Km 3+000	Km 3+345	345	Standard
BA002bP	F2BA003P	Pari	H9	6,89 m	Km 3+345	Km 3+588	243	Standard
BA002bP	F2BA004P	Pari	H9	6,89 m	Km 3+588	Km 3+727	139	SU MURO
BA002bP	F2BA005P	Pari	H9	6,89 m	Km 3+727	Km 3+940	213	Standard
BA001D	F2BA001D	Dispari	H7	5,91 m	Km 7+410	Km 7+479	69	Standard
BA001D	F2BA002D	Dispari	H7	5,91 m	Km 7+479	Km 7+494	15	Barriera Leggera
BA001D	F2BA003D	Dispari	H7	5,91 m	Km 7+494	Km 7+870	376	Standard
BA002D	F2BA004D	Dispari	H10	7,38 m	Km 7+870	Km 8+170	300	Standard
BA003aP	F2BA006P	Pari	H10	7,38 m	Km 7+750	Km 7+970	220	SU MURO
BA003bP	F2BA007P	Pari	H10	7,38 m	Km 7+970	Km 7+984	14	SU MURO
BA003cP	F2BA008P	Pari	H10	7,38 m	Km 7+984	Km 8+139	155	SU MURO
Metallica leggera	F2BA009P	Pari	H10	7,38 m	Km 8+139	Km 8+160	21	Barriera Leggera muro
BA004P	F2BA010P	Pari	H10	7,38 m	Km 8+160	Km 8+325	165	SU MURO
Metallica leggera	F2BA005D	Dispari	H10	7,38 m	Km 8+235	Km 08+286	51	Barriera Leggera
BA003D	F2BA006D	Dispari	H10	7,38 m	Km 8+286	Km 08+661	375	SU MURO
BA003D	F2BA007D	Dispari	H10	7,38 m	Km 8+661	Km 08+756	95	Standard
BA003D	F2BA008D	Dispari	H10	7,38 m	Km 8+756	Km 08+806	50	SU MURO
BA003D	F2BA009D	Dispari	H10	7,38 m	Km 8+806	Km 08+818	12	Standard
BA004D	F2BA010D	Dispari	H9	6,89 m	Km 8+818	Km 9+280	462	Standard
BA005P	F2BA011P	Pari	H6	5,42 m	Km 8+550	Km 9+270	720	Standard
BA006P	F2BA012P	Pari	H8	6,40 m	Km 9+510	Km 9+720	210	SU MURO
BA007P	F2BA013P	Pari	H10	7,38 m	Km 10+110	Km 10+783	673	Standard
BA008P	F2BA014P	Pari	H9	6,89 m	Km 10+865	Km 11+297	432	Standard
BA005D BA006D	F2BA011D	Dispari	H6	5,42 m	Km 11+243	Km 11+768	525	Standard
BA009P	F2BA015P	Pari	H10	7,38 m	Km 13+030	Km 13+202	172	Standard
BA010P	F2BA016P	Pari	H10	7,38 m	Km 13+225	Km 13+389	164	Standard

**BARRIERE ANTIRUMORE**

WBS OC	Codice Barriera	Lato	Tipologia	Altezza p.f.	Km inizio	km fine	Lunghezza m	Note
BA007D	F2BA012D	Dispari	H7	5,91 m	Km 13+210	Km 13+625	415	Standard
BA011P	F2BA017P	Pari	H8	6,40 m	Km 15+181	Km 15+700	519	Standard
BA008D	F2BA013D	Dispari	H5	4,93 m	Km 16+048	Km 16+400	352	Standard
BA012P	F2BA018P	Pari	H7	5,91 m	Km 16+700	Km 17+100	400	Standard
BA009D	F2BA014D	Dispari	H5	4,93 m	Km 18+470	Km 18+748	278	Standard
BA013P	F2BA019P	Pari	H8	6,40 m	Km 18+515	Km 18+942	427	Standard
BA014P	F2BA020P	Pari	H8	6,40 m	Km 19+338	Km 19+800	462	Standard
BA010D	F2BA015D	Dispari	H8	6,40 m	Km 19+338	Km 19+800	462	Standard
BA015aP	F2BA021P	Pari	H5	4,93 m	Km 20+630	Km 20+775	145	SU MURO
BA015bP	F2BA022P	Pari	H6	5,42 m	Km 20+795	Km 20+838	43	SU MURO
BA015cP	F2BA023P	Pari	H8	6,40 m	Km 20+921	Km 20+945	24	SU MURO
BA015dP	F2BA024P	Pari	H8	6,40 m	Km 20+945	Km 20+950	5	Barriera Leggera
BA011D	F2BA025P	Pari	H8	6,40 m	Km 20+950	Km 21+072	122	SU MURO
BA012aD	F2BA016D	Dispari	H10	7,38 m	Km 20+530	Km 20+876	346	SU MURO
Metallica leggera	F2BA017D	Dispari	H10	7,38 m	Km 20+876	Km 20+910	34	Barriera Leggera
BA012bD	F2BA018D	Dispari	H10	7,38 m	Km 20+910	Km 20+933	23	SU MURO
BA013D	F2BA019D	Dispari	H10	7,38 m	Km 20+933	Km 20+949	16	Standard
BA014D	F2BA020D	Dispari	H8	6,40 m	Km 20+949	Km 21+115	166	SU MURO
BA016aP	F2BA026P	Pari	H5	4,93 m	Km 21+115	Km 21+272	157	Standard
BA016bP	F2BA027P	Pari	H4	4,44 m	Km 21+272	Km 21+382	110	Standard
BA017P	F2BA028P	Pari	H5	4,93 m	Km 21+443	Km 21+677	234	Standard
BA018P	F2BA029P	Pari	H5	4,93 m	Km 23+700	Km 23+877	177	Standard
BA019P	F2BA030P	Pari	H7	5,91 m	Km 24+900	Km 25+381	481	Standard
BA015D	F2BA021D	Dispari	H7	5,91 m	Km 25+100	Km 25+254	154	SU MURO
BA016D	F2BA022D	Dispari	H8	6,40 m	Km 26+535	Km 26+751	216	SU MURO
BA020P	F2BA031P	Pari	H8	6,40 m	Km 26+535	Km 26+751	216	SU MURO
BA021P	F2BA032P	Pari	H10	7,38 m	Km 26+751	Km 26+878	127	SU MURO
BA021P	F2BA033P	Pari	H10	7,38 m	Km 26+878	Km 27+101	223	Standard
BA022P	F2BA034P	Pari	H10	7,38 m	Km 27+101	Km 27+631	530	SU MURO
BA023P	F2BA035P	Pari	H10	7,38 m	Km 27+631	Km 27+786	155	Standard

FASE 1

**BARRIERE ANTIRUMORE**

WBS OC	Codice Barriera	Lato	Tipologia	Altezza p.f.	Km inizio	km fine	Lunghezza m	Note
BA024P	F2BA036P	Pari	H10	7,38 m	Km 27+847	Km 28+978	1131	Standard
BA017D	F2BA023D	Dispari	H8	6,40 m	Km 28+338	Km 28+507	169	Standard
BA018D	F2BA024D	Dispari	H7	5,91 m	Km 28+790	Km 28+978	188	Standard

Le barriere dimensionate per l'area della stazione di Pavia non verranno considerate parte integrante dell'attuale progetto, in quanto nell'area di stazione si procederà soltanto ad un adeguamento dei binari attuali.

La realizzazione, quindi, sarà rimandata a valle della progettazione degli interventi di mitigazione acustica previsti nella prima fase di attuazione del Piano di Risanamento Acustico di RFI per i ricettori posti nelle vicinanze della linea ferroviaria Milano – Genova ricadenti nel comune di Pavia

Dallo studio si conclude che gli interventi proposti consentono di riportare la maggior parte dei ricettori entro i limiti di norma. I livelli sonori nel periodo diurno si attestano in corrispondenza di tutti i comuni della tratta mediamente tra i 50 dB(A) e i 55 dB(A).

Ciò nondimeno permangono alcune situazioni di impatto residuo che, anche considerando in via cautelativa un coefficiente di fonoisolamento degli infissi esistenti pari a 20 dB, determinano situazioni di impatto interno.

Per tali ricettori comunque, successivamente alla realizzazione delle opere di mitigazione ed in funzione dell'eventuale completamento del potenziamento della linea, verrà opportunamente verificato il rispetto dei limiti interni, ricorrendo –ove necessario– a mitigazioni dirette sugli stessi.

### 3.4 OPERE A VERDE

Gli interventi di inserimento paesaggistico si configurano come un sistema integrato di azioni per ricucire e migliorare parti del paesaggio attraversato dalla costruzione dell'infrastruttura, in grado di relazionarsi con il contesto in cui si inseriscono, sia dal punto di paesaggistico che vincolistico in termini di beni tutelati in adiacenza al progetto.

Gli interventi progettati prevedono vegetazione di nuovo impianto realizzata ai margini della linea ferroviaria e dei piazzali, all'interno delle aree intercluse o dei reliquati, sulle superfici di ritombamento degli scavi per la realizzazione delle gallerie artificiali di imbocco ed eventualmente ai margini dei corsi d'acqua attraversati dal tracciato.

Oltre all'impianto di essenze arboree e arbustive suddette, è previsto preventivamente l'inerbimento di tutte le superfici di lavorazione, (scarpate di trincee e rilevati, aree di cantiere, aree tecniche, ecc...

Il sistema proposto è stato suddiviso per moduli tipologici, al fine di individuare la migliore soluzione possibile in relazione all'ambito d'intervento. In generale, lungo il tracciato, sono stati inseriti elementi lineari costituiti da fasce arbustive ed arboreo arbustive, all'interno delle aree intercluse sono state previsti impianti a "macchia" tali da costituire volumi diversi che si sviluppano su più file parallele non rettilinee. Gli schemi proposti vista la loro composizione floristica, determinano a maturità la costituzione di una fascia di vegetazione non omogenea in funzione del diverso portamento delle specie vegetali utilizzate.

### 3.5 SOTTOSERVIZI INTERFERENTI

Nell'ambito delle attività progettuali, è stato svolto un censimento dei sottoservizi interferenti con le opere in progetto, attraverso un'indagine completa presso gli Enti gestori dei sottoservizi al fine di acquisire una conferma riguardo alla presenza dei singoli sottoservizi, nonché soprattutto, il progetto di risoluzione corredato del preventivo di spesa, nonché dei tempi necessari per la risoluzione.

Si riporta di seguito una tabella con l'elenco dei riscontri avuti dagli Enti gestori:

N°	Ente interferito	N° interferenze da risolvere	Descrizione
01	C.A.P. - Consorzio Acqua Potabile	10	10 interferenze con rete acquedotto e fognatura (Lotto 1 e Lotto 2)
02	Pavia Acque S.c.a r.l. (ex A.S.M. - Azienda Servizi Municipalizzati di Pavia)	6	6 interferenze con rete acquedotto e fognatura (Lotto 2)
03	2i Rete Gas (ex Italcogim Reti s.r.l.)	2	2 interferenze con rete gas: una a Locate (Lotto 1) ed una a Lacchiarella (Lotto 2)
04	SNAM Rete Gas S.p.A.	3	7 interferenze teoriche con metanodotti, di cui 3 richiedono una risoluzione attraverso variante alle opere esistenti (Lotto 1)
05	ENEL Distribuzione S.p.A.	35	28 interferenze con rete elettrica Mt e bt: 25 e in cavo e solo 3 aeree (Lotto 1 e Lotto 2)
06	E-VIA S.p.A. - Gruppo Retelit	1	1 interferenza con rete di telecomunicazioni a Villamaggiore (Lotto 1)
07	UNARETI SPA	-	riscontrate 3 interferenze, che tuttavia non sono da risolvere in quanto ubicati nella zona dove la sede è già predisposta.
08	TERNA SPA	2	delle 22 eventuali interferenze con rete elettrica AT - dalle verifiche di compatibilità svolte dall'Ente - emergono solo 2 incompatibilità con l'opera ferroviaria (1 per il Lotto 1 ed 1 per il Lotto 2)
09	Metropolitana Milanese	-	nessuna interferenza
12	L.D. - Linea Distribuzione s.r.l.	4	5 interferenze con rete gas (Lotto 2)
11	Air Liquide Italia	1	Interferenza con 1 ossigenodotto alla progressiva 23+900 circa (lotto 2)

N°	Ente interferito	N° interferenze da risolvere	Descrizione
13	TAMOIL Raffinazione	1	Interferenza con 1 oleodotto alla progressiva 11+361 circa (lotto 1)
14	SIGEMI s.r.l.	2	Interferenza teorica con 2 oleodotti alla progressiva 11+412 circa (lotto 1), che tuttavia non richiede nessuna opera di risoluzione
15	S.G.M. - Società Gestioni Metano S.p.A. (ex METANO Borgo S. Giovanni)	-	nessuna interferenza
16	PRAOIL Oleodotti Italiani (ENI - Div. Refining & Marketing)	3	Interferenza con 3 oleodotti tutti alla progressiva 13+600 circa (lotto 2)
10	Telecom S.p.A.	16	16 interferenze con rete di telecomunicazioni locale e nazionale (lotto 1 e lotto 2)

Sono stati pertanto acquisiti i progetti di risoluzione delle interferenze, sviluppati dagli Enti e corredati di una stima economica. Nelle fasi propedeutiche all'appalto, gli stessi Enti potranno perfezionare tale progettazione, individuando anche possibili ottimizzazioni progettuali ed economiche.

Si precisa che al momento della redazione della presente relazione, non risultano ancora pervenuti i riscontri formali relativi a Snam, Enel, E-Via, Tamoil, Sigemi, Eni, nonostante siano stati svolti i reciproci confronti tecnici in merito alle soluzioni progettuali per le interferenze.

## 4 IMPIANTI TECNOLOGICI

### 4.1 IMPIANTI SSE E CABINE TE

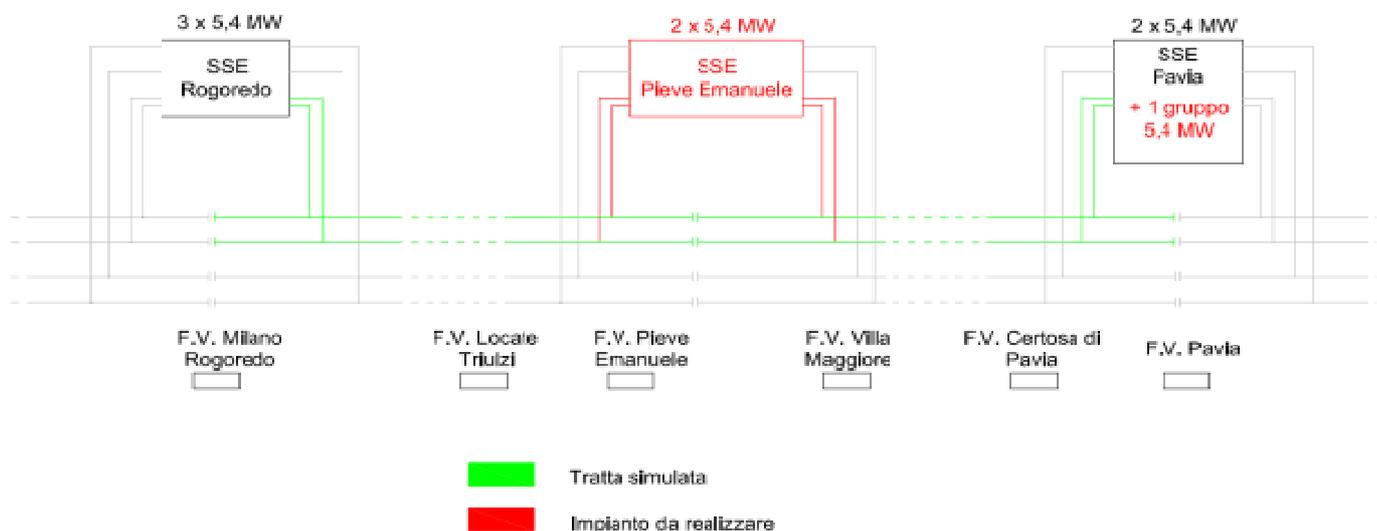
In merito alla verifica di potenzialità energetica associata al potenziamento, si sono presi a riferimento i documenti emessi per il Progetto Preliminare della tratta in oggetto nel 2015 riguardanti il tema della PRESTAZIONE ELETTRICA del futuro QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO-PAVIA.

Sulla base dello scenario di traffico previsto: 302 servizi totali/giorno (172 reg, 60 LP, 100 merci), le ipotesi effettuate sui carichi di punta ai fini delle verifiche di potenzialità elettrica prevedono quanto segue:

- per la “nuova linea”, interessata dal traffico del Passante Milanese (linea metropolitana), il carico sarà 2 treni/h per senso di marcia per un totale di 4 treni/h (con ipotesi di esercizio su 18 h e servizio cadenzato a 30 minuti, come l’attuale)
- per la linea storica (in riadeguamento) sono stati ipotizzati diversi scenari di carico in base alle differenti tipologie di servizio e delle ore di esercizio:
  - Hp1                    2 treni lunga percorrenza /h per senso di marcia, per un totale di 4 treni/h LP;  
2 treni regionali /h per senso di marcia, per un totale di 4 treni/h REG;  
1 treno merci/h per senso di marcia, per un totale di 2 treni/h MERCI;
  - Hp2                    2 treni regionali /h per senso di marcia, per un totale di 4treni/h REG;  
4 treni merci/h per senso di marcia, per un totale di 8 treni/h MERCI;
  - Hp3 (carico di punta merci): 5 treni merci/h per senso di marcia per un totale di 10 treni/h MERCI.

Sono state verificate elettricamente le 3 ipotesi, di cui la ipotesi 2 è risultata esse la più gravosa. Da ciò è risultato la configurazione finale proposta seguente:

Nome SSE	Potenza installata
SSE Rogoredo	3 x 5,4 MW
SSE Pavia	2 x 5,4 MW
SSE Pavia	3 x 5,4 MW



Inoltre i risultati delle verifiche di cui sopra prevedono l'utilizzo della linea di contatto tipo 440 mm<sup>2</sup> per i nuovi binari mentre per gli esistenti rimane quella già installata sempre a 440 mm<sup>2</sup>.

Il progetto definitivo in oggetto, in linea con le indicazioni della DT di RFI, prevede l'utilizzo, sia per la linea veloce che per la linea lenta, della catenaria a 540 mm<sup>2</sup> di sezione e pertanto delle condizioni di utilizzo meno gravose rispetto alle ipotesi di calcolo.

La **Sottostazione Elettrica di Pieve Emanuele** sarà alimentata in Alta Tensione, a 132 kV, attraverso un collegamento punto - punto in cavidotto AT dalla vicina Cabina Primaria Enel.

L'area della SSE è composta da un'unica area dedicata completamente agli edifici e alle apparecchiature di RFI.

L'area RFI si compone di un fabbricato contenente le apparecchiature di conversione a 3 kV c.c., alimentazione e comando, di un piazzale all'aperto contenente le apparecchiature di sezionamento a 3 kV c.c. e di sezionamento e interruzione dell'alimentazione a 132 kV c.a., nonché i trasformatori 132 kV/2,7 kV c.a.

La sottostazione di Pieve Emanuele sarà equipaggiata con due gruppi raddrizzatori, con diodi al silicio, della potenza di **5.400 kW** ciascuno, ed alimenterà la linea di contatto, tramite otto Unità funzionali alimentatori a 3 kV c.c. di tipo prefabbricato. Inoltre verrà previsto spazio disponibile per un eventuale terzo gruppo futuro.

I collegamenti a 3 kV c.c., tra la S.S.E. e la linea di contatto saranno realizzati in parte con conduttori nudi ed in parte tramite cavi.

Per renderla Telecomandabile anche dall'attuale posto di Comando e Controllo Milano Greco Pirelli, dovrà essere anche predisposta e compatibile con il sistema di Telecomando attualmente in uso presso il suddetto DOTE che utilizza i protocolli di comunicazione TD-065 (Seriale proprietario) e IEC 60870-5-101 (Seriale).

La **Sottostazione Elettrica di Pavia** è attualmente alimentata in Alta Tensione a 132 kV, attraverso un collegamento in aria ed alimenta due gruppi da 5745 kVA, il suo potenziamento prevede il rinnovo totale del fabbricato SSE e la sostituzione degli attuali trasformatori di gruppo con l'aggiunta di un terzo gruppo della stessa potenza.

L'area della SSE è composta da un'area dedicata agli edifici e alle apparecchiature di RFI che si compone di un fabbricato contenente le apparecchiature di conversione a 3 kV c.c., alimentazione e comando, di un piazzale all'aperto contenente le apparecchiature di sezionamento a 3 kV c.c. e di sezionamento e interruzione dell'alimentazione a 132 kV c.a., nonché i trasformatori 132 kV/2,7 kV ca e ad un area dedicata alle apparecchiature AT di sezionamento e interruzione dell'alimentazione a 132 kV c.a. di TERNA.

I collegamenti a 3 kV c.c., tra la S.S.E. e la linea di contatto saranno realizzati in parte con conduttori nudi ed in parte tramite cavi.

Per renderla Telecomandabile anche dall'attuale posto di Comando e Controllo Milano Greco Pirelli, dovrà essere anche predisposta e compatibile con il sistema di Telecomando attualmente in uso presso il suddetto DOTE che utilizza i protocolli di comunicazione TD-065 (Seriale proprietario) e IEC 60870-5-101 (Seriale).

Come già anticipato, la SSE di Pavia è esistente, dotata di un reparto AT con arrivo da Terna a 132kV e di due stalli per trasformatori di gruppo.

Per poter inserire un terzo gruppo e rinnovare completamente le apparecchiature poste all'interno del fabbricato, è stata prevista la realizzazione di una SSE provvisoria costituita da due SS Mobili (poste su carro ferroviario) con potenza nominale di 5.4MW cadauna ed in grado di sostituire completamente l'alimentazione della SSE esistente. Per la distribuzione e protezione delle linee aeree, è stata prevista la posa di due shelter alimentatori contenenti gli armadi con interruttori extrarapidi e tutte le apparecchiature necessarie al sistema SCADA ed ASDE tipo 3.

## **4.2 IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA**

Gli interventi di modifica e ammodernamento degli impianti di trazione elettrica avverranno in 5 fasi costruttive successive, compatibili con le microfasi previste nel progetto definitivo dell'armamento.

I pali di sostegno saranno a traliccio del tipo LSU (dis. RFI E 66013), flangiati alla base e fissati ai plinti di fondazione monolitici con l'impiego di opportuni tirafondi (dis. RFI E 64866) e pali LSU-S (dis. RFI E 65090) da impiegare con relativa carpenteria di aggrappamento ad opere civili (dis. E65098: Aggrappatura per sostegni tipo "LSU-S". Per garantire l'isolamento dei pali TE, fra la piastra di base e i tirafondi dovranno essere interposte boccole distanziali e rondelle isolanti.

I pali, con le relative fondazioni, saranno scelti in base alle tabelle d'impiego degli standard RFI. Per impieghi e configurazioni di carico, diversi da quelli delle suddette tabelle, sarà effettuato un dimensionamento "ad hoc" eseguendo le relative verifiche meccaniche.

La distanza dei sostegni dalla rotaia più vicina è prevista normalmente di 2,25m con un minimo di m 1,75 per condizioni particolari.

Si riportano di seguito le caratteristiche dell'impianto T.E. da realizzare.

Le condutture saranno così costituite:

- LdC su nuovo binario di corsa di stazione/fermata/tratta: Conduittura di sezione complessiva pari a 540 mm<sup>2</sup> in rame ottenuta mediante l'impiego di due corde portanti da 120 mm<sup>2</sup>, regolate e tesate ciascuna al tiro di 1500 daN e due fili sagomati da 150 mm<sup>2</sup>, regolati e tesati ciascuno al tiro di 1875 daN;
- LdC su nuovo binario di precedenza di stazione e comunicazioni tra binari di corsa e tra binari di corsa e binari di precedenza: Conduittura di sezione complessiva pari a 270 mm<sup>2</sup> in rame ottenuta mediante l'impiego di una corda portante da 120 mm<sup>2</sup>, regolata e tesata al tiro di 1125 daN e un filo sagomato da 150 mm<sup>2</sup>, regolato e tesato al tiro di 1125 daN;
- LdC sui binari di corsa esistenti: Conduittura di sezione complessiva pari a 440 mm<sup>2</sup> in rame ottenuta mediante l'impiego di due corde portanti da 120 mm<sup>2</sup>, regolate e tesate ciascuna al tiro di 1125 daN e due fili sagomati da 100 mm<sup>2</sup>, regolati e tesati ciascuno al tiro di 1000 daN
- Linea da 220 mm<sup>2</sup>: una corda portante di rame da 120 mm<sup>2</sup> ormeggiata fissa al tiro di 819 daN (a 15°C) e un filo di contatto da 100 mm<sup>2</sup> regolato automaticamente al tiro di 750 daN.

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;

Dove a causa delle interviste ridotte non sia possibile posizionare i sostegni tipo "LSU" è previsto l'impiego delle travi MEC. Per sostenere le travi MEC devono essere impiegati sostegni tipo "LSU" o "Piloni di sostegno per travi Mec". La scelta della tipologia del sostegno è determinata in funzione della lunghezza della trave MEC secondo lo schema di seguito elencato:

- Travi Mec tipo A e tipo B: Luci nette comprese tra 27m e 41m: Impiego di piloni per travi Mec;
- Travi Mec tipo C: Luci nette comprese tra 14m e 27m: Impiego di sostegni tipo "LSU".

In corrispondenza di travi Mec o portali di ormeggio per il montaggio delle sospensioni della LdC devono essere impiegati supporti penduli.

Per il sostegno della LdC nei nuovi tratti di linea dovranno essere utilizzate sospensioni del tipo a "mensola orizzontale in alluminio".

La tesatura automatica dei fili di contatto e delle corde portanti dovrà essere realizzata ogni 1400m circa, ormeggiando le estremità dei conduttori, opportunamente isolate, alle colonne dei contrappesi che attraverso adeguati cinematismi applicano un tiro costante ai conduttori.

I posti di sezionamento e di RA si svilupperanno in genere su tre campate.

La tesatura automatica dei fili di contatto e delle corde portanti dovrà essere realizzata ogni 1400m circa, ormeggiando le estremità dei conduttori, opportunamente isolate, alle colonne dei contrappesi che attraverso adeguati cinematismi applicano un tiro costante ai conduttori.

I posti di sezionamento e di RA si svilupperanno in genere su tre campate.

Per le condutture dei binari elettrificati con LdC con fune regolata, di lunghezza superiore a 700 metri, sono previsti Punti Fissi a metà della tratta di regolazione realizzati senza interruzione delle corde portanti, in conformità al disegno tipologico di R.F.I. n° E56000-2s rev. e con strallo in Kevlar.

Il circuito di terra e di protezione dovrà essere realizzato nel rispetto di quanto definito dalla Norma CEI EN 50122-1 e nel rispetto di quanto previsto di seguito per i vari impianti ed impieghi.

Il circuito di ritorno (CdR) della corrente di trazione elettrica è costituito dalle rotaie del binario che hanno la funzione di assicurare la continuità del ritorno della corrente di trazione verso la sottostazione attraverso il dispositivo di armamento.

Il collegamento alle rotaie è di tipo meccanico e deve essere realizzato attraverso l'impiego dell'attacco alla rotaia approvato dalla Struttura competente di RFI ed in particolare in conformità alla nota RFI-DTC.STS\A0011\P\2015\0000091 del 09-03-2015.

Il progetto prevede l'alimentazione dall'esistente SSE di Rogoredo, dalla nuova SSE di Pieve e dall'esistente SSE di Pavia (in Lotto 1 non vi sono modifiche agli alimentatori).

Nell'esistente SSE di Rogoredo i conduttori per la costituzione delle linee di alimentazione partono dalle SSE e vanno ad alimentare le varie zone elettriche di stazione. In particolare si avranno i seguenti nuovi alimentatori:

- 2 alimentatori dai sezionatori di SSE 503 e 504 esistenti alla linea di contatto di tratta sulla linea lenta (km ~3+000); nel primo tratto (tra SSE e fine cunicolo di servizio esistente) tali alimentatori sono in cavo 3x1x500mm<sup>2</sup> (Tipo FG7H1M2-12/20 KV- SCHERMO 120mm<sup>2</sup>) nel secondo tratto sono in aereo (di sezione 610mm<sup>2</sup>);
- Prolungamento degli alimentatori esistenti (di sezione 460mm<sup>2</sup>) dall'esistente TS di stazione km ~1+700 al nuovo TS km ~3+000;

Nella nuova SSE di Pieve i conduttori per la costituzione delle linee di alimentazione partono dalle SSE e vanno ad alimentare le varie zone elettriche di stazione (per dettagli vedi il documento NM0Z10D58DXLC0000004A Schema elettrico di alimentazione TE Tratta Milano Rogoredo-Certosa di Pavia Generale – Finale) in particolare si avranno i seguenti nuovi alimentatori:

Le linee di alimentazione di tipo aereo sono posizionate su sostegni tipo "LSU" dedicati.

Le linee di alimentazione in cavo sono posate all'interno di nuovi cavidotti interrati (nella stazione di Rogoredo le nuove linee di alimentazione in cavo previste sono posate nel cunicolo di servizio esistente).

I nuovi sezionatori sono del tipo unipolare a corna 3 kV c.c. e sono dotati di un basamento costituito da una carpenteria metallica telaio di profilati di acciaio che supporta l'equipaggio fisso e quello mobile secondo quanto previsto dal Capitolato Tecnico TE del 2014.

Per quanto riguarda la segnaletica TE essa sarà conforme alla RFI DMA LG IFS 008 B - 2008: Linea Guida per l'applicazione della segnaletica TE, la sua adozione non è prevista nelle stazioni che saranno solo parzialmente rinnovate (vedi: Rogoredo).

In relazione alla nuova configurazione schematica TE conseguente ai lavori in oggetto, si rende necessario operare modifiche al sistema di "Telecomando TE" esistente.

Gli interventi in questione sono da considerarsi come un ampliamento degli impianti di telecomando computerizzato che fanno capo al posto centrale di Milano (DOTE).

### **4.3 IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE**

#### **4.3.1 IMPIANTI LUCE E FORZA MOTRICE NELLE FERMATE E STAZIONI**

##### **Impianti di illuminazione dei marciapiedi e del sottopasso**

L'impianto d'illuminazione sarà realizzato mediante l'uso di apparecchi illuminanti del tipo a LED. Per l'illuminazione delle diverse aree della fermata, saranno seguiti i criteri progettuali illuminotecnici indicati nella norma UNI 11464-2 "Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno" e RFI DPR DAMGG LG SVI 008 B – Illuminazione nelle stazioni e fermate.

Le soluzioni individuate garantiscono una completa integrazione architettonica con le strutture della fermata, sia sul marciapiede ferroviario che nelle aree di accesso alla fermata. Gli apparecchi illuminanti saranno conformi alla specifica RFI DTC STS ENE SP IFS LF 163 A - Apparecchio illuminante a led per marciapiedi pensiline e sottopassi.

I marciapiedi delle fermate saranno illuminati fuori dell'area coperta dalle pensiline con armature di tipo stradale con lampada LED, con un grado di protezione minimo IP65 e verranno installate su paline in VTR con altezza fuori terra 5 metri. Le pensiline coperte saranno illuminate con apparecchi illuminanti con classe isolamento II, del tipo per installazione a plafone o a sospensione, con modulo LED, corpo in acciaio zincato, grado di protezione IP65, classe II.

Nel sottopasso saranno utilizzate lampade del tipo ad installazione angolare, modulo led lineare, corpo in acciaio zincato a caldo, grado di protezione IP65 -Classe II – resistente agli urti.

Gli impianti di illuminazione esterna dovranno essere realizzati con accensione manuale e automatica crepuscolare. L'alimentazione degli apparecchi illuminanti normale dovrà essere realizzata mediante cavi del tipo FG16(O)R16 o FG16(O)M16. Per gli apparecchi di emergenza saranno utilizzati cavi del tipo FTG10.

##### **Impianti di illuminazione dei fabbricati**

L'illuminazione interna dei fabbricati sarà realizzata impiegando apparecchi illuminanti in classe II, del tipo per installazione a plafone o a sospensione, della tipologia LED, corpo e diffusore in policarbonato, grado di protezione IP65, classe II. Il numero e la geometria di installazione dovranno garantire un valore di illuminamento medio mantenuto come da norma UNI EN 12464 - 1. Si dovrà evitare la sovrapposizione tra i corpi illuminanti e i quadri o gli apparati, nonché le interferenze con componenti del CDZ. L'illuminazione interna ai locali dei fabbricati può essere suddivisa funzionalmente in "illuminazione normale" ed "illuminazione di emergenza" a seconda della fonte di alimentazione; in particolare l'illuminazione normale è alimentata dalla sezione NORMALE dei quadri di distribuzione. Gli apparecchi dell'illuminazione di emergenza sono alimentati dalle sezioni NO-BREAK dei quadri di distribuzione mediante cavi, canalizzazioni e cassette di derivazione dedicate e indipendenti dalla sezione normale

(circuiti di emergenza). La distribuzione secondaria è realizzata mediante tubazioni in PVC. Quella principale mediante canalette metalliche installate in controsoffitto o sotto pavimento flottante.

Le dimensioni dei tubi e delle canalette dovranno essere adeguate al numero ed al tipo di conduttori presenti.

Per l'illuminazione delle aree esterne dei fabbricati saranno impiegati apparecchi illuminanti in classe II, del tipo per installazione a plafone o a sospensione, con modulo LED, corpo e diffusore in policarbonato, grado di protezione IP65, classe II, posti sul perimetro esterno del fabbricato e orientati completamente a terra (per evitare dispersioni luminose verso l'alto).

Negli uffici saranno impiegati apparecchi illuminanti del tipo a plafone con ottica diffondente. Il corpo della lampada sarà in acciaio zincato a caldo con ottica parabolica. La lampada avrà una sorgente luminosa LED, 4000°K, grado di protezione IP65 e classe II.

Le caratteristiche sopra riportate sono puramente indicative. Potranno essere utilizzate delle lampade differenti purchè conformi alle specifiche di RFI.

Gli impianti di illuminazione esterna dovranno essere realizzati con accensione manuale e automatica crepuscolare.

Sarà previsto un apposito selettore a 3 posizioni per dare la possibilità di accensione automatica e manuale.

L'alimentazione degli apparecchi illuminanti normale dovrà essere realizzata mediante cavi del tipo FG16(O)M16.

Per gli apparecchi di emergenza saranno utilizzati cavi del tipo FTG10.

### **Impianti di forza motrice nei fabbricati**

L'impianto di forza motrice all'interno dei fabbricati è realizzato mediante l'installazione di gruppi prese in cassette di PVC autoestingente di tipo sporgente, ciascuno costituito da due prese UNEL 2P+T 10/16A bipasso e da gruppi di prese interbloccate con interruttore di blocco e fusibili costituiti ciascuno da una presa CEE 2P+T - 16A ed una presa CEE 3P+T - 16A. L'alimentazione delle prese succitate dovrà essere realizzata mediante cavi del tipo FG16(O)M16 di sezione dipendente dal carico previsto per la presa e dalla distanza dal punto di alimentazione. Per l'alimentazione di tutti i gruppi prese, si è previsto l'impiego tubazioni rigide di PVC autoestingente posate a parete. Le tubazioni e le cassette di derivazione dovranno avere grado di protezione IP 65.

### **Impianto di terra**

Nei siti in cui si prevede la realizzazione di un nuovo fabbricato tecnologico si dovrà prevedere la realizzazione di un nuovo impianto di terra.

Il sistema disperdente sarà composto dai seguenti elementi:

- Anello perimetrale interrato ad 0,6 metri di profondità attorno al nuovo fabbricato tecnologico costituito da una corda in rame nudo da 120 mm<sup>2</sup>.
- Sistema di picchetti in numero idoneo a ottenere la limitazione delle tensioni di passo e contatto e della resistenza dell'impianto di terra.
- Collegamento tra l'anello perimetrale del fabbricato tecnologico e l'anello perimetrale mediante due cavi isolati da 120 mm<sup>2</sup>

All'interno del locale BT si prevedrà un collettore di terra principale. Il collettore sarà collegato all'impianto di dispersione di terra.

In adiacenza ad ogni quadro BT sarà previsto un ulteriore collettore di terra che verrà collegato al collettore di terra principale posto nel locale BT.

L'impianto di dispersione e i collettori di terra dovranno essere sempre collegati con due collegamenti in cavo isolato di sezione da 120 mm<sup>2</sup>.

I collettori di terra dovranno essere realizzati con barra di rame e il piatto perimetrale dovrà essere di rame verniciato di colore giallo.

All'interno del locale contenente le apparecchiature IS si dovrà provvedere all'installazione di un collettore equipotenziale per il collegamento di tutte le masse alimentate in separazione elettrica. Tale collettore sarà collegato ad una bandella equipotenziale e non andrà collegato all'impianto disperdente di terra direttamente ma bensì tramite un chiuditore di terra.

Nelle fermate /stazioni esistenti, l'impianto di terra esistente dovrà essere collegato al nuovo impianto.

### **Canalizzazioni**

Si dovranno prevedere le canalizzazioni tra il punto di fornitura di energia elettrica e la cabina elettrica MT/bt o bt. Saranno inoltre realizzate le eventuali nuove canalizzazioni verso il fabbricato viaggiatori esistente. Le suddette canalizzazioni saranno costituite da tubi in PVC interrati con pozzetti rompi tratta. Le dimensioni dei tubi e dei pozzetti dovranno essere adeguate al numero ed al tipo di conduttori presenti. I cavi di media tensione dovranno essere segregati da quelli di bassa tensione.

Ove possibile saranno sfruttate le canalizzazioni esistenti e quelle previste da altre specialistiche e appalti. Nei livelli di progettazione successiva si potrà verificare un'ottimizzazione delle canalizzazioni verificando la possibilità di sfruttare le canalizzazioni previste da altre specialistiche o quelle esistenti.

### **Impianto Riscaldamento elettrico deviatoio**

Nelle stazioni oggetto dell'intervento dovrà essere realizzato un sistema RED realizzato in conformità a quanto richiesto dalle specifiche RFI.

L'alimentazione dei RED sarà garantita dai QRED posizionati nei locali dei vari GA/ACC.

L'intervento prevedrà la realizzazione degli impianti di riscaldamento elettrico dei deviatoi, costituiti dalle seguenti parti di impianto:

- QRED e relativo QDS, posizionati nel locale quadri BT del GA di Bivio d'Aurisina e nell'ufficio di movimento di Villa Opicina.
- Cavi di alimentazione in bassa tensione;
- Armadi di piazzale e cavi scaldanti.

Il sistema di riscaldamento elettrico deviatoi (RED) dovrà essere realizzato in conformità a quanto richiesto dalle specifiche RFI.

L'alimentazione dell'impianto di riscaldamento deviatoi sarà ottenuto mediante un quadro elettrico dedicato, come precedentemente indicato. Dovrà essere garantita la classe II di isolamento.

Per l'impianto di riscaldamento deviatoi saranno utilizzate le canalizzazioni esistenti o di nuova posa ma a cura di altra tecnologia.

Il nuovo quadro elettrico RED sarà installato all'interno dei locali suindicati e conterrà le apparecchiature necessarie alla protezione e controllo degli armadi di piazzale. L'inserzione degli interruttori che alimentano i trasformatori RED dovrà essere temporizzata per evitare pericolose correnti di in-rush. Ogni partenza potrà alimentare uno o al massimo due trasformatori e sarà dotata di interruttore magnetotermico con protezione differenziale e contatti ausiliari di stato, contattore di inserzione e relativi contatti ausiliari.

Oltre al QRED sarà installato un nuovo QdS rispondente alle specifiche RFI DTC ST E SP IFS LF 627 A "SISTEMI DI TELEGESTIONE ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI IMPIANTI LFM ED UTENZE"..

I QdS saranno predisposti per essere collegati al client LFM tramite cavo fibra ottica.

### **Illuminazione Punte Scambi**

Al fine di effettuare la manovra a mano dei deviatori telecomandati e manovrabili a mano in caso di degrado del telecomando, si prevederà l'illuminazione delle punte scambi.

I circuiti di alimentazione per l'illuminazione delle punte scambi alimenteranno ciascuno un gruppo di paline "isola-luce" e saranno alimentati dal QLFM sezione privilegiata del gestore d'area relativo. Il sistema dovrà garantire la classe II di isolamento. Non è quindi prevista la posa del conduttore PE.

Tali paline saranno in vetroresina e saranno dotate di proiettore con lampada LED, con ottica asimmetrica IP66, classe isol. II. Le caratteristiche delle paline saranno rispondenti alla S.T. TE 680/95.

Per l'illuminazione delle punte scambi saranno utilizzate le vie cavi esistenti oppure realizzate ex novo in coordinamento con altre esigenze tecnologiche (IS).

### **Sistema di Supervisione**

In ogni impianto sarà previsto un sistema di supervisione e diagnostica basato sull'utilizzo di dispositivi PLC (Programmable Logic Controller) dedicato alla gestione dell'impianto LFM MT e BT.

A tal fine è stata adottata una soluzione che prevede l'utilizzo di:

- dispositivi PLC costituiti da un modulo CPU e dai relativi moduli di servizio;
- una sezione di Remote I/O per ogni quadro monitorato collegata alla CPU via rete;
- una sezione di alimentazione ridondata;
- un pannello operatore per consentire localmente al manutentore il monitoraggio ed il controllo dei principali enti.

Le sezioni di Remote I/O sono collegate all'unità CPU del PLC tramite uno schema ad anello.

Il modulo CPU del PLC può essere attestato alla rete LAN del fabbricato tecnologico mediante porta Ethernet dedicata.

A livello di cabina MT/BT è disponibile un pannello operatore generale di tipo "touch-screen" che riproduce graficamente lo schema dell'impianto e visualizza lo stato corrente dei principali enti e consentendone l'eventuale comando.

In particolare, la connessione diretta al PLC rende il pannello operatore locale indipendente dalla presenza o meno del collegamento con il Posto Centrale, consentendo il controllo della cabina MT/BT anche in condizioni di assenza di quest'ultimo.

Il modulo CPU del PLC rende inoltre disponibile un'interfaccia MODBUS TCP per consentire la gestione dei relativi input/output a sistemi esterni di supervisione (es. SCC).

L'architettura del sistema di Governo dei quadri MT e BT sarà concepito con criteri di massima modularità.

Ogni sottosistema potrà essere inserito o disinserto in modo semplice.

Allo stesso modo, questo sistema potrà essere ampliato, integrando rapidamente altri sottosistemi, interni o esterni al fabbricato.

### **Illuminazione Viabilità e piazzali di parcheggio**

Il quadruplicamento della linea comporta un adeguamento delle viabilità interferite. Spesso si tratta di un prolungamento del sottopassaggio esistente.

Gli interventi riguarderanno il sistema di illuminazione, gli impianti di sollevamento delle acque e gli impianti di segnalazione di eventuali pericoli di allagamento.

In alcuni casi si prevede un adeguamento degli impianti esistenti, in altri casi si prevederà un nuovo impianto di alimentazione dei vari sistemi e l'installazione del sistema di illuminazione.

## **4.4 IMPIANTI MECCANICI**

### **4.4.1 IMPIANTO HVAC**

L'impianto HVAC è previsto a servizio dei nuovi locali dei fabbricati GA – sia quello di Rogoredo sia quello di Pavia - ed ha la funzione di assicurare il raffrescamento/riscaldamento e la ventilazione dei locali tecnici in modo tale da garantire i valori di temperatura dell'ambiente interno compatibili con le apparecchiature elettriche/elettroniche installate. Di seguito l'elenco degli impianti per locale:

- Impianto di raffrescamento per i locali Trasformatori
- Impianto di raffrescamento per il locale MT/BT
- Impianto di condizionamento per il locale batterie
- Impianto di ventilazione forzata locale batterie
- Impianto di condizionamento per il locale Centralina
- Impianto di raffrescamento per la sala ACC
- Impianto di condizionamento per il locale TLC
- Impianto di ventilazione per il locale TLC
- Impianto di Climatizzazione Locale DM

L'impianto HVAC è previsto anche a servizio del locale tecnologico dei fabbricati PPT (shelter) ed ha la funzione di assicurare il raffrescamento/riscaldamento e la ventilazione dei locali tecnici in modo tale da garantire i valori di temperatura dell'ambiente interno compatibili con le apparecchiature elettriche/elettroniche installate.

### **4.4.2 IMPIANTI SAFETY**

Sempre a servizio dei fabbricati tecnologici in progetto è prevista la realizzazione dell'impianto rivelazione incendi, costituito da:

- Impianto rivelazione incendi esteso a tutti i locali tecnici di pertinenza dei fabbricati tecnologici.
- Installazione di una centrale di allarme a indirizzamento individuale con adeguato alimentatore nel locale ufficio movimento, completa di modem telefonico per la trasmissione degli allarmi a postazioni remote;
- Installazione di rivelatori ottico-termici in ambiente e/o nel sottopavimento per i seguenti locali tecnologici:
  - Locali trasformatori
  - Cabina MT/BT
  - Locale batterie
  - Locale centralina IS
  - Locale BT2 (presente nel fabbricato PPM)
  - Sala ACC
  - Sala TLC
  - Ufficio movimento
  - Locale tecnologico (negli shelter)
- Installazione di un rivelatore di idrogeno nel Locale batterie.

- Installazione di pannelli di “allarme incendio” con segnalazione ottica acustica all’interno ed all’esterno di tutti i locali ed ambienti protetti;
- Installazione di pulsanti di allarme manuale di incendio in tutti gli ambienti presenti (a eccezione dei servizi igienici);

#### **4.4.3 IMPIANTI SECURITY**

È prevista altresì la realizzazione degli impianti security costituiti sostanzialmente da:

- Impianto TVCC a controllo del perimetro esterno dei fabbricati tecnologici sopra elencati.
- Impianto TVCC a controllo delle aree tornelli, sottopassaggi, ascensori e scale delle fermate / stazioni sopra elencate.

L’impianto TVCC sarà previsto a controllo delle seguenti aree:

- Fabbricati tecnologici
  - Ingressi ai locali tecnologici.
  - Area perimetrale fabbricati tecnologici.
  - Area gruppo elettrogeno (all’esterno, ove presente).
- Fermate / stazioni
  - Aree dove sono installati i tornelli di accesso alla fermata / stazione.
  - Sottopassaggi.
  - Scale e ascensori.

Associato all’impianto TVCC è previsto anche l’impianto antintrusione e controllo accessi esteso a tutti i locali tecnici di pertinenza dei fabbricati tecnologici sopra citati.

L’impianto antintrusione e controllo accessi sarà in grado di consentire l’ingresso al solo personale abilitato e segnalare l’ingresso di persone estranee non autorizzate nei vari locali protetti, prevedendo l’installazione dei seguenti componenti:

- Installazione della centrale antintrusione compresa di alimentatore all’interno del locale ufficio movimento dei fabbricati tecnologici o nel locale tecnologico degli shelter.
- Installazione di una protezione antintrusione e controllo accessi con un lettore di tessera di prossimità, tastiera, contatto magnetico sull’infisso porta e sensore volumetrico nei locali protetti, come riportato in sezione 2.1.
- Installazione di un terminale di controllo del sistema nel locale ufficio movimento dei fabbricati tecnologici o nel locale tecnologico degli shelter.
- Installazione di una sirena autoalimentata all’esterno.

#### **4.4.4 IMPIANTO DI DRENAGGIO E SOLLEVAMENTO ACQUE**

A servizio dei fabbricati tecnologici sono previsti i seguenti impianti:

gli impianti di adduzione idrica dell'acqua fredda sanitaria

la produzione dell'acqua calda

l'impianto di raccolta e scarico

Impianti di sollevamento acque per

- fermata Locate Triulzi: PK 8+170 e 8+254;
- stazione Pieve Emanuele: PK 10+827;
- fermata Villamaggiore: PK 13+190;
- fermata Certosa: PK 20+910 e 20+950.
- SL02 -sottovia km 10+123
- FV03: Sottovia fermata Villamaggiore PK 13+346
- SL06: Sottovia Niccolò Machiavelli PK 19+461
- SL09: Sottovia Viale della Repubblica PK 26+527

Gli impianti di sollevamento provvederanno a smaltire le portate idrauliche verso il punto di recapito così come indicato nella relazione idraulica (non oggetto del presente progetto impiantistico).

Ogni impianto di sollevamento sarà costituito da un sistema di elettropompe sommergibili, di cui una sempre di riserva, installate all'interno della vasca in opera civile (non oggetto dell'impiantistica meccanica), in cui verranno convogliate le acque provenienti dai diversi punti di raccolta.

#### **4.4.5 IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO PERSONE (ASCENSORI)**

Gli ascensori, con caratteristiche idonee per il montaggio in esterno, saranno del tipo elettrico MRL, il movimento prodotto dal macchinario di sollevamento è trasmesso alle funi/cinghie che reggono la cabina. Detto motore elettrico funziona sia nella fase di salita che in quella di discesa.

Gli ascensori sono dei seguenti tipi:

- Fermata Locate Triulzi: 3 x ascensori di tipo 1.
- Stazione Pieve Emanuele: 3 x ascensori di tipo 2 e 1 x ascensore di tipo 3.
- Fermata Villamaggiore: 1 x ascensore di tipo 1 e 2 x ascensori di tipo 2.
- Fermata Certosa: 1 x ascensore di tipo 1 e 2 x ascensori di tipo 2.

Tutti gli ascensori sono conformi alle STI e hanno le seguenti caratteristiche:

**RELAZIONE TECNICA GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NM0Z	00 D 05	RG	MD.00.00 001	A	85 di 104

	<b>Tipo 1</b>	<b>Tipo 2</b>	<b>Tipo 3</b>
Portata / Capienza (min)	450 kg	630 kg	1275 kg
Velocità di salita e discesa (min)	1 m/s	1 m/s	1 m/s
Larghezza accesso al vano ascensore netto (min)	800 mm	900 mm	1100 mm
Dimensioni cabina (larghezza x profondità)	1000 mm x 1250 mm	1100 mm x 1400 mm	2000 mm x 1400 mm

La fossa sarà profonda 1500 mm e la testata sarà di 4000 mm. Tutti gli ascensori sono dotati di due fermate (piano banchina e piano sottopasso).

Tutti gli ascensori saranno del tipo panoramico ovvero con pareti del vano e cabina del tutto o quasi del tutto vetrate e struttura in acciaio, verniciato o inox.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO - PAVIA</b>					
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTO NM0Z	LOTTO 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 86 di 104

#### 4.5 IMPIANTI DI SICUREZZA E SEGNALAMENTO SCMT E TLC

L'attrezzaggio tecnologico delle 2 linee che costituiscono il potenziamento ferroviario è previsto attraverso la realizzazione di un nuovo blocco automatico che consenta di ottenere un distanziamento tra due treni al seguito di 5', l'adeguamento degli apparati di Milano Rogoredo (ACC stand-alone Ansaldo) e di Pavia (ACC stand-alone Alstom), nonché la realizzazione di un ACCM tra questi due impianti, per la gestione delle due linee, caratterizzato da due nuovi impianti intermedi di "Pieve Emanuele" e "Turago" e dal Posto Centrale SCC-M/ACC-M ubicato a Milano Greco Pirelli.

in particolare è prevista la fornitura di un nuovo PC/ACCM per la tratta Milano Rogoredo-Pavia, nonché la realizzazione di nuovi PPM e di nuove tratte di blocco BAcf con emulazione RSC da inserire, durante le varie fasi a PRG, come estensione dell'ACCM Tortona-Pavia in corso di realizzazione e a cura di altro contratto e considerato - al momento dell'inizio lavori del quadruplicamento - come già attivato. In seguito lo definiremo ACCM Milano Rogoredo (e)-Tortona(e).

È previsto inoltre l'intervento di riconfigurazione del sistema SCCM Torino-Padova, in esercizio c/o il Posto Centrale di Milano Greco Pirelli. Analogamente a quanto sopra detto, si assume che sia stata preventivamente attivata sotto SCCM la tratta Pavia (e) - Tortona (e) del modulo "Milano Rogoredo (e) – Tortona(e)" gestita da una postazione dedicata.

Il quadruplicamento della tratta Milano Rogoredo-Pieve Emanuele – e più in generale il lotto 1 - prevede i seguenti interventi:

- a) adeguamento dell'ACC di Milano Rogoredo alle modifiche introdotte alla radice sud del PRG, realizzato in 3 fasi di attivazione;
- b) realizzazione del nuovo blocco automatico sul tratto del quadruplicamento tra le stazioni di Mi. Rogoredo e la nuova stazione di Pieve Emanuele e sul tratto a doppio binario da Pieve Emanuele e Pavia - la nuova tratta Rogoredo – Pieve Emanuele sarà gestita con il nuovo BAcf con emulazione RSC che dovrà essere realizzato coerentemente con i requisiti tecnico-funzionali indicati nella SRTF;
- c) realizzazione nuovo impianto "PPM di Pieve Emanuele";
- d) trasformazione in fermata dell'attuale stazione di Locate Triulzi;
- e) trasformazione della stazione di Certosa di Pavia in fermata;
- f) modifiche al Posto Centrale, per l'estensione dell'ACCM.

Il quadruplicamento della tratta Pieve Emanuele - Pavia – lotto 2 - prevede i seguenti interventi:

- a) modifiche nell'impianto "PPM di Pieve Emanuele";

- b) adeguamento di cabina e di piazzale dell'ACC di Pavia alle modifiche introdotte a PRG; realizzato in 3 fasi di attivazione;
- c) soppressione del PM di Turago e sostituzione con tratte di nuovo blocco automatico sulla linea Veloce e sulla linea Lenta;
- d) realizzazione del nuovo blocco automatico sul tratto del quadruplicamento tra le stazioni di Pieve Emanuele e Pavia - nuovo BAcf con emulazione RSC che dovrà essere realizzato coerentemente con i requisiti tecnico-funzionali indicati nella SRTF;
- e) modifiche al Posto Centrale, per l'estensione dell'ACCM.

Con riferimento ai lavori di realizzazione del BAcf:

- l'interfacciamento con gli enti di linea avviene mediante le apparecchiature elettroniche ubicate nei PPT di linea;
- il collegamento tra i vari PPT, PPM è realizzato utilizzando fibre ottiche dedicate ed assicurando un collegamento normale ed uno di riserva;
- gli interventi previsti nella tratta sono la fornitura e posa di tutti i dispositivi, enti ed apparecchiature occorrenti per la realizzazione del sistema. In dettaglio:
  - realizzazione di una dorsale costituita da un cunicolo a doppia gola. Gli attraversamenti di binario dovranno, normalmente, essere eseguiti in corrispondenza dei PPT e saranno costituiti da almeno n° 4 tubi in pvc del diametro di 100 mmq;
  - fornitura e posa del cavo di alimentazione 1kV con i relativi armadi che alimenteranno tutti i PPT e gli altri dispositivi eventualmente presenti in linea (Es. RTB, MTR, ecc.);
  - fornitura e posa nei PPT dei CdE necessari per la gestione degli enti di linea;
  - la realizzazione delle canalizzazioni di accesso, tutte le traversate necessarie mediante tubazione/o cunicoli che dovranno essere di dimensioni e tipologia adeguate a contenere tutti i cavi e mantenere un riempimento inferiore al 70%;
  - fornitura e posa dei cavi IS che dovranno essere del tipo armato;
  - fornitura e posa dei segnali alti luminosi che dovranno montare dispositivi a LED;
  - fornitura e posa di tutti i dispositivi per la realizzazione dei CdB necessari;
  - fornitura e posa ove necessario di circuiti AFO.

Oltre ai lavori di realizzazione del nuovo BAcf con emulazione RSC sono previsti i seguenti interventi:

- Rimozione dei PBA esistenti di linea;
- Rimozione dei segnali di fermata;
- Rimozione di tutti gli enti/apparecchiature di linea.

Gli interventi di adeguamento dei due ACC di Milano Rogoredo e Pavia prevedono:  
principali interventi da prevedere sono:

a) cabina:

- Fornitura e posa nuovi CdE;
- Predisposizione PPT per la gestione delle relazioni di linea per il nuovo Blocco BA con emulazione RSC presso i GA;
- Nuovo impianto di alimentazione a 1kVA per gli apparati di linea;
- riconfigurazioni dell ACC

b) piazzale:

- Rimozione di enti esistenti;
- Fornitura e posa dei nuovi enti di piazzale;
- Modifica di aspetto segnali esistenti;
- Fornitura e posa dei nuovi cavi;

Come già sottolineato la logica dei sistemi di distanziamento risiederà nel posto centrale multistazione per le linee all'interno del sistema ACC-M stesso. Per le linee esterne dovranno essere previste apposite interfacce verso i sistemi di blocco presenti ove necessario.

Di seguito un riepilogo della situazione nello scenario di regime per ogni tratto di linea interessato dall'intervento del Quadruplicamento della tratta Milano Rogoredo – Pieve Emanuele e della linea Pieve Emanuele - Pavia .

Lotto 1

- Linea Milano Rogoredo – Pieve Emanuele Linea Veloce: BAcc 3/3 con emulazione RSC;
- Linea Milano Rogoredo – Pieve Emanuele Linea Lenta: BAcc 3/3 con emulazione RSC;
- Linea Pieve Emanuele –Pavia Linea Veloce: BAcc 3/3 con emulazione RSC;

Lotto 2

- Linea Pieve Emanuele - Pavia Linea Veloce: BAcc 3/3 con emulazione RSC;
- • Linea Pieve Emanuele - Pavia Linea Lenta: BAcc 3/3 con emulazione RSC.

L'impianto SCMT di tratta sarà realizzato ex-novo e seguirà le fasi precedentemente illustrate per la parte IS.

I PPT di linea previsti nella nuova tratta, dove verrà realizzato il nuovo sistema di distanziamento, sono alimentati tramite un sistema di alimentazione a 1Kv costituito da armadi di stazione trifasi 400/1000 Volts, cavo trifase di distribuzione (unico per entrambi i binari) e armadi di linea trifasi 1000/400 Volts.

Le apparecchiature di cabina degli impianti IS ed SCMT relativi al primo lotto saranno concentrate nei nuovi locali tecnologici di seguito riassunti:

- Il **PPM Pieve Emanuele** sarà realizzato in un nuovo fabbricato al km 10+834 LL / Km 15+370 LV , adiacente al primo marciapiede, nel quale verranno garantiti i seguenti spazi: sala centralina IS mq 47 circa;
- Il **PPT1** sarà costituito da un solo nuovo fabbricato di dimensioni mq 21 per tutte le apparecchiature, previsto alla chilometrica 6+041 LL circa.

- Il **PPT2** sarà costituito da un solo nuovo fabbricato di dimensioni mq 21 per tutte le apparecchiature, previsto alla chilometrica 6+054 LV circa.
- Il **PPT3** sarà costituito da un solo nuovo fabbricato di dimensioni mq 21 per tutte le apparecchiature, previsto alla chilometrica 15+359 LL circa.
- Il **PPT7** sarà costituito da un solo nuovo fabbricato di dimensioni mq 21 per tutte le apparecchiature, previsto alla chilometrica 15+370 LV circa.
- Il **PPM Turago** sarà costituito da un nuovo fabbricato (a cura di altro contratto) al km 18+838 , nel quale verranno garantiti i seguenti spazi: - sala centralina IS mq 39 circa;
- Il **GA Sud esterno di Milano Rogoredo** sarà costituito da un nuovo fabbricato (a cura di altro contratto) di dimensioni mq 238 per tutte le apparecchiature, previsto alla chilometrica 2+165 (LV) circa.

Le apparecchiature di cabina degli impianti IS ed SCMT del quadruplicamento della tratta Pieve Emanuele - Pavia saranno concentrate nei locali tecnologici di seguito riassunti:

- Il **PPT4** sarà costituito o da un solo nuovo fabbricato di dimensioni mq 28 per tutte le apparecchiature, previsto alla chilometrica 15+370 LV circa.
- Il **PPT5** e **PPT6** le apparecchiature saranno posate nei locali del PM di Turago (Km 18+838) che sarà soppresso.
- Il **PPT8** sarà costituito o da un solo nuovo fabbricato di dimensioni mq 21 per tutte le apparecchiature, previsto alla chilometrica 22+335 LV circa.
- Il nuovo **GA di Pavia** sarà costituito da un nuovo fabbricato di dimensioni mq 230 per tutte le apparecchiature, previsto alla chilometrica 26+770 circa.

#### **4.5.1 TLC**

Sostanzialmente gli interventi di telecomunicazioni che si prevedono di realizzare sono i seguenti:

- Impianto di cavi principali in fibra ottica;
- Impianto di cavi principali in rame;
- Rete cavi telefonici secondari (Spec. Tec. TT 241S);
- Impianti Telefonici Selettivi Integrati (del tipo N-STSI);
- Impianto di Diffusione Sonora e di Informazione al Pubblico di tipo visivo;
- Rete Gigabit Ethernet;
- Interfacciamento con gli esistenti sistemi TLC;
- Alimentazioni impianti

#### **Impianto Cavo F.O.**

I cavi ottici esistenti in tratta dovranno essere, in una prima fase, spostati e allocato, provvisoriamente, al margine del cantiere per non interferire con le lavorazioni relative alle varie OO.CC. e, successivamente, posato nei nuovi cavidotti prevedendo dei giunti di spillamento in corrispondenza dei nuovi PPT e PM.

Si prevede inoltre la fornitura e la posa in opera, su percorsi planimetricamente distinti, di:

n. 2 (due) cavi a 64 f.o. di tipo monomodale sull'intera tratta;

n. 2 (due) cavi a 32 f.o. di raccordo fra GA Sud e GA Sud Esterno dell'impianto ACC di Milano Rogoredo;

n. 1 cavo a 32 f.o. di tipo monomodale di raccordo fra il PPM di Pieve Emanuele e la nuova SSE limitrofa;

n. 1 cavo a 16 f.o. di tipo multimodale di raccordo fra il PPM di Pieve Emanuele e la nuova SSE limitrofa.

I cavi a 64 f.o. verranno sezionati parzialmente in corrispondenza di tutti i locali (fabbricato o shelter) in cui sarà previsto il sistema GBE.

La posa dei nuovi cavi verrà effettuata utilizzando le canalizzazioni di dorsale esistenti e/o realizzate in ambito progetto IS.

### **Impianto Cavi tipo Rame**

I cavi principali di tipo rame esistenti in tratta dovranno essere, in una prima fase, spostati ed allocati, provvisoriamente, al margine del cantiere per non interferire con le lavorazioni relative alle varie OO.CC. e, successivamente, posati nei nuovi cavidotti e sezionati, completamente, nei nuovi locali tecnologici.

La riallocazione dei nuovi spezzoni di cavo rame sarà eseguita utilizzando le canalizzazioni di dorsale esistenti e/o realizzate in ambito OO.CC. e IS.

### **Impianto di Cavo Telefonico Secondario in Rame**

Nelle varie località la rete cavi telefonici secondari sarà adeguata per permettere il collegamento dei telefoni di piazzale previsti al nuovo sistema telefonico selettivo integrato (N-STSI).

La suddetta rete di cavi secondari sarà realizzata mediante l'impiego di cavo secondario a 4 coppie 7/10. Il circuito di piazzale sarà unico e chiuso ad anello presso il nuovo armadio ATPS.

In concomitanza con la posa dei cavi secondari si provvederà all'installazione delle piantane per i telefoni stagni, da installare sul piazzale/lungo linea, che saranno conformi alla normativa tecnica vigente.

### **Sistema Telefonico Selettivo**

Il nuovo Sistema di Telefonia Selettiva Integrato (N-STSI) gestisce i telefoni di piazzale che possono comunicare con il DM di competenza o direttamente con il DCO di tratta.

Relativamente agli aspetti installativi inerenti la realizzazione del Sistema di Telefonia Selettiva Integrata e degli impianti di Diffusione Sonora di stazione, si riportano di seguito gli impianti che verranno realizzati/modificati.

Nella stazione di Pavia verrà trasformato il CTS Inizio Tratta esistente in CTS intermedio mentre a Mi Rogoredo verrà realizzato in CTS fine tratta interfacciato col CTS esistente fine di integrare le attuali console telefoniche coi nuovi circuiti Trazione e Movimento.

#### **Diffusione Sonora**

Saranno adeguati vari impianti esistenti di diffusione sonora (DS) a servizio dei viaggiatori nelle varie località comprese in tratta. Lo scopo principale dell'impianto di Diffusione Sonora, sarà quello di fornire ai viaggiatori notizie atte a facilitare l'uso del servizio offerto mediante annunci audio.

Nella fermata i diffusori sonori a servizio dei viaggiatori saranno installati lungo i marciapiedi, sotto la pensilina e nelle varie zone di accesso.

I cavi delle trombe dovranno essere collegati ai cavi della linea, all'interno di una scatola di derivazione stagna IP 65 posta in prossimità delle trombe stesse.

Gli annunci potranno essere fatti, analogamente a quanto accade sugli impianti limitrofi, sia attraverso le consolle microfoniche delle località adiacenti sia, da remoto, ovvero dal Posto Centrale di Milano Greco Pirelli che gestisce la circolazione sull'intera tratta oggetto d'intervento.

### **Sistemi di Informazione al Pubblico**

L'impianto d'informazione al pubblico (IaP) da realizzare nelle varie località consentirà, 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 dell'impianto IaP compreso nel presente progetto sarà ottenuta tramite opportuno interfacciamento col sistema IeC di RFI non compreso nel presente progetto.

I terminali periferici saranno costituiti da indicatori di binario e monitor LED e TFT a colori da ubicare nelle zone di accesso e sosta dei viaggiatori.

### **Estensione Rete LAN**

A supporto di tutti impianti tecnologici sarà estesa la rete non vitale della limitrofa tratta Tortona-Pavia.

La rete esistente, a supporto di tutti i sistemi non vitali, è basata su tecnologia GigaEthernet. Questa tipologia di rete di trasporto dati è stata ottenuta collegando su più anelli in fibra ottica le apparecchiature di rete dei Posti Periferici e connettendo tali anelli agli apparati di rete che costituiscono il core della rete, presenti in Posto Centrale.

La rete GigaEthernet consente il trasporto dati tra il Posto Centrale di Milano Greco Pirelli e i Posti di Servizio, PPT/PBI e fermate del sistema SCC/M ai seguenti impianti:

- Sottosistema SCC-D&M
- Sottosistema SCC-TSS
- Sottosistema Telefonia e diffusione sonora (STI/STSI)
- Sistema della supervisione della diagnostica IS

La rete GigaEthernet permette, inoltre, lo scambio dati tra il Posto Centrale ed alcuni sistemi esterni (SCC e DOTE), che saranno interfacciati in alcuni Posti Periferici.

I nuovi nodi di rete Giga Ethernet previsti dovranno essere integrati nel futuro impianto realizzato durante la realizzazione dell'ACCM Tortona – Pavia che si assume esistente e completato all'epoca delle realizzazioni in oggetto. A questo scopo si ritiene necessario che le forniture degli apparati e delle carpenterie siano omogenee al sistema in cui verranno integrate, così come le configurazioni degli apparati. Si richiederà inoltre, in fase di appalto, al fornitore di comprovare, mediante adeguata documentazione e test in campo, la compatibilità delle configurazioni di impianto con l'esistente.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO - PAVIA</b>					
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTO NM0Z	LOTTO 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 92 di 104

## 5 CANTIERIZZAZIONE, FASI ESECUTIVE E PROGRAMMA LAVORI

### 5.1 ORGANIZZAZIONE DELLA CANTIERIZZAZIONE

Con riferimento alla realizzazione dei lavori previsti nel presente progetto, per entrambe le fasi funzionali si prevede di affidare ad un unico appalto multidisciplinare tutte le opere.

In particolare il progetto definitivo ha definito, sulla base dell'attuale assetto del territorio, i criteri generali del sistema di cantierizzazione individuando la possibile organizzazione e le eventuali criticità: va comunque evidenziato che l'ipotesi di cantierizzazione rappresentata non è vincolante ai fini di eventuali diverse soluzioni che l'Appaltatore intenda attuare nel rispetto della normativa vigente, delle disposizioni emanate dalle competenti Autorità, dei tempi e costi previsti per l'esecuzione delle opere. In tal senso sarà, quindi, onere e responsabilità dell'Appaltatore adeguare/ampliare/modificare tale proposta sulla scorta della propria organizzazione del lavoro e di eventuali vincoli esterni.

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

Di seguito sono riepilogate le tipologie e le ubicazioni di cantieri previsti in progetto:

- a) **cantiere base:** fungono da supporto logistico per tutte le attività relative alla realizzazione degli interventi in oggetto;
- b) **cantiere operativo:** contiene gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere;
- c) **aree tecniche:** sono piccole aree di supporto alla singola WBS per ospitare il terreno superficiale eventualmente da ripristinare e le macchine operatrici più una minima logistica per il personale impiegato;
- d) **aree di stoccaggio:** sono quelle aree di cantiere destinate allo stoccaggio del materiale proveniente da scotico, scavi, demolizioni, ecc., in attesa di eventuale caratterizzazione chimica e successivo allontanamento per riutilizzo in cantiere, o in caso di qualifica come rifiuti recupero/smaltimento presso impianti esterni autorizzati;
- e) **cantieri armamento:** contengono gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di armamento. Sono caratterizzati dalla presenza di almeno un tronchino che permette l'ingresso in linea; proprio per questa loro peculiarità si trovano all'interno di confini ferroviari.

- f) **aree di deposito temporaneo:** sono quelle aree destinate all'eventuale accumulo temporaneo delle terre di scavo. Tale stoccaggio temporaneo è stato previsto con funzione di "polmone" in caso di interruzioni temporanee della ricettività dei siti esterni di destinazione definitiva.

Per il Lotto funzionale 1:

CODICE	COMUNE	DENOMINAZIONE	UTILIZZO	SUPERFICIE
1_AR.01	Milano	C. ARMAMENTO		9.200,00
1_AS.01	S.Donato Milanese	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali e trattamento a calce. Successivamente per le terre vegetali e per stoccaggio materiali	10.000,00
1_AS.02	Locate di Triulzi	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali e per materiali	9.000,00
1_AS.03	Locate di Triulzi	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali e trattamento a calce. Successivamente per le terre vegetali e per stoccaggio materiali	11.000,00
1_AS.04	Locate di Triulzi	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali e per materiali	3.000,00
1_AS.05	Pieve Emanuele	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali e trattamento a calce. Successivamente per le terre vegetali e per stoccaggio materiali	10.000,00
1_AS.06	Pieve Emanuele	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali e per materiali	5.000,00
1_AS.07	Giussago	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali e trattamento a calce. Successivamente per le terre vegetali e per stoccaggio materiali	10.000,00
1_AS.08	Giussago	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali e per materiali	9.000,00
1_AS.09	Giussago	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali, per il trattamento a calce e per materiali	12.000,00
1_CO.01	Locate di Triulzi	C. OPERATIVO		17.000,00
1_CO.02	Certosa di Pavia	C. OPERATIVO		10.500,00
1_DT.01	Giussago	DEPOSITO TEMPORANEO		13.000,00
1_CB.01	S.Donato Milanese	C. BASE		12.000,00
1_CB.02	Giussago	C. BASE		10.000,00
1_AT.01-1	S.Giuliano Milanese	AREA TECNICA	GA01	2.900,00

**RELAZIONE TECNICA GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NM0Z	00 D 05	RG	MD.00.00 001	A	94 di 104

CODICE	COMUNE	DENOMINAZIONE	UTILIZZO	SUPERFICIE
1_AT.01-2	S.Giuliano Milanese	AREA TECNICA	GA01	3.500,00
1_AT.02	Locate di Triulzi	AREA TECNICA	Fermata Locate	10.000,00
1_AT.03	Locate di Triulzi	AREA TECNICA	SL02	1.500,00
1_AT.04-1	Locate di Triulzi	AREA TECNICA	VI01	2.000,00
1_AT.04-2	Locate di Triulzi	AREA TECNICA	VI01-SL03	3.100,00
1_AT.05-1	Pieve Emanuele	AREA TECNICA	F.Pieve Emanuele	3.300,00
1_AT.05-2	Pieve Emanuele	AREA TECNICA	F.Pieve Emanuele	9.200,00
1_AT.06-1	Lacchiarella	AREA TECNICA	F.Villa Maggiore	3.600,00
1_AT.06-2	Lacchiarella	AREA TECNICA	F.Villa Maggiore	3.200,00
1_AT.07	Giussago	AREA TECNICA	F.Certosa di Pavia	1.300,00
1_AT.08	Pieve Emanuele	AREA TECNICA	SSE Pieve Emanuele	6.000,00
1_AT.09	Giussago	AREA TECNICA	SL06	
1_AT.10		AREA TECNICA	VI08	

Per il Lotto funzionale 2:

CODICE	COMUNE	DENOMINAZIONE	UTILIZZO	SUPERFICIE
2_AR.02	Pavia	C. ARMAMENTO		6.900,00
2_CB.03	Borgarello	C. BASE		16.500,00
2_CO.03	Giussago	C. OPERATIVO		11.000,00
2_CO.04	Pavia	C. OPERATIVO	FASE2 (SL08)	12.000,00
2_AT.09-1	Lacchiarella	AREA TECNICA	IV01 CV SP40	4.000,00
2_AT.09-2	Lacchiarella	AREA TECNICA	IV01 CV SP40	4.100,00
2_AT.10	Siziano	AREA TECNICA	VI04	1.500,00
2_AT.11	Lacchiarella	AREA TECNICA	VI05	1.500,00
2_AT.12	Lacchiarella	AREA TECNICA	VI06-VI07	3.000,00
2_AT.13	Giussago	AREA TECNICA	SL05	1.500,00

**RELAZIONE TECNICA GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NM0Z	00 D 05	RG	MD.00.00 001	A	95 di 104

CODICE	COMUNE	DENOMINAZIONE	UTILIZZO	SUPERFICIE
2_AT.14	Giussago	AREA TECNICA	SL06	1.500,00
2_AT.15-1	Borgarello	AREA TECNICA	GA02-GA03	3.500,00
2_AT.15-2	Borgarello	AREA TECNICA	GA02-GA03	4.400,00
2_AT.18	Borgarello	AREA TECNICA	SL07	2.200,00
2_AT.16-1	Pavia	AREA TECNICA	GAXX	4.500,00
2_AT.16-2	Pavia	AREA TECNICA	GAXX-VI02	3.500,00
2_AT.17	Pavia	AREA TECNICA	SL09	2.200,00
2_AT.19	Lacchiarella	AREA TECNICA	SL04	
2_AT.20	Pieve Emanuele	AREA TECNICA	VI03	
2_AS.10	Lacchiarella	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali e trattamento a calce. Successivamente per le terre vegetali e per stoccaggio materiali	10.000,00
2_AS.11	Lacchiarella	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali, per il trattamento a calce e per materiali	10.000,00
2_AS.12	Giussago	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali e trattamento a calce. Successivamente per le terre vegetali e per stoccaggio materiali	12.000,00
2_AS.13	Giussago	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali e trattamento a calce. Successivamente per le terre vegetali e per stoccaggio materiali	10.000,00
2_AS.14	Giussago	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali e per materiali	6.500,00
2_AS.15	Borgarello	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali e trattamento a calce. Successivamente per le terre vegetali e per stoccaggio materiali	12.000,00
2_AS.16	Pavia	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali e per materiali	9.000,00
2_AS.17	Pavia	AREA STOCCAGGIO	Parte per stoccaggio terre vegetali e trattamento a calce. Successivamente per le terre vegetali e per stoccaggio materiali	10.000,00
2_DT.02	Borgarello	DEPOSITO TEMPORANEO		13.000,00

Le aree tecniche sono aree di cantiere "secondarie", funzionali alla realizzazione di singole opere (viadotti, cavalca ferrovia, rilevati scatolari), e che contengono indicativamente:

Mentre i cantieri base ed operativi avranno una durata funzionale ai lavori di costruzione, ciascuna area tecnica avrà durata limitata al periodo di realizzazione dell'opera di riferimento.

Le 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.

Nell'ambito delle aree di stoccaggio potranno essere allestiti gli eventuali impianti di cantiere per il trattamento dei terreni di scavo da destinare all'eventuale riutilizzo nell'ambito di progetto. La pavimentazione delle aree verrà predisposta in funzione della tipologia di materiali che esse dovranno contenere.

## 5.2 BILANCIO DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE

I materiali principali (dal punto di vista quantitativo) coinvolti nella realizzazione delle opere oggetto dell'appalto sono costituiti da:

- calcestruzzo ed inerti per rilevati in ingresso al cantiere;
- terre e rocce da scavo in uscita dal cantiere.

Con riferimento ai primi, al fine di soddisfare i fabbisogni previsti da progetto – equivalenti a 862.735 mc, suddivisi in 455.347 mc per la fase 1 e 407.388 per la fase 2 - è stato stimato, in funzione delle scelte operate relativamente al riutilizzo del materiale scavato, di dover approvvigionare dall'esterno i seguenti quantitativi:

- inerti per calcestruzzo e anticapillare: circa 83.412 m3;
- materiale per rinterri e rilevati: circa 145.507 m3;
- subballast/supercompattato: 274.664 mc;

Invece, la produzione complessiva di materiale di risulta sui due lotti è pari a **512.277 mc**, al netto del pietrisco, di cui:

- 127.965 mc provenienti da scavi del terreno vegetale;
- 357.306 mc provenienti da scavi trattabili e non trattabili a calce;
- 20.307 mc provenienti da perforazione per pali/micropali;
- 6.699 mc provenienti da perforazione per pali con fanghi bentonitici.

Di seguito si sintetizzano i volumi dei suddetti materiali per ciascun lotto.

	<b>Lotto 1</b>	<b>Lotto 2</b>	<b>Totali</b>
	(mc)	(mc)	(mc)
<b>Scavo totale</b>	218.697	293.580	512.277
<b>Rifiuto</b>	23.402	33.529	56.931
<b>Utilizzo esterno come Sottoprodotto</b>	40.652	55.542	96.194
<b>Utilizzo interno come Sottoprodotto</b>	154.643	204.509	359.152

Con riferimento all'armamento, i principali materiali necessari alla realizzazione dell'opera sono costituiti da:

- Ballast
- Traverse
- Rotaie

Di seguito si riporta una stima dei materiali di armamento da approvvigionare e da rimuovere riferiti a ciascun lotto.

COSTRUZIONE	Rotaie (m)	Traverse (n°)	Ballast (mc)
Lotto 1	68.000	54.000	87.000
Lotto 2	79.000	63.000	99.000

DEMOLIZIONE	Rotaie (m)	Traverse (n°)	Pietrisco (mc)
Lotto 1		2.900	32.000
Lotto 2		3.700	30.000

I principali materiali per gli impianti tecnologici ferroviari impiegati nell'appalto sono costituiti da:

- pali e paline
- mensole e sospensioni
- morsetteria
- conduttori
- canalette e cunicoli portacavi

I materiali da scavo che verranno prodotti dalla realizzazione delle opere, nell'ottica del rispetto dei principi ambientali di favorire il riutilizzo piuttosto che lo smaltimento, saranno, ove possibile, reimpiegati nell'ambito delle lavorazioni a fronte di un'ottimizzazione negli approvvigionamenti esterni o, in alternativa, conferiti a siti esterni.

In riferimento alla possibilità di riutilizzo dei materiali scavati, si precisa che in fase progettuale sono state effettuate delle indagini di caratterizzazioni ambientale mirate alla qualifica come sottoprodotti dei materiali di

scavo oggetto del PUT e come tali le profondità di indagine sono state spinte fino alla quota di scavo prevista nei diversi tratti del tracciato in progetto; in riferimento ai fabbisogni dell'opera in progetto e alla caratterizzazione ambientale eseguita in fase progettuale, tutti i materiali presentano caratteristiche chimiche idonee per possibili utilizzi interni quali formazione di rilevati, rinterri, riempimenti e coperture vegetali, mentre, come detto precedentemente, dal punto di vista geotecnico una buona parte dei materiali per essere riutilizzata all'interno del progetto dovrà essere sottoposto ad operazioni di stabilizzazione a calce.

Ciò detto, della totalità dei materiali prodotti (512.277 mc) , per ogni fase funzionale, si prevede di gestire in regime di sottoprodotto e per tanto sono oggetto del Piano di Utilizzo le seguenti quantità:

- **LOTTO 1:** circa 195.295 mc (in banco) di cui:
  - o 40.652 mc saranno utilizzati esternamente al progetto per la riambientalizzazione dei siti di cava che saranno selezionati con l'analisi multicriteria;
  - o 154.643 mc saranno utilizzati internamente al progetto per la realizzazione/completamento di parti d'opera.
- **LOTTO 2:** circa 260.051 mc (in banco) di cui:
  - o - 55.542 mc saranno utilizzati esternamente al progetto per la riambientalizzazione dei siti di cava che saranno selezionati con l'analisi multicriteria;
  - o - 204.509 mc saranno utilizzati internamente al progetto per la realizzazione/completamento di parti d'opera.

Pertanto, è stato redatto un Piano di Utilizzo per la produzione complessiva di **512.277 mc** (in banco) di materiali di scavo di cui **455.345 mc** (in banco) verranno gestiti come sottoprodotti, ai sensi del D.P.R. 120/2017.

In particolare, sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte in fase progettuale e delle caratteristiche geotecniche dei materiali scavati gli interventi necessari alla realizzazione del quadruplicamento della tratta Milano Rogoredo - Pavia saranno caratterizzati, per le due fasi, dai seguenti flussi di materiale:

**LOTTO 1:**

- ❖ materiali da scavo da riutilizzare nell'ambito dell'appalto, che verranno trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio in attesa di utilizzo, sottoposti a trattamenti di normale pratica industriale ove necessario ed infine conferiti ai siti di utilizzo interni al cantiere: tali materiali saranno gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017 ed ammontano a **154.643 mc** (in banco) (oggetto del Piano di Utilizzo);
- ❖ materiali da scavo in esubero trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio in attesa di utilizzo, ed infine conferiti ai siti di destinazione esterni al cantiere: tali materiali saranno gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017 ed ammontano a **40.652 mc** (in banco) (oggetto del Piano di Utilizzo);
- ❖ materiali necessari per il completamento/realizzazione dell'opera che dovranno essere approvvigionati dall'esterno che ammontano a **300.704 mc** (non oggetto del Piano di Utilizzo);

❖ materiali di risulta in esubero non riutilizzati nell'ambito delle lavorazioni come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e pertanto gestiti in regime rifiuti: tali materiali ammontano a **23.402 mc** (in banco) e saranno gestiti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (non oggetto del Piano di Utilizzo).

#### **LOTTO 2:**

- ❖ materiali da scavo da riutilizzare nell'ambito dell'appalto, che verranno trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio in attesa di utilizzo, sottoposti a trattamenti di normale pratica industriale ove necessario ed infine conferiti ai siti di utilizzo interni al cantiere: tali materiali saranno gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017 ed ammontano a **204.509 mc** (in banco) (oggetto del Piano di Utilizzo);
- ❖ materiali da scavo in esubero trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio in attesa di utilizzo, ed infine conferiti ai siti di destinazione esterni al cantiere: tali materiali saranno gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017 ed ammontano a **55.542 mc** (in banco) (oggetto del Piano di Utilizzo);
- ❖ materiali necessari per il completamento/realizzazione dell'opera che dovranno essere approvvigionati dall'esterno che ammontano a **202.879 mc** (non oggetto del Piano di Utilizzo);
- ❖ materiali di risulta in esubero non riutilizzati nell'ambito delle lavorazioni come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e pertanto gestiti in regime rifiuti: tali materiali ammontano a **33.529 mc** (in banco) e saranno gestiti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (non oggetto del Piano di Utilizzo).

In conclusione quindi, in totale saranno gestiti come rifiuti un totale complessivo di circa **150.178 mc** materiali di risulta di cui:

- Circa 56.931 mc di materiali dalla realizzazione degli scavi (CER 17.05.04)
- Circa 31.633 mc di materiali da demolizione (CER 17.09.04)
- Circa 61.614 mc pietrisco per massicciate ferroviarie (CER 17.05.08)

Saranno, inoltre, gestiti come rifiuti anche le 6.643 traverse, suddivise in 2.592 traverse in cap (1.594 per la fase 1 e 998 per la fase 2) e 4.051 traversoni in cap (1.335 per la fase 1 e 2.716 per la fase 2) che saranno rimosse nell'ambito delle lavorazioni.

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 perimetrate, 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 delle indagini condotte, è stata ipotizzata una distribuzione di conferimento dei rifiuti tra impianti di recupero, discariche per inerti e discariche non pericolose come impianti di destinazione finale.

Oltre a tali materiali, tra i materiali di risulta verranno prodotti anche i seguenti materiali di armamento che verranno gestiti come "materiali tolti d'opera" sulla base delle disposizioni di Ferrovie:

- rotaie;
- traverse e traversoni in legno;

Per quanto riguarda l'individuazione dei siti di approvvigionamento e smaltimento dei materiali, l'attività di ricerca è stata basata sulla pianificazione territoriale vigente, con particolare riferimento al "Piano Cave della provincia di Milano" (ex-L.R.L. 8 agosto 1998 n. 14) e della provincia di Pavia, oltre che su indagini condotte sul territorio.

Nel progetto sono stati individuati siti - presi in considerazione per vicinanza alle aree di progetto - sia di approvvigionamento sia di scarica ed impianto di recupero per rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi, per la gestione delle principali tipologie di rifiuto potenzialmente prodotte dalle lavorazioni.

### **5.3 FASI ESECUTIVE DELL'INTERVENTO**

Nel progetto definitivo è stata individuata una fasizzazione degli interventi previsti per ciascuno dei due lotti funzionali.

Nel primo – Milano Rogoredo-Pieve- sono previste 5 macrofasi realizzative.

1. Macrofase 1 (esercizio sulla linea esistente). Vengono realizzate tutte le lavorazioni possibili fuori opera, cioè: quadruplicamento ad ovest fra Milano Rogoredo e Locate Triulzi (con marciapiedi afferenti ai binari nuovi), quadruplicamento ad est fra Locate Triulzi e Pieve E. (binari III, IV e V ed apparecchi di binario a Pieve E. e marciapiedi afferenti ai binari nuovi), adeguamento marciapiedi Villamaggiore, predisposizione lato ovest per il PM di Turago.
2. Macrofase 2. Attivazione dell'esercizio sui binari nuovi costruiti in microfase precedente tramite la realizzazione di due flessi provvisori a Milano Rogoredo ( $V_t=150$  km/h) e Locate T. lato Pavia ( $V_t=155$  km/h) e la realizzazione dell'allaccio definitivo sulla linea esistente a Pieve E. lato Pavia. A seguire, gli interventi previsti in progetto sulla linea esistente fra Milano Rogoredo, adeguamento marciapiedi a Locate T., completamento stazione di Pieve E., interventi PM di Turago.
3. Macrofase 3. Attivazione dell'esercizio sui binari della linea esistente già oggetto di intervento nella microfase precedente previa demolizione dei flessi provvisori e ricucitura della linea a Milano Rogoredo ed a Locate T. lato Pavia. Completamento del PM di Turago e lavorazioni fuori opera a Certosa di Pavia (binario dispari di progetto).
4. Macrofase 4. Completamento quadruplicamento ad ovest lato Milano Rogoredo e nella tratta fra Locate e Pieve. Lavorazioni a Certosa di Pavia per mantenere l'esercizio sul binario pari esistente e per portare l'esercizio sul binario dispari di progetto.
5. Macrofase 5. Completamento interventi nelle fermate di Certosa di Pavia con esercizio sui binari pari e dispari di progetto di configurazione lotto funzionale 1 (che saranno rispettivamente i binari dispari della linea lenta e pari della linea veloce nella configurazione del lotto funzionale due).

Nel secondo lotto funzionale – Pieve-Pavia- sono previste altrettante macrofase realizzative (lo stato esistente di riferimento è la configurazione finale del lotto funzionale uno):

1. Macrofase 1 (esercizio sulla linea esistente fra Pieve E. e Pavia). Vengono realizzate tutte le lavorazioni possibili fuori opera di quadruplicamento ad est fra Pieve E. e Pavia.
2. Macrofase 2. Attivazione esercizio sul binario dispari linea veloce e binario pari linea lenta previo allaccio del binario dispari linea veloce a Pieve E., trasformazione della precedenza dispari del PM di Turago in binario dispari linea veloce, interventi nella radice nord di Pavia per portare l'esercizio dal binario nuovo dispari linea veloce sul binario II di stazione di Pavia (realizzazione nuovo tronco in Pavia con marciapiede laterale a servizio passeggeri).
3. Macrofase 3. Attivazione esercizio sulla linea nuova veloce (coppia ad est) previo allacci binario pari veloce fra Pieve e Villamaggiore, trasformazione del PM di Turago a piene linea, interventi di quadruplicamento a Certosa di Pavia ed allaccio binario pari veloce al binario esistente III di stazione di Pavia.
4. Macrofase 4 (esercizio sulla linea veloce, coppia ad est). Completamento stazione di Pieve E. in radice sud per allacci binari pari e dispari linea lenta, interventi in radice nord di Pavia per portare i binari pari e dispari esistenti (linea lenta) sui binari IV e V di stazione. Inserimento tronchino di sicurezza sul binario VI lato Genova.
5. Macrofase 5. Attivazione dell'esercizio anche sulla linea lenta (coppia ad ovest) e completamento interventi sui binari secondari dell'impianto di Pavia.

#### **5.4 PROGRAMMAZIONE DEI LAVORI**

Il programma dei lavori è stato impostato con riferimento ai due lotti funzionali – ciascuno con programmazione indipendente – nonché alla previsione della Committenza di affidare ad un unico appalto multidisciplinare (appalto integrato) tutte le opere di ciascun lotto.

Gli interventi di realizzazione del primo lotto prevedono una durata complessiva delle lavorazioni di circa **67 mesi** (dalla consegna delle prestazioni all'attivazione della linea secondo la configurazione finale di lotto che prevede il quadruplicamento da MI Rogoredo a Pieve Emanuele).

In particolare, le 5 Macrofasi costruttive prevedono le seguenti durate:

- ❖ - MacroFase 1: 21 mesi;
- ❖ - MacroFase 2: 13 mesi;
- ❖ - Macrofase 3: 6 mesi;
- ❖ - Macrofase 4: 6 mesi;
- ❖ - Macrofase 5: 2 mesi.

Gli interventi di realizzazione del secondo lotto funzionale prevedono una durata complessiva delle lavorazioni di circa **62 mesi** (dalla consegna delle prestazioni all'attivazione della linea secondo la configurazione finale che prevede il completamento del quadruplicamento da Pieve Emanuele a Pavia + PRG di Pavia).

In particolare, le 5 Macrofasi costruttive prevedono le seguenti durate:

- ❖ MacroFase 1: 30,5 mesi;
- ❖ MacroFase 2: 15 gg;
- ❖ Macrofase 3: 12 mesi;
- ❖ Macrofase 4: 1,5 mesi;
- ❖ Macrofase 5: 10 gg.

Le attività relative alle verifiche del soggetto tecnico, della CVT e dell'ANSF, non sono conteggiate nei tempi riportati sopra.

Il programma si basa sulle seguenti ipotesi:

- attività non interferenti con l'esercizio ferroviario previste con un turno giornaliero su 5 giorni alla settimana;
- attività interferenti con l'esercizio ferroviario previste in interruzione notturna (3h notturne 4gg/sett);
- previsione di una serie di interruzioni puntuali prolungate di 10/12h o 24/36h associate agli interventi di attivazione di tratti di linea maggiormente interferenti con l'esercizio.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE LINEA MILANO-GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO MILANO ROGOREDO - PAVIA</b>					
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	PROGETTO NM0Z	LOTTO 00 D 05	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD.00.00 001	REV A	FOGLIO 103 di 104

## **6 ESPROPRI E INDENNIZZI**

Sono parte integrante del progetto definitivo i piani particellari degli espropri, che rappresentano le aree da occupare ai fini della realizzazione dell'intervento previsto.

L'esame degli elaborati di progetto e la successiva verifica in sito hanno consentito di individuare i fabbricati che vengono direttamente impattati dall'opera, quindi da prevedere in demolizione.

Ad eccezione dei ruderi e dei fabbricati di tipo produttivo, i fabbricati di maggior rilievo sono di natura residenziale e sono ubicati nei comuni di Locate Triulzi, Giussago e Pavia.

Ne consegue che a seguito della loro demolizione un importante numero di nuclei familiari si troverà nelle condizioni di trovare una nuova soluzione abitativa sia che detengano la proprietà dell'immobile che vi abitino in regime di locazione.

In questi casi è basilare l'avvio della procedura con molto anticipo rispetto all'avvio dei lavori atteso che necessita considerare il tempo necessario per la conclusione del tavolo tecnico per il concordamento dell'indennità e quello da concedere agli occupanti, siano essi proprietari o locatari, per la ricerca di una nuova abitazione o di una nuova locazione. Il tempo stimato necessario è più dettagliatamente esposto al capitolo dedicato al cronoprogramma. In taluni casi già affrontati in passato è necessario anche il coinvolgimento delle amministrazioni comunali per agevolare la ricerca delle nuove abitazioni.

L'indennità di espropriazione/asservimento da corrispondere alle proprietà è stata determinata secondo il disposto del Testo Unico sulle Espropriazioni il D.P.R. 8 giugno 2001, n° 327 come modificato dal D.lgs 302/2002 ed in applicazione della Legge 244/2007 del 21 dicembre 2007 che, con l'art. 2 commi 89 e 90, ha modificato il comma 1 dell'art. 37 del DPR 327/2001 medesimo, nonché dalla Sentenza della Corte Costituzionale 7 giugno 2011, n. 181 che ha dichiarato la incostituzionalità dell'art.40 commi 2 e 3 del citato Testo Unico.

## **7 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.

In particolare sono stati forniti gli elementi conoscitivi sulle relazioni tra l'opera progettata e l'uso del territorio esistente ed approvato. L'analisi è stata incentrata sulla ricostruzione della legislazione e della attuazione seguita dalla Regione Lombardia e dagli altri Enti territoriali e locali, in tema di pianificazione e programmazione all'interno delle quali è inquadrabile l'opera in esame.

Il tema dei rapporti tra opera e disciplina di tutela è stato affrontato con riferimento a:

- Beni culturali
- Vincoli paesaggistici
- Vincoli idrogeologici
- Sistema delle aree protette

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.

Nel complesso delle misure di mitigazione che si prevede di attuare per prevenire e ridurre gli impatti ambientali significativi e negativi identificati nel progetto, si segnalano: gli interventi di ricomposizione percettiva del paesaggio attraverso l'impianto di opere a verde ed il controllo degli indicatori ambientali con il Progetto di Monitoraggio Ambientale.