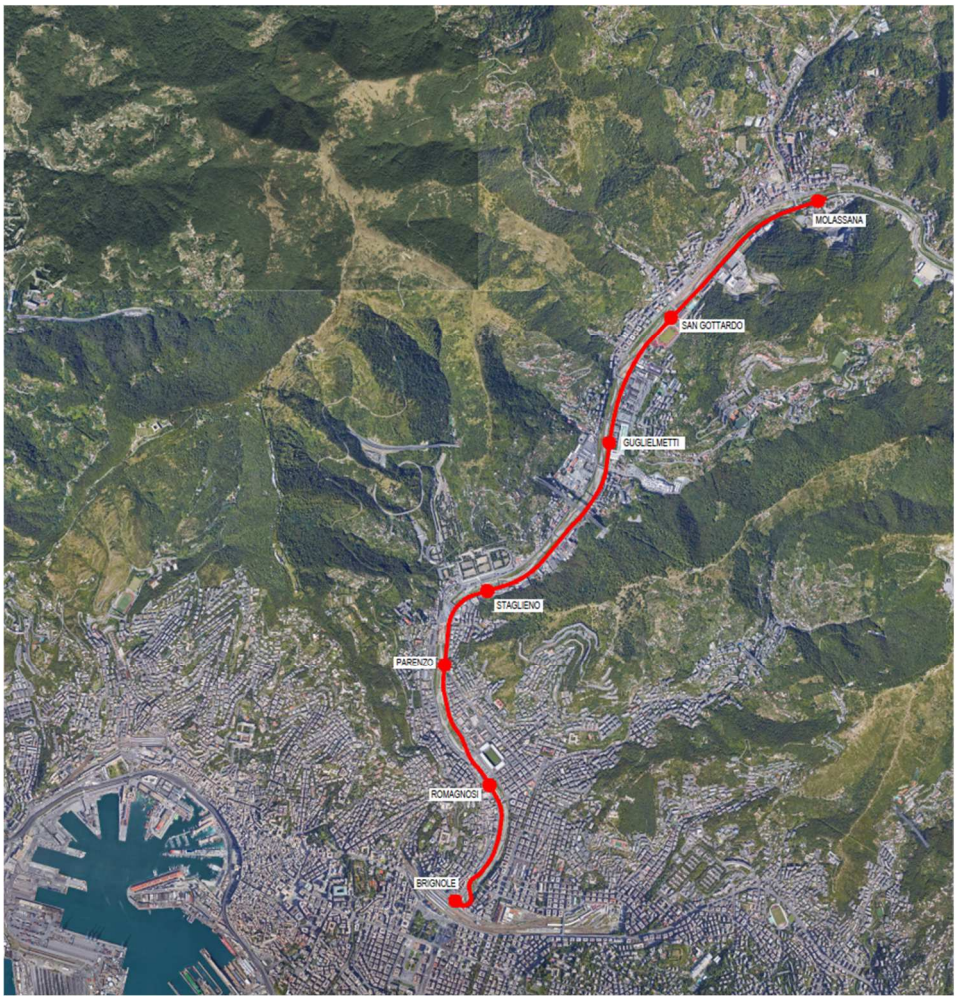
Comune di Genova

SKYMETRO

PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA IN VALBISAGNO

CUP B39J22001360001 CIG 9262977270

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA
(D.lgs. n. 36 / 2023)



ELABORATI DI CARATTERE GENERALE
RELAZIONE GENERALE

Commessa	Fase	Lotto	Disciplina	WBS	Tipo	Numero	Foglio	Rev.
MGE1	PR	LV	GEN	COM	R	003	00	C

SYSTRA SOTECNI SYSTRA SYSTRA SWS ITALFERR architecna LAND

Rev.	Descrizione	Nome		Data
A	Emissione	Redatto	Vari	10/10/2023
		Verificato	D. Canestrelli	18/10/2023
		Approvato	P. Marchetti	18/10/2023
		Autorizzato	P. Marchetti	19/10/2023
B	Aggiornamento	Redatto	Vari	25/10/2023
		Verificato	D. Canestrelli	25/10/2023
		Approvato	P. Marchetti	25/10/2023
		Autorizzato	P. Marchetti	25/10/2023
C	Aggiornamento	Redatto	Vari	27/11/2023
		Verificato	D. Canestrelli	27/11/2023
		Approvato	P. Marchetti	27/11/2023
		Autorizzato	P. Marchetti	27/11/2023
D		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		

INDICE

1.	**INQUADRAMENTO DELL'OPERA**	**8**
1.1	**INTRODUZIONE**	**8**
1.2	**DESCRIZIONE DEL PROGETTO**	**8**
1.3	**PRINCIPALI VINCOLI DI PROGETTO E PROGETTI INTERFERENTI**	**9**
1.3.1	IDRAULICA	9
1.3.2	VIABILITÀ	9
1.3.3	SOTTOSERVIZI	10
1.3.4	INTERFACCIA CON LA LINEA ESISTENTE E I PROLUNGAMENTI BRIN-CANEPARI E BRIGNOLE-MARTINEZ IN FASE DI REALIZZAZIONE	10
1.3.5	SCOLMATORE DEL TORRENTE BISAGNO	10
1.3.6	STADIO LUIGI FERRARIS	11
1.3.7	CASA CIRCONDARIALE DI MARASSI	11
1.3.8	IMPIANTO SPORTIVO DELLA SCIORBA	11
2.	**ALTERNATIVE PROGETTUALI**	**12**
2.1	**SOLUZIONE DI TRACCIATO**	**12**
2.2	**SCELTA SULLA TIPOLOGIA DI STAZIONE**	**13**
2.3	**SCELTA TRA SINGOLO E DOPPIO BINARIO**	**13**
3.	**STUDI E INDAGINI**	**13**
3.1	**ASPETTI ARCHEOLOGICI**	**13**
3.2	**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO**	**13**
3.3	**IDROLOGIA E IDRAULICA**	**15**
4.	**ESERCIZIO**	**15**
5.	**CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA**	**16**
5.1	**TRACCIATO**	**16**
5.2	**ARMAMENTO**	**17**
5.3	**PARCHEGGI DI SCAMBIO**	**18**
5.4	**ASPETTI AMBIENTALI**	**18**
5.4.1	STUDIO ACUSTICO	18
5.4.2	STUDIO DELLE VIBRAZIONI	19
5.4.3	PIANIFICAZIONE E VINCOLI	20
5.4.4	VINCOLI PAESAGGISTICI	21
5.4.5	LE AREE NATURALI PROTETTE E LA RETE NATURA 2000	24
5.4.6	BENI CULTURALI	25
5.4.7	GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA E ASPETTI AMBIENTALI DELLA CANTIERIZZAZIONE	27

6.	**OPERE DI LINEA**	**28**
6.1	**PILE E IMPALCATO**	**28**
6.2	**PONTE DI BRIGNOLE**	**33**
7.	**STAZIONI**	**35**
7.1	**FUNZIONALE**	**35**
7.2	**STRUTTURE**	**36**
8.	**INSERIMENTO URBANISTICO E PAESAGGISTICO**	**37**
9.	**LINEE GUIDA ANTINCENDIO**	**38**
10.	**IMPIANTI CIVILI**	**38**
10.1	**IMPIANTI ELETTRICI**	**38**
10.2	**IMPIANTO FOTOVOLTAICO**	**40**
10.3	**IMPIANTI MECCANICI**	**40**
11.	**IMPIANTI DI SISTEMA**	**41**
11.1	**ALIMENTAZIONE E TRAZIONE ELETTRICA**	**41**
11.2	**LINEA DI CONTATTO**	**42**
11.3	**IMPIANTI DI SEGNALAMENTO**	**42**
11.4	**IMPIANTI DI AUTOMAZIONE TELECOMANDO E TELECONTROLLO**	**42**
11.5	**IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONI**	**42**
12.	**SOTTOSERVIZI**	**43**
13.	**CANTIERIZZAZIONE E VIABILITÀ**	**44**
13.1	**AREE DI CANTIERE PER OPERE DI LINEA E PUNTUALI**	**45**
13.2	**PRINCIPALI FASI COSTRUTTIVE**	**46**
13.2.1	FASE 1: SPOSTAMENTO SOTTOSERVIZI	46
13.2.2	FASE 2: REALIZZAZIONE PILE	47
13.2.3	FASE 3: POSA IMPALCATO	47
13.2.4	FASE 4: ARMAMENTO, IMPIANTI, FINITURE, STAZIONI	47
13.2.5	NUOVO PONTE SUL BISAGNO	47
13.2.6	REALIZZAZIONE LOCALI TECNICI	48
14.	**PRIME INDICAZIONI PER LA SICUREZZA**	**48**
15.	**ESPROPRI**	**49**
16.	**CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI**	**49**

17. QUADRO ECONOMICO 50

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Beni Culturali Vincoli architettonici puntuali individuati da Ministero per i Beni e le Attività Culturali – Regione Liguria 26
Figura 2. Sezione trasversale impalcato 28
Figura 3. Pila lungo linea 29
Figura 4. Fondazione pila lungo linea 30
Figura 5. Pila zona Marassi 31
Figura 6. Pila zona sottopasso Garrassini 32
Figura 7. Sottostruttura a telaio 33
Figura 8. Struttura di sostegno della curva in uscita da Brignole 34
Figura 9. Ponte di Brignole – Planimetria 34
Figura 10. Ponte di Brignole - Prospetto 35
Figura 11. Sezione trasversale di stazione 36
Figura 12. Aree Macrocantieri di linea 46
Figura 13. Quadro economico 51

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Dati principali della linea 16

1. INQUADRAMENTO DELL'OPERA

1.1 Introduzione

L'opera in progetto costituisce il prolungamento dell'esistente linea metropolitana di Genova verso la Val Bisagno, diramandosi dalla stazione di Brignole.

Con determinazione dirigenziale della Direzione Mobilità e Trasporti n. 2022-125.0.1.-11 adottata ed esecutiva in data 4 agosto 2022, l'Amministrazione Comunale ha stabilito di procedere, mediante esperimento di procedura aperta secondo il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa al miglior rapporto qualità/prezzo ai sensi dell'art. 95 del D.lgs. n. 50/2016 (di seguito "Codice"), al conferimento in appalto dei servizi di Integrazione del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica, Progettazione Definitiva, compreso il Coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, per la realizzazione dell'opera "Skymetro – Prolungamento della linea metropolitana in Val Bisagno".

In base alle risultanze della gara predetta è stato individuato quale migliore offerente il R.T.P. SYSTRA-SOTECNI S.p.A., ITALFERR S.p.A., SWS Engineering S.p.A., Architecna Engineering s.r.l., SYSTRA SA, LAND Italia S.r.l..

L'opera è oggetto di finanziamento da parte del Ministero delle Infrastrutture e delle Mobilità Sostenibili (MIMS), sulla base di quanto presentato dalla Stazione Appaltante nel Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica posto tra i documenti a base gara e di cui, a questo RTP, è richiesto il completamento.

A partire dalla data di stipula del contratto (13/04/2023) e di avvio delle attività, il RTP ha sviluppato il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica a partire dalla soluzione posta a base gara, proponendo delle soluzioni progettuali di concerto con la Stazione Appaltante, ratificate con una consegna intermedia il 19/05/2023.

Tale versione progettuale raccoglieva le modifiche al progetto a base gara, derivanti dalle interlocuzioni avute con i vari Enti interessati (Regione, uffici tecnici comunali, ecc.), ed i criteri di progettazione definiti sempre insieme alla Stazione Appaltante e all'esercente AMT. La consegna di tale PFTE è avvenuta nei termini contrattuali il 12/06/2023.

A seguito di tale consegna sono intervenute nuove interlocuzioni con la Stazione Appaltante, proseguite nei mesi tra giugno e settembre, che hanno portato a modifiche progettuali sostanziali e a revisioni corpose di diverse parti d'opera. In particolare, sono stati richiesti una revisione su numero, ubicazione e funzionale delle stazioni, sulla configurazione dei parcheggi e la configurazione del viadotto, che è stato ripensato in acciaio e a doppio binario su tutta la linea. Questi cambiamenti hanno avuto forti ripercussioni anche sulla cantierizzazione. In ultimo è stato richiesto di seguire l'iter e la progettazione secondo il nuovo codice appalti relativo al D.lgs. n.36/2023. La presente versione del Progetto di fattibilità Tecnica ed Economica recepisce tali modifiche e revisioni.

1.2 Descrizione del progetto

La tratta in progetto costituisce il prolungamento della linea metropolitana di Genova esistente. La nuova tratta, interamente in viadotto, comprende sei nuove stazioni ed è lunga circa 6,9 km.

La diramazione dall'esistente avviene ad est della stazione di Brignole, all'inizio dell'attuale tronchino di inversione dei treni. Qui si inseriscono due nuovi deviatoi di diramazione dalla linea esistente, che è previsto proseguirà verso la stazione di Martinez attualmente in corso di realizzazione. La linea si sviluppa, quindi, lungo la Val Bisagno portandosi per un brevissimo tratto in sponda sinistra per passare poi con un'opera di scavalco del Torrente alla sponda destra. Da qui proseguirà fino alla stazione Romagnosi, subito a nord della quale il tracciato si porta di nuovo in sponda sinistra, attraversando il Torrente in corrispondenza della copertura esistente in corrispondenza dello stadio L. Ferraris, sfruttando l'ingombro delle strutture esistenti. Da qui in poi la linea si tiene in sponda sinistra dove è prevista l'ubicazione delle stazioni Parenzo, Staglieno, Guglielmetti, San Gottardo e Molassana.

Le stazioni hanno una distanza media di circa 1,15 km e al termine della linea è previsto un tronchino di circa 200 m necessario principalmente per il ricovero dei treni nelle ore di morbida e durante la notte.

In corrispondenza della stazione Molassana è previsto un polo intermodale, con parcheggi per auto private e stalli per l'attestazione di linee bus urbane ed extraurbane.

1.3 Principali vincoli di progetto e progetti interferenti

Il progetto ha una serie di vincoli che ne caratterizzano significativamente l'andamento della linea e la geometria delle opere. Ci sono poi diversi progetti in essere nella zona che hanno determinato alcune scelte. Questi due elementi hanno determinato la definizione finale dell'infrastruttura, nonché alcune divergenze rispetto al PFTE posto a base gara, che teneva in conto solo parte di essi.

1.3.1 Idraulica

Il vincolo maggiore, vista l'area in esame è ovviamente quello idraulico legato principalmente al Torrente Bisagno, ma anche al reticolo secondario degli affluenti. Questo ha definito l'andamento del tracciato, nonché l'impronta a terra delle opere e la relativa quota e la disposizione delle stazioni e dei locali tecnici. Questi presentano, infatti, una quota di accesso sempre rialzata dal piano strada, proprio al fine di garantire la sicurezza dell'infrastruttura, nonché a proteggere le apparecchiature ad essa legate.

Inoltre gli attraversamenti del Bisagno, che sono presenti a Brignole e Marassi hanno una geometria e uno schema strutturale fortemente condizionata dai vincoli di inedificabilità in alveo e dei franchi idraulici rispetto alle piene di riferimento.

1.3.2 Viabilità

Altra importante interferenza di cui si è tenuto conto è la viabilità sottostante l'infrastruttura. La linea corre sempre in viadotto, impattando a terra quasi esclusivamente con l'ingombro delle pile. Questo perché si è cercato di mantenere la viabilità il più possibile inalterata rispetto all'esistente, garantendo sempre le larghezze minime necessarie anche per il transito dei mezzi pubblici e/o pesanti.

Dal punto di vista del trasporto pubblico nella tratta iniziale in sponda destra del Bisagno, si è tenuto conto anche della presenza del progetto dell'asse di forza, che sarà realizzato a breve, mantenendo le corsie preferenziali laddove previsto.

1.3.3 Sottoservizi

Dal punto di vista delle preesistenze, si è riscontrata la presenza di diversi sottoservizi, ma in particolare quella significativa di due linee Terna, una aerea che va da via Moresco fino a poco prima della stazione Parenzo e una interrata che da Marassi prosegue lungo argine in sponda sinistra fino a poco prima della stazione Molassana.

1.3.4 Interfaccia con la linea esistente e i prolungamenti Brin-Canepari e Brignole-Martinez in fase di realizzazione

Il progetto Skymetro costituisce un prolungamento della linea metropolitana esistente. Pertanto ne eredita caratteristiche geometriche e impiantistiche, legate anche ai rotabili in esercizio e in previsione di acquisto da parte dell'esercente AMT, che condizionano l'architettura dei principali componenti (ad esempio larghezza della sede, geometria delle banchine, impianti di sistema, ecc.).

Il progetto deve considerare le interfacce con la linea metropolitana esistente anche per la definizione delle sottostazioni elettriche e dei sistemi di telecomunicazione, con ripercussioni anche sull'esistente Posto Centrale di Controllo della linea.

Inoltre, sono già in fase di realizzazione i nuovi prolungamenti della linea per le tratte Brin-Canepari e Brignole-Martinez, con effetti sui parametri di esercizio dello Skymetro.

La tratta verso Martinez sarà particolarmente interessata dal nuovo prolungamento, in quanto entrambi si distaccano dalla stazione di Brignole. Pertanto, il progetto Skymetro dovrà tener conto anche delle modifiche di tracciato previste nel progetto di Martinez, con cui dovrà rimanere comunque compatibile anche in termini di sicurezza dell'esercizio.

1.3.5 Scolmatore del Torrente Bisagno

Al fine di mettere in sicurezza la tratta finale del Bisagno, è attualmente in corso di realizzazione lo scolmatore, che raccoglie le acque a monte della tratta più residenziale per portarle direttamente al mare, tramite una galleria dedicata.

L'opera di presa di tale scolmatore verrà realizzata subito a nord della stazione San Gottardo e del Ponte Ugo Gallo. Nel tratto in esame l'opera prevede opere di sostegno lungo l'argine in sponda sinistra, che richiedono la realizzazione di tiranti attivi definitivi, che si sviluppano trasversalmente rispetto al Torrente per una lunghezza di circa 25 m e passo di 1,8 m. Il tratto interessato da questi tiranti ha uno sviluppo di circa 155 m.

Dall'opera di presa, appena a sud della fascia di tiranti, si stacca la galleria che convoglia le acque verso il mare, che presenta un diametro di circa 15 m. Pertanto per uno sviluppo totale di circa 170 m la nuova infrastruttura risulta interferente con le opere dello scolmatore. Questo ha portato all'ipotesi di realizzare delle strutture ad hoc per questa tratta, in particolare per quanto riguarda le opere di fondazione, che sono state studiate appositamente, per rendere le fondazioni profonde compatibili con gli elementi costruttivi delle opere dello scolmatore.

Inoltre, il progetto prevede, in corrispondenza del parcheggio di scambio di Molassana, un accumulo temporaneo del materiale scavato tramite TBM per la realizzazione della galleria. Tale materiale sarà pertanto presente per tutto il tempo di realizzazione dello scolmatore, per essere rimosso da quell'area solamente a conclusione dei lavori. Questo implica l'indisponibilità dell'area in esame per buona parte

del periodo di esecuzione dei lavori relativi allo Skymetro e quindi l'impossibilità di realizzare fin da subito il parcheggio di scambio, né tantomeno di installarvi un campo base per il cantiere.

Dal punto di vista progettuale, la realizzazione dello scolmatore ha ripercussioni sostanziali in particolare sulle fasce di inondabilità della Val Bisagno e sui tiranti idrici. Il completamento e la messa in funzione di tale opera risultano essenziali per la realizzazione e l'esercizio dello Skymetro.

1.3.6 Stadio Luigi Ferraris

A nord della stazione Romagnosi la linea si trova a transitare di fronte allo stadio L. Ferraris, sulla sponda opposta rispetto al Torrente Bisagno. La linea, in corrispondenza della copertura esistente del Torrente, su cui attualmente sorge un parcheggio per auto, si trova a dover attraversare l'alveo per portarsi in sponda sinistra, sfruttando le strutture esistenti della copertura.

L'area antistante lo stadio, in occasione di eventi, ha anche la funzione di esodo dall'impianto. Per avere un'estensione adeguata alla capienza dello stadio, in queste occasioni il parcheggio antistante viene liberato e vengono chiuse le cancellate presenti sul perimetro dell'area. È stato pertanto definita la richiesta di non invadere l'area posta all'interno delle cancellate con le strutture del viadotto, per evitare di inserire ostacoli ai flussi pedonali durante l'esodo. Tuttavia, vista la conformazione dell'argine in questo tratto e la vicinanza all'edificio scolastico ubicato sulla sponda destra a relativamente poca distanza dall'alveo, si è reso necessario risolvere l'attraversamento del tratto mediante l'inserimento di sei portali al posto delle pile tipologiche, con la conseguente necessità di avere sei colonne di tali portali all'interno dell'area delimitata dalla cancellata.

1.3.7 Casa Circondariale di Marassi

Subito a nord dello stadio L. Ferraris, in corrispondenza di Piazzale Marassi, è presente la Casa Circondariale, che richiede alcune misure di sicurezza di cui tener conto. In primis l'infrastruttura deve mantenere una distanza di sicurezza dal confine dell'edificio e non è possibile prevedere stazioni in prossimità di esso.

Dopodiché nelle interlocuzioni avute con i dirigenti e il Prefetto, è stato richiesto di inserire schermi di chiusura dell'impalcato nella tratta che transita in prossimità della Casa Circondariale per impedire anche il lancio di oggetti all'interno. Pertanto sul viadotto, lateralmente al camminamento pedonale lato est per uno sviluppo di circa 370 m a monte della stazione Romagnosi, è stato previsto un grigliato in acciaio, che impedisca il possibile lancio di oggetti e diminuisca la visibilità al di fuori dell'infrastruttura.

1.3.8 Impianto sportivo della Sciorba

È in corso un progetto di risistemazione dell'impianto sportivo Sciorba, che prevede una modifica degli edifici posti a nord del campo da gioco, una demolizione e ricostruzione dell'attuale tribuna posta sul lato ovest e la realizzazione di un nuovo palazzetto dello sport subito a sud.

Pertanto, si è avuta un'interfaccia con i progettisti dell'impianto per poter individuare la miglior posizione della stazione San Gottardo, posta proprio in corrispondenza dell'impianto sportivo, e dei relativi locali tecnici.

L'interferenza maggiore è relativa proprio all'ubicazione dei locali tecnici. Nelle interlocuzioni avute con i progettisti dell'impianto si è concordato di inserirli nella nuova struttura che dovrebbe andar a

sostituire la tribuna ovest dello stadio. Nell'ambito del progetto di risistemazione della Sciorba questa dovrebbe venir demolita, per poi essere sostituita con nuove strutture dedicate a spogliatoi. La parte più a nord delle nuove strutture verrebbe riservata ai locali tecnici della metropolitana, mantenendo la demolizione della tribuna a carico del progetto dell'impianto sportivo.

La nuova struttura è previsto che contenga, ad un piano interrato, anche un percorso carrabile che colleghi i due parcheggi posti alle estremità dell'impianto sportivo. Questo ha comportato la previsione di un piano -1, alla quota prevista dal progetto della Sciorba, che consenta il passaggio per le auto richiesto.

2. ALTERNATIVE PROGETTUALI

A partire dal progetto posto a base gara e dalle proposte già presentate dal RTP in fase di offerta, sono state analizzate alternative relative alle stazioni e alle conseguenti ipotesi di tracciato e relative ad alcune specifiche situazioni locali.

2.1 Soluzione di tracciato

Riguardo al tracciato sono state approfondite le soluzioni in corrispondenza della diramazione da Brignole, in particolare per trovare una soluzione che, come richiesto dalla norma, non preveda l'introduzione di pile in alveo come era, invece, ipotizzato nel progetto a base gara.

La soluzione sviluppata dal RTP è stata dettata dai seguenti criteri:

- requisito progettuale posto dalla Committenza di sviluppare il ramo Brignole-Molassana come prolungamento della linea esistente Brin-Brignole senza rottura di carico e in diramazione dalla stazione Brignole;
- necessità di preservare quanto più possibile il filare di platani lungo Corso Galileo Galilei, che caratterizzano il Lungobisagno fino allo stadio L. Ferraris;
- ricerca del corridoio più idoneo per il passaggio in soprelevata, minimizzando l'impatto sui fabbricati;
- necessità di preservare il sito storico di Ponte S. Agata;
- mantenimento, quantomeno in fase definitiva, della rampa di collegamento per i Vigili del Fuoco posta al termine di Corso G. Galilei per l'accesso al fascio binari ferroviario;
- necessità di prevedere un franco stradale minimo per garantire la viabilità sottostante il viadotto.

Questi criteri hanno condotto ad una soluzione con tracciato che si muove in sponda sinistra in uscita dall'esistente ponte ferroviario della stazione di Brignole per poi passare attraverso una curva raggio 50 m ed uno scavalco di circa 100 m sul Bisagno in sponda destra, dove si ha a disposizione un corridoio libero da alberature e più idoneo alla presenza dell'infrastruttura per distanza dal fronte fabbricati e loro destinazione d'uso non residenziale.

2.2 Scelta sulla tipologia di stazione

Dopo una prima fase di analisi delle alternative possibili sull'ubicazione e la conseguente configurazione delle stazioni, la Committenza ha optato per una tipologia di stazione a banchina centrale disposta lungo l'argine del Bisagno con accesso diretto dal marciapiede lato fiume per favorire l'accessibilità da entrambi i lati del Torrente.

2.3 Scelta tra singolo e doppio binario

Nello studio preliminare della linea fornito dalla Committenza si prevedeva la presenza di tratti a singolo e doppio binario, con tratti a doppio binario previsti solamente in corrispondenza delle stazioni. Durante lo sviluppo dell'integrazione del PFTE si è rilevato che questa configurazione della linea non permetteva di rispettare i requisiti di prestazione, soprattutto in termini di frequenza.

Si è pertanto reso necessario l'inserimento di ulteriori tratti di linea a doppio binario, anche tra le stazioni, arrivando ad una configurazione che prevedeva circa metà dell'intero tracciato a doppio binario. Si è pertanto studiato l'impatto economico di un'estensione complessiva della linea a doppio binario. Il risultato ha mostrato che l'incremento di costi era relativamente limitato rispetto ai vantaggi di esercizio e sicurezza. Sulla base di tale risultato la Committenza ha confermato di voler adottare una soluzione a doppio binario sull'intera tratta.

3. STUDI E INDAGINI

3.1 Aspetti archeologici

In relazione al progetto in questione, è stato redatto lo Studio Archeologico, in materia di "verifica preventiva dell'interesse archeologico", attenendosi anche a quanto previsto dalle relative Linee Guida, ex DMPM del 14.02.22. Il suddetto Studio contiene gli esiti dei dati bibliografici, derivanti dall'analisi della cartografia storica, l'esito delle ricognizioni volte all'osservazione dei terreni (attività di *survey*) e gli esiti della lettura della geomorfologia del territorio, nonché della aerofoto-interpretazione. La valutazione del rischio archeologico potenziale delle opere civili in progettazione ha tenuto conto delle presenze archeologiche comprese in una fascia a cavallo delle aree interessate dalle opere in progetto e della loro potenzialità di rischio, in base alla fonte di informazione pertinente al record archeologico. Inoltre, nell'ambito della suddetta valutazione sono state considerate la tipologia delle opere in progetto, con particolare riferimento alla l'entità delle testimonianze antiche, alla distanza di queste ultime rispetto alle opere civili, nonché al grado di attendibilità connesso alla ubicazione delle testimonianze archeologiche. Per l'analisi di dettaglio si rimanda agli elaborati specialistici.

3.2 Inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico

I lineamenti geologici/geomorfologici della valle in esame evidenziano che, dopo un primo andamento all'incirca Nord-Sud, all'altezza del Cimitero di Staglieno l'asse vallivo piega progressivamente verso Est e dopo Molassana assume definitivamente una direzione Est/Ovest fino a Bargagli.

Il confronto tra la cartografia attuale e quella storica (1851), per cui si rimanda agli elaborati di riferimento per approfondimenti, mostra lo sviluppo del tessuto insediativo nella valle e, con

riferimento proprio al fondovalle, permette di individuare le modifiche di percorso subite dal corso d'acqua, i tratti rettificati e/o arginati e la parziale occupazione dell'alveo da parte proprio del tessuto urbanizzato, con formazione di rilevati e riempimenti per ricavare, tra l'altro, il sedime della viabilità lungo le sponde. Viabilità che risulta più antica, stretta e ridossata agli abitati quella in sponda destra, più recente e ampia quella in sponda sinistra, soprattutto nel tratto di media valle.

Per il dettaglio dei terreni e delle litologie interessate dall'opera proposta si rimanda al quadro geologico generale dei luoghi della Relazione Geologica (MGE1PRLVGEOCOMR001-00) in cui è prodotto uno stralcio della Carta Geologica d'Italia, Foglio 213-230 Genova ed uno stralcio della Carta Geologica del Piano Urbanistico Comunale del Comune di Genova, in cui, oltre all'indicazione delle formazioni geologiche presenti a substrato (*Argille di Montoggio, Formazione dei calcari di Monte Antola e Argille di Ortovero*), sono riportati i vari depositi alluvionali quaternari, i principali corpi detritici ed i riporti antropici di particolare estensione e rilevanza.

Le valutazioni in merito alle caratteristiche idrogeologiche dei terreni presenti nell'area del bacino del Torrente Bisagno sono generali e indicative poiché dedotte dall'esame della permeabilità relativa delle diverse litologie descritte, come illustrato sulla Tavola MGE1PFLVGEOCOMT003-00, carta idrogeologica, estratta dal vigente PUC del Comune di Genova. Per quanto riguarda le formazioni rocciose del substrato si distinguono:

- i calcari, permeabili per fratturazione e fessurazione e localmente per carsismo;
- le argilliti, da semipermeabili a impermeabili se in condizioni d'integrità, possono ammettere circolazione idrica al loro interno in associazione ai sistemi di fratturazione;
- le argille marnose plioceniche, dotate di scarsa o nulla permeabilità per porosità, ammettono debole circolazione idrica in corrispondenza dei livelli sabbiosi intercalati.

Per quanto riguarda invece la normativa regionale e gli strumenti di pianificazione territoriale attinenti alle tematiche geologiche l.s., sono stati presi in considerazione:

- il Piano di Bacino stralcio per l'assetto idrogeologico del Torrente Bisagno, approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 62 del 04/12/2001, comprese le successive modifiche fino all'attuale vigenza. Il riferimento è solo alla suscettività al dissesto delle aree interessate, mentre per le tematiche idrauliche si rimanda al contributo specialistico di settore;
- P.U.C. del Comune di Genova, approvato con D.D. n. 2015/118.0.0/18 ed entrato in vigore in data 03/12/15, con recepimento della Pianificazione di Bacino fino al 31/12/19. Tale Piano è stato preso come riferimento per gli aspetti relativi a: microzonazione sismica di primo livello, zonizzazione e suscettività d'uso, norme geologiche di attuazione e cartografia di base geologica e geomorfologica;
- D.G.R. Regione Liguria 216/2017 Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria;
- D.G.R. n. 507 del 21/06/19 adozione nuovo reticolo idrografico regionale.

Si precisa, inoltre, che:

- la zona esaminata non è sottoposta a vincolo idrogeologico, come sancito dall'art. 5 ter delle Norme di Attuazione del Piano di Bacino stralcio del T. Bisagno, per il quale il vincolo è

applicato, ai sensi dell'art. 34 della l.r. 4/1999 e s.m.i., sulle aree mappate in colore verde della "Carta dei principali vincoli territoriali";

- il tracciato interferisce con i tratti tombinati di numerosi corsi d'acqua affluenti del T. Bisagno e appartenenti al reticolo idrografico regionale adottato con D.G.R. n. 507 del 21.06.2019. Sono altresì intersecati i tombini di altri rivi, che sfociano nel T. Bisagno e che, pur non inseriti nel reticolo regionale, appartengono comunque al reticolo minuto. Il riferimento normativo per risolvere le criticità poste dalle intersezioni è il Regolamento Regionale n. 3/2011, come modificato dal R.R. 1/2016.

Sulla base dello studio svolto e commentato nella presente relazione, ai sensi del D.M. 17.01.18 e in osservanza alle prescrizioni delle Norme Geologiche di Attuazione del P.U.C. del Comune di Genova, relativamente alla fase di accertamento di fattibilità dell'infrastruttura in progetto, si ritiene che l'intervento proposto sia compatibile con i lineamenti geologici e geomorfologici del territorio interessato

3.3 Idrologia e idraulica

Nell'ambito della relazione idrologica (Elaborato MGE1PRLVIDRCOMR001-00), a partire dalla caratterizzazione dei bacini secondo quanto indicato dal Piano di Bacino, vengono quindi valutati gli aspetti idrologici, approfondendo il contesto nel quale si colloca il nuovo prolungamento della linea metropolitana, individuando e caratterizzando i principali elementi di vincolo ed i futuri elementi di maggior rilievo da sviluppare o tenere in maggior considerazione nelle successive fasi progettuali.

Nell'ambito poi della relazione idraulica (Elaborato MGE1PRLVIDRCOMR002-00), dopo aver presentato la normativa regionale relativa alla movimentazione di terreno e scavi, vengono analizzati gli strumenti di pianificazione del settore inquadrati nell'ambito del piano di Bacino del T. Bisagno e gli interventi in corso di realizzazione nell'area di studi, quali lo scolmatore del Bisagno e quello del Rovare e del Noce. Segue un approfondimento delle interferenze dell'infrastruttura, viadotto e stazioni, con i corsi d'acqua e le zone di allagamento; ed infine una trattazione sulle tipologie di drenaggio per l'evacuazione delle acque meteoriche del viadotto e delle stazioni.

4. ESERCIZIO

Come richiesto dalla Stazione Appaltante, è stata modificata la configurazione della linea rispetto al progetto a base gara, portandola tutta a doppio binario. Questo comporta sicuramente maggior flessibilità nell'esercizio della linea e maggiore facilità nel garantire l'intervallo di cinque minuti tra i treni, come da richiesta del Capitolato. Tali indicazioni derivano dallo studio dei tempi di percorrenza e dell'orario grafico riportati in dettaglio nella relazione specialistica.

I tempi di sosta nelle stazioni sono stati fissati secondo la sosta standard di 20 secondi per stazione.

Lo studio di esercizio svolto riguarda ovviamente la sola tratta Brignole-Molassana, ma andrà poi reso coerente e compatibile con l'esercizio dell'intera linea, tenendo conto della presenza della futura diramazione a Martinez, attualmente in fase di realizzazione.

In avanstazione del capolinea Molassana sono state previste due comunicazioni semplici che permettono di effettuare l'inversione dei treni. Al fine di limitare la lunghezza totale del viadotto, il

retrostazione è stato considerato principalmente per la sosta dei treni in ore di morbida e la notte. Una comunicazione semplice è stata prevista anche a valle della stazione Staglieno, al fine di avere una maggiore flessibilità di esercizio e far fronte a qualsiasi inconveniente possa avvenire al capolinea.

Il modello di esercizio, sviluppato con riferimento ad un anno "tipo" e previsto in funzione della domanda stimata, si basa, riguardo alle diverse tipologie di giornata, su quanto già attualmente programmato per la linea metropolitana di Genova:

- feriale;
- sabato;
- festivo.

5. CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

5.1 Tracciato

La linea ha una lunghezza totale di 6+920 m e si sviluppa a partire dal retrostazione Brignole, dove verranno inseriti due deviatoi R50 tangente 0,12, che si staccano dalla linea esistente e in deviata conducono in direzione nord verso la Val Bisagno.

La linea si porta per un brevissimo tratto in sponda sinistra con una curva planimetrica di raggio 50, m sul binario interno, per poi raccordarsi con un'opera di scavalco del Torrente Bisagno e passare alla sponda destra. Da qui si ha una curva planimetrica dello stesso raggio della precedente, tramite la quale il tracciato si porta lungo argine. La linea prosegue poi in questa configurazione fino alla successiva stazione Romagnosi.

Subito a nord della stazione il tracciato si porta di nuovo in sponda sinistra, attraversando di nuovo il Bisagno in corrispondenza della copertura esistente in corrispondenza dello stadio L. Ferraris, sfruttando l'ingombro delle strutture già realizzate. Da qui in poi la linea si tiene in sponda sinistra dove è prevista l'ubicazione delle stazioni Parenzo, Staglieno, Guglielmetti, San Gottardo e Molassana.

In corrispondenza delle stazioni sono presenti degli allargamenti per poter accogliere la banchina centrale delle stazioni. Questo comporta dei flessi in entrata/uscita da ogni stazione. In questi tratti, al fine di limitare lo sviluppo in lunghezza di queste zone di transizione, sono stati imposti dei limiti di velocità per avere sviluppi minori dei vari elementi di tracciato.

Le caratteristiche principali del tracciato sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 1.Dati principali della linea

CARATTERISTICHE	DATI
Lunghezza	6+920 m
Scartamento	1435 mm
Larghezza massima sagoma treno	2,2 m
Interasse tratti doppio binario rettilinei	3,04 m

Velocità massima	75 km/h
Velocità minima adottata in linea	20 km/h
Massimo valore di accelerazione non compensata	0,90 m/s^2
Massimo valore contraccolpo	0,40 m/s^3
Minimo raggio planimetrico ammissibile	50 m
Minimo raggio planimetrico adottato	50 m
Raccordi planimetrici a curvatura variabile	Clotoidi
Soprelevazione massima ammissibile	160 mm
Soprelevazione massima adottata	125 mm
Massima pendenza adottata	3,36 %
Massima pendenza longitudinale ammissibile in fermata	0,2%
Massima pendenza longitudinale adottata in fermata	0,2%
Raccordi altimetrici minimi da normativa	500 m
Raccordi altimetrici minimi dei rotabili	800 m
Raccordi altimetrici minimi di progetto	800 m

Le verifiche e il dettaglio del tracciato sono riportati negli elaborati specialistici, dove sono indicate anche e sezioni funzionali tipologiche della linea.

5.2 Armamento

La sede adottata è costituita dal viadotto con impalcato in acciaio con sezione a "U" a via inferiore, costituito da due travi laterali e traversi con soletta in calcestruzzo di collegamento a sostegno dei binari. La struttura a "U" integra tutti i componenti del sistema e quindi anche l'armamento.

L'armamento prevede rotaie 50 E5 (50 UNI) in analogia a quanto già presente lungo la linea esistente come richiesto anche dall'esercente. Le rotaie sono ancorate a travette continue in c.a. con il sistema di attacco tipo "Milano modificato", già utilizzato lungo la linea metropolitana di Genova.

All'interno della sezione, lateralmente ai treni, sono posizionati i camminamenti di emergenza, costituiti dalla flangia superiore delle travi portanti estradossate. Al di sotto delle canalette sono posizionate le passerelle portacavi e i pannelli fonoassorbenti per l'attenuazione acustica.

La sede in calcestruzzo risulta avere una pendenza trasversale per permettere il corretto deflusso dell'acqua verso il centro dei due binari dove viene raccolta per essere portata, a fine impalcato, al discendente inserito all'interno della pila sottostante. Longitudinalmente bisognerà sempre garantire un'adeguata pendenza, che permetta il deflusso minimo dell'acqua verso l'estremità dell'impalcato, anche laddove il profilo altimetrico del tracciato non la preveda, utilizzando in caso delle piccole ricariche di livellamento.

Per la diramazione in retrostazione Brignole si renderà necessario eliminare la comunicazione a croce e i due tronchini di ricovero adiacenti alla stazione, per poter inserire i due nuovi deviatoi S50 R50 T0.166, tramite i quali si effettuerà l'incrocio a raso tra i prolungamenti di Martinez e di Skymetro.

Per le comunicazioni lungo linea di Staglieno e Molassana, invece, sono stati ipotizzati dei deviatoi S50 R102 T0.15, già previsti lungo il resto della linea.

5.3 Parcheggi di scambio

Sulla base delle indicazioni del progetto a base gara è stato progettato il parcheggio di scambio a Molassana, capolinea nord della tratta, dove è stato previsto anche un polo intermodale che permette lo scambio con bus, principalmente extraurbani, provenienti da monte. Il parcheggio di scambio di Gavette, anch'esso previsto nel progetto a base gara, è stato inizialmente progettato, ma poi stralciato, come da indicazione della Stazione Appaltante, per indisponibilità delle aree.

Il parcheggio di Molassana contiene circa 180 posti auto e, al fine di ottimizzare la resa energetica dell'infrastruttura, prevede l'utilizzo di pensiline coperte con pannelli fotovoltaici.

Il nodo dei bus è stato, invece, dimensionato in base alle esigenze dell'esercente. Al suo interno è stato previsto anche un locale autisti, per permettere un riparo e i servizi minimi a chi è impegnato in tratte extraurbane a lunga sosta.

All'interno dell'area del nodo di scambio è stata poi ricavata anche l'ubicazione dei locali tecnici e della sottostazione a servizio della stazione di Molassana.

5.4 Aspetti ambientali

5.4.1 Studio acustico

Lo studio dell'impatto acustico del progetto di estensione della linea metropolitana di Genova da Brignole alla Val Bisagno segue un iter metodologico, che può essere schematizzato secondo le fasi di lavoro di seguito riportate:

- Individuazione dei valori limite di immissione secondo il DPR 459/98 (decreto sul rumore ferroviario), il DMA 29/11/2000 (piani di contenimento e di risanamento acustico) e DPR 142/04 (decreto sul rumore stradale), per tener conto dell'eventuale concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali presenti all'interno dell'ambito di studio.
- Caratterizzazione ante operam. In questa fase dello studio è stato analizzato il territorio allo stato attuale (situazione ante operam) identificando gli ingombri e le volumetrie di tutti i fabbricati presenti nella fascia di pertinenza acustica della metropolitana (250 m per lato, più altri 50m per tenere conto dei primi fronti edificati). In questa fase è stato effettuato un rilievo

in campo delle destinazioni d'uso di ogni fabbricato presente in questa fascia; le informazioni sono riportate nelle Planimetrie di censimento dei ricettori (elaborato MGE1PFLVAMBCOMT011-00_A) e nelle Schede di censimento dei ricettori (elaborato MGE1PFLVAMBCOMK001-00_A). Si è proceduto anche ad una campagna di rilievi fonometrici lungo la tratta di progetto, al fine di caratterizzare lo stato acustico dei luoghi nello scenario ante operam; le risultanze di tali rilievi sono consultabili nel Report delle misure fonometriche (elaborato MGE1PFLVAMBCOMR009-00_A).

- Livelli acustici post operam. Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici con la realizzazione del progetto in esame. Gli algoritmi di calcolo scelti per valutare la propagazione dell'onda sonora emessa dall'infrastruttura ferroviaria fanno riferimento al metodo Schall 03, DIN 18005. I risultati del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea e con quelli eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture concorrenti così come previsto da recenti provvedimenti normativi, costituti in particolare dal D.M. 29 novembre 2000 che prevede la valutazione degli effetti di concorsualità in applicazione del DPR 30 marzo 2004, n° 142, che definisce i limiti e l'ampiezza delle fasce stradali, interagendo dunque con l'ambito ferroviario. Il confronto tra livelli in facciata e limiti di norma è riportato nell'Output del modello di simulazione – Livelli in facciata (elaborato MGE1PFLVAMBCOMK002-00_A). Per una visualizzazione cromatica dei livelli acustici raggiunti nel periodo diurno (6-22) e nel periodo notturno, sono state altresì elaborate delle Mappe isofoniche a 4m nello Scenario Post Operam (elaborato MGE1PFLVAMBCOMT012-00_A).
- 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. Dall'analisi dei risultati delle simulazioni acustiche, si evince che non ci sono eccedenze su ricettori residenziali o commerciali. Gli unici ricettori per cui si evidenziano dei superamenti, sono alcune strutture scolastiche. Per questi ricettori i limiti interni sono garantiti dagli infissi esistenti. Perciò non sono previsti ulteriori interventi di mitigazione alla sorgente o sulla via di propagazione. Nelle successive fasi progettuali si approfondirà in dettaglio la necessità di intervenire sui ricettori scolastici che saranno oggetto di valutazioni dettagliate dopo l'esecuzione del monitoraggio ambientale post operam.

5.4.2 Studio delle vibrazioni

Lo studio dell'impatto da vibrazioni del progetto di estensione della linea metropolitana di Genova da Brignole alla Val Bisagno segue un iter metodologico, che può essere schematizzato secondo le fasi di lavoro di seguito riportate:

- Analisi della normativa applicabile e individuazione dei valori di riferimento. Analisi delle norme applicabili su base sia nazionale che internazionale e individuazione della metodologia e valori assunti come riferimento. A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca

limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo in edifici interessati da fenomeni di vibrazione. Nella fattispecie sono state considerate le norme ISO 2631 / Parte 2 "Evaluation of human exposure to whole body vibration / "Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz)", a cui fa riferimento, con alcune differenze, la norma italiana UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

- Caratterizzazione ante operam. Individuazione dei potenziali ricettori sensibili attraverso una indagine sul campo di censimento dei ricettori. A riguardo si è fatto riferimento al censimento ricettori svolto per lo studio acustico.
- Analisi misure di vibrazioni per infrastrutture analoghe. Sono state considerate le indagini sperimentali eseguite in corrispondenza della attuale linea in esercizio in prossimità della stazione di Brin, analoga per strutture a quella in esame e su cui transitano gli stessi convogli della linea di progetto. Le misure sono state finalizzate alla valutazione dell'entità del livello vibrazionale allo stato attuale indotto dal transito dei convogli.
- Valutazioni delle vibrazioni in fase di esercizio: in questa fase sono state prese in esame le strutture previste dal progetto; in particolare, si è sottolineato come il viadotto di progetto abbia una sezione dei piloni che non comporta una trasmissione delle sollecitazioni vibratorie tale da superare i valori di riferimento negli edifici limitrofi.
- Individuazione delle aree critiche e degli interventi di mitigazione. Sulla base di un primo esame, non risulta necessario prevedere interventi di mitigazione per le vibrazioni sulla linea di progetto.

5.4.3 Pianificazione e vincoli

All'interno dell'ambito territoriale analizzato si è provveduto ad accertare la presenza di vincoli normativi, che in qualche modo potessero condizionare il progetto con divieti e limitazioni. In particolare sono stati presi in considerazione, ove presenti, i seguenti vincoli:

- vincoli paesaggistici e ambientali:
  - aree soggette a vincolo paesaggistico ai sensi del d.lgs. 42/2004 "Codice dei Beni culturali e del Paesaggio";
  - parchi nazionali e riserve naturali statali, ex L. 394/91;
  - parchi naturali regionali, riserve naturali integrali, speciali e orientate (L.R. 40/1984).
- vincoli naturalistici (rete Natura 2000):
  - siti di interesse comunitario (SIC - Direttiva 92/43/CEE "Habitat");
  - zone di protezione speciale (ZPS - Direttiva 79/409/CEE "Uccelli");
  - zone umide di interesse internazionale: Convenzione RAMSAR (D.P.R. 448/76).

Per effettuare la verifica (effettuata a luglio 2023) sul regime vincolistico vigente delle aree attraversate dal tracciato di progetto, sono stati esaminati gli strumenti della pianificazione ambientale e territoriale vigenti e il Geoportale Nazionale.

5.4.4 Vincoli paesaggistici

Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, all'art. 134, individua le seguenti categorie di beni paesaggistici:

1. Immobili e aree di interesse pubblico elencate all'art. 136.

Elementi, questi, che per il valore paesaggistico, sono oggetto dei provvedimenti dichiarativi del notevole interesse pubblico secondo le modalità stabilite dal Codice (artt. 138 e 141), e precisamente:

a) le cose immobili aventi cospicui caratteri di bellezza naturale o singolarità geologica;

b) le ville, giardini e parchi che si distinguono per la loro non comune bellezza;

c) i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale;

d) le bellezze panoramiche considerate come quadri e così pure quei punti di vista o belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze.

2. Aree tutelate per legge elencate all'art 142.

Si tratta, sostanzialmente, delle categorie di beni introdotte dalla Legge Galasso (Legge 8 agosto 1985, n. 431) e poi confermate nell'ordinamento, con modifiche, dal previgente Testo Unico dei Beni Culturali (D. Lgs. 490/99), i vincoli di carattere ricognitivo sono così classificati

a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;

b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;

c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;

d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;

e) i ghiacciai e i circhi glaciali;

f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;

g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227;

h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;

i) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448;

l) i vulcani;

m) le zone di interesse archeologico.

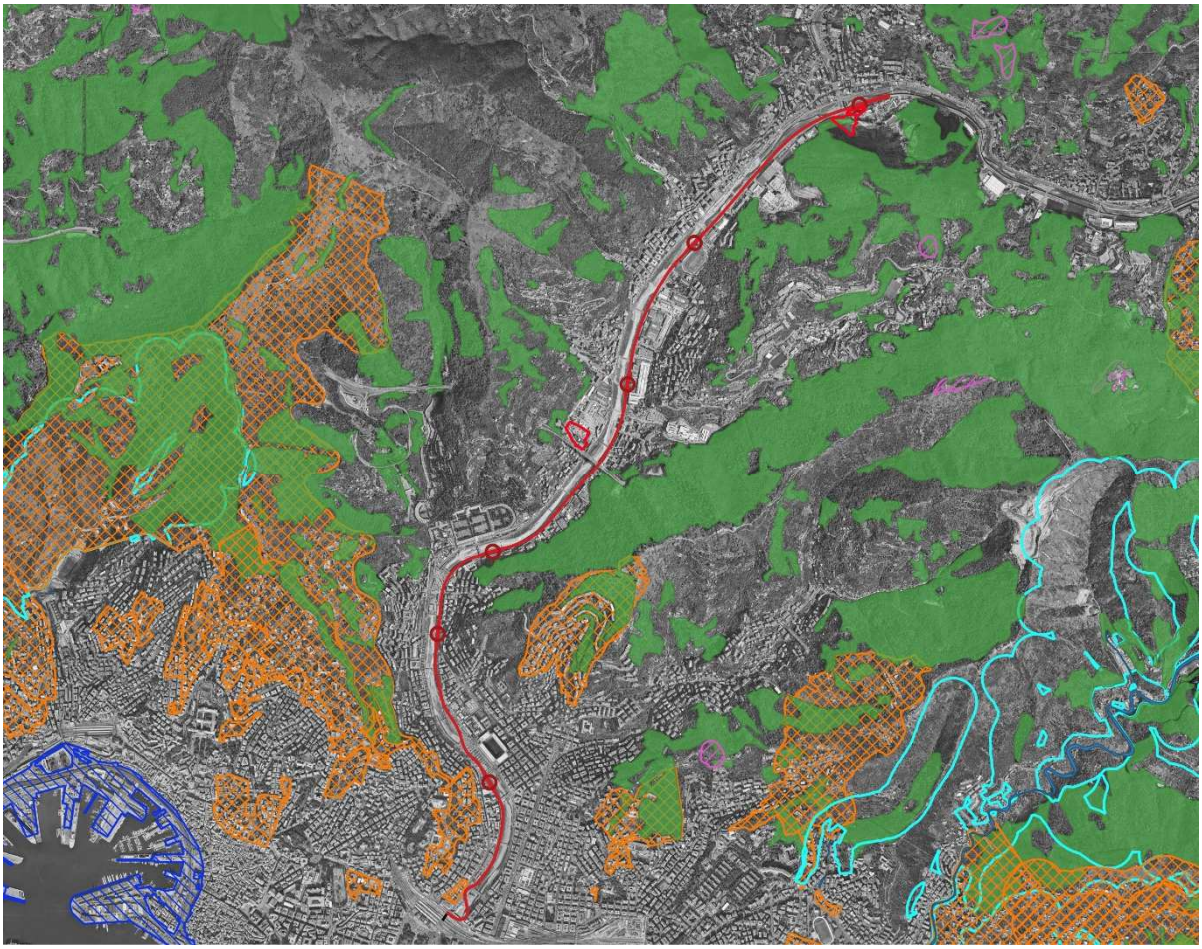
3. Immobili e aree tipizzati, individuati e sottoposti a tutela dai piani paesaggistici previsti dagli articoli 143 e 156.

Si tratta di beni paesaggistici tipizzati in base alle loro specifiche caratteristiche che il piano paesaggistico individua e sottopone a tutela mediante specifica disciplina di salvaguardia e utilizzazione (art. 143 c. 1)

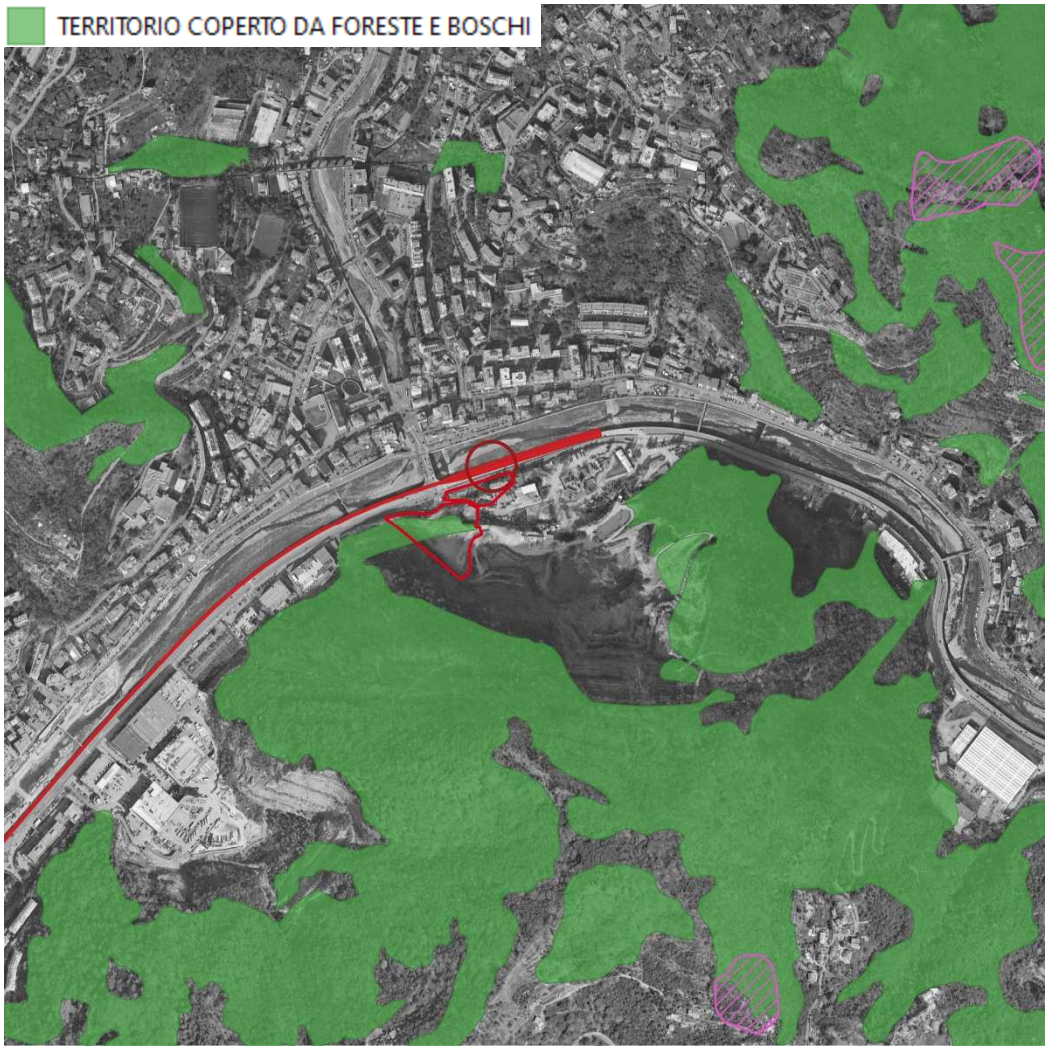
Il Comune di Genova aveva redatto nel 2001 la cartografia dei beni tutelati, che è stata aggiornata nel 2004, recependo le disposizioni del Codice dei beni culturali e del paesaggio. Rispetto a quanto indicato nel piano approvato con deliberazione G.C. 927/2004 sono state apportate alcune modifiche a seguito di richieste e approfondimenti svolti in accordo con la Regione Liguria e la Soprintendenza.

Il Piano comunale dei beni paesaggistici soggetti a tutela comprende le seguenti categorie:

- **Beni paesaggistici** D. Lgs. 42/2004, art. 136, lettera a) e b), 116 siti denominati Bellezze individue, già L.778/1922, L.1497/1939, D. Lgs.490/1999, Titolo II, art.139, lettera a) e b);
- **Beni paesaggistici**, D. Lgs. 42/2004, art. 136, lettera c) e d), 41 aree denominate Bellezze d'insieme, già L.778/1922, L.1497/1939, D. Lgs.490/1999, Titolo II, art.139, lettera c) e d);
- **Aree tutelate per legge**, D. Lgs. 42/2004, art. 142 che estendono la tutela alla fascia costiera, ai corsi d'acqua e alle relative sponde, ai territori boschivi, alle zone gravate da usi civici e a quelle di interesse archeologico già L.431/1985, D. Lgs.490/1999, Titolo II, art. 146.



Dalla lettura dei fogli 38 e 28 del Piano comunale dei beni paesaggistici soggetti a tutela, emerge che l'opera in progetto non interferisce direttamente con le aree tutelate individuate dallo strumento territoriale comunale, se non in minima parte con aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 dello stesso decreto rappresentate da *"Territori coperti da foreste e boschi" in corrispondenza del polo intermodale di Molassana.*



5.4.5 Le aree naturali protette e la Rete Natura 2000

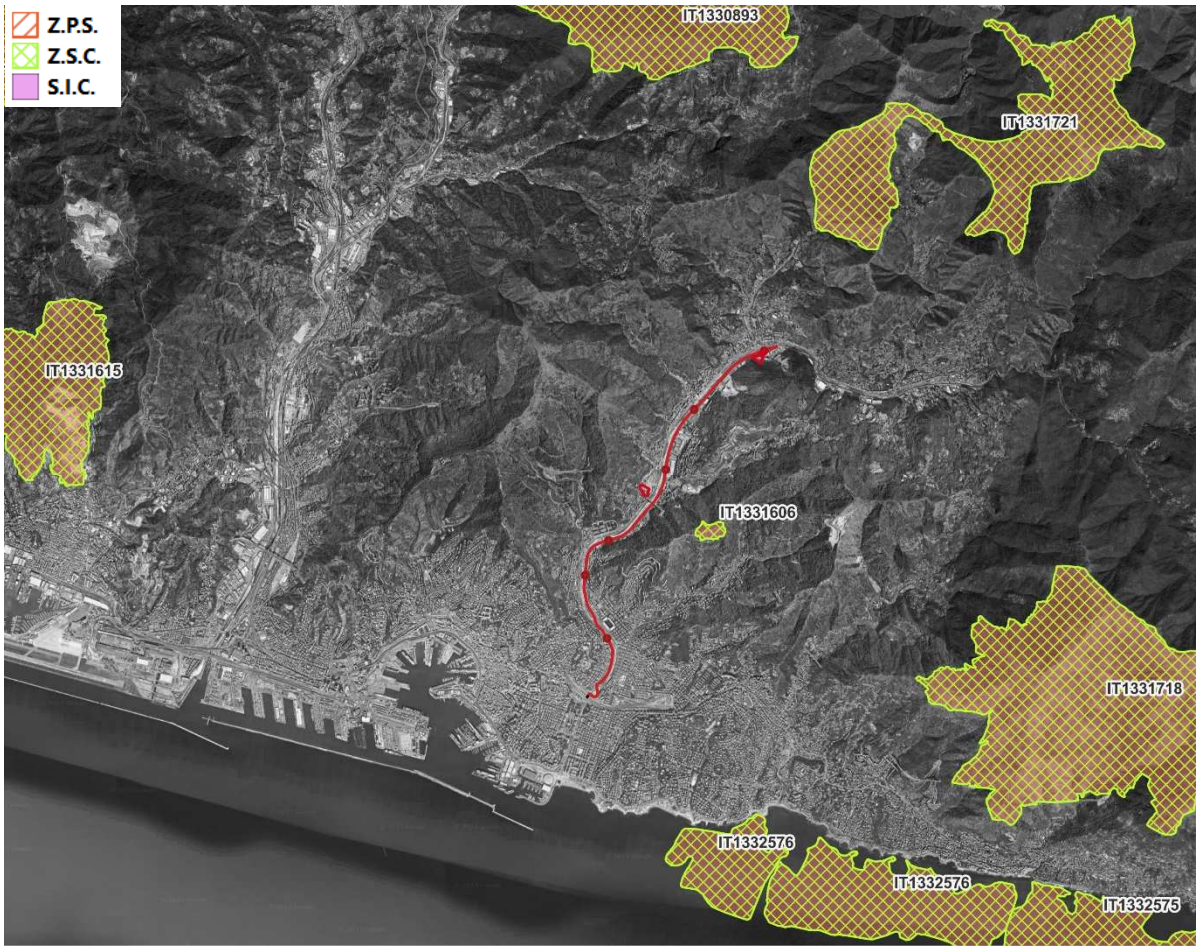
Ai sensi di quanto previsto dalla Direttiva 92/43/CEE "Habitat" con Rete Natura 2000 si intende l'insieme dei territori protetti costituito da aree di particolare pregio naturalistico quali le Zone Speciali di Conservazione (ZSC). Tale rete si estende anche alle Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva 79/409/CEE "Uccelli", abrogata e sostituita dalla Direttiva 2009/147/CE. La Rete Natura 2000 costituisce di fatto lo strumento a livello europeo attraverso il quale preservare le specie di flora e fauna, minacciate o in pericolo di estinzione, e gli ambienti naturali che le ospitano.

In Liguria, con la legge regionale n.28 del 10 luglio 2009 "Disposizioni per la tutela e valorizzazione della biodiversità" (pubblicata sul BURL n.13 del 15 luglio 2009) sono forniti gli strumenti per l'attuazione delle specifiche direttive europee. Viene, inoltre, istituita la Rete ecologica regionale - RER che individua i collegamenti ecologici funzionali tra Siti di importanza comunitaria (SIC), a oggi in Liguria diventate Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e Zone di protezione speciale (ZPS).

L'area interessata dalla realizzazione delle opere in progetto non ricade all'interno o in prossimità di aree naturali protette terrestri regolamentate dalla Legge No. 394/91 "Legge Quadro sulle Aree Naturali Protette".

L’area interessata dalle opere in progetto non ricade all’interno o in prossimità di aree classificate come siti della Rete Natura 2000 o come Important Bird Areas, come reso evidente dallo stralcio cartografico di seguito riportato.

L’area protetta terrestre più vicina ricade ad una distanza minima di circa 750 m dall’area di intervento ed è costituita dall’Area SIC-ZSC IT1331606 “Torre Quezzi”.



5.4.6 Beni culturali

Il patrimonio nazionale di “beni culturali” è riconosciuto e tutelato dal D. Lgs.42 del 22/01/2004 Codice per i Beni Culturali e del Paesaggio, e successive modificazioni ed integrazioni.

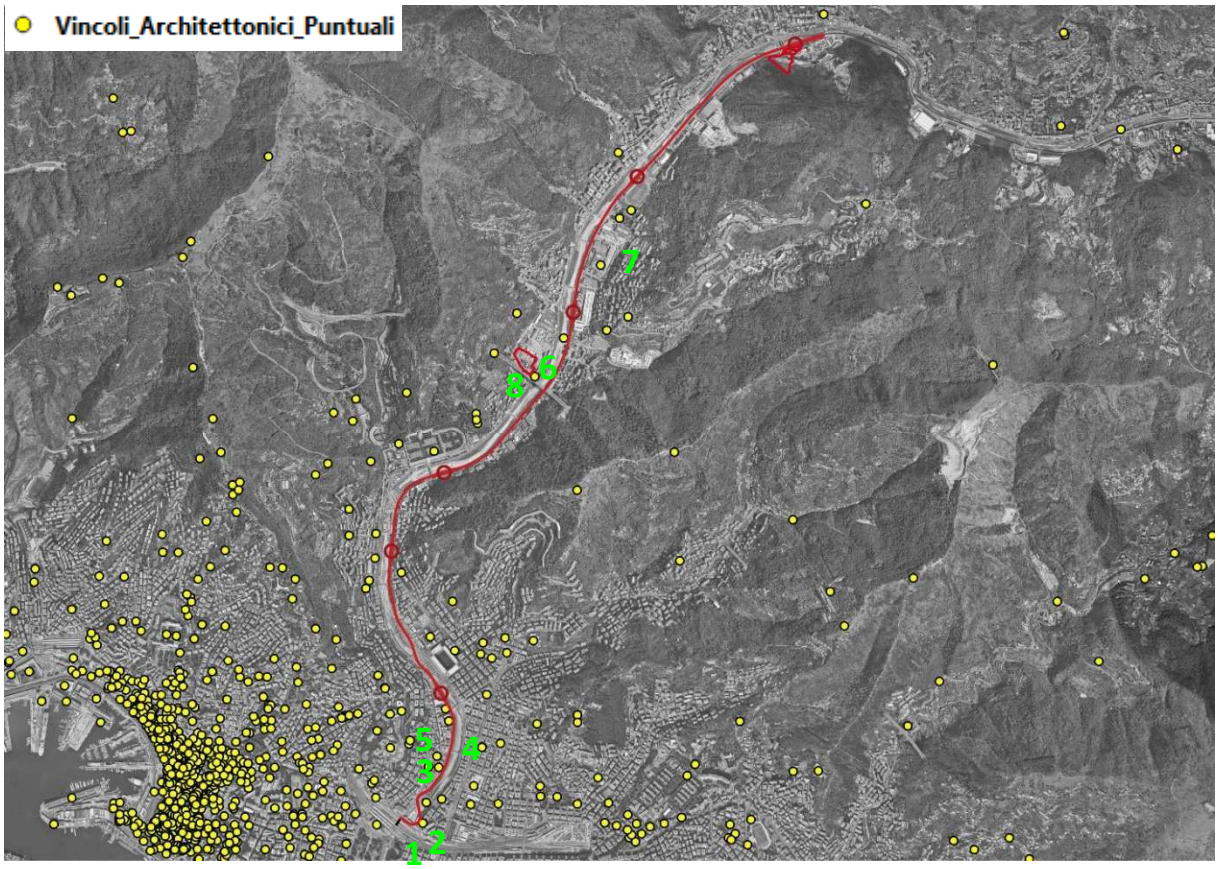


Figura 1. Beni Culturali Vincoli architettonici puntuali individuati da Ministero per i Beni e le Attività Culturali – Regione Liguria

In merito ai beni afferenti alla Parte II del D. Lgs. 42/04, le opere in progetto non interferiscono direttamente alcun bene immobile di interesse culturale dichiarato.

Come si evince dallo stralcio sopra riportato, nell'intorno dell'opera in progetto sono presenti alcuni di tali beni. Si evidenziano in particolare, i seguenti beni puntuali *Fonte: http://www.liguriavincoli.it/dati.asp* :

1. Scuola media Rubaldo Merello (Bene Architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 20 m dall'opera;
2. Ponte di S. Agata (Bene Architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 15 m dall'opera;
3. Centrale ENEL e relative pertinenze (Bene Architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 20 m dall'opera;
4. Caserma Carabinieri (Bene Architettonico di interesse culturale non verificato), distante circa 20 m dall'opera;
5. Scuola materna Romagnosi ed asilo infantile Girasole (Bene Architettonico di interesse culturale non verificato), distante circa 15 m dall'opera;
6. Ponte Carrega (Bene Architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 10 m dall'opera;

7. Villa Marassi ex Brignole (Bene Architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 60 m dall'opera;
8. Amga (Bene architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 34 m dall'opera.

5.4.7 Gestione dei materiali di risulta e aspetti ambientali della cantierizzazione

Al fine di determinare lo stato qualitativo di alcune tipologie di materiali di risulta che verranno movimentati in fase di esecuzione lavori e definire la corretta modalità di gestione degli stessi, coerentemente con il grado di approfondimento della presente fase progettuale, si è provveduto al prelievo di n.3 campioni di terre e rocce da scavo provenienti dai sondaggi ambientali e rappresentativi del livello 0,00÷5,00 m da piano campagna.

In particolare, sui campioni prelevati sono state eseguite le seguenti analisi:

- caratterizzazione e omologa, al fine della determinazione della pericolosità, della classificazione ed attribuzione del corretto codice EER, secondo gli allegati D e I del D.lgs. 152/06 e s.m.i.;
- esecuzione del test di cessione, al fine di determinare il corretto impianto di destinazione finale (possibilità del recupero ai sensi dell'Allegato 3 del D.M. 05/02/98 e s.m.i. o corretto smaltimento ai sensi del D.lgs. n. 36 del 13/01/2003 e s.m.i.).

Sulla scorta dei risultati delle analisi di laboratorio i rifiuti sono risultati non pericolosi con possibilità di essere conferiti a:

- Impianti di recupero;
- Discariche per rifiuti inerti;
- Discariche per rifiuti non pericolosi.

Inoltre, è stato stimato che la realizzazione degli interventi comporterà la produzione dei seguenti volumi di materiali di risulta:

- 118.674 mc circa di terre e rocce da scavo;
- 58.989 mc di materiali provenienti da demolizioni.

Sulla base del quadro conoscitivo descritto in precedenza è stato quindi possibile assegnare ai rifiuti prodotti dei possibili codici E.E.R di seguito indicati:

- Terre e rocce da scavo provenienti dagli scavi (E.E.R. 17.05.04).
- Materiale proveniente da demolizioni (E.E.R. 17.09.04; E.E.R 17.03.02).

Tuttavia, nel rispetto della normativa ambientale vigente, sarà onere del Produttore dei rifiuti prevedere i necessari approfondimenti finalizzati alla corretta attribuzione del codice E.E.R nonché individuare gli impianti idonei al conferimento dei rifiuti per i quantitativi necessari e per tutta la durata dei lavori, una volta accertata l'idoneità dei materiali al recupero/smaltimento e verificata la rispondenza ai requisiti di ammissibilità per il conferimento presso gli impianti prescelti.

Per maggiori dettagli sulle modalità di gestione dei materiali di risulta e sui siti di approvvigionamento e smaltimento dei materiali si rimanda agli elaborati specialistici di dettaglio (MGE1PRLVAMBCOMR001-00; MGE1PRLVAMBCOMT001-00).

Inoltre, sulla base dei dati tecnici disponibili è stata eseguita l'analisi degli eventuali impatti sulle componenti ambientali in relazione alle lavorazioni previste in progetto, alle tipologie di macchinari coinvolti e dei quantitativi di materiali movimentati per la realizzazione delle opere e, in funzione della presenza di ricettori, sono state valutate e inserite le opportune opere di mitigazione temporanee.

Per i riferimenti normativi ed ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati specifici di progetto (MGE1PRLVAMBCOMR001-00; MGE1PRLVAMBCOMT013-00).

6. OPERE DI LINEA

6.1 Pile e impalcato

L'opera oggetto della presente relazione è costituita da un impalcato con sezione del tipo "U-shape" in acciaio.

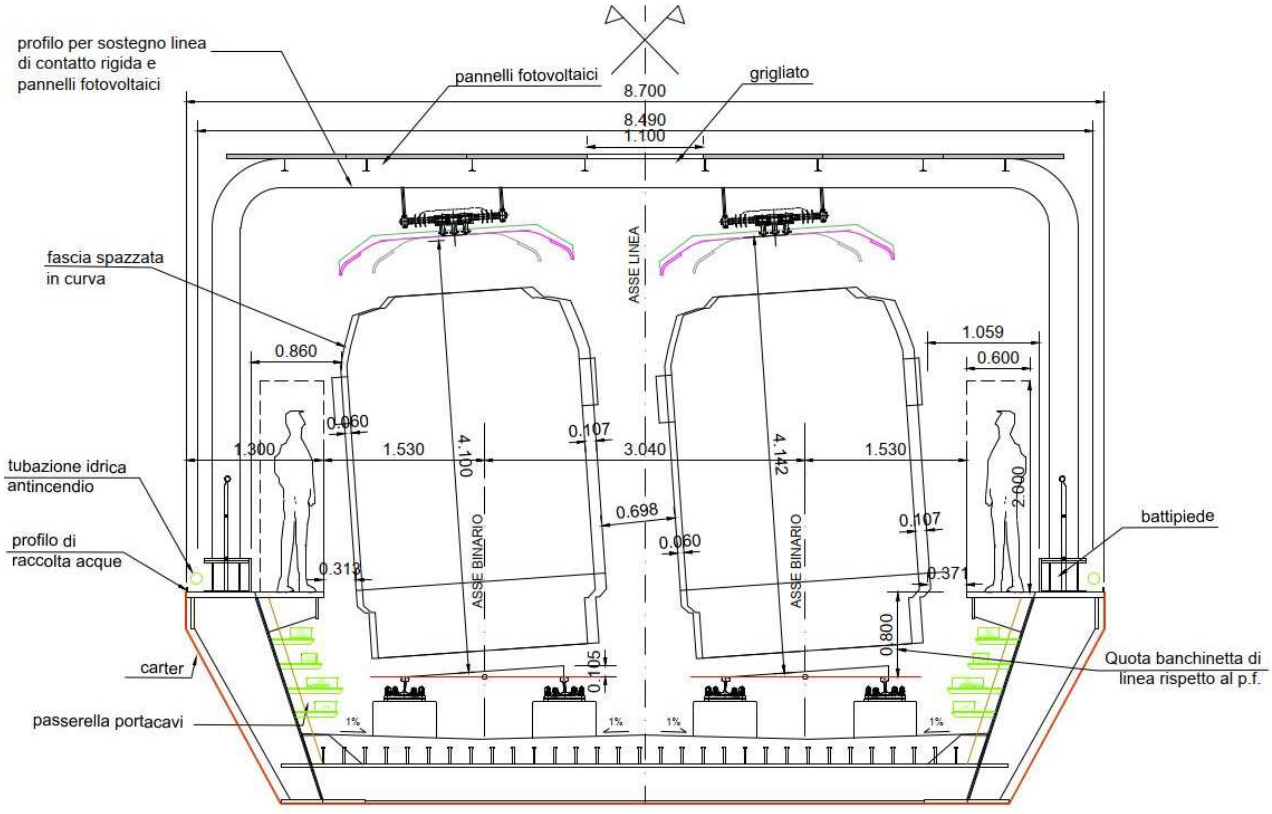


Figura 2. Sezione trasversale impalcato

La sezione dell'impalcato tipologica risulta di larghezza massima pari a 8,7 m. La presente è valida per tutte le curve con raggio maggiore di 150 m, ossia tutte a parte le prime tre del tracciato verso Brignole, che presentano raggi di circa 50 m e 90 m. Su questa base sono stati dimensionati i viadotti della linea che presentano lunghezza tipologica di 32 m, fino ad un massimo di 45 m.

Le pile, comprensive del relativo pulvino, sono previste in calcestruzzo armato e sono poste a un interasse tipologico di 32m. L'elevazione al di sopra del piano strada ha sezione circolare di 1,7 m, mentre la parte interrata al fianco dell'argine ha sezione rettangolare leggermente più larga, su cui si innesta il muro, sempre in calcestruzzo, che andrà a sostituire la parte di argine demolita per la realizzazione della pila. In casi specifici o per campate di luce maggiore della tipologica la sezione della pila può variare fino ad arrivare a 2 m di diametro. La fondazione dal lato argine dovrà necessariamente sbordare nell'alveo, pertanto l'estradosso del plinto è stato posizionato ad almeno 1,4 m sotto l'attuale piano di scorrimento del Bisagno, al fine di garantire uno spessore che eviti lo scalzamento della fondazione al variare della quota di fondo.

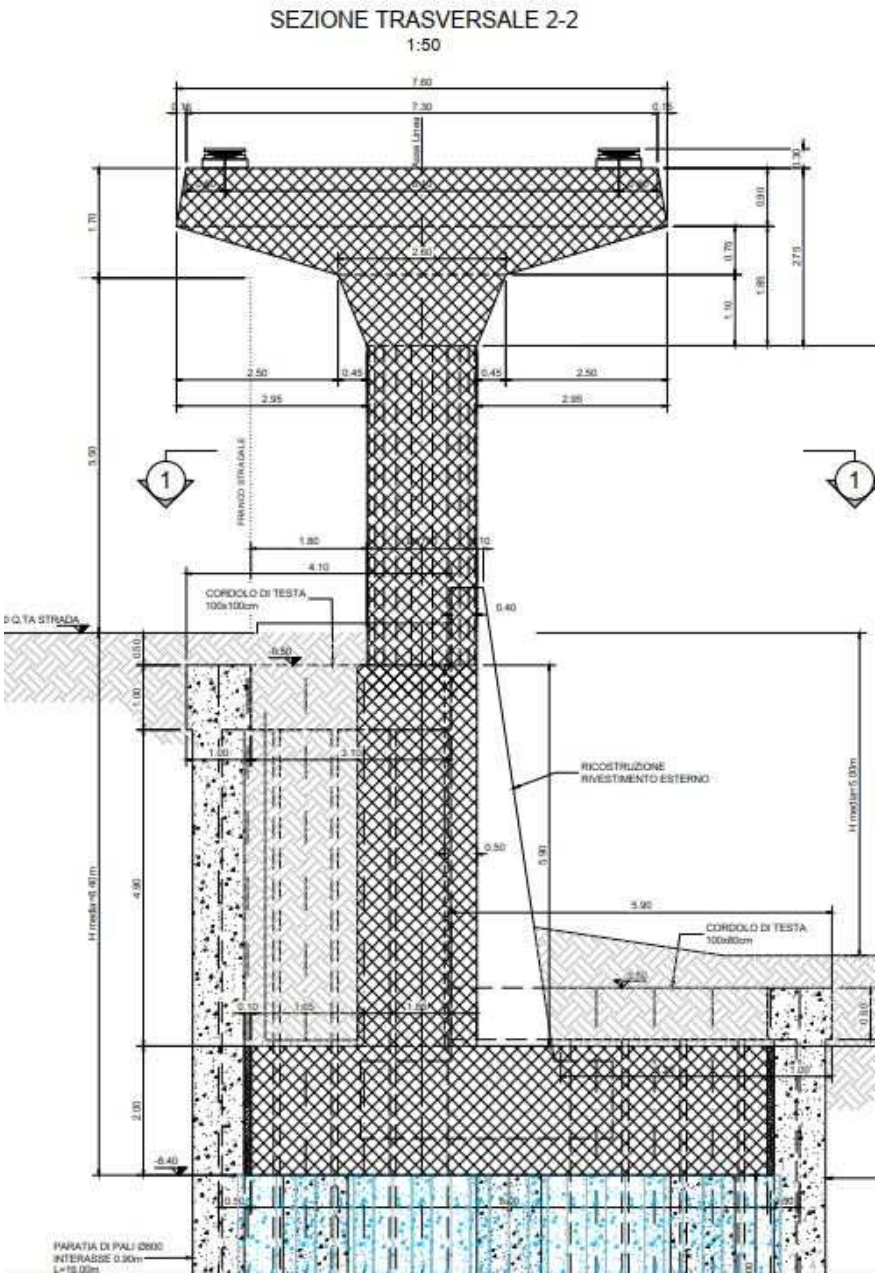


Figura 3. Pila lungo linea

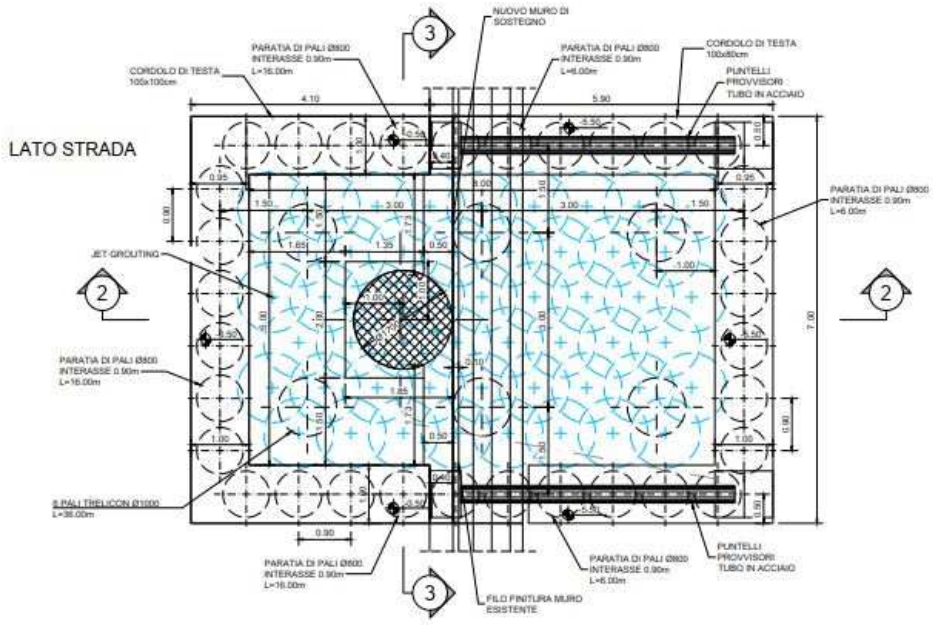


Figura 4. Fondazione pila lungo linea

In corrispondenza dello stadio Luigi Ferraris, zona Marassi, è presente una copertura del torrente predisposto a parcheggio. In questa zona le pile assumono una sezione diversa, dovendo rispettare la geometria delle opere in alveo già realizzate. Infatti, la parte sopra il piano strada ha forma pseudo rettangolare con i lati corti circolari, la parte interrata invece è costituita da un setto in c.a. di sezione pari a quello della copertura esistente.

In corrispondenza del sottopasso di Piazza Garrassini, sempre per vincoli sulle preesistenze, le pile dovranno andare a sostituire interamente quello che è attualmente lo spessore dell'argine compreso tra l'alveo e il sottopasso. Anche in questo caso quindi la geometria della parte sotto il livello strada sarà diversa rispetto alla tipologica.

In entrambi i casi appena descritti, la realizzazione dell'opera dovrà considerare anche la temporanea rimozione delle travi costituenti le coperture del Bisagno e del sottopasso stradale di Piazza Garrassini, al fine di poter realizzare le demolizioni delle opere esistenti, le nuove fondazioni e la nuova elevazione fino a piano strada.

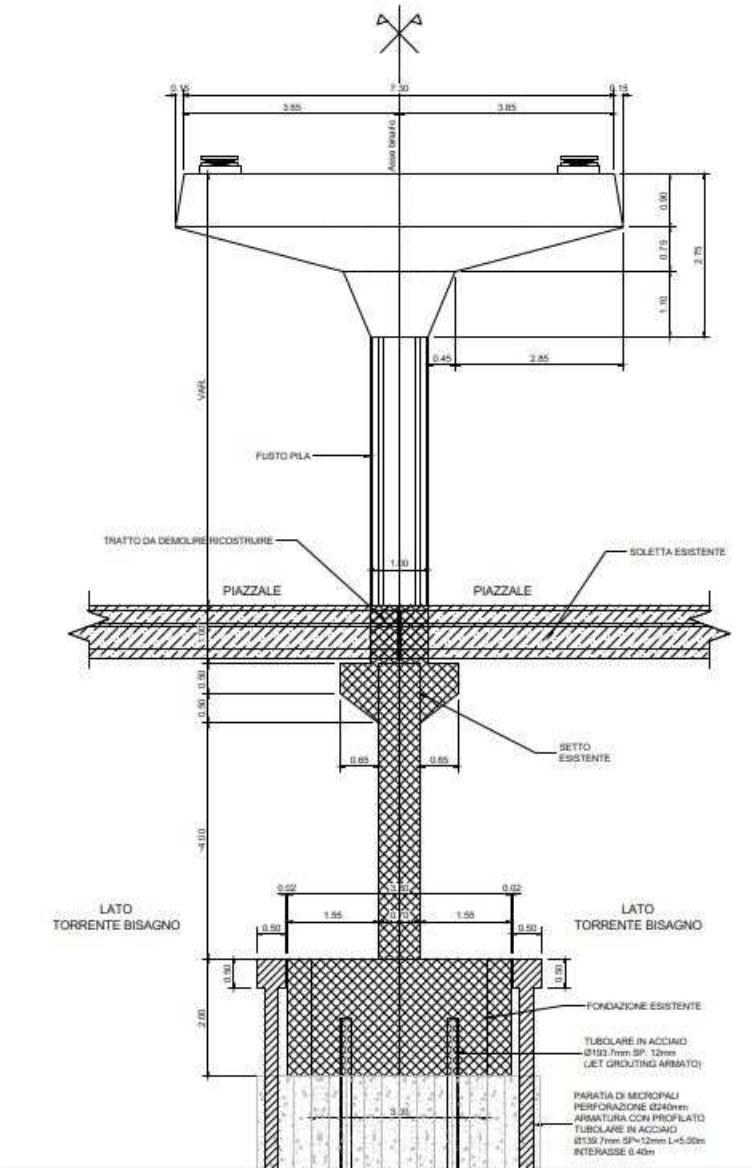


Figura 5. Pila zona Marassi

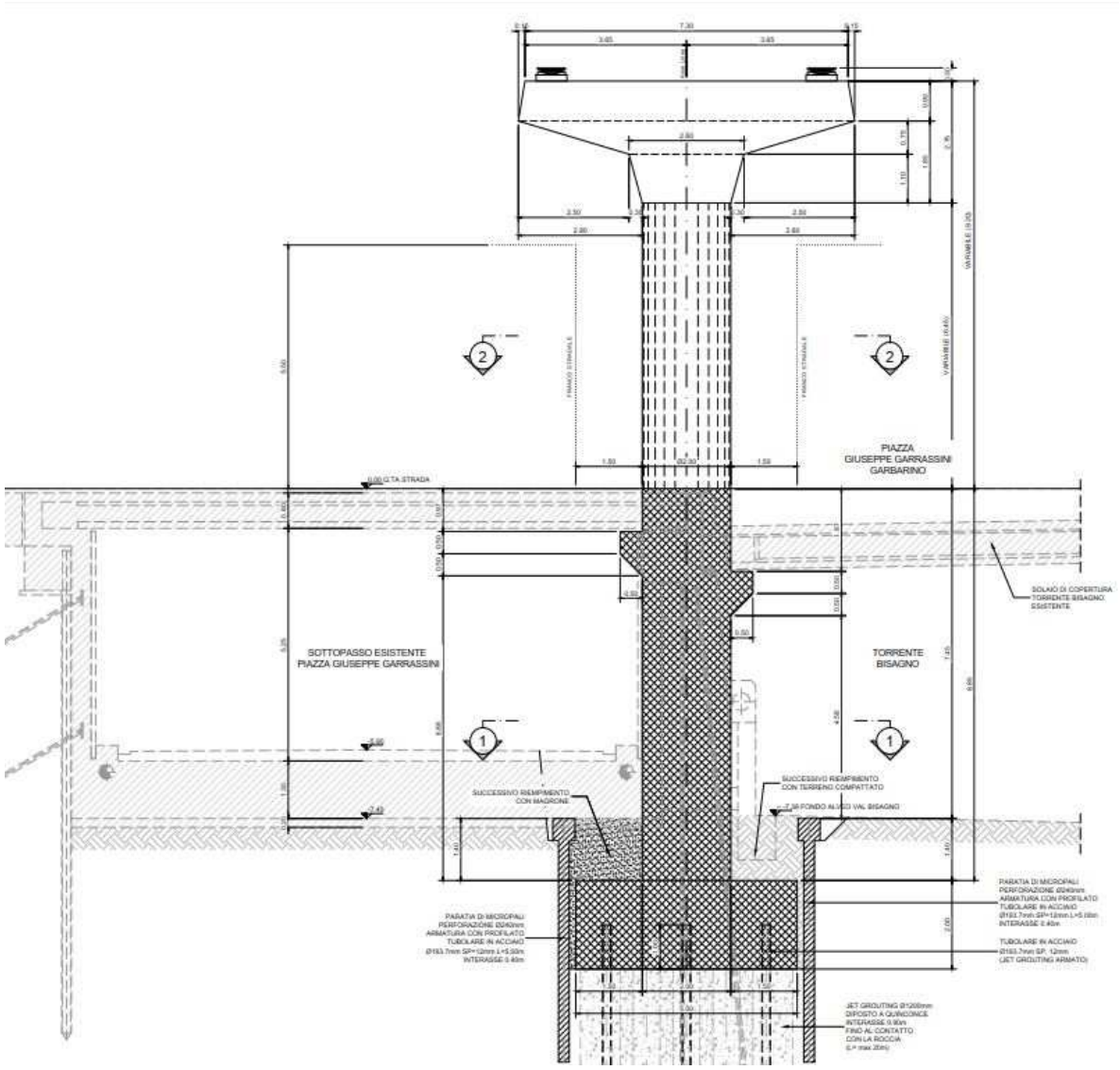


Figura 6. Pila zona sottopasso Garrassini

Nelle zone di passaggio del tracciato da lungo argine a centro strada e viceversa (vedi prima curva in sponda destra, passaggio in adiacenza alle pile autostradali, passaggio a nord dello stadio L. Ferraris), le sottostrutture sono costituite da telai, anziché da una pila singola. Come elemento di appoggio dell'impalcato, pertanto, non è previsto un pulvino, bensì una trave reticolare in acciaio di sezione variabile, di lunghezza variabile in base al singolo caso, che poggia sulle due pile. In questi casi le pile lato torrente hanno una configurazione simile a quelle tipologiche, seppur una sezione leggermente più piccola, mentre le pile lato strada non presentano la parte interrata, bensì hanno un plinto di fondazione più superficiale, che poggia a circa 3 m sotto il piano stradale.

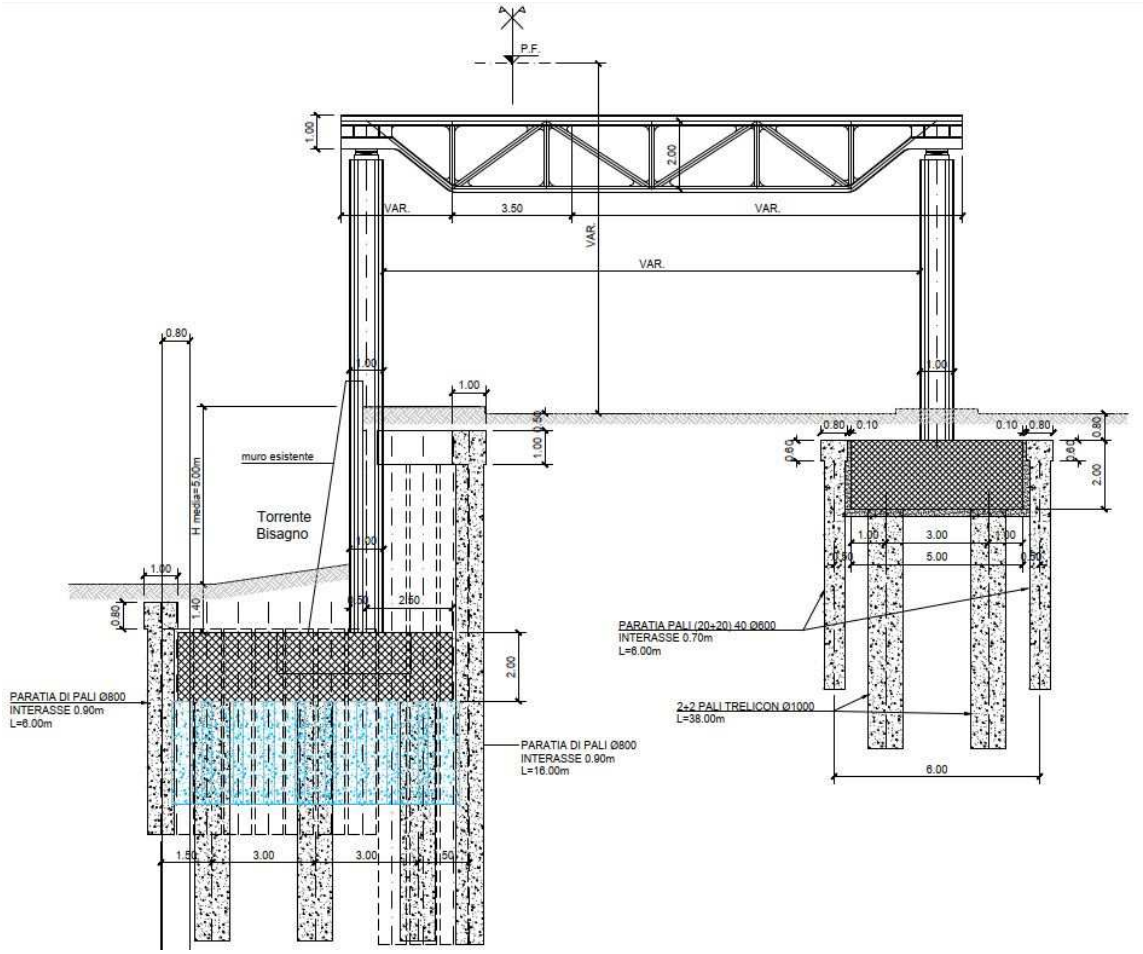


Figura 7. Sottostruttura a telaio

6.2 Ponte di Brignole

In uscita dalla stazione Brignole la linea si porta lungo la Val Bisagno con una curva verso sinistra molto stretta di raggio, che va ad appoggiarsi sull'argine della sponda est del Bisagno. La curva continua poi il suo sviluppo andandosi a raccordare con un'opera di scavalco del Torrente, che riporta il tracciato sulla sponda destra.

La prima tratta in curva viene realizzata andando a prevedere una struttura in calcestruzzo a sbalzo sull'alveo, ricavata dalla demolizione e ricostruzione dell'argine, che raccoglie la sede metropolitana nel punto in cui è più prossima alla sponda. A questa struttura sono collegate poi delle travi in acciaio che raccordano questo sbalzo con il tratto inziale della linea sul ponte ferroviario esistente e con il tratto successivo sul nuovo ponte.



Figura 8. Struttura di sostegno della curva in uscita da Brignole

L'opera di scavalco vera e propria è realizzata in struttura composta acciaio/calcestruzzo con schema statico a travata appoggiata. L'altezza complessiva della travata è pari a 4,9 m in corrispondenza della mezzeria e circa 3,4 m agli appoggi con una soletta in c.a. da 0,30m di spessore.

L'indeformabilità della sezione è garantita da diaframmi reticolari intermedi realizzati con profili composti, posti ad interasse longitudinale tipico pari a 4,85 m. Per la stabilità delle anime vengono predisposti irrigidimenti verticali d'anima posti ad interasse longitudinale pari a circa 6,0 m.

L'impalcato presenta uno sviluppo in asse di 98 m (distanza asse appoggi) ed è costituito da due travi in acciaio poste ad interasse pari a 4,6 m e soletta in c.a. di larghezza complessiva di 8,2 m.

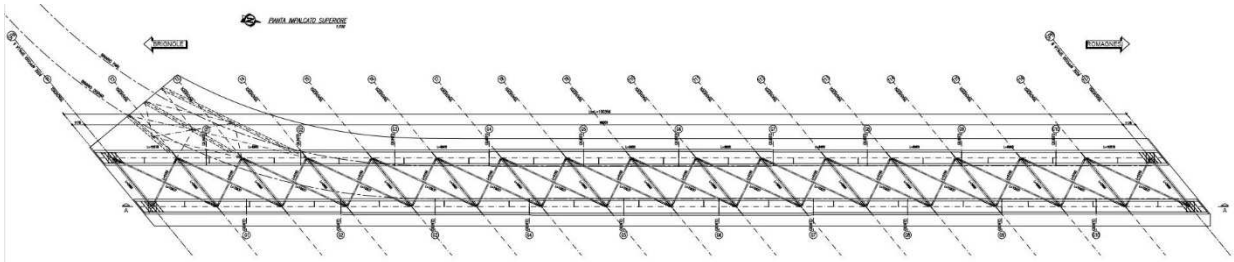


Figura 9. Ponte di Brignole – Planimetria

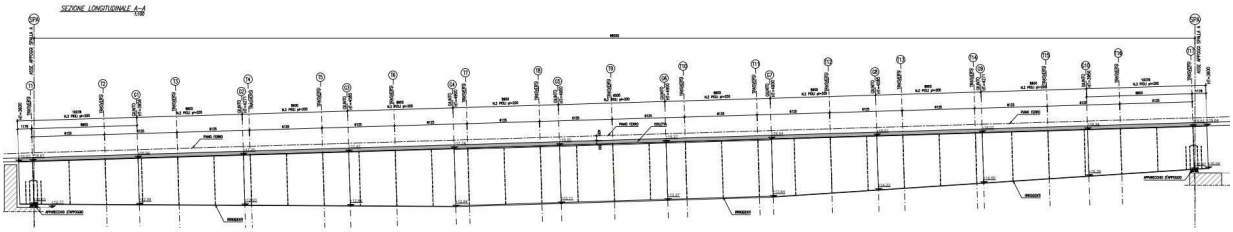


Figura 10. Ponte di Brignole - Prospetto

7. STAZIONI

La linea prevede sei nuove stazioni, anziché sette come nel progetto posto a base gara, per via delle indicazioni, ricevute dalla Stazione Appaltante, di accorpare Adriatico e Bligny in un'unica stazione mediana tra le due, denominata Guglielmetti. Pertanto le stazioni incluse nel progetto sono:

- Romagnosi;
- Parenzo;
- Staglieno;
- Guglielmetti;
- San Gottardo;
- Molassana.

Le stazioni presentano le banchine e gli accessi sul lato argine della carreggiata stradale, mentre i locali tecnici sono posti sul lato opposto della strada, ad una distanza maggiore dei 10 m dall'alveo.

7.1 Funzionale

Il corpo stazione accoglie una banchina centrale di lunghezza pari a 85 m.

Il piano banchine, posizionato a quota +0,80 m dal piano del ferro e orientativamente a circa 10 m dal piano strada, viene sorretto da una struttura reticolare metallica appoggiata su pile disposte lungo l'argine del torrente con passo tipologico di 16 m.

Le banchine, che presentano una larghezza di circa 7,80 m, prevedono una copertura con struttura in acciaio sovrastata da un pacchetto di finitura e pannelli fotovoltaici. Rimangono scoperte, invece, le parti relative alla sede dei rotabili.

L'accesso alle banchine avviene lato argine direttamente dal livello strada attraverso un sistema di scale fisse di larghezza netta pari a 2,00 m e di ascensori con cabine da 1,80 m x 2,10 m. Per ragioni idrauliche legate alla vicinanza al Torrente Bisagno, la quota di accesso alle scale e agli ascensori è stata prevista a +1 m dal piano strada. La stazione San Gottardo è l'unica che presenta lo sbarco delle scale e degli ascensori a quota marciapiede +0,15m; la scelta è stata dettata dal fatto che il marciapiede esistente in questo tratto è costituito da una struttura a sbalzo sul Torrente e, pertanto, non sollevabile. Questo è comunque ammissibile, poiché la stazione, secondo la Variante ad efficacia sospesa conseguente alla realizzazione dello scolmatore del Bisagno, si trova nella fascia C di inondabilità e quindi non è a rischio.

I locali tecnici delle stazioni sono collocati in un edificio separato con accessi dedicati, posto dal lato opposto della strada ad una distanza superiore ai 10 m dall'alveo. La stazione di Parenzo è l'unica che prevede i locali tecnici interrati al di sotto della sede stradale; questa presenta dei componenti emergenti (botola, griglie, scale di accesso), che mantengono la quota rialzata di 1 m rispetto al piano stradale.

Per il locale tecnico relativo alla stazione Staglieno si è reso necessario l'esproprio di un'area, attualmente occupata principalmente da capannoni, all'interno della quale è stata prevista una sistemazione superficiale con inserimento di circa 60 posti auto e opere a verde.

7.2 Strutture

In corrispondenza di tutte le stazioni della linea la struttura a singolo impalcato prevede una prima zona di transizione, in cui le due linee si allontanano, per poi passare a due impalcati a singolo binario, che presentano un interasse dei binari di 10,2 m.

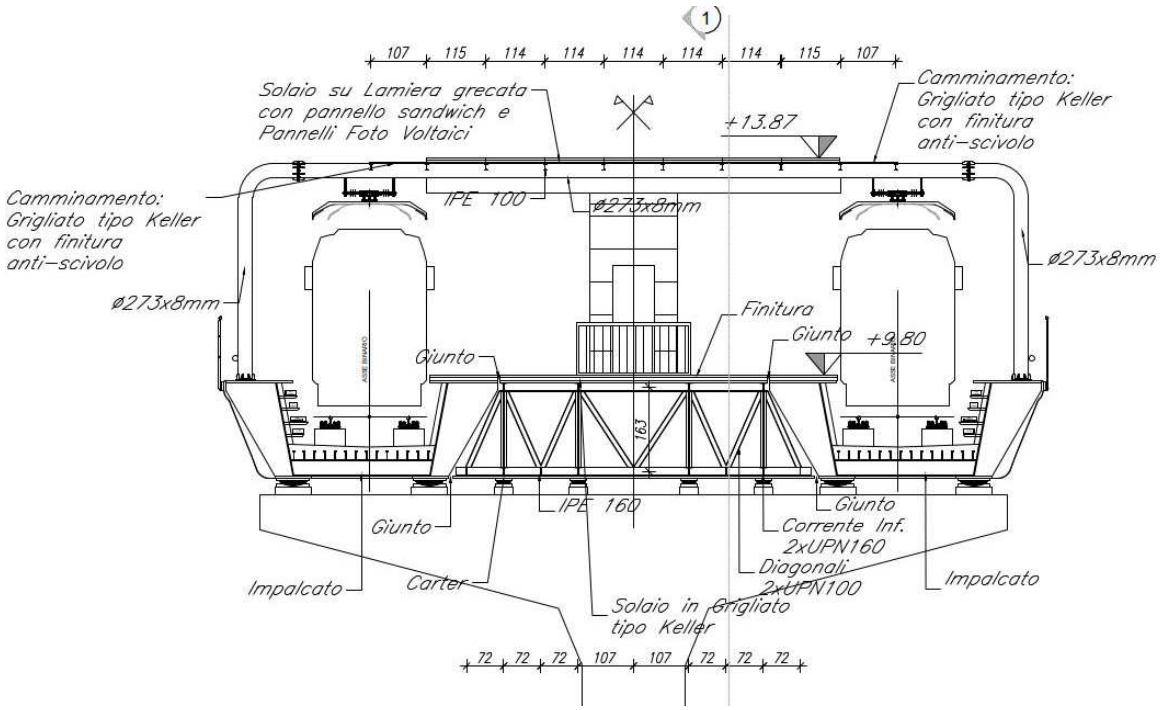


Figura 11. Sezione trasversale di stazione

Le pile hanno una configurazione molto simile a quelle lungo linea, con sezione circolare dal piano strada a salire, seppur con diametro pari a 2m, e la parte interrata a sezione rettangolare. Sono poste a un interasse pari a 16m e sormontate da un pulvino con dimensioni maggiori rispetto a quelli presenti lungo la linea per poter accogliere l'impalcato, che nel complesso è più largo.

Infine per la copertura sono previste delle centine, che si sviluppano trasversalmente da un'estremità all'altra della stazione e che fungono da supporto alla linea di contatto dei rotabili, ai pannelli fotovoltaici e alla copertura.

I locali tecnici della stazione sono posizionati in un edificio in calcestruzzo armato separato con schema a telaio. Solo nel caso della stazione di Parenzo è previsto un edifico interrato sotto la carreggiata stradale, che richiede una paratia di pali perimetrale che sostiene temporaneamente lo scavo.

8. INSERIMENTO URBANISTICO E PAESAGGISTICO

Le scelte progettuali adottate nel progetto partono dalla rielaborazione di indirizzi progettuali suggeriti all'interno della pianificazione vigente a livello locale e sovralocale e di settore. A partire dalla conoscenza dello stato dei luoghi, e nel pieno rispetto del quadro di riferimento programmatico, la progettazione delle opere paesaggistiche mette in relazione idee, progetti e risorse, allo scopo di aumentare in modo significativo l'attrattività e la qualità del contesto.

All'interno della Tavola di sintesi (cfr. MGE1PRLVURBCOM003-00_A) sono state messe in evidenza le peculiarità dell'intero sistema nei suoi aspetti critici e potenziali, giungendo all'individuazione di soluzioni che meglio integrino le esigenze ecologiche, ambientali e fruitive (collettive e specifiche) con l'assetto paesaggistico. Tra le criticità emergono la presenza di infrastrutture trasversali al corridoio ecologico del torrente Bisagno rappresentando una cesura di quest'ultimo: le due piastre in corrispondenza di Marassi e Staglieno, il viadotto autostradale nei pressi di Adriatico e l'alta tensione che attraversa il torrente. I grandi distretti dedicati al produttivo e alla logistica rappresentano anch'essi un elemento di criticità in quanto per lunghi tratti il rapporto con la sponda viene negato. Tra gli elementi potenziali rientrano il sistema di connessioni pedonali trasversali e gli impianti di risalita in programmazione che possono innescare un collegamento con il territorio limitrofo, che offe diversi elementi architettonici di rilievo e punti panoramici. In questa mappa, infatti, compaiono i sistemi territoriali caratterizzanti della Val Bisagno che rispondo all'esigenza manifestata dai diversi documenti di Piano di valorizzare gli elementi di rilievo sul territorio.

Nel pieno rispetto dei caratteri dei luoghi e dei vincoli che ricadono sul territorio di riferimento, la progettazione definisce una linea d'azione unitaria e unificante. Le azioni progettuali si articoleranno nei differenti ambiti, sviluppandoli secondo la loro specifica identità. Gli ambiti d'intervento sono stati così definiti: opere lungo la linea del tracciato, in corrispondenza delle stazioni, in ambiti di riqualificazione urbana puntuali e i parcheggi di Molassana e Staglieno. L'infrastruttura è concepita come una straordinaria opportunità per ricucire paesaggio e contesto urbano in grado di innescare ricadute positive e durevoli sul territorio. L'intervento ambisce a ridefinire le relazioni territoriali, promuovendo e valorizzando un network di spazi pubblici urbani e delle rilevanze storiche-paesaggistiche anche attraverso percorsi per la mobilità lenta. L'approccio al progetto incontra i desiderata a base gara e delle linee strategiche mirando a un intervento che vede coesi ambiente, infrastruttura e territorio.

La strategia, ribattezzata *"Dalla linea allo spazio",* trasforma la linea del tracciato di Skymetro in un dialogo trasversale ricorrendo a diversi principi progettuali: ricucitura, attrattività e fruibilità.

Tutte le soluzioni progettuali individuate mirano dunque a cercare uno stretto legame con il contesto, per un inserimento armonioso delle opere paesaggistiche previste. La migliore integrazione perseguita, degli interventi nel contesto, permetterà di avviare un processo di appropriazione/riconoscimento dell'opera da parte dei fruitori, a questo si aggiungeranno criteri di durabilità dei materiali ed agevole manutenzione delle opere al fine di assicurare la migliore evoluzione del sistema.

Gli obiettivi che il progetto si prefigge sono:

- favorire la definizione di una immagine unitaria e in armonia con il progetto architettonico ed ingegneristico di SkyMetro;
- valorizzare l'identità degli ambiti specifici, nel rispetto dell'armonia complessiva;
- favorire l'orientamento e la fruizione attraverso la leggibilità degli spazi e la cura dei percorsi;
- offrire ai fruitori accoglienza, comfort e sicurezza secondo standard di livello internazionale;
- implementare soluzioni "long-term" con introduzione di materiali durevoli di agevole gestione e manutenzione programmata, al fine di assicurare la migliore evoluzione del sistema.

Gli interventi proposti sono strutturati per minimizzare l'impatto sull'ambiente in tutte le sue componenti: acqua, aria, suolo. L'obiettivo è quello di dare alle opere a verde un aspetto organico e riconoscibile, senza rinunciare agli aspetti di sostenibilità ambientale ed economica, privilegiando la scelta di specie autoctone e adatte al contesto pedo-climatico di riferimento. Una delle principali strategie che guidano la realizzazione e la successiva gestione del verde urbano è rappresentato dalla valorizzazione di tutti quegli elementi, che seppur limitati nell'estensione, sono in grado di aumentare la biodiversità all'interno del sistema urbano. È su tali spazi che il progetto si concentra, cambiando il loro ruolo di questi spazi interstiziali da elemento occasionale a nodo centrale della rigenerazione. L'intervento così proposto conferma il sostegno della biodiversità e la progettazione mira ad accrescere il valore delle risorse ambientali intese come ecosistemi di cui deve essere recuperata o valorizzata la funzionalità.

La proposta progettuale integra le diverse discipline specialistiche, utili ad ottenere il miglior risultato sia in termini funzionali, quindi sotto l'aspetto tecnico e gestionale, sia in termini architettonici, quindi potenziando la valenza ecologica dell'ambito di riferimento e le qualità paesaggistiche dei territori.

Per maggiori approfondimenti si rimanda alla relazione specialistica (cfr. MGE1PRLVURBCOMR002-00).

9. LINEE GUIDA ANTINCENDIO

I primari obiettivi di sicurezza antincendio riguardano la salvaguardia delle persone. La progettazione delle opere civili e degli impianti dovrà essere tale da minimizzare la probabilità di insorgenza degli incendi e limitarne la propagazione. Dovrà, inoltre, essere assicurato l'autosoccorso dei passeggeri e l'intervento in condizioni di sicurezza delle squadre di soccorso.

Negli elaborati specialistici sono indicati i criteri progettuali relativi alla prevenzione incendi sulla base del D.M. 21 ottobre 2015: *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane*.

10. IMPIANTI CIVILI

10.1 Impianti elettrici

Il progetto relativo agli impianti elettrici prevede la realizzazione, per ciascuna stazione, dei seguenti interventi:

- Cabina MT/bt;
- Impianti di illuminazione e F.M. dell'atrio, banchina e aree esterne;
- Impianti di illuminazione e F.M. dei locali tecnici;
- Impianti di alimentazione delle utenze di segnalamento e telecomunicazioni.

Le cabine MT/bt di stazione (CdS) sono costituite dalle seguenti principali apparecchiature elettromeccaniche:

- quadro MT;
- trasformatori servizi ausiliari MT/bt (n° 2, uno in servizio e l'altro di riserva);
- quadro generale di bassa tensione;
- sistema di n° 2 UPS ridondati per alimentazione carichi essenziali;
- quadro distribuzione utenze essenziali;
- carica batterie;
- quadro distribuzione servizi ausiliari (230 Vca – 110 Vcc).

Le cabine MT/bt ricevono l'alimentazione primaria dalle sbarre di SSE mediante due "anelli aperti" in cavo MT 15 kV:

- il primo anello si origina dalla SSE di Brignole, alimenta in *entra-esci* le cabine MT/bt delle stazioni di Romagnosi, Parenzo e Staglieno per chiudersi sulla SSE di Guglielmetti;
- il secondo anello si origina dalla SSE di Guglielmetti, alimenta in *entra-esci* le cabine MT/bt di Guglielmetti, San Gottardo e Molassana per chiudersi sulla SSE di Molassana.

È inoltre previsto un collegamento in cavo 15 kV fra le SSE di Guglielmetti e Molassana con funzione di riserva in caso di assenza di alimentazione di una delle due fonti MT pubbliche.

Gli impianti di illuminazione e F.M. di stazione sono costituiti dalle seguenti principali dotazioni:

- distribuzione principale e quadri di distribuzione secondaria;
- linee elettriche di distribuzione con relative canalizzazioni;
- impianto di illuminazione normale;
- impianto di illuminazione di sicurezza;
- impianto FM;
- impianto di terra.

Tutti gli impianti di illuminazione prevedono l'impiego di apparecchi illuminanti equipaggiati con sorgenti LED ad elevata efficienza e vita utile attesa.

Le scelte progettuali e le principali caratteristiche prestazionali degli impianti e delle apparecchiature elettromeccaniche sono illustrate all'interno della relazione specialistica (cfr. MGE1PRLVIELCOMR001-00_A).

10.2 Impianto fotovoltaico

L'intera tratta relativa a Skymetro sarà coperta da pannelli fotovoltaici monocristallini di elevata efficienza, tramite i quali autoprodurre energia elettrica da fonte rinnovabile.

I pannelli fotovoltaici saranno installati:

- in linea, sfruttando le strutture di sostegno a portale della trazione elettrica, realizzando una copertura fra portali adiacenti;
- in stazione, sulla copertura della banchina e dei locali tecnici;
- sulla copertura del fabbricato SSE;
- sulle coperture degli stalli del parcheggio di Molassana.

I pannelli selezionati saranno del tipo in silicio monocristallino della potenza nominale a MPP di 400 Wp, con efficienza non inferiore a 21%; tali pannelli garantiscono ottimi rendimenti in qualsiasi condizione atmosferica, con garanzia di decadimento lineare della potenza nominale fino al 25° anno inferiore a 20%.

La potenza elettrica generata sarà gestita presso ciascuna stazione, prevedendo gli inverter di stazione nella cabina elettrica e quelli di linea distribuiti fra una stazione e l'altra; la potenza nominale degli inverter (orientativamente pari a 33 kW) sarà meglio definita in base al numero di pannelli che saranno collegati a ciascuna cabina; gli inverter sono collegati lato c.a. ad un quadro di parallelo, a sua volta collegato ad un trasformatore MT/bt dedicato all'impianto fotovoltaico.

L'impianto sarà collegato alla rete nazionale pubblica mediante le connessioni in MT presenti presso le SSE di Guglielmetti e Molassana; l'energia prodotta è normalmente destinata all'autoconsumo sul posto nell'ambito di ciascuna stazione; l'energia in eccesso potrà essere utilizzata:

- dalle altre stazioni collegate sullo stesso anello MT delle CdS
- dai gruppi di conversione ad uso trazione elettrica delle SSE

oppure ceduta in rete attraverso le connessioni in MT presenti presso le SSE.

L'impianto fotovoltaico prevede l'impiego di circa n° 26.900 pannelli per una potenza di picco installata pari a circa 10,8 MWp nelle condizioni STC.

La stima dell'energia prodotta è pari a circa 11 GWh per anno, che corrisponde ad una riduzione di emissione di gas serra pari a circa 6.000 t di CO_2 per anno.

10.3 Impianti meccanici

In accordo con la normativa vigente e con le disposizioni del D.M. del 23/06/2022 sui Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.) per la progettazione di interventi edilizi, si prevede l'adozione di accorgimenti che consentiranno di garantire il contenimento dell'utilizzo delle fonti non rinnovabili.

Per ciascuna stazione il progetto prevede i seguenti impianti:

- Impianto idrico-sanitario (rete di carico e scarico);
- Impianto idrico antincendio;

- Impianti di raffrescamento e ventilazione locali tecnici;
- Impianto di riscaldamento e condizionamento box agente di stazione e bagno di servizio.

Per ciò che concerne l'impianto idrico-sanitario, acque reflue e piovane, verrà realizzata una rete separata per la raccolta delle acque meteoriche costituita dalla rete di pluviali a servizio delle coperture degli edifici delle stazioni.

Tutte le colonne di scarico delle acque nere di ogni stazione saranno collegate tra loro alla base con un collettore avente una pendenza media dell'uno per cento e terminerà al pozzetto o ai pozzetti esterni alla stazione stessa. Da qui le acque nere verranno convogliate dalla rete comunale di raccolta delle acque reflue.

Per la progettazione degli impianti di riscaldamento, raffrescamento e ventilazione delle stazioni e/o dei relativi locali tecnici, si segnala che si è preferito l'impiego di pompe di calore ad alta efficienza.

Particolare attenzione sarà dedicata ai locali tecnologici caratterizzati da elevati carichi termici dovuti agli apparati presenti; tali ambienti saranno dotati di dedicato impianto ad espansione diretta con regolazione locale mediante termostato ambiente (cabine MT/BT) e di impianto monoblocco del tipo Under ove possibile (locali IS-TLC).

Per ulteriori informazioni riguardanti i diversi sistemi previsti (ventilazione e condizionamento, idrico sanitario e impianti idrico antincendio) si rimanda agli elaborati specifici.

11. IMPIANTI DI SISTEMA

11.1 Alimentazione e trazione elettrica

Il sistema di trazione elettrica sarà costituito da 3 sottostazioni elettriche (SSE):

- SSE Brignole attualmente esistente e in esercizio;
- SSE Guglielmetti di nuova realizzazione;
- SSE Molassana di nuova realizzazione.

In continuità con il sistema di trazione esistente, la linea di contatto sarà alimentata con tensione 750 Vcc. Trattandosi di tipici impianti di conversione e distribuzione dell'energia per uso di Trazione Elettrica, l'equipaggiamento delle SSE sarà composto essenzialmente:

- dal quadro di media tensione con allaccio all'ente fornitore di energia;
- dai gruppi di trasformazione e conversione, costituiti principalmente dai trasformatori di potenza e dai raddrizzatori;
- dalle apparecchiature di protezione e distribuzione a 750V c.c. rappresentate da interruttori extrarapidi;
- dai sezionatori di prima e seconda fila in quadro.

Sarà inoltre presente un'impiantistica accessoria (trasformatori e quadri per i servizi ausiliari) e la quadristica di comando e controllo di tutte le apparecchiature ed impianti presenti in SSE.

11.2 Linea di contatto

L'elettrificazione della tratta da Brignole a Molassana sarà realizzata principalmente con linea di contatto del tipo a catenaria rigida, che consente una riduzione degli spazi richiesti per la posa della linea di contatto e l'aumento sostanziale della sezione di rame utile. Il sistema catenaria rigida è composto da una sospensione a traversa isolata, che sostiene attraverso apposita morsetteria un profilato in alluminio a forma di omega che regge un filo di contatto da 100 mm^2.

Nella stazione di Brignole e fino alla chilometrica 0+200 circa, per compatibilità meccanica con la linea esistente, verrà realizzata una catenaria di tipo tradizionale flessibile dalla sezione equivalente di 440 mm^2 composta da due funi portanti fisse da 120 mm^2 e due fili di contatto regolati da 100 mm^2.

11.3 Impianti di Segnalamento

Per quanto riguarda gli impianti di segnalamento il progetto, oltre alla realizzazione dei nuovi posti periferici multistazione (PPM nelle località di servizio di Romagnosi, Parenzo, Staglieno, Guglielmetti, San Gottardo e Molassana), prevede interventi di riconfigurazione al posto centrale multistazione (PCM dell'ACCM di Brin) e modifiche alla stazione di Ge. Brignole. I nuovi PPM, oltre agli enti di stazione, gestiranno anche enti di linea (sezioni di blocco e deviatoi) nelle proprie tratte di competenza.

Per ragioni di compatibilità/interoperabilità con la linea in esercizio, l'impianto di segnalamento del prolungamento in Val Bisagno (Skymetro) è stato previsto con le medesime funzionalità, tecnologie e caratteristiche.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione dedicata: MGE1PRLVSEGCOMR001-00.

11.4 Impianti di Automazione Telecomando e Telecontrollo

L'estensione dell'ACCM esistente sulla nuova tratta Brignole-Molassana rende necessaria anche la contestuale riconfigurazione del Sistema di "AUTOMAZIONE Traffico/ SCADA/Elettrificazione" ubicato presso il Posto Centrale di Brin. Gli interventi interesseranno i seguenti sottosistemi, di cui risulterà essere caratterizzato l'impianto inerzialmente esistente:

- **Sottosistema CIRCOLAZIONE**: per la gestione del movimento treni, realizzato secondo le recenti architetture di tipo "virtualizzato" e che verrà riconfigurato per l'inclusione della nuova tratta di prolungamento.
- **Sottosistema DIAGNOSTICA E MANUTENZIONE/ELETTRIFICAZIONE (SCADA)**: sottosistema deputato al telecomando e telecontrollo degli impianti ausiliari di Posto Periferico, delle Sottostazioni Elettriche (SSE) e delle cabine MT/bt, e che verrà riconfigurato per l'inserimento delle località di nuova realizzazione.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione dedicata: MGE1PRLVATTCOMR001-00.

11.5 Impianti di Telecomunicazioni

Gli impianti di telecomunicazioni relativi al progetto di prolungamento della Linea Metropolitana del Comune di Genova dovranno essere progettati, per quanto possibile, con gli stessi criteri e con gli stessi

standard funzionali dei corrispondenti sistemi a suo tempo realizzati su tutta la linea in occasione dell'ultimo prolungamento a Brignole e che verranno realizzati nell'ambito dei prolungamenti in corso (Brin-Canepari e Brignole-Martinez), tenendo conto che l'intero tracciato del prolungamento Brignole – Molassana oggetto degli interventi, così come tutte le nuova stazioni, sono previste fuori terra.

Nell'elenco seguente sono sintetizzati sia gli impianti di telecomunicazione esistenti che quelli da prevedere anche nell'ambito del prolungamento Brignole – Molassana:

- Rete di cavi interstazionali in rame ed in fibra ottica;
- Sistema rete dati multiservizi;
- Sistema di sincronizzazione oraria;
- Impianto diffusione sonora;
- Impianto informazione al pubblico;
- Impianto di telefonia emergenza passeggeri (ECP);
- Impianto di telefonia di servizio;
- Impianto telefonia di emergenza di linea;
- Sistema radio terra treno TETRA;
- Sistema radio Wi-Fi;
- Sistema di videosorveglianza TVCC;
- Adeguamenti e/o riconfigurazioni al posto centrale.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione dedicata: MGE1PRLVTLCCOMR001-00.

12. SOTTOSERVIZI

La realizzazione del prolungamento della linea metropolitana di Genova, denominato SkyMetro, incontra per la maggior parte un contesto urbano consolidato, ne consegue quindi la valutazione e analisi fin dalle prime fasi progettuali delle interferenze presenti in corrispondenza delle pile e dei locali tecnici afferenti l'opera infrastrutturale. L'analisi della rete di sottoservizi interferenti ha lo scopo di risolvere le interferenze al fine di permettere la realizzazione dell'opera.

L'intervento di risoluzione ha quindi lo scopo di:

- permettere la realizzazione delle opere infrastutturali senza interferenze;
- garantire la continuità del servizio erogati dagli Enti gestori;
- garantire la possibilità agli Enti gestori di effettuare, una volta completata l'opera, le manutenzioni o adeguamenti alle reti dei sottoservizi, con accessibilità esterna al sedime viario, inoltre senza arrecare disagi ed interruzioni al servizio di trasporto pubblico.

Nella fase preliminare del progetto alcuni enti gestori dei sottoservizi hanno trasmesso, alla data della consegna del presente progetto di fattibilità tecnica ed economica, la segnalazione delle reti di propria competenza al fine di individuare gli interventi necessari per lo spostamento delle interferenze rilevate in sede di progettazione e predisporre gli opportuni provvedimenti risolutivi che consentano un'ottimazione delle soluzioni tecniche e l'ottenimento dei necessari nulla-osta ai fini della loro realizzazione. L'interferenza più significativa, sia per estensione che per la complessa risoluzione è

rappresentata dalla linea Terna che interferisce con l'opera di progetto oltre che con la linea interrata (circa 4,5 km) anche con la linea aerea (circa 1,5 km). Altre interferenze che meritano attenzione sono la rete acquedottistica, che interferische con la tubazione DN 650, e la rete di gasdotto che interferisce con la tubazione DN400. Occorre evidenziare che lungo la sponda sinistra è ubicato un collettore in acciaio che trasporta i liquami dall'area prospicente la stazione di Brignole all'impianto di depurazione sito in zona Staglieno.

Occorre specificare che nella successiva fase progettuale occorrerà procedere alla verifica ed all'approfondimento di quanto prodotto nella presente progettazione mediante una serie di attività e di indagini integrative sulle reti esistenti, quali:

- tracciamento in sito con gli enti gestori con strumentazione specialistica;
- indagini georadar a maglia fitta (strisciate longitudinali e trasversali);
- rilievo dei pozzetti;
- eventuali video ispezioni delle condotte fognarie.

13. CANTIERIZZAZIONE E VIABILITÀ

Per l'esecuzione delle opere in oggetto va precisato che saranno presenti vincoli soprattutto a livello viabilistico e idraulico/ambientale (numerose opere d'arte), che non consentiranno numerosi interventi contemporanei. Inoltre, alcune lavorazioni dovranno avvenire necessariamente in concatenazione ad altre o in progressione sequenziale, ponendo, quindi, dei precisi vincoli nella sequenza delle attività.

Affinché la cantierizzazione non abbia un impatto eccessivamente negativo sullo svolgimento delle attività presenti lungo le aree di cantiere e sui flussi di traffico attuali, sia pedonale che veicolare, le lavorazioni andranno eseguite per fasi, avendo l'accortezza di individuare percorsi viabilistici alternativi per sopperire all'eventuale chiusura parziale o toltale di corsie viarie in prossimità delle aree interessate dalle lavorazioni.

Le principali ipotesi che comunque dovranno essere prese in considerazione per la progettazione delle cantierizzazioni sono le seguenti:

- l'organizzazione dei cantieri in "aree di lavoro" differenziate per minimizzare l'impatto con il contesto di intervento;
- la previsione di aree di cantiere da adibire deposito materiale, installazione baracche, parcheggio mezzi, ecc.

Nell'organizzazione di dettaglio dei cantieri e durante la realizzazione delle opere si dovrà comunque tener presente i seguenti condizionamenti:

- garantire gli accessi ai passi carrai;
- garantire gli accessi ai mezzi di emergenza;
- garantire per quanto più possibile la viabilità in prossimità dei cantieri della Skymetro (il periodo di eventuali interruzioni di viabilità dovrà essere limitato per il tempo strettamente necessario ai lavori);

- garantire la realizzazione di itinerari alternativi per il traffico pubblico e privato in grado di garantire il più possibile livelli di sicurezza e livelli di prestazione analoghi a quelli originali;
- evitare la sovrapposizione di cantieri di natura diversa da quelli strettamente legati alla realizzazione della Skymetro;
- garantire la movimentazione dei mezzi pesanti al di fuori degli orari di punta del traffico cittadino;
- studiare la viabilità alternativa in funzione dell'entità del cantiere e della tipologia dello stesso;
- predisporre tutta la segnaletica orizzontale e verticale necessaria per la viabilità provvisoria; essa dovrà garantire condizioni di sicurezza, chiarezza e visibilità per il traffico pubblico e privato;
- predisporre una campagna di informazione e di concentrazione tra tutte le organizzazioni coinvolte per quanto riguarda il traffico, la viabilità provvisoria, gli interventi sui sottoservizi, gli accessi carrai, l'accesso agli esercizi commerciali, ecc. (cittadini, esercenti commerciali, pubblici servizi, vigilanza urbana, organi comunali, ecc.).

Per il dettaglio si rimanda agli elaborati di cantierizzazione.

13.1 Aree di cantiere per opere di linea e puntuali

Per la realizzazione della Skymetro e delle opere connesse saranno presenti 2 tipologie di cantiere, una relativa alle opere puntuali e una relativa alle opere di linea.

Le opere puntuali, sono propedeutiche a quelle di linea, e si riferiscono:

- allo spostamento di sottoservizi interferenti;
- alle attività di demolizioni necessarie;
- alla realizzazione fondazioni profonde;
- alla realizzazione delle pile dell'impalcato della Skymetro;
- alla realizzazione di opere connesse alla Skymetro come il nuovo Ponte sul Bisagno in prossimità della stazione di Brignole.

Per opere di linea si considera:

- il varo delle travi dell'impalcato linea e del Ponte sul Bisagno;
- il montaggio di coperture, pareti e dei parapetti;
- installazione armamento e dei cavidotti di linea;
- tutte le opere tecnologiche.

La cantierizzazione della nuova Skymetro e delle opere connesse in base alla localizzazione delle stesse, alla morfologia dell'ambiante circostante, al tessuto urbano attraversato, alle interferenze con infrastrutture esistenti e alle metodologie costruttive ipotizzate è stata concepita individuando 5 Macrocantieri relativi principalmente alle lavorazioni di linea:

- Macrocantiere A che va dal capolinea Molassana al ponte Ugo Galli;

- Macrocantiere B che va dal ponte Ugo Galli a via Laiasso;
- Macrocantiere C che va da via Laiasso a via Enrico Toti;
- Macrocantiere D che va da via Enrico Toti al ponte di Castelfidardo;
- Macrocantiere E relativamente al nuovo ponte sul Bisagno e alle opere di riconnessione alla linea esistente.

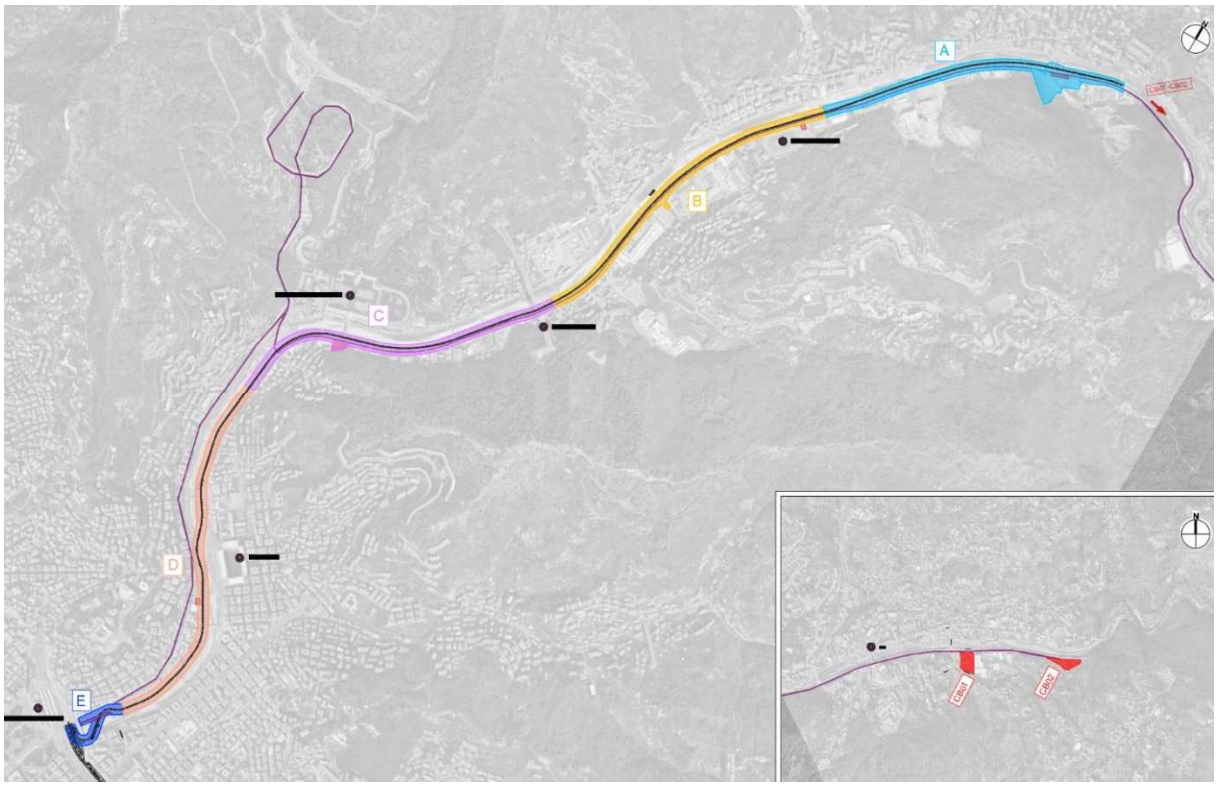


Figura 12. Aree Macrocantieri di linea

Alcuni di questi macrocantieri in base alle viabilità di accesso, alla viabilità esistente e alla sequenza temporale di realizzazione delle opere sono stati suddivisi in cantieri più piccoli relativi principalmente alla realizzazione delle opere puntuali propedeutiche alle lavorazioni di linea.

Sono infine presenti alcune aree di stoccaggio terre e materiali nei pressi che saranno trattate nei successivi paragrafi.

13.2 Principali fasi costruttive

Le opere da realizzare verranno affrontate secondo diverse modalità costruttive riscontrabili all'interno degli elaborati tipologici di cantierizzazione:

13.2.1 Fase 1: spostamento sottoservizi

In questa fase verranno spostati tutti i sottoservizi, sia in linea che trasversali interferenti con l'opera. La maggior parte delle interferenze è in linea e prevede lo spostamento del sottoservizio in una porzione più interna della carreggiata e non più interferente con la fondazione delle pile. In caso di

sottoservizi trasversali interferenti si procederà per fasi, avendo premura di interferire il meno possibile con la viabilità.

Infine, nei pressi dei locali tecnici/sottostazioni (sei in tutto) sarà necessaria la posa di un cavidotto trasversale all'asse stradale per collegare i locali impianti, posti sul lato fabbricati della carreggiata stradale, con la linea ubicata in corrispondenza dell'argine. Anche in questo caso si prevede la fasizzazione della realizzazione del cavidotto (in allegato le tipologie di realizzazione cavidotto per i locali tecnici).

13.2.2 Fase 2: Realizzazione pile

In questa fase il cantiere occupa una porzione della carreggiata e uno spazio in alveo di circa 10 metri per la realizzazione delle fondazioni e della pila. Durante questa fase saranno realizzate anche parte delle sistemazioni urbane. (elaborato di riferimento: MGE1PRLVCANCOMT007-01, MGE1PRLVCANCOMT007-02).

13.2.3 Fase 3: Posa impalcato

In questa fase saranno portati in cantiere porzioni delle travi che andranno a comporre l'impalcato, assemblate sul posto e messe in opera durante le fasi in notturna del cantiere. La posa delle travi deve avvenire necessariamente in notturna, poiché le autogru necessitano di un'ulteriore spazio portando quindi alla chiusura di una corsia o di tutto il tratto stradale (nel caso di sezioni stradali ridotte). (elaborati di riferimento: MGE1PRLVCANCOMT008-00).

13.2.4 Fase 4: Armamento, impianti, finiture, Stazioni

In quest'ultima fase si riduce ove possibile l'impatto del cantiere a terra, lavorando principalmente al di sopra dell'impalcato, ad eccezione delle stazioni, dove sarà necessario mantenere un cantiere a terra di dimensioni maggiori.

13.2.5 Nuovo Ponte sul Bisagno

Una trattazione a parte merita il cantiere per la realizzazione del nuovo ponte sul Bisagno, per il quale si prevedono le seguenti fasi lavorative

- operazioni propedeutiche (BOE Spostamento sottoservizi);
- demolizioni e scavi;
- realizzazione fondazioni spalle tramite palificatrici fuori argine;
- realizzazione elevazioni spalle;
- allestimento travi metalliche ponte;
- realizzazione pile provvisorie in alveo;
- varo travate metalliche su spalle e pile provvisorie tramite autogru;
- saldatura travate metalliche in quota;
- realizzazione soletta ponte;
- realizzazione opere di raccordo con nuovo ponte metallico (comprensivo di demolizioni e ripristino argini esistenti).

L’area di cantiere sarà costituita da parte in alveo, una parte in prossimità della spalla su Corso Galileo Galilei e una parte su via Canevari. (elaborato di riferimento: MGE1PRLVCANCOMT013-01/02/03).

13.2.6 Realizzazione locali tecnici

Sono previste un totale di sei locali tecnici situati in corrispondenza delle singole stazioni e riconducibili, in termini di cantierizzazione (dei locali e del cavidotto di collegamento), a tre distinti tipologici.

14. PRIME INDICAZIONI PER LA SICUREZZA

I documenti di riferimento redatti, Relazione con prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza e Relazione economica, costituiscono le basi per la redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) ed hanno lo scopo di salvaguardare la salute e la sicurezza di tutti i lavoratori del cantiere compresi anche gli addetti delle eventuali imprese subappaltatrici.

Il PSC, al fine di risultare preventivamente efficace, viene composto per essere:

- specifico: per realizzare l’opera a cui si riferisce. La specificità del documento risulterà evidenziata dalle scelte tecniche, progettuali, architettoniche e tecnologiche, dalle tavole esplicative di progetto, dalla planimetria e da una breve descrizione delle caratteristiche idrogeologiche del terreno quando necessaria.
- leggibile/consultabile: ossia scritto in forma comprensibile per essere ben recepito dalle imprese, dai lavoratori autonomi e dai rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza (R.L.S.) nonché dal committente o dal responsabile dei lavori se nominato.

In particolare, il piano deve contenere, in relazione alla tipologia del cantiere interessato, i seguenti elementi:

- modalità da seguire per la recinzione di cantiere, gli accessi e le segnalazioni;
- protezione o misure di sicurezza contro i possibili rischi provenienti dall’ambiente esterno;
- servizi igienico-assistenziali;
- protezione o misure di sicurezza connesse alla presenza nell’area di cantiere di linee aeree e condutture sotterranee;
- viabilità principale di cantiere;
- impianti di alimentazione e reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo;
- impianti di terra e protezione contro le scariche atmosferiche;
- misure generali di protezione contro il rischio di seppellimento da adottare negli scavi;
- misure generali da adottare contro il rischio di annegamento;
- misure generali da adottare contro il rischio di caduta dall’alto;
- misure per assicurare la salubrità dell’aria nei lavori in galleria;
- misure per assicurare la stabilità delle pareti e della volta nei lavori in galleria;
- misure generali di sicurezza da adottare nel caso di estese demolizioni o manutenzioni ove le modalità tecniche di attuazione siano definite in fase di progetto;

- misure di sicurezza contro i possibili rischi di incendio ed esplosione connessi con lavorazioni e materiali pericolosi utilizzati in cantiere;
- disposizioni per dare attuazione a quanto previsto dall'art. 102 (consultazione rappresentante per la sicurezza);
- disposizioni per dare attuazione a quanto previsto dall'art. 92, comma 1, lettera c (organizzare tra i datori di lavoro, ivi compresi i lavoratori autonomi la cooperazione ed il coordinamento delle attività nonché la loro reciproca informazione);
- valutazione in relazione alla tipologia dei lavori, delle spese prevedibili per l'attuazione dei singoli elementi del piano;
- misure generali da adottare contro gli sbalzi eccessivi di temperatura.

Rimane comunque facoltà dell'esecutore proporre modalità alternative che ottimizzino le risorse e diminuiscano i fattori di interferenza, a vantaggio della sicurezza; dette proposte integrative o sostitutive, previste ai sensi del D. Lgs. 81/08 al punto 3.2.g. dell'allegato XV del medesimo decreto, dovranno essere valutate dal Coordinatore per l'esecuzione prima di autorizzarne l'adozione.

15. ESPROPRI

Lungo l'intero tracciato è stato effettuato un esame delle aree interessate dal tracciato, dalle stazioni e dai parcheggi, verificando quali fossero di già di proprietà comunale, quali siano demaniali e quali invece siano private.

In particolare, vista la vicinanza dell'alveo del Bisagno, sono presenti diverse aree demaniali. Di queste è in corso, tramite gli uffici comunali e regionali coinvolti, la verifica di quali siano in concessione a privati o meno, al fine di poter liberare le aree nei tempi.

Negli elaborati specialistici sono riportate in dettaglio le aree interessate da esproprio e per quali di queste vada previsto anche un indennizzo. Alcune aree, infatti, sono occupate da attività produttive e/o commerciali, per le quali, oltre l'esproprio dell'immobile, è previsto un ammontare per il trasferimento o l'interruzione momentanea delle attività.

16. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Il cronoprogramma dei lavori pone l'inizio delle attività a luglio 2024, per terminare le attività entro la metà del 2027. Questo al fine di rispettare le tempistiche richieste dalla Stazione Appaltante, che seguono i requisiti del finanziamento ministeriale ricevuto, ossia fine lavori entro il 2027.

Pertanto sono state previste in parallelo quelle attività necessarie a contrarre i tempi per stare nelle scadenze richieste. Anche l'adozione di elementi prefabbricati e la cantierizzazione dell'opera seguono l'obiettivo dato da questi presupposti temporali.

Il cronoprogramma è riportato nell'elaborato specifico.

17. QUADRO ECONOMICO

Si riporta a seguire il quadro economico dell'opera considerando voci di prezzo del 2021 come da progetto finanziato. Si precisa che, in attesa del completamento dei computi metrici estimativi, l'attuale quadro economico è ricavato tramite computazioni parametriche, ricavate da computi parziali di parti d'opera estese all'intera linea.

Per quanto riguarda l'impianto fotovoltaico si segnala che la Committenza ha richiesto di inserire una cifra, che rappresenta una quota parte dell'importo totale necessario per la realizzazione come prevista a progetto. Per la somma rimanente, viene ipotizzato un intervento di finanziamento ed eventuale gestione dell'impianto esterno al progetto.

SKYMETRO PROLUNGAMENTO DELLA LINEA METROPOLITANA IN VAL BISAGNO PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ED ECONOMICA QUADRO ECONOMICO PREZZI 2021				
A)	**Lavori a base di Appalto**			
a1	Opere civili		€ 220'011'251.12	
a2	Impianti civili		€ 9'092'194.93	
a3	Armamento		€ 20'267'278.65	
a4-I	Impianti elettroferroviari - SSE + Linea di contatto		€ 14'289'846.17	
a4-II	Impianti elettroferroviari - Telecomunicazioni + Automazione		€ 13'001'500.00	
a5	Impianto fotovoltaico		€ 2'467'575.00	
a6	**Sommano i Lavori**		**€ 279'129'645.87**	
a7	a sommare oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso		€ 11'776'598.63	
a8	**Totale lavori e O.S.**	**a6+a7**	**€ 290'906'244.50**	**€ 290'906'244.50**
a9	a detrarre Oneri relativi alla Sicurezza e protocollo di legalità non soggetti a ribasso		€ 11'776'598.63	
a10	**Importo lavori soggetto a ribasso**	**a8-a9**	**€ 279'129'645.87**	
B)	**Totale importo Veicoli**		**€ 42'714'000.00**	**€ 42'714'000.00**
C)	**Importo relativo all'aliquota per l'attuazione di misure volte alla prevenzione e repressione della criminalità e tentativi di infiltrazione mafiosa.**		€ -	
D)	**Opere di mitigazione e compensazione dell'impatto ambientale e sociale, nel limite di importo del 2% del costo complessivo dell'opera; costi per il monitoraggio ambientale**			
d1	Opere compenstive dell'impatto territoriale e sociale strettamente correalte alla funzionalità dell'opera		€ 500'000.00	
d2	Opere di mitigazione e compensazione ambientale		€ -	
d3	Monitoraggio ambientale		€ 964'700.00	
D)	**Totale opere di mitigazione e compensazione ambientale e scoiale**		**€ 1'464'700.00**	**€ 1'464'700.00**
E)	**Somme a disposizione della stazione appaltante**			
e1	Lavori in amministrazione diretta previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura		€ -	
e2	Rilievi, accertamenti e indagini da eseguire ai diversi livelli di progettazione a cura della stazione appaltante		€ 581'812.49	
e3	Rilievi, accertamenti e indagini da eseguire ai diversi livelli di progettazione a cura del progettista		€ -	
e4	Allacciamenti ai pubblici servizi e superamento eventuali interferenze		€ 14'620'222.40	
e5	Imprevisti, secondo quanto precisato al comma 2		€ 14'545'312.22	
e6	Accantonamenti in relazione alle modifiche di cui agli articoli 60 e 120, comma 1, lettera a), del codice		€ 7'781'742.04	
e7	Acquisizione aree o immobili e Indennizzi		€ 4'345'122.08	
e8	Spese tecniche relative alla progettazione, alle attività preliminari, ivi compreso l'eventuale monitoraggio di parametri necessari ai fini della progettazione ove pertinente, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle		€ 16'046'568.76	
e9	Spese per attività tecnico-amministrative e strumentali connesse alla progettazione, di supporto al RUP qualora si tratti di personale dipendente, di assicurazione dei progettisti qualora dipendenti dell'amministrazione, ai sensi		€ 1'885'550.00	
e10	Spesell'articolo 45, commi 6 e 7, del codice		€ -	
e11	Eventuali spese per commissioni giudicatrici		€ 132'865.50	
e12	Spese per pubblicità		€ -	
e13	Spese per prove di laboratorio, accertamenti e verifiche tecniche obbligatorie o specificamente previste dal capitolato speciale d'appalto, di cui all'articolo 116 comma 11, del codice, nonché per l'eventuale monitoraggio successivo alla		€ 558'259.29	
e14	Spese per collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico e altri eventuali collaudi specialistici		€ 2'327'249.96	
e15	Spese per la verifica preventiva dell'interesse archeologico, di cui all'articolo 41, comma 4, del codice		€ 290'906.24	
e16	Spese per i rimedi alternativi alla tutela giurisdizionale		€ 250'000.00	
e17	Nei casi in cui sono previste, spese per le opere artistiche di cui alla legge 20 luglio 1949, n. 717		€ -	
E)	**Totale Somme a Disposizione**		**€ 63'365'610.99**	**€ 63'365'610.99**
	Totale parziale			**€ 398'450'555.49**
F)	**Oneri d'investimento**	0.00%		€ -
G)	**INARCASSA (4% di e8+e9+e11+e14)**	4.00%	€ 810'374.75	**€ 810'374.75**
H)	**IVA al 10% (10% di A+D)**	10.00%	€ 1'324'129.86	**€ 1'324'129.86**
I)	**IVA al 22% (22% di B+e2+e3+e5+e8+e9+e11+e12+e13+e14)**	22.00%	€ 14'312'469.76	**€ 14'312'469.76**
	Totale Importo Investimento			**€ 414'897'529.86**

Figura 13. Quadro economico